

# **PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP**

Carretera de Pozuelo, N°61  
28222 – Majadahonda (Madrid)



henan  
ingenieria

---

Avda. Hayedo Tejera Negra 19, Local Izq. 1

Guadalajara - 19005

Tfno.: 949 028 585 / 687 894 339

[www.henan.es](http://www.henan.es)

Descripción	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP		
Situación	Tipo de Vía: Carretera		Nombre Vía: De Pozuelo, Nº61
	Localidad: Majadahonda		
	Código Postal: 28222		Provincia: Madrid
Promotor	Nombre o Razón Social: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61		
	CIF/NIF: G28207017		
	Dirección: Carretera de Pozuelo, Nº61		
	Población: Madrid		
	CP: 28222	Provincia:	Madrid
	Teléfono:	Fax:	
Autor del proyecto técnico	Apellidos y Nombre: Muñoz Fernández, Jorge		
	Titulación: Ingeniero Técnico Industrial		
	Dirección: Avda. Hayedo de la Tejera Negra 19, Local Izq. 1		
	Localidad: Guadalajara		
	CP: 19005	Provincia:	Guadalajara
	Nº colegiado: 560		

# Memoria

1	MEMORIA DESCRIPTIVA .....	5
1.1	ANTECEDENTES .....	5
1.2	OBJETO DEL PROYECTO .....	5
1.3	ALCANCE .....	5
1.4	DATOS DEL SOLICITANTE .....	5
1.5	EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	5
2	NORMATIVA APLICABLE .....	7
3	RELACIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS .....	8
4	DESCRIPCIÓN Y SOLUCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	9
4.1	DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES .....	9
4.2	SOLUCIÓN AL PROYECTO .....	10
4.2.1	Captadores solares .....	11
4.2.2	Inversor solar .....	12
4.2.3	Caja de conexiones .....	13
4.2.4	Estructura soporte .....	13
4.2.5	Cableado del campo fotovoltaico, diodos y protecciones .....	16
4.2.6	Protecciones y seguridad .....	17
4.2.7	Sistema eléctrico y de control .....	19
4.2.8	Protección contra rayos e instalación de puesta a tierra. ....	19
4.2.9	Contador .....	20
4.2.10	Conexión a red .....	20
4.2.11	Armónicos y compatibilidad electromagnética .....	20
4.3	PERMISOS DE ACCESO, CONEXIÓN Y DEPÓSITO DE GARANTÍAS .....	22
5	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....	23
6	PRODUCCIÓN ANUAL .....	24
6.1	RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. RANGO DE POTENCIA DEL MODULO .....	24
6.2	DISPERSIÓN DE PARÁMETROS ENTRE MÓDULOS .....	24
6.3	EFFECTO DE LA TEMPERATURA .....	24
6.4	PÉRDIDAS POR SUCIEDAD SOBRE LOS MÓDULOS .....	25
6.5	PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN, ACIMUT Y SOMBRAS .....	25
6.6	PÉRDIDAS POR DEGRADACIÓN FOTÓNICA .....	25
6.7	RENDIMIENTO DEL INVERSOR .....	25
6.8	PÉRDIDAS DE CONEXIONADO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN. ....	25
6.9	ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA DE LOS NUEVOS MÓDULOS A INSTALAR .....	25
7	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	27
7.1	DATOS DE PARTIDA .....	27
7.1.1	Emplazamiento de la instalación .....	27
7.1.2	Materiales seleccionados .....	27
7.2	DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	29
7.3	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES .....	29
7.3.1	Criterios y fórmulas utilizadas .....	29
7.3.2	Cálculo circuito CC de unión de la serie de paneles .....	31
7.3.3	Cálculo circuito CA (trifásico) desde inversores a cuadro contador existente	

7.3.4	Cálculo de la puesta a tierra .....	32
7.4	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS .....	33
7.4.1	Orientación de los módulos.....	33
7.4.2	Peso de los módulos y cubierta de panel de sandwich .....	33
7.4.3	Fuerza del viento .....	34
7.5	CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN EL GENERADOS FOTOVOLTAICO .....	35
7.5.1	Pérdidas de cableado en CC .....	35
7.5.2	Pérdidas por temperatura .....	35
7.5.3	Pérdidas por trabajo de los módulos fotovoltaicos en condiciones distintas a las CEM .....	36
7.5.4	Potencia a la salida de los módulos fotovoltaicos .....	36
7.5.5	Potencia a la entrada del inversor.....	36
7.5.6	Cálculo de las pérdidas debidas al inversor .....	37
7.5.7	Cálculo de las pérdidas en el cableado de CA.....	37
8	MONITORIZACIÓN.....	38
9	IMPACTO AMBIENTAL.....	39
9.1	COORDENADAS UTM DE LOS ÁNGULOS DEL CERRAMIENTO.....	39
9.2	ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN QUE SUFRE EL SUELO CON LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA .....	39
9.3	ZONAS PERIFÉRICAS DE PROTECCIÓN Y ZONAS SENSIBLES.....	39
9.4	DISTANCIAS A NÚCLEOS HABITADOS .....	39
9.5	SUPERFICIE UTILIZADA.....	39
9.6	CUMPLIMIENTO CON EL REGLAMENTO DE SUELO RÚSTICO .....	39
9.7	MAGNITUD Y COMPLEJIDAD DEL IMPACTO.....	39
9.7.1	Incidencia de la instalación en el medio .....	39
9.8	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA SECTORIAL VIGENTE .....	40
9.9	CONTROL, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES .....	41
9.10	GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS .....	41
9.11	PROBABILIDAD DEL IMPACTO .....	41
9.12	DURACIÓN, FRECUENCIA Y REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO.....	41
10	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	43
10.1	ANTECEDENTES .....	43
10.2	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR .....	43
10.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	43
10.4	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	43
10.5	REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN .....	44
10.6	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	44
10.7	JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO R.D.244/2019.....	47
10.7.1	Ámbito de aplicación.....	47
10.7.2	Modalidad de suministro .....	47
10.7.3	Modalidad autoconsumo .....	47
10.7.4	Punto de suministro .....	47
10.7.5	Régimen autoconsumo .....	47
10.7.6	Modificación contrato de suministro .....	48
10.7.7	Medida energética .....	48

---

10.7.8 Tarificación o compensación.....	49
10.7.9 Esquema tipo en la instalación diseñada .....	49
10.8 DESCLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES.....	49
12 PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO .....	51
13 PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN .....	52
13.1 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA .....	52
13.2 ACOPIO DE MATERIALES .....	52
13.3 MONTAJE E INSTALACIÓN .....	52
13.4 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN.....	52
14 MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS.....	53
15 CONCLUSIÓN .....	57
16 ANEXO I: REFERENCIA CATASTRAL.....	58

## 1 MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1 ANTECEDENTES

Dentro de la estrategia de la empresa “FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL” para la descarbonización y uso de energías renovables en sus edificios, se ha previsto dotar con instalaciones solares fotovoltaicas al edificio de la Sede Social de FREMAP situado en Majadahonda.

### 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo de esta actuación es la mejora de la eficiencia energética del edificio, la disminución del consumo de energía y la evitación de emisiones de efecto invernadero.

Dicha actuación consistirá en la definición completa de una instalación solar fotovoltaica a ubicar en las marquesinas del aparcamiento exterior del centro.

El presente proyecto dará las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obtener la puesta en servicio.

Se redacta por el Ingeniero Técnico Industrial **D. Jorge Muñoz Fernández, colegiado nº 560 en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Guadalajara**, de acuerdo con la propiedad y conforme los criterios de los servicios técnicos municipales.

### 1.3 ALCANCE

El alcance del presente proyecto engloba la instalación de las placas, inversor, protecciones, líneas de evacuación de energía y acoplamiento a la instalación de baja tensión existente en el cuadro de baja tensión propiedad del titular.

De la instalación de generación, se suministrará energía al resto de la instalación propiedad del titular a través de la instalación existente, todo ello de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

### 1.4 DATOS DEL SOLICITANTE

El presente proyecto ha sido encargado por FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL, con C.I.F.: G28207017 y domicilio en Carretera de Pozuelo, Nº61, 28222 de Majadahonda.

Las marquesinas sobre las que se efectúa la instalación solar fotovoltaica es propiedad del FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL y se encuentra en el interior de su parcela.

### 1.5 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

La instalación solar fotovoltaica se encontrará sobre las marquesinas del aparcamiento de la Sede Social de FREMAP, tal y como puede verse en la siguiente imagen.

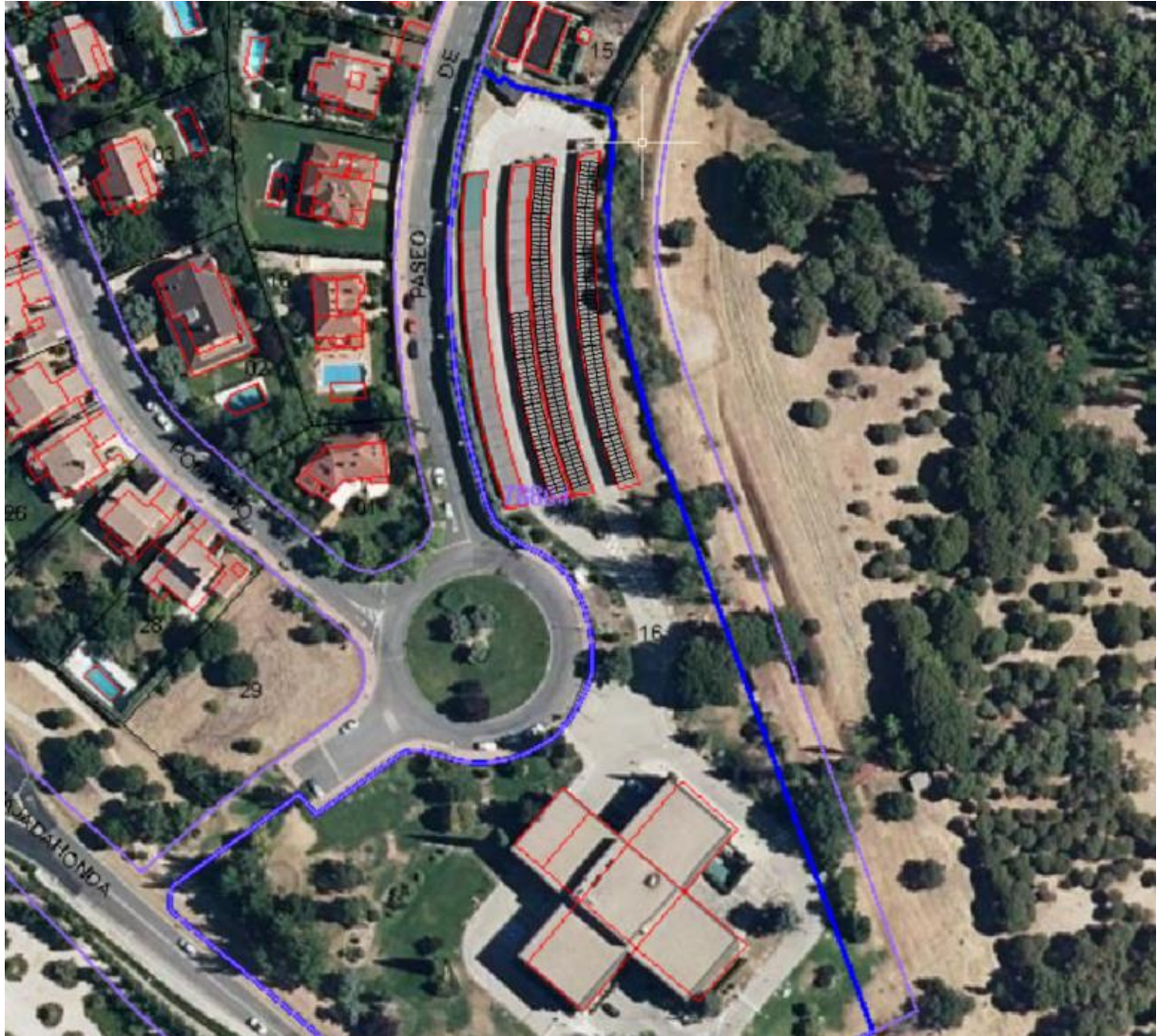
El emplazamiento de dicha instalación, situada en Carretera de Pozuelo, Nº61, 28222 Majadahonda, Madrid.

La referencia catastral donde se realizará la instalación de las placas solares fotovoltaicas para autoconsumo sin excedentes es 7886416VK2778S0001AJ.

No se ampliará superficie de edificación sobre dicha parcela, al ejecutarse la instalación sobre las marquesinas existentes.

En dicho edificio se dispone de cuarto técnico donde se encuentra el cuadro de mando y protección general de Baja Tensión, donde se acometerá para su conexión de autoconsumo propio. Este es el punto donde se encuentra la conexión eléctrica con la red de distribución

de la compañía distribuidora IBERDROLA, con entronque de entrada y salida. El CUPS para el desarrollo de la actividad está a nombre del titular del proyecto.





## 2 NORMATIVA APLICABLE

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta la siguiente normativa y disposiciones vigentes hasta la fecha:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico. (BOE 28 noviembre 1997)
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. (BOE 18 septiembre 2002)
- Real Decreto 1435/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión. (BOE 31 diciembre 2002)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18 septiembre 2007)
- Normas Particulares de la Compañía Suministradora de Electricidad
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, Real Decreto 486/1997 de 14/04/97
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud Relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual (R.D. 773/1997 de 30 de mayo).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo (R.D. 1.215/1997 de 18 de julio)
- Disposiciones Mínimas de Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores Frente al Riesgo Eléctrico. Real Decreto 614/2.001 de 8 de Julio de 2.001.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Contratación, Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997.
- Normas UNE de referencia listadas en la Instrucción ITC-BT-02 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución, que para el suministro tiene establecidas la Compañía Distribuidora de la zona.
- Instrucción 20/04/2005 por el Director General de Industria y Energía que establece los criterios técnicos y administrativos para la conexión, a las redes del servicio esencial de distribución, de las instalaciones fotovoltaicas o agrupaciones de estas instalaciones, conocidas como huertos o granjas fotovoltaicas, para garantizar su compatibilidad con dicha red.

Decreto 299/2003 de 4 de noviembre de 2003, por el que se regula el procedimiento de reconocimiento de la Condición de Instalación de Producción de Energía Eléctrica en Régimen Especial y la creación del Registro Autonómico de las Instalaciones acogidas a dicho régimen. (D.O.C.M 158).

### 3 RELACIÓN DE LICENCIAS Y PERMISOS

La relación de concesiones y licencias necesarias para la puesta en marcha de las instalaciones es la siguiente:

- Autorización ambiental (en el caso de instalaciones en terrenos no urbanizables).
- Informe sobre compatibilidad urbanística.
- Obtención de autorización administrativa y aprobación de proyecto o memoria técnica de diseño.
- Obtención de la licencia de obra por parte del ayuntamiento.
- Ejecución material de la obra.
- Firma y entrega del boletín de instalación por parte de Instalador Autorizado.
- Formalización del contrato con la empresa suministradora.
- Puesta en marcha de la instalación.

## 4 DESCRIPCIÓN Y SOLUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

### 4.1 DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES

La instalación fotovoltaica se caracteriza por ser simple, silenciosa, de larga duración, de elevada fiabilidad, apenas requiere mantenimiento y no produce contaminación ambiental.

Presenta tres subsistemas claramente diferenciados:

- Grupo generador fotovoltaico: está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos, encargados de captar la luz del sol y transformarla en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiación solar recibida.
- Inversor/inversores: son dispositivos electrónicos, que basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna, de la misma tensión y frecuencia que la de la red. De esta manera la instalación fotovoltaica puede operar en paralelo con la red.
- Protecciones: esta parte representa y constituye una configuración de elementos que actúan como interfaz de conexión entre la instalación fotovoltaica y la red en condiciones adecuadas de seguridad, tanto para personas, como para los distintos componentes que la configuran.
- El sistema consta, además, de las necesarias protecciones y la correspondiente instalación de puesta a tierra.

Particularizando para nuestro caso, se realizará sobre la marquesina de un aparcamiento de vehículos la instalación de paneles fotovoltaicos anclados mediante soportes coplanares a la estructura de la marquesina. Dicha instalación será de Autoconsumo sin Excedentes. En ese punto, en su Cuadro General se realizará la conexión a la red de distribución de la compañía suministradora Iberdrola, instalando un Corte General y acometiendo al embarrado del Cuadro General de Baja Tensión del edificio.

Con dicho fin, se opta por la instalación de paneles solares fotovoltaicas policristalino en la marquesina del aparcamiento de vehículos, tal y como se muestra en la documentación gráfica anexa.

Se trata de realizar una instalación de 150,0 kW nominales, 172,8 kW pico. Además, se realizará la conexión al embarrado del cuadro general de mando y protección del edificio situado en planta sótano.

La implantación física se realizará en dos filas de paneles en cada marquesina, distribuidas de la siguiente forma:

- 1) Marquesina 1: 144 módulos distribuidos en 9 cadenas.
- 2) Marquesina 2: 144 módulos distribuidos en 9 cadenas.
- 3) Marquesina 3: 96 módulos distribuidos en 6 cadenas.

Todos los paneles irán anclados a la estructura soporte coplanar de las características que posteriormente se explicarán.

El posicionamiento y distribución de paneles, no es significativo del tipo de conexionado que se realizará para poder redistribuir la energía por strings e inversores. De acuerdo, a dicha distribución, se realizará el conexionado que se marca en planos y que se adjunta en la siguiente tabla:

MARQUESINA	INVERSOR / Nº STRING	NºPANELES	CAJA DE STRING
1	1 / 1	16	1
1	1 / 2	16	1
1	1 / 3	16	1
1	1 / 4	16	1
1	1 / 5	16	2
1	1 / 6	16	2
1	1 / 7	16	2
1	1 / 8	16	2
2	2 / 1	16	3
2	2 / 2	16	3
2	2 / 3	16	3
2	2 / 4	16	3
2	2 / 5	16	4
2	2 / 6	16	4
2	2 / 7	16	4
2	2 / 8	16	4
3	3 / 1	16	5
3	3 / 2	16	5
3	3 / 3	16	5
3	3 / 4	16	5
3	3 / 5	16	6
3	3 / 6	16	6
3	3 / 7	16	6
3	3 / 8	16	6

Para tanto, se instalarán:

- 172,8 kW pico con trescientos ochenta y cuatro (384) paneles monocristalinos de 450 W marca JASOLAR modelo JAM72S20-450/MR o similar
- 3 inversores de 50 kW trifásico marca Fronius modelo ECO TAURO 50 kW o similar. El inversor se instalará en pared, en un patio próximo al cuadro de mando y protección general del edificio situado en planta sótano. La salida en corriente alterna de dicho inversor se conectará al mencionado cuadro general.

## 4.2 SOLUCIÓN AL PROYECTO

Se realizará la disposición física de paneles orientados con un azimuth de (+85°) a (+109°) en las marquesinas 1 y 3 y, azimuth de (+71°) a (+95°) en la marquesina 2 e inclinados 5° en todas las marquesinas dispuestas en hileras de paneles solares fotovoltaicos instalados de forma coplanar a la marquesina y de la marca JASOLAR modelo JAM72S20-450/MR o similar.

El cableado que unirá todos los paneles hasta la caja de conexiones será de 2x6 mm<sup>2</sup> en Cu. En su tramo por la marquesina discurrirá sobre bandeja en montaje superficial hasta la caja de string. El tramo desde las cajas de string hasta el patio donde se albergará el inversor será enterrado bajo tubo por canalización existente. El tramo que existirá en dicho patio será sobre bandeja hasta llegar a los inversores.

El autoconsumo a instalar será SIN EXCEDENTE A COMPENSAR ECONÓMICAMENTE.

#### 4.2.1 Captadores solares

El generador fotovoltaico está formado por un total de 384 Ud. módulos fotovoltaicos de la marca JASOLAR modelo JAM72S20-450/MR o similar.

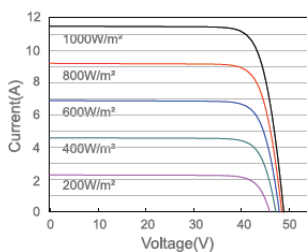
Cada módulo, de Silicio Monocristalino, tiene una potencia nominal de 450 W.

Las características técnicas del módulo son las siguientes:

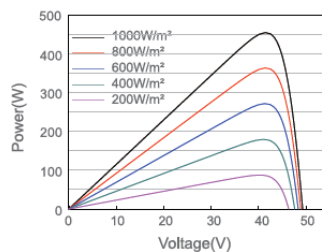
ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.40	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40.90	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.28	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.76	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96
Module Efficiency [%]	19.7	20.0	20.2	20.4	20.6	20.8
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc( $\alpha_{Isc}$ )	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc( $\beta_{Voc}$ )	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax( $\gamma_{Pmp}$ )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

#### CHARACTERISTICS

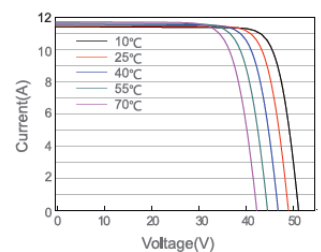
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT							OPERATING CONDITIONS	
TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Rated Max Power(Pmax) [W]	333	336	340	344	348	352	Operating Temperature	-40℃~+85℃
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.40	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	Maximum Series Fuse	20A
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.70	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	Maximum Static Load,Front*	5400Pa
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.16	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	Maximum Static Load,Back*	2400Pa
Max Power Current(Imp) [A]	8.60	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	NOCT	45±2℃
							Safety Class	Class II
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20℃,wind speed 1m/s, AM1.5G						Fire Performance	UL Type 1
*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.								

Cada módulo llevará de forma claramente visible el modelo, nombre y logotipo del fabricante. Además, poseerán una identificación individual (número de serie).

Los módulos estarán debidamente encapsulados y protegidos contra la intemperie. Además, cada módulo llevará incorporado en las cajas de conexionado dos diodos de bypass para evitar la formación de puntos calientes por sombreado y minimizar pérdidas. El grado de protección de las cajas de conexionado y de los módulos será IP65 de forma opcional, sino IP-54.

La potencia de salida está sujeta a una tolerancia de +/-5 %.

#### 4.2.2 Inversor solar

El inversor solar fotovoltaico es el encargado de transformar la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos, en corriente aprovechable para inyectar en el embarrado del cuadro general para autoconsumo.

Se conectará por un lado la instalación solar (paneles), y a través de un equipo que consta de protecciones, filtros, diodos, etc., se conecta directamente al cuadro general de baja tensión.

En nuestro caso hemos elegido un inversor trifásico marca FRONIUS tipo Tauro ECO 50 KW o similar con una potencia máxima de 50,0 KW de salida.

Las características técnicas del inversor son las siguientes:

			Tauro			Tauro ECO			
			50-3-P			50-3-P		100-3-P	
Datos de entrada	Número de seguidores MPP		3			1		1	
	Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\ máx}$ )	A	134			87,5		175	
	Máxima corriente de cortocircuito ( $I_{sc\ máx, inversor}$ )	A	240			178		250	
	Rango de tensión de entrada CC ( $U_{cc\ mín} - U_{cc\ máx}$ )	V	200 - 1000			580 - 1000		580 - 1000	
	Tensión de puesta en servicio ( $U_{dc\ arranque}$ )	V	200			650		650	
	Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\ mín} - U_{mpp\ máx}$ )	V	400 - 870			580 - 930		580 - 930	
	Máxima potencia del generador FV ( $P_{cc\ máx}$ )	kWp	75			75		150	
			FV1	FV2	FV3	FV1	FV2	FV1	FV2
	Máxima corriente de entrada por campo de módulo	A	36	36	72	75	75	100	100
	Máxima corriente de cortocircuito	A	72	72	125	125	125	125	125
Número de entradas CC		1	1	1	1	1	1	1	
Datos de salida	Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	W	50 000			50 000		100 000	
	Máxima corriente de salida	VA	50 000			50 000		100 000	
	Corriente de salida CA ( $I_{ac\ máx.}$ )	A	76			76		152	
	Acoplamiento a la red ( $U_{ac,r}$ )	V	3~ NPE 400/230; 3~ NPE 380/220						
	Frecuencia (rango de frecuencia $f_{mín} - f_{máx}$ )	Hz	50 / 60 (45 - 65)						
	Factor de potencia ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )		0 - 1 ind. / cap.						
Datos generales	Dimensiones (altura x anchura x profundidad)		755 x 1109 x 346 mm (sin montaje en pared)						
	Peso		92			74		103	
	Tipo de protección		IP 65			IP 65		IP 65	
	Clase de protección		1			1		1	
	Consumo nocturno		< 16			< 16		< 16	
	Refrigeración		Tecnología de Ventilación Activa y sistema de doble capa						
	Instalación		Interior y exterior <sup>1</sup>						
	Rango de temperatura ambiente		-40 a +65 °C <sup>2</sup>						
	Certificados y cumplimiento de normas <sup>3</sup>		AS/NZS 4777.2:2020   IEC62109-1/-2   VDE-AR-N 4105:2018   IEC62116   EN50549-1:2019 & EN50549-2:2019   VDE-AR-N 4110:2018   CEI 0-16:2019   CEI 0-21:2019						

#### 4.2.3 Caja de conexiones

Se hará uso de cajas de conexiones 4 a 1, llevando hasta el inversor únicamente 8 líneas, habiendo 24 cadenas de módulos fotovoltaicos. Dichas cajas estarán compuestas por 8 fusibles de 15 A y sus correspondientes bases portafusibles modulares seccionables. Incluye también protección de sobretensión y disyuntor de 63A en la salida.

#### 4.2.4 Estructura soporte

La estructura permitirá la instalación de los paneles ya citados, cuyas dimensiones son 2120x1052x40mm y con inclinación de 5° y orientada según la orientación de cada marquesina.

La estructura a montar está realizada a base de perfilería de aluminio y fijaciones de acero inoxidable para fijación de módulo fotovoltaico en cubierta inclinada de chapa o panel sandwich modelo SUNFER 04V o similar.





- Soporte coplanar para anclaje al lateral de la chapa
- Válido para cubiertas metálicas
- La fijación incluye junta de estanqueidad y tornillos de anclaje autorroscantes con arandela de sellado sin necesidad de pretaladro.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)  
Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6  
Tornillería de acero inoxidable A2-70  
Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

#### Dos opciones:

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema Kit

2279x1150  (Ver página 2)

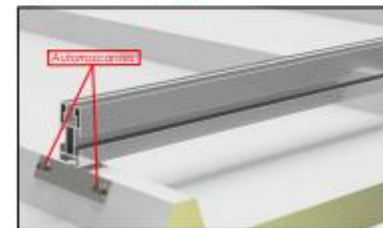
Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

2400x1350  (Ver página 3)

Paso 1: Introducir verticalmente el soporte en la ranura del perfil.

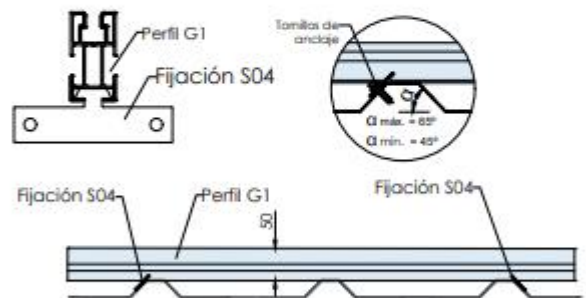
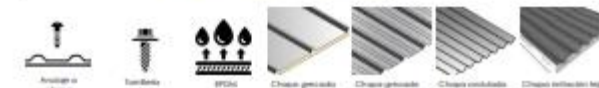
Paso 2: Una vez dentro, inclinar el soporte.

Paso 3: Por último, girar el soporte 90°.

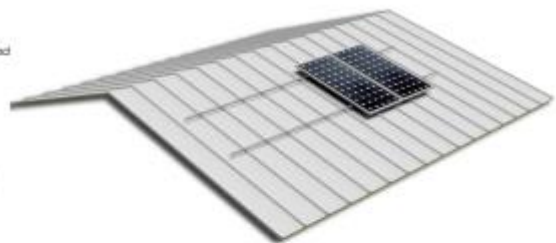
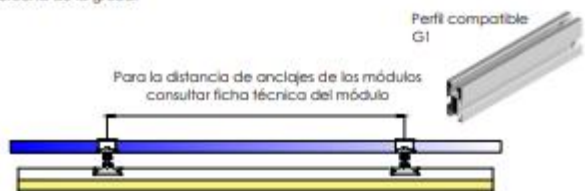


Car. de soporte:  
Tornillo Pasador 7 Nm  
Tornillo M8 Hexagonal 20 Nm  
Tornillo M10 Hexagonal 40 Nm  
Tornillo M6.3 Hexagonal 10 Nm

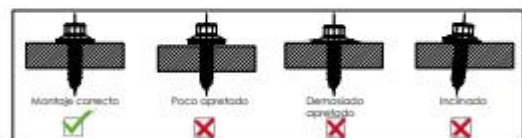
Carga de nieve:  
40 kg/m²



Solo una fijación por greca. Las fijaciones de la parte izquierda del perfil, se ubican en el lado izquierdo de la greca hasta llegar al punta medio, a partir de aquí, a la derecha de la greca.



Perfiles paralelos a la cumbrera



Herramientas necesarias:



Seguridad:







Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"



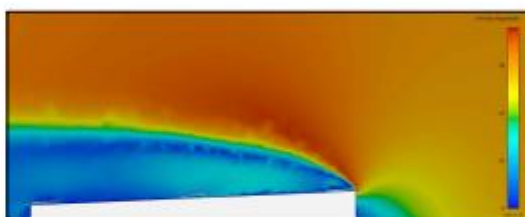
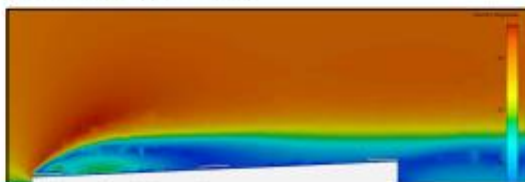
 Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo 	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
2279x1150	150	150	150	150	150	150	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.  
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado   
ES19/86524

#### 4.2.5 Cableado del campo fotovoltaico, diodos y protecciones

La instalación, cumplirá con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1699/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión RD 1842/2002.

Todos los conductores son de cobre. El dimensionado de los cables (sección) es tal que las caídas de tensión desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada de los inversores cumplirán la exigencia de que, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior de 2,0 % y los de la parte AC para que la caída de tensión sea inferior del 1,0%, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las medidas en las cajas de conexiones.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, utilizando los equipos y materiales de aislamiento eléctrico necesarios.

Se utilizará cable de cobre flexible unipolar, con aislamiento XLPE y cubierta de PVC o similar, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexiones serán inferiores a las indicadas anteriormente.

Los cables utilizados cumplen con la normativa vigente UNE 21123 en cuanto a aislamiento y grado de protección, adecuados para su uso en intemperie, al aire libre o enterrado. En particular poseen un aislamiento 0,6/1KV y son de doble aislamiento (clase II). Los tipos de aislamiento permisibles son: policloruro de vinilo, goma butilica (butil), etileno-propileno o polietileno reticulado.

En general, el cableado correspondiente al tramo CA, es decir, el que transcurre desde los inversores hasta el Cuadro General, se seguirá en lo dispuesto en la ITC-BT-06 (redes aéreas).

Los cables utilizados para la interconexión de los módulos FV en cada uno de los paneles estarán protegidos contra la degradación por efecto de la intemperie: radiación solar, UV, y condiciones ambientales de elevada temperatura:

- Cableado entre módulos y ramas e inversores RV1-K 0,6 / 1kV
- Resto del cableado RV1-K 0,6 / 1 kV
- No propagador de llama: Une 20.432-I(IEC-332-I)
- Conductor de cobre: Clase 5
- Aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado).
- Cubierta PVC arilo-nitrilo
- Temperatura máxima: 90°C
- Construcción según: UNE 21123
- Utilización: Distribución de energía en Baja Tensión, en interior y exterior para instalaciones fijas.

El cableado entre las cajas de conexiones de cada módulo en cada panel para formar las conexiones en serie y el inversor se efectúa mediante cable flexible y de longitud adecuada para que no exista peligro de cizalladura.

Los cableados estarán adecuadamente etiquetados, de acuerdo con los esquemas eléctricos.

Los positivos y los negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y debidamente protegidos hasta los interruptores de corte.

El cable utilizado será del tipo ZZ-F (AS) 0,6/1 kV de la sección que corresponda para respetar la correspondiente caída de tensión.

Las líneas canalizadas por la marquesina irán por bandeja metálica adecuadamente conectado a tierra.

Las canalizaciones empleadas en la instalación deberán cumplir la ITC-BT-030 en cuanto a instalaciones en locales mojados.

Para los tramos accesibles (alturas respecto al suelo inferiores a 2,5 m.), el cableado se instalará bajo tubo, siguiendo lo especificado en la ITC-BT-06 (3.1.1) e ITC-BT-11 (1.2.1).

Las cajas de conexionado utilizadas en el campo FV tendrán una protección intemperie IP 65, serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio y prensado en caliente. Dispondrán de un tejado de protección frente a la lluvia que servirá como sombra (protección del calentamiento directo de la luz solar). Dispondrán de ventilación natural con protección frente a insectos. Cada caja dispondrá de una puerta dotada de un cierre con barra de 3 puntos accionado mediante llave. Dispondrá de una placa de montaje en su interior de dimensiones adecuadas para la colocación de los siguientes elementos:

- Bornas de conexionado para realizar los paralelos de sección adecuada a los cables utilizados.
- Diodos de protección antiparalelo, dimensionados adecuadamente, montados sobre placa de refrigeración para evitar la formación de puntos calientes en cada una de las ramas en paralelo de las series de las que consta un grupo. La tensión inversa de los diodos será superior a la máxima tensión posible de circuito abierto del campo fotovoltaico.
- Fusibles seccionadores para el terminal positivo y negativo para cada rama de módulos conectados en serie de los respectivos subcampos. Los fusibles serán del tipo rápido.

La totalidad de estos elementos se instalará con métodos de fijación adecuados (raíles, etc.). La tensión de aislamiento exigible a la totalidad de los bornes y contactos en general será de 1000 VDC.

La estructura del generador cuenta con un sistema de puesta a tierra para garantizar el valor normalizado (según REBT) de resistencia de puesta a tierra. La sección mínima del conductor de puesta a tierra es de 16 mm<sup>2</sup>.

La configuración eléctrica del generador fotovoltaico es flotante, ninguno de los polos está conectado a la tierra de la instalación.

Todas las partes metálicas están conectadas a la tierra de la instalación.

La tierra de la instalación es una tierra independiente, según RD 1663, que no altera las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución. Toda la instalación dispondrá de tierra al encontrarse en el exterior.

La instalación dispone de los elementos necesarios para desconexión manual y automática de forma independiente en ambos terminales de cada una de las ramas y el resto del generador.

Los materiales situados a la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra los efectos de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65 y los de interior sin acceso, IP20. Por lo tanto, el cableado es de doble aislamiento y adecuado para este uso de acuerdo con la norma UNE 21123.

#### **4.2.6 Protecciones y seguridad**

La central será diseñada de modo que cumpla el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y el RD 1663/2000 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, además de los Manuales Técnicos de la Compañía Suministradora en el ámbito de su competencia, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de distribución. Además, se considerarán las especificaciones recomendadas por la compañía eléctrica a cuya red se conectará la central fotovoltaica.

En concreto en la instalación se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores (secciones y aislamiento) serán calculados para cumplir el REBT
- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante fusibles y magnetotérmicos contra intensidades.
- Los conductores del campo fotovoltaico serán dimensionados para soportar, como mínimo, el 150% de la intensidad de cortocircuito sin necesidad de protección. El cálculo de las secciones cumplirá las disposiciones del REBT. Además, las secciones serán tales que las pérdidas totales máximas sean inferiores al 2,0 %.

- Los conductores del campo fotovoltaico se dotarán de fusibles seccionadores rápidos dimensionados al 150% de la intensidad de cortocircuito en cada una de las líneas que vienen del campo FV y en la línea total al inversor. Además, se situarán diodos antiparalelos en cada línea del campo.
- La estructura y marco de los módulos fotovoltaicos estarán conectadas a tierra de acuerdo con el REBT y tal como exige el RD 1663/2000. La conexión a tierra de la estructura soporte ofrecerá por un lado una buena protección contra sobrecargas atmosféricas y por otro lado una superficie equipotencial que previene ante contactos indirectos (en el caso de que uno de los polos activos del campo fotovoltaico presente un contacto de defecto con la estructura, si está puesta a tierra se evitan daños por contacto de una persona con la estructura)
- Los inversores utilizados evitarán que se puedan poner en contacto los conductores DC con los conductores de corriente AC (aislamiento galvánico o equivalente)

Además de lo expuesto anteriormente, la parte de la instalación de corriente alterna se realizará de acuerdo con la normativa aplicable en concreto:

- La instalación estará protegida contra contactos directos, según las medidas a, b y c del apartado 1 del MIETB021 del REBT. Incluirá una combinación de tres tipos de protecciones: alejamiento de las partes activas e la instalación junto con una interposición de obstáculos que impiden todo contacto accidental con las partes activas y recubrimiento de las partes activas con aislamiento apropiado. Los conductores poseerán un aislamiento superior a 1000 V (corriente de contacto < 1mA). Se utilizarán cajas aislantes e inaccesibles para todos los conexiones. Los conductores estarán aislados mediante tubo de cualquier contacto. Las partes metálicas utilizadas para impedir cualquier contacto accidental con las partes activas estarán protegidas contra contactos indirectos.
- La instalación estará protegida contra contactos directos, según las medidas indicadas en el apartado 2 del MIEBT021 del REBT. En concreto, para los circuitos de corriente alterna se utilizará la medida de protección de clase B *“Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto”*.

Todas las partes metálicas y masas de la instalación, tanto de la parte de continua como de la de alterna, estarán conectadas a una única tierra, que además es independiente de la línea de distribución, de acuerdo con el REBT y el RD1663/2000.

La instalación incluye los siguientes sistemas de protección:

- *Interruptor/seccionador o interruptor de corte general*, que es un interruptor /seccionador 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 poder realizar la conexión manual. Además, proporcionará aislamiento sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- *Interruptor automático diferencial*, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de la instalación. Se ubicará en la instalación del productor y será acorde a lo indicado en el REBT. En particular, la protección diferencial cumplirá lo indicado en la ITC-BT-25, por lo que su intensidad diferencial residual máxima será de 300 mA.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión- conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de red, junto a un relé de enclavamiento. Esta protección está incluida en las protecciones internas del inversor.
- Protecciones voltimétricas de la conexión. Esta protección está incluida en el inversor:
  - o Un relé de máxima y mínima frecuencia (81m-M), conectado entre fases, ajustado a 50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0,5 y de 3 segundos respectivamente.

- Un relé de máxima tensión, conectado entre fases a 1,1 Un y 1,15 Un con una temporización máxima de 1,5 y 0,2 segundos respectivamente.
- Un relé trifásico de mínima tensión, conectado entre fases, ajustado a 0.85 con una temporización máxima de 1,5 segundos.

De esta forma, se integran en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia, y las maniobras automáticas de desconexión- conexión serán realizadas por este.

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión. Estas protecciones podrán ser precintadas por la empresa distribuidora, tras las verificaciones a las que hacen referencia los artículos 6 y 7 del RD 1663/2000.
- El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica es automático, una vez restablecida la tensión de red de la empresa distribuidora.
- Fusible seccionador entre contador y red de distribución.
- Protección contra sobretensiones inducidas tipo II en el tramo CA. Para la protección en el tramo CC, se hará uso de las protecciones integradas en el equipo inversor.
- Cartuchos fusibles clase gG en bases modulares portafusibles para la protección de la instalación CC y la entrada al inversor. Se instalará un fusible por cada conductor activo.

Se dispone adicionalmente de las protecciones de interruptor general manual y de interruptor automático diferencial, ya que cumplen con las siguientes condiciones:

- Las funciones son realizadas mediante un contactor cuyo rearme es automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de red.
- El contactor, gobernado normalmente por el inversor, puede ser activado manualmente.
- El estado del contactor (on/off) está señalizado con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado.

#### **4.2.7 Sistema eléctrico y de control**

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el REBT en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el REBT para baja tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

#### **4.2.8 Protección contra rayos e instalación de puesta a tierra.**

La instalación contra rayos y puesta a tierra se construirá según normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

Además de estas medidas de protección se tomarán todas aquellas medidas que sean necesarias encaminadas a hacer de la instalación una instalación intrínsecamente segura contra el daño a las personas y a los equipos que la componen, se contará con las protecciones que incorporarán los inversores para la conexión a red. Además, para la protección de los módulos fotovoltaicos se utilizarán varistores, que estarán conectados a la red de tierra con la que cuenta la instalación.

La instalación cumplirá con el artículo 12 del RD 1663/2000 que dice:

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución. La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico. Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una

tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el REBT, así como de las masas del resto de suministros.

Toda la estructura soportante, irán a tierra.

La bandeja instalada en cubierta llevara una instalación en cable de Cu desnudo de puesta a tierra.

Igualmente, los inversores incorporarán en su instalación o bien una pica a tierra o un sistema de conexionado a tierra.

#### **4.2.9 Contador**

La medida general de energía se realizará en baja tensión.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50 % de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

La medida de la instalación fotovoltaica conectada a la red de distribución de baja tensión se realizará de acuerdo con lo dispuesto en el RD 1110/2007 de 24 de agosto. Ubicado dicho contador en el cuadro de BT de vertido de generación neta.

#### **4.2.10 Conexión a red**

La instalación a realizar SI se conectará a la red, por lo que cumplirá con lo dispuesto en el RD 1663/2000 es sus artículos 8 y 9.

#### **4.2.11 Armónicos y compatibilidad electromagnética**

La generación de armónicos y la compatibilidad electromagnética de esta instalación cumplen con lo dispuesto en el RD 1663/2000 en su artículo 13. Los niveles de emisión e inmunidad cumplen con la reglamentación vigente.

Para la estimación de cargas, se han tenido en cuenta los siguientes conceptos:

1. Radiación Sobre Superficie Horizontal, según Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).
2. Orientación del edificio.
3. Temperatura Ambiente según Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía).
4. Temperatura de agua de red, teórica a partir de la temperatura media anual.
5. Niveles de ocupación y disposición.
6. Rendimiento de colector solar según datos de fabricante.

#### Condiciones exteriores:

Las condiciones exteriores, han sido tomadas de la UNE 100-001-85, siendo estos los siguientes:

Provincia	Estación	Indicativo
Madrid	Getafe (Base Aérea)	3200

## UBICACIÓN: AEROPUERTO

## Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
617	40°18'00"	03°43'21"W	87.600 (1998-2007)	(4) 18.980 (1998-2007)		

## CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-8,6	-2,2	-0,8	12,1	84	38,2

## CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
40,6	36,0	20,3	34,8	20,0	33,4	19,7	15,8

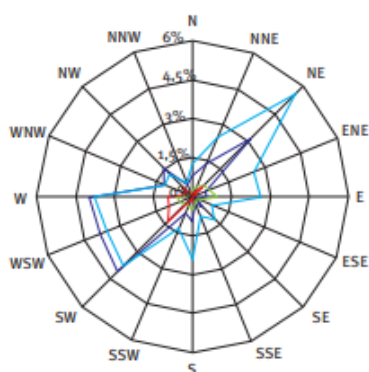
## CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)
21,4	34,2	20,6	33,6	20,0	33,1

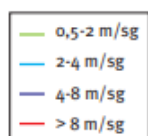
## VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	5,8	7,4	286	440	0		
Febrero	7,6	9,5	212	351	0		
Marzo	10,9	12,7	144	284	2		
Abril	12,9	14,7	98	221	7		
Mayo	17,5	19,2	37	120	41		
Junio	24,0	25,8	3	24	142		
Julio	26,4	28,0	0	8	206		
Agosto	25,8	27,4	0	9	188		
Septiembre	21,2	23,3	6	46	82		
Octubre	15,4	17,4	47	156	12		
Noviembre	9,2	11,0	177	323	0		
Diciembre	6,1	7,7	277	432	0		

Rosa de los vientos: velocidad media 3,07 m/s



Valores normales. Periodo 1971-2000. Madrid. Aeropuerto de Getafe  
Rosa de los vientos. Anual



Calmas: 29%

#### 4.3 PERMISOS DE ACCESO, CONEXIÓN Y DEPÓSITO DE GARANTÍAS

Por tratarse de una instalación de autoconsumo sin excedentes, NO ES NECESARIO PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN Y DEPOSITO DE GARANTÍAS.

AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES		
CUALQUIER POTENCIA	Permisos de acceso y conexión	EXENTAS
	Garantías	EXENTAS



## 5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

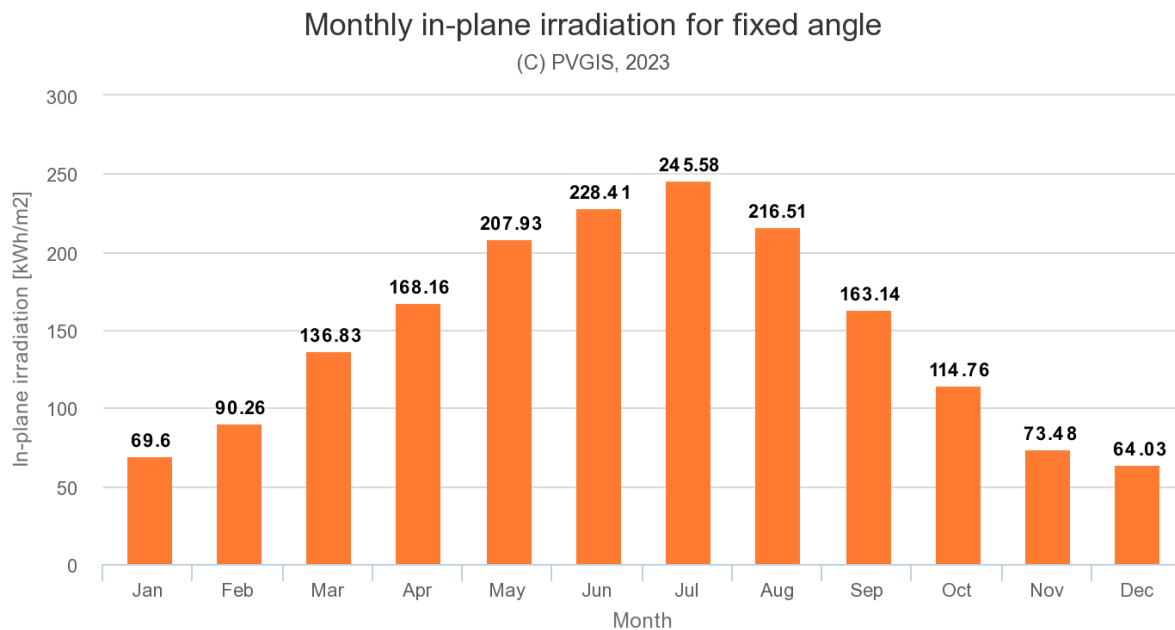
### 1. Localización: MAJADAHONDA:

Latitud: 40°26'59.9"N

Longitud: 3°51'14.8"W

Altitud: 743,0 m.

### 2. Irradiación solar:



## 6 PRODUCCIÓN ANUAL

Varios son los motivos por los cuales un sistema fotovoltaico puede no tener un rendimiento del 100%, por lo tanto, la potencia real que tendrá el sistema en funcionamiento podrá ser menor que la teórica.

Los principales motivos que pueden afectar el rendimiento son:

- \* RENDIMIENTO DEL CAMPO FOTOVOLTAICO
  - RANGO DE POTENCIA DEL MODULO.
  - DISPERSIÓN DE PARÁMETROS ENTRE MÓDULOS.
  - EFECTO DE LA TEMPERATURA.
  - PÉRDIDAS POR SUCIEDAD.
  - PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN, ACIMUT Y SOMBRAS.
  - DEGRADACIÓN FOTÓNICA.
- \* RENDIMIENTO DEL INVERSOR.
- \* PÉRDIDAS DE CONEXIONADO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

### 6.1 RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. RANGO DE POTENCIA DEL MODULO

La Potencia de todos los módulos fotovoltaicos no es exactamente idéntica, y aunque dos módulos tengan la misma potencia, puede ser que sus tensiones e intensidades sean diferentes. Esto trae consigo que al ponerlos en serie se produzca una pérdida de potencia si utilizamos dentro de la misma serie de paneles con distintas características eléctricas. Para minimizar este efecto, los módulos están clasificados en intensidad, (lo que se indica en un adhesivo con una letra que se coloca en el marco del panel), de manera que se pueda, en la instalación, escoger los paneles adecuados para armar las distintas series. Como nuestros módulos garantizan una potencia real en un rango igual a +5% / -2% de la nominal, las posibles pérdidas por dispersión de potencia podemos estimarlas en un 1%.

### 6.2 DISPERSIÓN DE PARÁMETROS ENTRE MÓDULOS

El punto de máxima potencia en cada módulo es el producto de la tensión por la intensidad de trabajo en cada momento, valores que pueden variar ligeramente entre módulos, por lo cual al conectarlos en serie tenemos una pérdida que podemos estimar en un 1%.

### 6.3 EFECTO DE LA TEMPERATURA

Para determinar la temperatura de célula utilizaremos la fórmula:

$$T_c = T_{amb} + I_{inc}(W.m2)(TONC(^{\circ}C) - 20) / 800$$

Siendo:

- $T_c$  = Temperatura real de trabajo de la célula.
- $T_{amb}$  = Temperatura ambiente.
- $I_{inc} (W.m2)$  = Irradiancia.
- $TONC$  = Temperatura de Operación Normal de la célula, que es de 46°C cuando se somete al módulo a una irradiancia de 1000 W.m2, a una temperatura ambiente 25°C, y una velocidad de viento sobre los módulos de 1 m/s.

Por ejemplo, con una temperatura ambiente de 25°C tendríamos en célula unos 49,0°C. La temperatura afecta principalmente a los valores de voltaje de la característica I-V, y tiene su mayor influencia en el voltaje de circuito abierto, aunque también modifica los valores del punto de máxima potencia y el valor de I<sub>cc</sub> (muy ligeramente).

Para estimar esta pérdida de potencia, en el cuadro del cálculo de la Producción Anual, afectamos la irradiancia de cada mes por la temperatura diurna promedio de ese mes.

#### 6.4 PÉRDIDAS POR SUCIEDAD SOBRE LOS MÓDULOS

Con un mantenimiento adecuado de la instalación las pérdidas por suciedad en los módulos no tienen por qué superar el 1%, salvo condiciones extremas que serán consideradas en cada caso.

#### 6.5 PÉRDIDAS POR INCLINACIÓN, ACIMUT Y SOMBRAS

Serán evaluados en cada caso, pudiendo variar de una instalación a otra. Lo deseable será que estas pérdidas sean 0%.

#### 6.6 PÉRDIDAS POR DEGRADACIÓN FOTÓNICA

Estas pérdidas se deben a un proceso natural de degradación de todas las células de silicio cristalino y se produce al exponer al sol por primera vez el panel fotovoltaico, y es aproximadamente igual al 1%.

#### 6.7 RENDIMIENTO DEL INVERSOR

Es evidente que un inversor tiene siempre unas pérdidas en su funcionamiento, que podemos dividir en tres grupos:

- a) Pérdidas de autoconsumo (independientes de la potencia de operación), pérdidas en el transformador de salida, dispositivos de control, regulación, medidores e indicadores, y en los dispositivos de seguridad.
- b) Pérdidas linealmente dependientes de la potencia de operación (diodos, dispositivos de conmutación, etc.)
- c) Pérdidas que varían con el cuadrado de la potencia de operación (calor), (cables, bobinas, resistencias, etc.)

En nuestro caso, el rendimiento medio podemos cifrarlo en un 90%.

#### 6.8 PÉRDIDAS DE CONEXIONADO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

Son las pérdidas debidas a los elementos de protección como fusibles, interruptores, disyuntores y bornas de conexión, y las debidas a las caídas de tensión y calentamiento de los conductores, etc. Se pueden cifrar aproximadamente en un 1,5% de acuerdo a lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE.

#### 6.9 ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA DE LOS NUEVOS MÓDULOS A INSTALAR

Potencia pico de la instalación fotovoltaica: 172,80 kW ( Módulo monocristalino )
Estimada de las pérdidas debido a la temperatura : -0,3% (según la temperatura ambiente local)
Pérdida estimada debido a los efectos de reflectancia angular: 3,7%
Otras pérdidas (cables, etc. inversor) : 6,0%
Combinado PV pérdidas del sistema : 9,2%

Según el programa PVGIS la producción de la instalación solar será:

- Con inclinación 5° hacia Este ( media de azimut -97°):

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

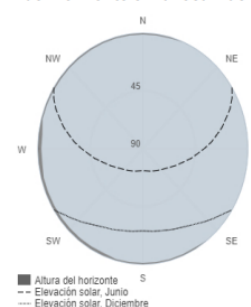
**Datos proporcionados:**

Latitud/Longitud: 40.449,-3.852  
Horizonte: Calculado  
Base de datos: PVGIS-SARAH2  
Tecnología FV: Silicio cristalino  
FV instalado: 108 kWp  
Pérdidas sistema: 9 %

**Resultados de la simulación**

Ángulo de inclinación: 5 °  
Ángulo de azimut: -97 °  
Producción anual FV: 155593.85 kWh  
Irradiación anual: 1771.48 kWh/m²  
Variación interanual: 3333.55 kWh  
Cambios en la producción debido a:  
Ángulo de incidencia: -3.78 %  
Efectos espectrales: 0.41 %  
Temperatura y baja irradiancia: -7.5 %  
Pérdidas totales: -18.67 %

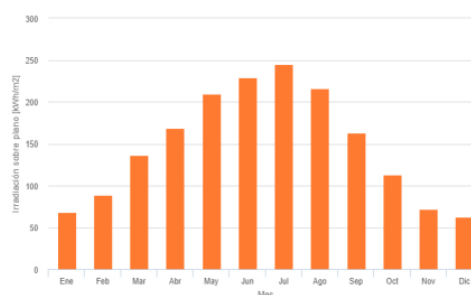
**Perfil del horizonte en la localización**



**Producción de energía mensual del sistema FV fijo:**



**Irradiación mensual sobre plano fijo:**



Con inclinación 5° hacia Oeste ( media de azimut +83°):

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

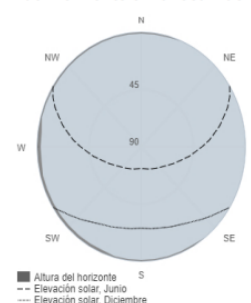
**Datos proporcionados:**

Latitud/Longitud: 40.449,-3.852  
Horizonte: Calculado  
Base de datos: PVGIS-SARAH2  
Tecnología FV: Silicio cristalino  
FV instalado: 64.8 kWp  
Pérdidas sistema: 9 %

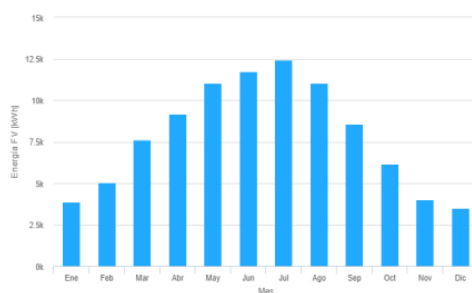
**Resultados de la simulación**

Ángulo de inclinación: 5 °  
Ángulo de azimut: 83 °  
Producción anual FV: 94163.59 kWh  
Irradiación anual: 1788.8 kWh/m²  
Variación interanual: 2265.17 kWh  
Cambios en la producción debido a:  
Ángulo de incidencia: -3.72 %  
Efectos espectrales: 0.42 %  
Temperatura y baja irradiancia: -7.67 %  
Pérdidas totales: -18.76 %

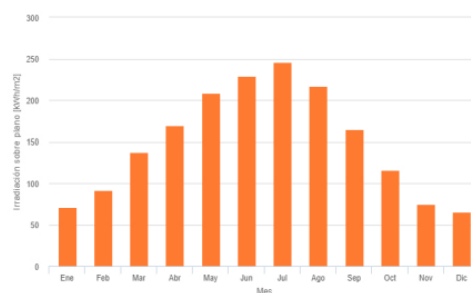
**Perfil del horizonte en la localización**



**Producción de energía mensual del sistema FV fijo:**



**Irradiación mensual sobre plano fijo:**



Es decir, la producción de la nueva instalación es de 249.757,44 kWh anuales para un total de 172,80 kWp.

## 7 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 7.1 DATOS DE PARTIDA

#### 7.1.1 Emplazamiento de la instalación

La instalación se ubicará en la parcela situada en:

- Emplazamiento: Carretera de Pozuelo, Nº 61
- Termino Municipal: Majadahonda
- Provincia: Madrid

No existen edificaciones que dificulten la penetración de la radiación solar.

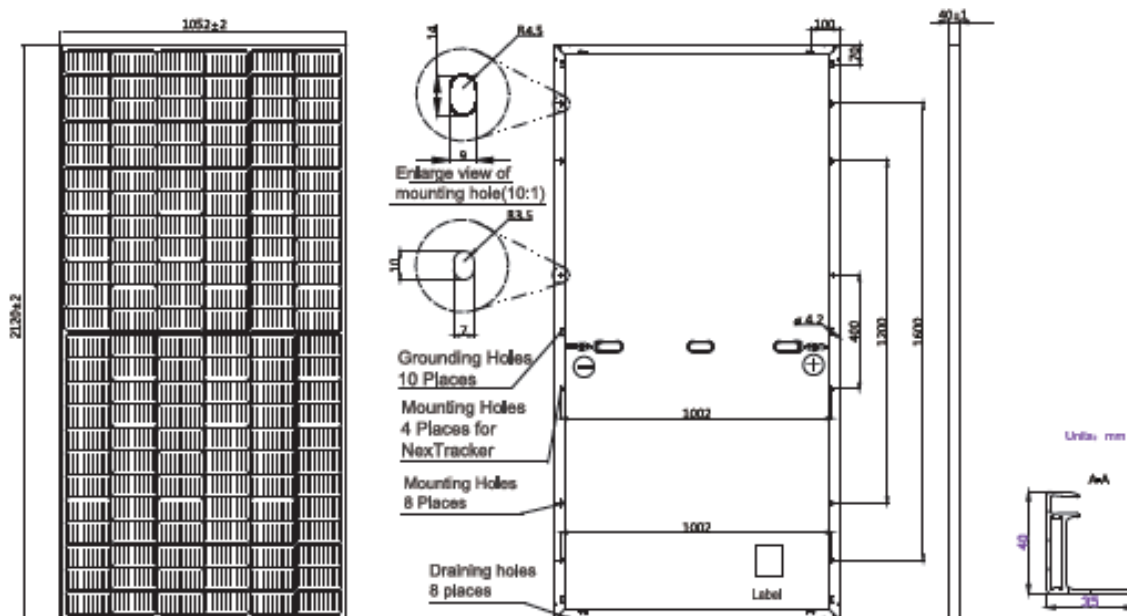
Los paneles se situarán sobre estructuras coplanares fijadas a las marquesinas.

#### 7.1.2 Materiales seleccionados

##### 7.1.2.1 Módulo fotovoltaico

El módulo solar elegido es el modelo **JAM72S20 MR 450 W** del fabricante **JA SOLAR** DE 450 Wp.

A continuación se adjuntan las características técnicas del módulo solar expuesto:



#### PARÁMETROS DE RENDIMIENTO:

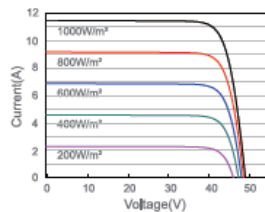
ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49,40	49,56	49,70	49,85	50,01	50,15
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40,90	41,21	41,52	41,82	42,13	42,43
Short Circuit Current(Isc) [A]	11,28	11,32	11,36	11,41	11,45	11,49
Maximum Power Current(Imp) [A]	10,76	10,80	10,84	10,88	10,92	10,96
Module Efficiency [%]	19,7	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0,044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0,272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0,350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m², cell temperature 25°C, AM1,5G					

## DATOS ELÉCTRICOS Y DIMENSIONES:

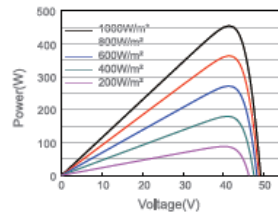
ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT							OPERATING CONDITIONS	
TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Rated Max Power(Pmax) [W]	333	336	340	344	348	352	Operating Temperature	-40 °C ~+85 °C
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.40	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	Maximum Series Fuse	20A
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38,70	38,95	39,19	39,44	39,68	39,90	Maximum Static Load,Front*	5400Pa
Short Circuit Current(Isc) [A]	9,16	9,20	9,25	9,29	9,33	9,38	Maximum Static Load,Back*	2400Pa
Max Power Current(Imp) [A]	8,60	8,64	8,68	8,72	8,76	8,81	NOCT	45±2 °C
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

## TABLA DE RENDIMIENTO:

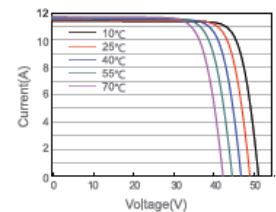
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



### 7.1.2.2 Inversor

El inversor seleccionado es un inversor trifásico modelo **Fronius ECO Tauro 50 kW** o similar del fabricante **Fronius**.

A continuación, se adjuntan los datos técnicos del inversor elegido:

			Tauro			Tauro ECO			
			50-3-P			50-3-P		100-3-P	
Datos de entrada	Número de seguidores MPP		3			1		1	
	Máxima corriente de entrada (Idc máx)	A	134			87,5		175	
	Máxima corriente de cortocircuito (Isc máx, inversor)	A	240			178		250	
	Rango de tensión de entrada CC (Ucc mín - Ucc máx)	V	200 - 1000			580 - 1000		580 - 1000	
	Tensión de puesta en servicio (Udc arranque)	V	200			650		650	
	Rango de tensión MPP (Ump mín - Ump máx)	V	400 - 870			580 - 930		580 - 930	
	Máxima potencia del generador FV (Pcc máx)	kWp	75			75		150	
			FV1	FV2	FV3	FV1	FV2	FV1	FV2
	Máxima corriente de entrada por campo de módulo	A	36	36	72	75	75	100	100
	Máxima corriente de cortocircuito	A	72	72	125	125	125	125	125
Número de entradas CC		1	1	1	1	1	1	1	
Datos de salida	Potencia nominal CA (Pac,r)	W	50 000			50 000		100 000	
	Máxima corriente de salida	VA	50 000			50 000		100 000	
	Corriente de salida CA (Iac máx.)	A	76			76		152	
	Acoplamiento a la red (Uac,r)	V	3- NPE 400/230; 3- NPE 380/220						
	Frecuencia (rango de frecuencia fmin - f máx)	Hz	50 / 60 (45 - 65)						
	Factor de potencia (cos φac,r)		0 - 1 ind. / cap.						
Datos generales	Dimensiones (altura x anchura x profundidad)		755 × 1109 × 346 mm (sin montaje en pared)						
	Peso		92			74		103	
	Tipo de protección		IP 65			IP 65		IP 65	
	Clase de protección		1			1		1	
	Consumo nocturno		< 16			< 16		< 16	
	Refrigeración		Tecnología de Ventilación Activa y sistema de doble capa						
	Instalación		Interior y exterior <sup>1</sup>						
	Rango de temperatura ambiente		-40 a +65 °C <sup>2</sup>						
	Certificados y cumplimiento de normas <sup>3</sup>		AS/NZS 4777.2:2020   IEC62109-1/-2   VDE-AR-N 4105:2018   IEC62116   EN50549-1:2019 & EN50549-2:2019   VDE-AR-N 4110:2018   CEI 0-16:2019   CEI 0-21:2019						

## 7.2 DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

En base a los deseos del cliente la potencia nominal de la instalación será de **150 kW**, siendo la tensión 230/400 V.

La solución adoptada, teniendo en cuenta el impacto estético de la instalación, será:

NÚMERO MÓDULOS SELECCIONADOS	<b>384</b>
POTENCIA PICO SELECCIONADA (kWp)	<b>172,8</b>
NÚMERO CADENAS SELECCIONADAS	<b>24</b>
NÚMERO MÓDULOS/CADENA	<b>16</b>
NÚMERO DE INVERSORES TRIFÁSICOS	<b>3</b>
NÚMERO DE CADENAS/INVERSOR	<b>8</b>

Las tensiones previstas para el generador, así como los datos generales del campo fotovoltaico, se recogen a continuación:

UMPP panel (25°C):	<b>41,52 V</b>
UOC panel (-10°C):	<b>54,43 V</b>

Por último, se resumen a continuación los datos generales del campo fotovoltaico diseñado:

DATOS GENERALES DEL CAMPO FOTOVOLTAICO:				
Modelo de panel:	JAM72S020-450MR	Modelo inversor:	FRONIUS TAURO ECO 50KW	
Nº de paneles:	128			
Nº paneles serie:	16			
Nº cadenas:	8			
Potencia pico:	57.600,00	Wp	MAYOR que	100.000,00
UMPP instalación (CEM):	664,32	V	menor que	1.000,00
UMPP instalación (70°C):	566,99	V	MAYOR que	580,00
UOC instalación (-10°C):	870,90	V	menor que	1.000,00
I. máx. entrada 1	43,36	A	menor que	75,00
I. máx. entrada 2	43,36	A	menor que	75,00
I. máx. cc entrada 1	45,44	A	menor que	125,00
I. máx. cc entrada 2	45,44	A	menor que	125,00

## 7.3 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

### 7.3.1 Criterios y fórmulas utilizadas

Para el cálculo de secciones se tendrá en cuenta dos criterios:

- La caída de tensión máxima admisible. (1,5% tanto el parte continua como alterna)
- La intensidad de corriente permitida por los conductores.

Se deberá tener en cuenta ITC BT 40 del R.E.B.T. cuando dice:

*“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.”*

En el caso de corriente continua mayoramamos tomando la  $I_{sc}$  en vez  $I_p$ .

#### 7.3.1.1 Fórmulas para circuitos de corriente continua:

CÁLCULO DE LA SECCIÓN:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{c \cdot e \cdot V} \quad (\text{en función de la potencia})$$

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L}{c \cdot e} \quad (\text{en función de la intensidad})$$

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN:**

$$P = V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{V}$$

Donde:

- S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- P: potencia de la línea (W).
- I: corriente de la línea (A) (Considerar I<sub>sc</sub>).
- c: conductividad del conductor (cobre = 44, aluminio = 28).
- e: caída de tensión admisible (V).
- V: tensión del circuito (V).

### 7.3.1.2 Fórmulas para circuitos de corriente alterna monofásicos:

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN:**

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{c \cdot e \cdot V} \quad (\text{en función de la potencia})$$

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi}{c \cdot e} \quad (\text{en función de la intensidad})$$

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN:**

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi \rightarrow I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

- S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- P: potencia de la línea (W).
- I: corriente de la línea (A) (mayorar al 125%).
- c: conductividad del conductor (cobre = 44, aluminio = 28).
- e: caída de tensión admisible (V).
- V: tensión del circuito (V) (considerar 230 V).
- cos φ: factor de potencia de la instalación (considerar cos φ = 1)

### 7.3.1.3 Fórmulas para circuitos de corriente alterna trifásicos

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN:**

$$S = \frac{P \cdot L}{c \cdot e \cdot U} \quad (\text{en función de la potencia})$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos\varphi}{c \cdot e} \quad (\text{en función de la intensidad})$$

**CÁLCULO DE LA SECCIÓN:**

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

Donde:

- S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- P: potencia de la línea (W).
- I: corriente de la línea (A) (mayorar al 125%).
- c: conductividad del conductor (cobre = 44, aluminio = 28).
- e: caída de tensión admisible (V).



- U: tensión del circuito (V) (considerar 400 V).
- $\cos \varphi$ : factor de potencia de la instalación (considerar  $\cos \varphi = 1$ )

### 7.3.2 Cálculo circuito CC de unión de la serie de paneles

#### 7.3.2.1 CÁLCULO CIRCUITO CC: Desde paneles a caja de conexión

I = IMPP =	10,84	A
L =	55,00	m
conductividad =	44	
Tensión =	664,32	V
e(%) =	0,50	
e(V) =	3,32	V
S =	8,16	mm <sup>2</sup>

Sadoptada =	6	mm <sup>2</sup>
e (V) real =	4,52	V
e (%) real =	0,68	%

#### 7.3.2.2 CÁLCULO CIRCUITO CC: Desde caja de conexión a inversor

I = 3 x IMPP =	43,36	A
L =	115,00	m
conductividad =	44	0
Tensión =	664,32	V
e(%) =	0,50	0
e(V) =	3,32	V
S =	68,24	mm <sup>2</sup>

Sadoptada =	25	mm <sup>2</sup>
e (V) real =	9,07	V
e (%) real =	1,36	%

### 7.3.3 Cálculo circuito CA (trifásico) desde inversores a cuadro contador existente

#### 7.3.3.1 CÁLCULO CIRCUITO CA (trifásico) Desde cada inversor a cuadro general de baja tensión

LINEA INV 50 kW	
<b>Datos del circuito</b>	
Origen:	CUADRO ALTERNA
Destino:	INVERSOR 50kW (1PT)
Longitud total:	5,00 m
Cable e instalación:	RZ1-K (AS)/u/4-B1
Distribución:	3F+N+P
<b>Potencias</b>	
Suma de consumos:	50.000 W
Potencia máxima prevista, P:	50.000 W
Potencia reactiva máxima prevista, Q:	0 VAR
Potencia aparente máxima prevista, S:	50.000 VA
Factor de potencia:	1,0000
<b>Intensidades</b>	
Máxima prevista, $I_b = 50.000 / (R3 \times 400 \times 1)$ :	72,17 A
Máxima admisible, $I_z$ , tabla B.52.5 col.4 Cu, 25mm <sup>2</sup> :	$0,91 \times 117 = 106,47$ A
Factores correctores:	0,91
Densidad de corriente:	2,89 A/mm <sup>2</sup>

## LINEA INV 50 kW

### Secciones

Por calentamiento, $S_{CAL}$ :	16 mm <sup>2</sup>
Por máxima caída de tensión por tramo, $S_{CDT}$ (6,5%):	0,53 mm <sup>2</sup>
Por momentos eléctricos, $S_{MME}$ (6,5%):	0,53 mm <sup>2</sup>
Adoptada forzada por el usuario a un valor, $S_{ADP}$ :	25 mm <sup>2</sup>
Cable elegido	<b>(4x25)+TTx16mm<sup>2</sup>Cu Ø40</b>

### Caídas de tensión

Receptor con mayor caída de tensión:	INVERSOR 50kW
Longitud hasta el elemento con mayor caída de tensión, $L_{CDT}$ :	5,00 m
Caída de tensión del circuito:	0,1259 %
Caída de tensión acumulada:	0,1259 %

### Potencias máximas admisibles

Por calentamiento:	73.765 W
Por caída de tensión:	2.581.230 W

### Intensidades de cortocircuito

Máxima al inicio del circuito, $I_{cc \text{ máx.}}$ :	30,00 kA
Mínima al final del circuito, $I_{cc \text{ mín.}}$ :	15,202 kA

### Protecciones del circuito

Dispositivo de protección:	IM Lín.Eva.Ene
Intensidad asignada, $I_n$ :	80 A
Tensión asignada, $U_n$ :	400 V
Poder de corte, $PdC$ :	36 kA
Curvas válidas:	B,C,D

La corriente admisible para conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes de **25 mm<sup>2</sup>** de cobre con aislamiento XLPE, s/UNE 20460-5-523, para una temperatura ambiente en el terreno de 20° C, es de **106,47 A**.

### 7.3.4 Cálculo de la puesta a tierra

Considerando que la resistividad del terreno es 200  $\Omega\text{m}$ .

El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

- 775 Ml de conductor de Cu desnudo de 35 mm<sup>2</sup>.
- 2 picas de acero recubierto Cu de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud.

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de **0,5  $\Omega$** .

## 7.4 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS

### 7.4.1 Orientación de los módulos

Los módulos de la instalación fotovoltaica a dimensionar son módulos con orientación fija. Por lo tanto, se deben situar de forma que se mantenga un aprovechamiento máximo de la irradiación solar disponible durante todo el año.

La orientación ideal para poder aprovechar el máximo de horas diarias de radiación solar, es el sur geográfico pero debido a la posición de las marquesinas, se han instalado manteniendo la orientación de éstas.



### 7.4.2 Peso de los módulos y cubierta de panel de sandwich

Los módulos de la instalación fotovoltaica a instalar son módulos con una masa de 25,00 Kg, teniendo éstos unas dimensiones de 2,12m x 1,05 m que hace que la superficie de cada módulo sea: 2,226 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto, el peso por unidad de superficie de los paneles solares JA SOLAR modelo JAM72S20 o similar es de 11,23 Kg/m<sup>2</sup>.

Por otro lado, la cubierta de la marquesina en el estado actual trata de una cubierta de uralita con un peso por unidad de superficie de 14,5 kg/m<sup>2</sup>. ± 2,0 kg/m<sup>2</sup> (dependiendo de clase de uralita y su humedad).

En la marquesina, se retirará la uralita actual y se montará panel de sandwich como cubierta donde se apoyarán los paneles fotovoltaicos, con las siguientes características:

PRODUCTO	PERFIL	ESPESOR	PESO (kg/m <sup>2</sup> )	ANCHO	LARGO	COLORES
ONDUCLAIR COLOR		1,3 mm	2,21	1,10 m	2 m	Rojo, verde y marfil
CUMBRERA ONDUCLAIR C.		1,3 mm	2,21	0,87 m	1 m	Rojo, verde y marfil

Valores sujetos a variaciones según tolerancia Norma EN 1013 CE: 2013.

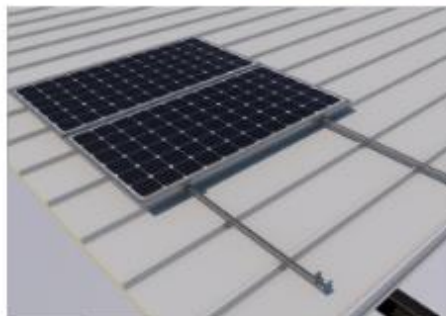
El peso por unidad de superficie de la cubierta de panel de sandwich a montar será de 2,21 kg/m<sup>2</sup>.

Se puede concluir que, montando dicho panel de sandwich, la estructura no sufrirá más esfuerzos que los que sufre con la actual cubierta de uralita.

Se ha de remarcar que la retirada de la uralita existente no forma parte de este proyecto y será retirada con antelación a la obra en cuestión. La cubierta de panel de sandwich que se montará como cubierta de la marquesina y base de la instalación fotovoltaica también estará previamente instalada y deberá cumplir con el requisito de peso por unidad de superficie descrito en este apartado.

### 7.4.3 Fuerza del viento

A continuación, se adjunta cálculo facilitado por el fabricante del soporte:

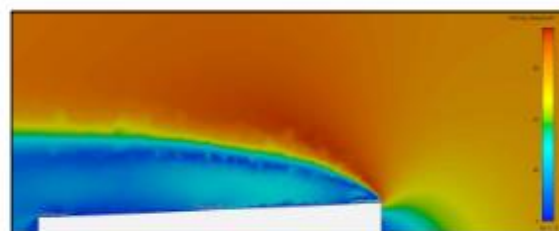


**SUNFER**

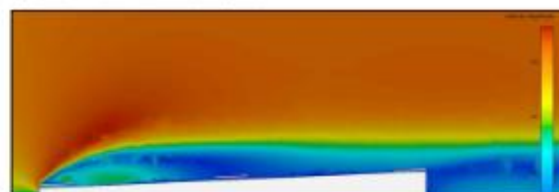
- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
2279x1150	150	150	150	150	150	150	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.  
Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado  
ES19/86524 **CE**

## 7.5 CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN EL GENERADOS FOTOVOLTAICO

### 7.5.1 Pérdidas de cableado en CC

En este apartado vamos a calcular las pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelo si hay, etc.

No vamos a considerar las pérdidas en conmutadores, fusibles y diodos ya que son muy pequeñas.

Las pérdidas principales de cableado pueden calcularse conociendo la sección de los cables y su longitud, por la ecuación:

$$L_{cab} = R \cdot I^2$$

$$R = \frac{0,000002 \cdot L}{S}$$

Donde:

- R, es el valor de la resistencia eléctrica de todos los cables, en ohmios.
- L, es la longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.
- S, es la sección de cada cable, en cm<sup>2</sup>
- I, Corriente de cortocircuito

En nuestro caso, para el cableado de CC de los ramales tenemos unas pérdidas de:

$$L_{ramales} = 120.000 \text{ cm de cable de } 0,06 \text{ cm}^2 \rightarrow R_{ramales} = 4 \text{ } \Omega$$

$$L_{cab, rama/inver} = 470 \text{ W}$$

### 7.5.2 Pérdidas por temperatura

Las pérdidas por temperatura del módulo fotovoltaico van a depender de:

- La diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM.
- Tipo de célula y encapsulado.
- Viento.

Por lo tanto, las pérdidas por temperatura van a venir dadas por:

$$L_{tem} = g(T_c - 25)$$

Donde:

- g, Coeficiente de temperatura de la potencia, en 1/°C
  - T<sub>c</sub>, Temperatura de la células solares en °C.
- $$T_c = T_{amb} + (TONC - 20)E/800$$
- E, Irradiancia solar en W/m<sup>2</sup> medida con la CTE calibrada.

Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, como es nuestro caso, la temperatura de los módulos va a ser del orden de 30 °C sobre la temperatura ambiente para una irradiancia de 1000 W/m<sup>2</sup>.

En nuestro caso, el fabricante nos da un coeficiente de temperatura de g=0,0042, por lo tanto las pérdidas por temperatura ascenderán a:

$$L_{tem} = g(T_c - 25) = 0,126 \rightarrow 12,6 \%$$

### 7.5.3 Pérdidas por trabajo de los módulos fotovoltaicos en condiciones distintas a las CEM

El rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM, va a venir dado por:

$$R_{to,var} = (1 - L_{pol}) (1 - L_{dis}) (1 - L_{ref})$$

Donde:

- $L_{pol}$ , pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.
- $L_{dis}$ , pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.
- $L_{ref}$ , pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), este término es cero.

Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0% al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8% cuando los módulos se “ven muy sucios”. Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes de polvo.

Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar ( $\pm 2$  h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2% y 6%.

Por lo tanto, para nuestra instalación vamos a considerar:

$$R_{to,var} = (1 - L_{pol}) (1 - L_{dis}) (1 - L_{ref}) = (1 - 0,03) (1 - 0,02) (1 - 0,03) = \mathbf{0,922}$$

### 7.5.4 Potencia a la salida de los módulos fotovoltaicos

La potencia de CC inmediatamente a la salida de los módulos fotovoltaico a va a venir dada por:

$$P_{cc,fv} = P_o * R_{to,var} * L_{tem}$$

Donde:

- $P_o$ , potencia de pico del campo FV
- $R_{to,var}$ , Pérdidas por trabajo de los módulos fotovoltaicos en condiciones distintas a las CEM
- $L_{tem}$ , Pérdidas por temperatura

Sustituyendo para nuestro caso, tenemos:

$$P_{cc,fv} = P_o * R_{to,var} * L_{tem} = 172.800 * 0,922 * (1 - 0,126) = \mathbf{139.247 \text{ W}}$$

### 7.5.5 Potencia a la entrada del inversor

Por su parte, la potencia a la entrada del inversor será:

$$P_{cc,inv} = P_{cc,fv} * L_{cab} = 139.247 * (1 - 0,037) = \mathbf{134.094 \text{ W}}$$

**7.5.6 Cálculo de las pérdidas debidas al inversor**

Las pérdidas debidas al inversor se tomarán en función de la eficiencia del mismo. Según los datos proporcionados por el fabricante, la eficiencia europea es del 94,6%, luego las pérdidas asignadas por este concepto ascenderán al **5,4%**.

**7.5.7 Cálculo de las pérdidas en el cableado de CA**

La caída de tensión será según los cálculos:

$$e (\%) \text{ real} = 0,13 \%$$

## 8 MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización nos permite evaluar el funcionamiento y rendimiento de la instalación fotovoltaica de forma continuada e ininterrumpida y registrar los datos en un PC o similar. Mediante una serie de detectores y sensores, tales como sensores de temperatura, sensores de irradiación o captadores de energía generada, se consigue la captación de la información necesaria para obtener un funcionamiento correcto de la instalación fotovoltaica y conocer el estado de la instalación en todo momento. El sistema de captación no solo nos permite registrar los datos de producción eléctrica, sino que también nos permite detectar fallos o averías en la instalación fotovoltaica de forma inmediata y así subsanar los fallos o averías rápidamente. Los captadores y detectores, recogen la información y la envían de forma inmediata (de forma inalámbrica, mediante radiofrecuencia, o mediante cable de datos, o también es posible la notificación de alarmas o averías mediante correo electrónico, fax o SMS) a un sistema de adquisición de datos, habitualmente a un PC, donde se registran y almacenan todos los datos de la instalación fotovoltaica. La instalación de monitorización estará formada por:

- Sistema de adquisición y lectura de datos: Acondiciona las señales recibidas de los captadores y sensores, para enviarlas de forma correcta a un PC, o a un sistema remoto de almacenamiento de datos.
- Sensor de temperatura ambiente: Capta la temperatura ambiente de la instalación fotovoltaica.
- Sensor de temperatura de modulo: Capta la temperatura a la que está trabajando el módulo fotovoltaico.
- Sensor de irradiación: Capta la irradiación solar diaria.
- Sensor de corriente: Mide la calidad de la corriente generada por la instalación fotovoltaica.
- Registro de datos en PC: Almacenamiento de los datos adquiridos en PC.



## 9 IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo al proyecto a realizar y de acuerdo a Ley 4/2007, se paso a especificar las características técnicas del proyecto respecto al medio ambiente y a la zona a estudiar con el fin de demostrar la no necesidad de sometimiento del edificio donde se realiza dicho proyecto a procedimiento reglado de Evaluación Ambiental.

Al no existir líneas eléctricas aéreas, NO será necesario realizar impacto ambiental.

Las Redes de Distribución en Baja Tensión se realizarán por canaleta en la marquesina.

Cimentaciones no proceden pues no se dispondrá de cimentaciones al ir los paneles sobre la cubierta del edificio.

No existen zonas periféricas protegidas con respecto al proyecto.

### 9.1 COORDENADAS UTM DE LOS ÁNGULOS DEL CERRAMIENTO

No aplica al no existir.

### 9.2 ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN QUE SUFRE EL SUELO CON LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA

No existe transformación del suelo, pues se realiza la instalación sobre un edificio construido y con licencia de actividad desde hace años y ubicado en una zona urbana. Dicha instalación se realiza sobre la cubierta de dicho edificio.

### 9.3 ZONAS PERIFÉRICAS DE PROTECCIÓN Y ZONAS SENSIBLES

No existen zonas periféricas protegidas o zonas sensibles con el Medio Ambiente, de acuerdo a lo verificado en el Plan de Ordenación Urbana y la Cédula Urbanística que se adjunta como anexo.

### 9.4 DISTANCIAS A NÚCLEOS HABITADOS

No es necesaria su justificación pues se trata de un edificio con licencia de actividad.

### 9.5 SUPERFICIE UTILIZADA

Se propone instalar una planta fotovoltaica de 172,80 kWp utilizando una superficie aproximada de 770,00 m<sup>2</sup>.

No se prevén acumulaciones con otros proyectos.

### 9.6 CUMPLIMIENTO CON EL REGLAMENTO DE SUELO RÚSTICO

No es necesario dado que se realiza sobre las cubiertas de un edificio ya legalizadas en Suelo Urbano Industrial.

### 9.7 MAGNITUD Y COMPLEJIDAD DEL IMPACTO

#### 9.7.1 Incidencia de la instalación en el medio

La instalación proyectada provocará una serie de impactos, positivos y negativos, en el entorno natural en el que se ubica:

#### IMPACTOS POSITIVOS:

La zona afectada por la instalación fotovoltaica se verá afectada por los beneficios medioambientales inherentes a una fuente de energía renovable y limpia, no contaminante e inagotable. Este tipo de instalaciones evita la emisión de contaminantes a la atmósfera como SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, etc., ya que introducen en la red eléctrica energía generada a partir de la radiación solar y evitan otros modos de generación de electricidad mediante formas de energía que sí producen emisiones a la atmósfera como térmica, nuclear, etc., Contribuyen por tanto a la reducción de gases contaminantes y de efecto invernadero.

#### IMPACTOS NEGATIVOS:

Se considerará que una instalación de este tipo tiene un plazo de ejecución material de un mes y una vida útil aproximada de 30 años, después de la cual los módulos fotovoltaicos tendrían un rendimiento sensiblemente inferior a la inicial, razón por la cual se plantearía el desmantelamiento de la instalación. Por tanto, a la hora de considerar los impactos negativos de esta instalación se van a definir tres fases bien diferenciadas: Fase de instalación, fase de operación y funcionamiento, fase de desmantelamiento.

#### FASE DE INSTALACIÓN:

##### Emisiones contaminantes:

###### *Gaseosas:*

Las emisiones derivadas de los vehículos utilizados para el transporte de materiales a la instalación.

###### *Líquidos o Sólidos:*

Las debidas a posibles fugas en los vehículos utilizados para transporte de material, que serán evitadas en lo posible.

Porciones sobrantes de material plástico derivadas del cableado o resto de embalaje de algún material utilizado. Todo el material sobrante será recogido y llevado al vertedero más próximo o punto limpio si se trata de residuos con tratamiento especial.

#### FASE DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO:

##### Emisiones contaminantes:

###### *Gaseosas:*

No sólo no existen, sino que, además, al generar electricidad a partir de una fuente de energía renovable y limpia, evitamos la emisión de CO<sub>2</sub>.

###### *Líquidas o Sólidas:*

No existen.

#### FASE DE DESMANTELAMIENTO:

##### Emisiones contaminantes:

###### *Gaseosas:*

Las emisiones derivadas de los vehículos utilizados para el transporte de materiales a la instalación.

###### *Líquidas o Sólidas:*

Las debidas a posibles fugas en los vehículos utilizados para transporte de material.

## **9.8 CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA SECTORIAL VIGENTE**

Durante las tres fases a las que se hace referencia en el punto anterior se operará conforme a la normativa vigente, entorno a la avifauna.

Artículo 38 de la Ley 4/1989:

1. No utilizar productos químicos, sustancias biológicas, ni se dejarán vertidos, residuos... de manera que no se altera la habitabilidad del espacio natural.
2. No se alterará el espacio natural, ya que el terreno a ocupar es una llanura cerealista, actualmente sin cultivar.
3. No se ocupará el terreno más que durante la fase de obra civil.
4. Sólo habrá ruidos durante la obra civil, por desplazamiento de maquinaria sobre el terreno, se minimizarán en lo posible, desarrollando esta fase en el menor tiempo posible.
5. No romper la armonía del paisaje, ni altera la perspectiva del campo visual.
6. No se destruirán, capturarán, matarán ninguna especie animal, ni vegetal...
7. Tampoco se hará lo propio con su hábitat, ya que podrán seguir sobrevolando este terreno y los animales terrestres podrán seguir corriendo por el mismo a través de un pequeño paso que se dejará bajo la valla.
8. Tampoco se comerciará, ni expondrán las especies...

9. En la zona no se encuentran actualmente aves en fase de reproducción, ni hibernación ni reposo, ni tampoco es usado como campo de alimentación de la avutarda debido a que, al no ser cultivada la zona, no encuentran alimento, ni agua cerca...
10. No se capturarán aves ni ningún otro animal de la zona...
11. No se incumplen las condiciones en las concesiones y autorizaciones administrativas a que se refiere esta Ley.
12. La ejecución se hará con la debida autorización administrativa de obras, trabajos...
13. No se perturbará, dará muerte o capturará, retendrá... ninguna de las especies de aves, en ningún caso.

Cumple además con los puntos 2,3 y 4 del Artículo 6 del RD 1997/1995 que traspone la directiva 92/43/CEE de hábitats.

## 9.9 CONTROL, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES

Para prevenir y/o reducir emisiones se tomarán las siguientes medidas:

### Durante la fase de obra civil e instalación:

Los vehículos que realicen los trabajos de acondicionamiento y transporte de materiales y equipos deberán estar en condiciones de acreditar que han pasado positivamente la inspección técnica de vehículos y que sus niveles de emisiones se encuentran dentro de los límites de la normativa vigente.

Se tendrá especial cuidado en retirar todos los posibles restos de cableado o embalajes que puedan resultar del montaje de la instalación y llevarlos a los contenedores o centros de tratamiento correspondientes.

### Durante la fase de operación y funcionamiento:

No existen emisiones, ni vertidos.

### Durante la fase de desmantelamiento:

Los vehículos que realicen los trabajos de acondicionamiento y transporte de materiales y equipos deberán estar en condiciones de acreditar que han pasado positivamente la inspección técnica de vehículos y que sus niveles de emisiones se encuentran dentro de los límites de la normativa vigente.

## 9.10 GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Los residuos generados en cada una de las fases de la instalación se tratarán convenientemente según su origen y en caso de ser necesario se trasladarán a centros específicos de tratamiento de los mismos.

Especial atención se tendrá con los materiales metálicos procedentes del desmantelamiento de las estructuras de la instalación que se llevarán a centros de tratamiento específicos.

El material resultante del de los módulos solares se transportará hasta una planta de tratamiento de los mismos, donde se separará en sus diferentes partes procediéndose a reutilizar o refundir el silicio procedente de las células fotovoltaicas de cara a otros posibles usos.

## 9.11 PROBABILIDAD DEL IMPACTO

No se describen.

## 9.12 DURACIÓN, FRECUENCIA Y REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO

Se trata de instalaciones móviles, cuyo desmantelamiento permite recuperar totalmente la cubierta.

La vida aproximada de la instalación se considera de 30 años.

Una vez haya concluido la vida, se considerará si proponer otro tipo de actuación sobre dicha cubierta.

Por lo tanto, si se decidiera no continuar con dicha actividad, la reversibilidad del impacto producido sería inmediata.

## 10 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### 10.1 ANTECEDENTES

El Presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta en base al Proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica, de acuerdo con el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición y la Orden 2726/2009, de 16 de julio del Plan de la Comunidad de Madrid de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

El presente Estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

El proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica se instala sobre marquesinas de un aparcamiento de vehículos que hay situado en la parcela del edificio, con una superficie útil utilizada aproximada de 780 m<sup>2</sup>. Sus especificaciones concretas y las Mediciones en particular constan en el documento general del Proyecto al que el presente Estudio complementa.

Reseñar que apenas se efectúa obra en el local, por lo que los residuos son mínimos.

### 10.2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

La estimación de residuos a generar figura en la tabla existente al final del presente Estudio. Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso específico de la obra prevista sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío, embalajes de materiales, etc. que dependerán de las condiciones de suministro y se contemplarán en el correspondiente Plan de Residuos de las Obras. Dicha estimación se ha codificado de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002. (Lista europea de residuos).

En esta estimación de recursos se prevé la generación de residuos peligrosos como consecuencia del empleo de materiales de construcción que contienen amianto y en concreto, chapas de fibrocemento. Así mismo es previsible la generación de otros residuos peligrosos derivados del uso de sustancias peligrosas como disolventes, pinturas, etc. y de sus envases contaminados si bien su estimación habrá de hacerse en el Plan de Gestión de Residuos cuando se conozcan las condiciones de suministro y aplicación de tales materiales.

### 10.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Para prevenir la generación de residuos se prevé la instalación de una caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos, sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor. Dicha caseta está ubicada en el plano que compone el presente Estudio de Residuos.

En cuanto a los terrenos de excavación, al no hallarse contaminados, se utilizarán en actividades de acondicionamiento o rellenos tales como graveras antiguas, etc. de modo que no tengan la consideración de residuo.

### 10.4 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. Se prevén las siguientes medidas:

Para la separación de los residuos peligrosos que se generen se dispondrá de un contenedor adecuado cuya ubicación se señala en el plano que compone el presente Estudio. La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.

En relación con los restantes residuos previstos, las cantidades no superan las establecidas en la normativa para requerir tratamiento separado de los mismos.

Para situar dichos contenedores se ha reservado una zona con acceso desde la vía pública en el patio interior del edificio de la obra que se señalará convenientemente y que se encuentra marcada en el plano del presente Estudio de Gestión de Residuos.

Para toda la recogida de residuos se contará con la participación de un Gestor de Residuos autorizado de acuerdo con lo que se establezca en el Plan de Gestión de Residuos.

No obstante, lo anterior, en el Plan de Gestión de Residuos habrá de preverse la posibilidad de que sean necesarios más contenedores en función de las condiciones de suministro, embalajes y ejecución de los trabajos.

## 10.5 REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

No se prevé la posibilidad de realizar en obra ninguna de las operaciones de reutilización, valorización ni eliminación debido a la escasa cantidad de residuos generados. Por lo tanto, el Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizado para su correspondiente retirada y tratamiento posterior.

El número de Gestores de Residuos específicos necesario será al menos el correspondiente a las categorías mencionadas en el apartado de Separación de Residuos.

Los restantes residuos se entregarán a un Gestor de Residuos de la Construcción no realizándose pues ninguna actividad de eliminación ni transporte a vertedero directa desde la obra.

En general los residuos que se generarán de forma esporádica y espaciada en el tiempo salvo los procedentes de las excavaciones que se generan de forma más puntual. No obstante, la periodicidad de las entregas se fijará en el Plan de Gestión de Residuos en función del ritmo de trabajos previsto.

## 10.6 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.
  - Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar la siguiente información: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor/envase, y el número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos de la Comunidad de Madrid, del titular del contenedor. Dicha información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales u otros elementos de contención, a través de adhesivos, placas, etc.
  - El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a las que prestan servicio.
  - Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
  - Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de reciclaje de plásticos/Madera...) son centros con la autorización autonómica de la Conserjería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Conserjería, e inscritos en los registros correspondientes. Asimismo, se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de los RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
  - La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en la obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se registrará conforme a la legislación nacional vigente (Ley 10/1998, Real Decreto 833/88, R.D.
  - 952/1997 y Orden MAN/304/2002), la legislación autonómica (RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición y Orden 2726/2009, de 16 de julio, del Plan de Comunidad de Madrid de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición...) y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.
- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA**

La instalación objeto del Proyecto viene definida expresamente, por el R.E.B.T. en su Instrucción Complementaria ITC BT 40 Instalaciones Generadoras de Baja Tensión Interconectadas a red de distribución en su parte de Baja Tensión.

Deberá cumplir el R.E.B.T. y en especial la ITC BT 40:

1. Que la Potencia generada no exceda de 100 KVA para redes de B.T. de 3 x 400/230 V.

2. Que la Potencia generada no exceda de la mitad de la capacidad de la salida del C.T. correspondiente a la línea de distribución a la que se conecta.
3. En el origen de la instalación y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora se instalara un interruptor automático sobre el que actuaran el conjunto de protecciones:
  - Garantizará que los fallos internos de la instalación no perturben la red
  - En caso de fallo de red desconectara la instalación hasta que exista tensión estable en la misma.
4. Las protecciones y el conexionado del interruptor serán precintables.
5. El interruptor de acoplamiento llevara un contacto auxiliar que permita desconectar el neutro de la red y conectar a tierra el neutro de la generación cuando esta trabaje independiente de aquella.
6. Al final de la instalación de enlace se proveerá un equipo de medida que registre la energía suministrada y podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la red, siempre que los registros se registren de forma independiente.
7. Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad generada.
8. La máxima caída de tensión desde el generador hasta el punto de interconexión a la red de distribución no será superior al 1,5% para la intensidad nominal.
9. La tensión generada será prácticamente senoidal con una tasa de armónicos en cualquier condición de funcionamiento de:
  - Armónicos de orden par:  $4/n$
  - Armónicos de orden 3: 5
  - Armónicos de orden impar:  $25/n$
10. Se dispondrá un conjunto de protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Estarán homologadas, verificadas y serán precintadas. Las protecciones mínimas serán las siguientes:
  - De sobreintensidades; mediante relés directos magnetotérmicos.
  - De mínima tensión instantáneos conectados entre las tres fases y el neutro, con tiempo de disparo inferior a 0,5 seg a partir de que la tensión llegue a 85 % del valor asignado.
  - De sobretensión conectado entre una fase y neutro con tiempo de disparo inferior a 0,5 seg a partir de que la tensión llegue a 110 % del valor asignado.
  - De máxima y mínima frecuencia conectados entre fases que actúe cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos.
11. Deberá estar provista de sistemas de Puesta a Tierra que en todo momento aseguren que las tensiones que se pueden presentar en las masas metálicas no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13.
12. El sistema no permitirá que se produzcan trasferencias de defectos a la red de distribución.
13. Para la protección de las instalaciones generadoras se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de neutros de los generadores al neutro de la red, que desconectará la instalación si se sobrepasa el 50% de la intensidad nominal.



## 10.7 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO R.D.244/2019

### 10.7.1 Ámbito de aplicación

Lo dispuesto en este real decreto resulta de aplicación a las instalaciones y sujetos acogidos cualquiera de las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que se encuentren conectados a las redes de transporte o distribución

### 10.7.2 Modalidad de suministro

Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenece a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

- La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
- La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
- Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto
- El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.
- La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico

### 10.7.3 Modalidad autoconsumo

Adicionalmente a las modalidades de autoconsumo señaladas, el autoconsumo podrá clasificarse en individual o colectivo en función de si se trata de uno o varios consumidores los que estén asociados a las instalaciones de generación. En el caso de autoconsumo colectivo, todos los consumidores participantes que se encuentren asociados a la misma instalación de generación deberán pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo y deberán comunicar de forma individual a la empresa distribuidora como encargado de la lectura, directamente o a través de la empresa comercializadora, un mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto, en virtud de lo recogido en el anexo I del R.D. En nuestro caso, se trata de autoconsumo individual sin excedentes.

### 10.7.4 Punto de suministro

El punto de suministro o instalación de un consumidor deberá cumplir con los requisitos establecidos en la normativa de aplicación.

### 10.7.5 Régimen autoconsumo

Los sujetos acogidos a alguna de las modalidades de autoconsumo reguladas podrán acogerse a cualquier otra modalidad distinta, adecuando sus instalaciones y ajustándose a lo dispuesto en los regímenes jurídicos, técnicos y económicos regulados en el presente real decreto y en el resto de normativa que les resultase de aplicación. No obstante lo anterior:

- En el caso de autoconsumo colectivo, dicho cambio deberá ser llevado a cabo simultáneamente por todos los consumidores participantes del mismo, asociados a la misma instalación de generación.
- En ningún caso un sujeto consumidor podrá estar asociado de forma simultánea a más de una de las modalidades de autoconsumo reguladas en el presente artículo.
- En aquellos casos en que se realice autoconsumo mediante instalaciones próximas y asociadas a través de la red, el autoconsumo deberá pertenecer a la modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes.

### 10.7.6 Modificación contrato de suministro

Para aquellos sujetos consumidores conectados a baja tensión, en los que la instalación generadora sea de baja tensión y la potencia instalada de generación sea menor de 100 kW que realicen autoconsumo, la modificación del contrato de acceso será realizada por la empresa distribuidora a partir de la documentación remitida por las Comunidades Autónomas y Ciudades de Ceuta y Melilla a dicha empresa como consecuencia de las obligaciones contenidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Las Comunidades Autónomas y Ciudades de Ceuta y Melilla deberán remitir dicha información a las empresas distribuidoras en el plazo no superior a diez días desde su recepción. Dicha modificación del contrato será remitida por la empresa distribuidora a las empresas comercializadoras y a los consumidores correspondientes en el plazo de cinco días a contar desde la recepción de la documentación remitida por la comunidad o ciudad autónoma. El consumidor dispondrá de un plazo de diez días desde su recepción para notificar a la empresa transportista o distribuidora cualquier disconformidad. En caso de no hacerse se entenderán tácitamente aceptadas las condiciones recogidas en dicho contrato.

### 10.7.7 Medida energética

Equipos de medida de las instalaciones acogidas a las distintas modalidades de autoconsumo.

1. Los sujetos acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo dispondrán de los equipos de medida necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos, peajes de acceso y otros costes y servicios del sistema que les resulten de aplicación.
2. El encargado de lectura aplicará, en su caso, los correspondientes coeficientes de pérdidas establecidos en la normativa.
3. Con carácter general, los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera o, en su caso, un equipo de medida en cada uno de los puntos frontera.
4. Adicionalmente, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:
  - Se realice autoconsumo colectivo.
  - La instalación de generación sea una instalación próxima a través de red.
  - La tecnología de generación no sea renovable, cogeneración o residuos.
  - En autoconsumo con excedentes no acogida a compensación, si no se dispone de un único contrato de suministro según lo dispuesto en el artículo 9.2.v. Instalaciones de generación de potencia aparente nominal igual o superior a 12 MVA.4. No obstante lo recogido en los apartados 2 y 3, los sujetos acogidos a la modalidad de autoconsumo individual con excedentes no acogida a compensación, podrán acogerse a la siguiente configuración de medida, siempre que se garantice lo dispuesto en el apartado primero y permita el acceso a los equipos de medida por parte del encargado de la lectura:
    - Un equipo de medida bidireccional que mida la energía horaria neta generada.
    - Un equipo de medida que registre la energía consumida total por el consumidor asociado.
5. En cualquiera de las configuraciones previstas en los apartados 3 y 4 del presente artículo, en aquellos casos en los que exista más de una instalación de generación y los titulares de estas sean personas físicas o jurídicas diferentes, la exigencia de equipo de medida que registre la generación neta se extenderá a cada una de las instalaciones. La obligación anterior tendrá carácter potestativo en aquellos casos en que exista más de una instalación de generación y el titular de las mismas sea la misma persona física o jurídica.
6. Asimismo, con carácter potestativo, el equipo de medida bidireccional que mide la energía horaria neta generada, podrá ser sustituido por un equipo que mida la generación bruta y un equipo que mida el consumo de los servicios auxiliares

### 10.7.8 Tarifificación o compensación

En el caso de tecnologías de generación que no procedan de fuentes renovables, de cogeneración o residuos:

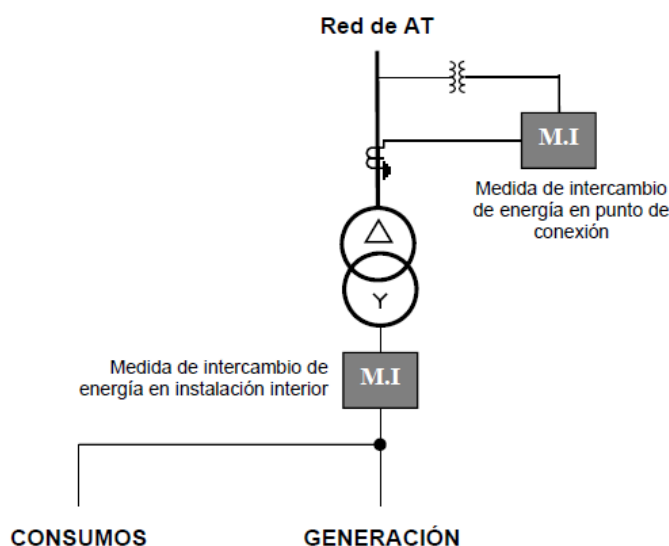
- a) La aplicación de cargos fijos por potencia se realizará sobre la potencia requerida por el consumo.
- b) La aplicación de cargos variables se realizará sobre la energía horaria consumida.

A tales efectos, se utilizará el equipo de medida ubicado en el punto frontera y, en su caso, el equipo que registra la energía horaria neta generada.<sup>3</sup> Para la determinación de los componentes de facturación de los cargos del sistema eléctrico a los consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo con excedentes no acogida a compensación que no dispongan de un único contrato de suministro según lo dispuesto en el artículo 9.2, se aplicarán los siguientes criterios:

1.º Cuando la energía horaria consumida por los servicios auxiliares de producción sea mayor que cero:

- En relación con el consumidor asociado:
  - La aplicación de cargos fijos por potencia al consumidor asociado se realizará sobre la potencia a facturar al consumidor asociado.
  - La aplicación de cargos variables se realizará sobre la energía horaria consumida de la red menos la energía horaria consumida por los servicios auxiliares de producción correspondientes. A tal efecto:
    - a. Si la instalación dispone de la configuración prevista en los artículos 10.2 y 10.3, se utilizará el equipo de medida ubicado en el punto frontera que registra la energía horaria consumida de la red y el equipo que registra la energía horaria neta generada.
    - b. Si la instalación dispone de la configuración de medida recogida en el apartado 10.4, se utilizará el equipo de medida del consumidor asociado.
- En relación con los servicios auxiliares de producción:– La aplicación de cargos fijos por potencia a los servicios auxiliares se realizará por la potencia a facturar a los servicios auxiliares de producción.– La aplicación de cargos variables se realizará sobre la energía horaria consumida por los servicios auxiliares de producción.A tal efecto, se utilizará, el equipo que registre la energía horaria neta generada

### 10.7.9 Esquema tipo en la instalación diseñada



## 10.8 DESCLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES

Dado que la instalación es de intemperie, se deben tener en cuenta las prescripciones indicadas en el punto 2 de la ITC-BT-30, del R.D. 842/2002 (instalaciones a la intemperie).

Tanto el inversor, como las protecciones al inicio de la línea de generación, estarán alojadas en el interior de la edificación (en un cuarto técnico de instalaciones) para protegerlos de los efectos meteorológicos.

Las características del inversor seleccionado son las siguientes (IP-66):

DATOS GENERALES	FRONIUS TAURO 50-3-D FRONIUS TAURO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 50-3-D FRONIUS TAURO ECO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 100-3-D FRONIUS TAURO ECO 100-3-P
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	644 x 1038 x 316 mm		
Peso	93 kg	80 kg	105 kg
Tipo de protección	Área de electrónica de potencia: IP66 / Área de conexión CC: IP66 / Área de conexión CA: IP65		
Clase de protección	1		
Categoría de sobretensión (CC / CA)	2 / 3		
Concepto de inversor	Sin transformador		
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada		
Instalación	Instalación interior y exterior		
Margen de temperatura ambiente	-40 - +65 °C		
Humedad de aire admisible	0 - 100 % (condensación)		
Tecnología de conexión CC	MC4 <sup>®</sup> , V-Clamps <sup>®</sup>		
Tecnología de conexión CA	V-Clamps		
Certificados y cumplimiento de normas	IEC62109-1:2010, IEC62109-2:2011, DIN V VDE 0126-1-1:2006		

RENDIMIENTO	FRONIUS TAURO 50-3-D FRONIUS TAURO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 50-3-D FRONIUS TAURO ECO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 100-3-D FRONIUS TAURO ECO 100-3-P
Máximo rendimiento	98,2 %	98,5 %	98,5 %
Rendimiento europeo (η <sub>EU</sub> )	97,4 / 97,8 / 97,5 %	98,2 / 98,0 / 97,5 %	98,2 / 98,0 / 97,5 %

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	FRONIUS TAURO 50-3-D FRONIUS TAURO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 50-3-D FRONIUS TAURO ECO 50-3-P	FRONIUS TAURO ECO 100-3-D FRONIUS TAURO ECO 100-3-P
Medición del aislamiento CC	Sí		
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo. Limitación de potencia		
Protección contra polaridad inversa	Sí		

## 12 PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO

Una vez realizado el completo montaje de la instalación fotovoltaica propuesta se procederá a la puesta en marcha verificando un correcto funcionamiento. Para ello se indican los siguientes pasos:

- Ante todo, asegurar que el equipo de interconexión de la caseta está desconectado, así como los fusibles seccionadores a la entrada de los inversores.
- Se comprobará la resistencia de aislamiento de los inversores, entre la parte de continua y la parte de alterna, y también en los relés de interconexión.
- A continuación se medirá el voltaje en cada uno de los módulos fotovoltaicos, asegurando que sea de 12 Vcc.
- Seguidamente se comprobará el voltaje de entrada en los inversores, sin manipular aún los fusibles seccionadores.
- Se verificará que las lecturas obtenidas quedan encuadradas en el rango de tensiones de entrada establecidas por el fabricante.
- Si las lecturas son correctas se procederá a cerrar los seccionadores, alimentando así a los inversores.
- Se comprobarán los valores de tensión e intensidad obtenidos a la salida de los inversores, así como la lectura de armónicos para corroborar que la Tasa de Distorsión Armónica (THD) es inferior al 4 %, tal y como indica el fabricante. No Procede en este caso
- Una vez en la caseta, se medirá la tensión en los bornes de llegada al cuadro de interconexión, comprobando que la caída de tensión en la línea no ha sido superior al 1,5 %, tal como se expresa en la memoria de cálculo.
- En este punto, se procederá a dar aviso a la Empresa Distribuidora para efectuar la interconexión de la instalación, esperando respuesta.
- Recibida la contestación se conectarán los relés de interconexión, ajustando los niveles de medida de los diferentes parámetros, verificando que funcionan correctamente y que no producen ningún disparo.
- A continuación se conectarán interruptor diferencial e interruptor magnetotérmico general, comprobando que el sistema responde adecuadamente, y que no sufre ningún disparo. En caso de disparo ajustar los parámetros de los relés de control.
- Una vez todo quede dispuesto correctamente se hará saltar la protección diferencial comprobando su correcto funcionamiento.

Y finalmente, rearmado el sistema se verificará que el contador de energía eléctrica efectúa la correspondiente medición de energía inyectada a la red.

## **13 PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN**

Para el total montaje y verificación de las instalaciones se planean las siguientes fases y tareas:

### **13.1 DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA**

- Revisión general del proyecto y definición de los parámetros más importantes.
- Diseño final de la estructura en base a las características del terreno y de los módulos fotovoltaicos utilizados.
- Especificación de protecciones y sistemas de seguridad a utilizar.
- Definición de la metodología de montaje y conexionado.

### **13.2 ACOPIO DE MATERIALES**

- Emisión de ofertas para la adquisición de los materiales necesarios.
- Evaluación y aceptación de las ofertas recibidas.

### **13.3 MONTAJE E INSTALACIÓN**

- Replanteo y apertura de cimiento y zanja subterránea.
- Colocación de tubo, relleno de la zanja y hormigonado del cimiento.
- Fijación de la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Colocación de los módulos e interconexionado.
- Tirada de cable hasta la caseta de interconexión.
- Montaje y conexionado de los inversores.
- Montaje y conexionado de los cuadros eléctricos.
- Conexión a red.

### **13.4 VERIFICACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN**

- Revisión general de la instalación para corroborar su buen funcionamiento.
- Puesta en marcha de la instalación.

## 14 MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

El mantenimiento preventivo a realizar como mínimo será:

### 1. Paneles solares fotovoltaicos:

- Limpieza periódica del panel: una vez al año y añadido tras lluvias de barro o nevadas.
- Inspección visual de posibles degradaciones: cada 3 meses.
- Control de temperatura del panel: cada 3 meses.
- Control de las características eléctricas del panel: anualmente: se revisará el estado de las conexiones, entre otros:
- Ausencia de sulfatación de contactos.
- Ausencia de oxidaciones en los circuitos y soldadura de las células, normalmente debido a la entrada de humedad.
- Comprobación de estado y adherencia de los cables a los terminales de los paneles.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de seguridad. Si procede, se sustituirán las piezas en mal estado y/o se limpiarán los terminales.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
- Temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión.

### 2. Estructura soporte de los paneles:

Anualmente:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc).
  - Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.

### 3. Cajas de conexiones y cableados:

Anualmente:

- Comprobar el correcto anclaje de la caja a la estructura soporte correspondiente y horizontalidad de la misma, asegurándose de que la tornillería está correctamente apretada (comprobando el par de apriete si es necesario), sustituyendo algún elemento de fijación si se encuentra en mal estado.
- Comprobar que la carcasa de la caja se encuentra en correcto estado y no presenta síntomas de deterioro debido a agentes externos. Sustituirla en caso necesario.
- Comprobar la estanqueidad de la carcasa y si presenta daños.
- Comprobar si la tapa está bien asentada y su estanqueidad. Asegurarse al cerrar la tapa que los cierres estén bien bloqueados, ejerciendo una ligera presión con un destornillador hasta que estos encajen (1/4 de vuelta).
- Comprobar si se ha acumulado agua de condensación en el equipo. Si es así, absorber el agua que haya, comprobar la causa de la infiltración de agua y subsanar el defecto.
- Comprobar si la conexión roscada de compensación de presión presenta suciedad o daños y, si fuera necesario, sustituir ésta.

- Comprobar las fijaciones de las cubiertas de plexiglás situadas por encima de los fusibles String.
  - Comprobar las etiquetas de advertencias de peligro tanto en el exterior como en el interior del equipo y si son ilegibles o están dañadas reponer estas.
  - Comprobar la estanqueidad de la caja, cerciorándose de que no ha entrado humedad en el interior. Sustituir las juntas de estanqueidad en caso necesario.
  - Realizar una inspección visual de los fusibles existentes y de los muelles tensores en los portafusibles.
  - Comprobar además la tensión auxiliar en los bornes de conexión y en los conectores.
  - Controlar la firmeza del apriete de todas las conexiones del cableado eléctrico y, si fuera necesario, apretarlas. Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. Cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de contacto oxidados.
  - Comprobar la conexión del apantallamiento de la conexión de comunicación, ésta debe estar apretada a mano, un destornillador no es adecuado.
  - Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.
  - Comprobación del estado de la cubierta y aislamiento de los cables, así como las protecciones mecánicas de los mismos. Si presenta algún síntoma de deterioro, sustituir el tramo completo.
  - Cada 5 años: Comprobación del aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro.
- Debido al peligro inminente por riesgo eléctrico, es imperativo realizar todas las operaciones de mantenimiento con las cajas desconectadas y sin tensión.

#### 4. Inversores:

Mensualmente:

- Lectura de datos archivados y de memoria de fallos.

Cada seis meses:

Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.

- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

Cada año:

- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Revisión de funcionamiento de la calefacción.
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Revisión de funcionamiento de la monitorización de aislamiento, comprobar el funcionamiento y la señalización.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección o Interruptores de protección de la corriente de defecto. Interruptores automáticos e Interruptores de potencia.



- Revisión de las tensiones de mando y auxiliares de 230 V y 24 V.
- Comprobación de funcionamiento de la parada de emergencia.
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función .
- Revisión de funcionamiento de los contactos de la puerta

#### 5. Sistema de monitorización de la instalación solar:

Mensualmente:

- Supervisión visual de los distintos equipos a través del PC, es decir, controlar los parámetros de producción (tensión, intensidad, potencia, etc) registro de alarmas, etc.
- Comprobación del sistema de aviso de alarmas. Para ello se enviará un mensaje de prueba al dispositivo móvil o correo electrónico configurado.

Anualmente:

- Revisión de las conexiones de los distintos elementos, tarjetas, sensores, Router, PC, etc.
- Comprobación de todos los sensores, cerciorándose de que se encuentran en buen estado y no presentan síntomas de deterioro o roturas. En caso necesario, sustituir estos.

#### 6. Transformadores:

Mensualmente:

- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.

Semestralmente:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

Anualmente:

- Controlar el apriete de las conexiones y las barritas de las tomas de regulación.
- Retirar el polvo del transformador mediante aspiración, terminando la limpieza del mismo soplando con aire comprimido o con nitrógeno.
- Comprobar los aislamientos MT/masa, BT/masa y MT/BT.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan decoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Control de la función de sobre temperatura y revisar el funcionamiento del circuito de seguridad de esta función

#### 7. Protecciones de la instalación solar fotovoltaica:

Cada 6 meses:

- Inspección visual de mecanismos interiores para posible detección de anomalías visibles y dar aviso al profesional.

Cada año:

- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores diferenciales.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los interruptores magnetotérmicos.
- Cuando por sobreintensidad o cortocircuito saltara un interruptor magnetotérmico habría que revisar la instalación y en su caso reponer el receptor eléctrico que ha originado el problema.
- Comprobación del funcionamiento de los interruptores del cuadro de mando y protección, verificando que son estables en sus posiciones de abierto y cerrado.

Cada 2 años:

- Revisión general, comprobando el estado del cuadro de mando y protección, los mecanismos alojados y conexiones.
- Comprobación mediante inspección visual del estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del armario y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.
- Verificación del estado de conservación de las cubiertas aislantes

#### 8. Puesta a tierra:

Cada año:

- Comprobación de la continuidad eléctrica y reparación de los defectos encontrados en los distintos puntos de puesta a tierra (masas metálicas, enchufes, neutros de los equipos, etc)

Cada 2 años:

- Comprobación de la línea principal y derivadas de tierra, mediante inspección visual de todas las conexiones y su estado frente a la corrosión, así como la continuidad de las líneas. Reparación de los defectos encontrados.
- Comprobación de que el valor de la resistencia de tierra sigue siendo inferior a  $20\Omega$ . En caso de que los valores obtenidos de resistencia a tierra fueran superiores al indicado, se suplementarán electrodos en contacto con el terreno hasta restablecer los valores de resistencia a tierra de proyecto.

Cada 5 años:

- Comprobación del aislamiento de la instalación interior (entre cada conductor y tierra y entre cada dos conductores no deberá ser inferior a  $250.000\text{ Ohm}$ ). Se reparan los defectos encontrados.
- Comprobación del conductor de protección y de la continuidad de las conexiones equipotenciales entre masas y elementos conductores, especialmente si se han realizado obras en aseos, que hubiesen podido dar lugar al corte de los conductores. Reparación de los defectos encontrados.

## 15 CONCLUSIÓN

Con lo anteriormente expuesto, planos, y presupuesto, se espera que conseguir la aprobación, así como de obtener de los Organismos competentes, las autorizaciones y licencias oportunas para proceder a la realización de la instalación eléctrica.

Majadahonda, febrero de 2023

EL INGENIERO

Fdo. Jorge Muñoz Fernández  
Nº de Col: 560

## 16 ANEXO I: REFERENCIA CATASTRAL



SECRETARÍA DE ESTADO  
DE HACIENDA  
DIRECCIÓN GENERAL  
DEL CATÁSTRO

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 7886416VK2778S0001AJ

#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**  
CR POZUELO 61  
28220 MAJADAHONDA (MADRID)

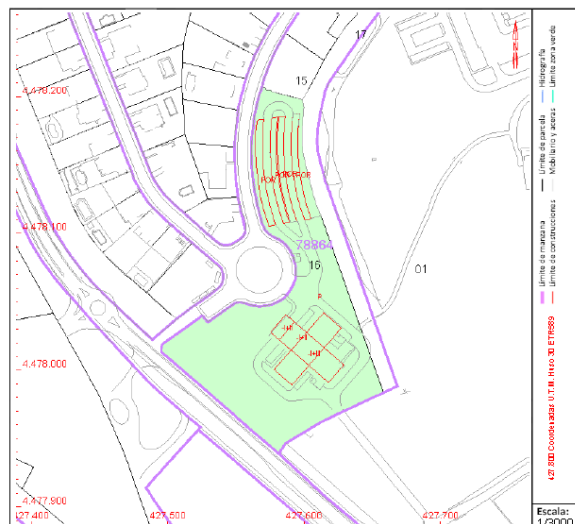
**Clase:** URBANO  
**Uso principal:** Oficinas  
**Superficie construida:** 5.857 m<sup>2</sup>  
**Año construcción:** 1975

#### Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
APARCAMIENTO	A-1/01	1.602
OFICINA	/0001	1.459
ALMACEN	/0002	143
OFICINA	/0101	1.602
OFICINA	/0201	289
ALMACEN	/0003	24
APARCAMIENTO	/0004	738

#### PARCELA

**Superficie gráfica:** 17.036 m<sup>2</sup>  
**Participación del inmueble:** 100,00 %  
**Tipo:** Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

# **Pliego de Condiciones Técnicas**

1	CONDICIONES GENERALES .....	4
1.1	OBJETO .....	4
1.2	ALCANCE .....	4
2	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN .....	5
2.1	CONDICIONES GENERALES .....	5
2.2	ALCANCE DE NUESTRA INSTALACION ELÉCTRICA .....	5
2.2.1	<i>Componentes</i> .....	5
2.2.2	<i>Condiciones previas</i> .....	5
2.3	CANALIZACIONES .....	5
2.3.1	<i>Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes</i> .....	6
2.3.2	<i>Conductores aislados enterrados</i> .....	6
2.3.3	<i>Conductores aislados directamente empotrados en estructuras</i> .....	6
2.3.4	<i>Conductores aislados en el interior de la construcción</i> .....	6
2.3.5	<i>Conductores aislados bajo canales protectoras</i> .....	7
2.3.6	<i>Conductores aislados bajo molduras</i> .....	7
2.3.7	<i>Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas</i> .....	8
2.3.8	<i>Conductores aislados bajo tubos protectores</i> .....	8
2.4	CONDUCTORES .....	12
2.4.1	<i>Identificación de las instalaciones</i> .....	13
2.4.2	<i>Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica</i> .....	13
2.5	CAJAS DE EMPALME .....	13
2.6	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE .....	14
2.7	APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN .....	14
2.7.1	<i>Cuadros eléctricos</i> .....	14
2.7.2	<i>Interruptores automáticos</i> .....	14
2.7.3	<i>Fusibles</i> .....	14
2.7.4	<i>Interruptores diferenciales</i> .....	15
2.7.5	<i>Embarrados</i> .....	15
2.7.6	<i>Prensaestopas y etiquetas</i> .....	15
2.8	RECEPTORES DE ALUMBRADO .....	15
2.9	RECEPTORES A MOTOR .....	15
2.10	PUESTAS A TIERRA .....	16
2.10.1	<i>Uniones a tierra</i> .....	16
2.11	INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA .....	17
2.12	CONTROL .....	18
3	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	19
4	CONTROL .....	22
5	SEGURIDAD .....	23
5.1	SEGURIDAD E HIGIENE .....	23
5.1.1	<i>Descripción</i> .....	23
5.1.2	<i>Componentes</i> .....	23
5.1.3	<i>Condiciones previas</i> .....	24
5.1.4	<i>Ejecución</i> .....	24
5.1.5	<i>Control</i> .....	24
5.1.6	<i>Seguridad</i> .....	24
5.1.7	<i>Medición</i> .....	25
5.1.8	<i>Mantenimiento</i> .....	25
6	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	26
6.1	GENERALIDADES .....	26
6.2	INICIO DE LAS OBRAS .....	26
6.3	EJECUCIÓN .....	26
6.4	MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	26
6.5	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS .....	26
6.6	OMISIONES Y CONTRADICCIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO .....	26
6.7	RESPONSABILIDADES .....	26
7	PRUEBAS CARA A LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS .....	27
7.1	RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	27
7.2	GARANTÍAS .....	27
8	CONDICIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS .....	28
8.1	OBJETO .....	28
8.2	GENERALIDADES .....	28

8.3	DEFINICIONES.....	29
8.3.1	<i>Radiación solar</i> .....	29
8.3.2	<i>Instalación</i> .....	29
8.3.3	<i>Módulos</i> .....	29
8.3.4	<i>Integración Arquitectónica</i> .....	30
8.4	DISEÑO.....	30
8.4.1	<i>Diseño del generador fotovoltaico</i> .....	30
8.4.2	<i>Diseño del sistema de monitorización</i> .....	31
8.4.3	<i>Integración arquitectónica</i> .....	31
8.5	COMPONENTES Y MATERIALES.....	31
8.5.1	<i>Generalidades</i> .....	31
8.5.2	<i>Sistemas generadores fotovoltaicos</i> .....	32
8.5.3	<i>Estructura soporte</i> .....	33
8.5.4	<i>Inversores</i> .....	33
8.5.5	<i>Cableado</i> .....	34
8.5.6	<i>Conexión a red</i> .....	35
8.5.7	<i>Medidas</i> .....	35
8.5.8	<i>Protecciones</i> .....	35
8.5.9	<i>Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas</i> .....	35
8.5.10	<i>Armónicos y compatibilidad electromagnética</i> .....	35
8.5.11	<i>Medidas de seguridad</i> .....	35
8.6	RECEPCIÓN Y PRUEBAS .....	36
8.7	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA.....	37
8.8	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO .....	38
8.8.1	<i>Generalidades</i> .....	38
8.8.2	<i>Programa de mantenimiento</i> .....	38
8.8.3	<i>Garantías</i> .....	39
8.9	ANEXO I: MEDIDA DE LA POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA .....	40
8.9.1	<i>Introducción</i> .....	40
8.9.2	<i>Procedimiento de medida</i> .....	40
8.10	ANEXO II: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA .....	42
8.10.1	<i>Introducción</i> .....	42
8.10.2	<i>Procedimiento</i> .....	43
8.11	ANEXO III: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS .....	44
8.11.1	<i>Objeto</i> .....	44
8.11.2	<i>Descripción del método</i> .....	44
8.11.3	<i>Tablas de referencia</i> .....	45
8.11.4	<i>Distancia mínima entre filas de módulos</i> .....	47
9	DISPOSICIONES FINALES .....	49
9.1	CONDICIONES ECONÓMICAS.....	49
9.2	OBSERVACIONES .....	49

## **1 CONDICIONES GENERALES**

### **1.1 OBJETO**

Se refiere el presente pliego de condiciones a las exigencias que deben reunir los materiales a utilizar en las instalaciones eléctricas que nos referimos, así como por las que han de regirse el contratista-instalador autorizado, o en su caso, quien corresponda para la ejecución correcta y terminación de las mismas.

### **1.2 ALCANCE**

Las cláusulas referidas a calidad de materiales, normas de instalación, seguridad en el trabajo, y en general todas las de índole, son inalterables.

Las cláusulas de índole económica son susceptibles de modificación, por voluntad expresa de ambas partes, que se reflejará en el oportuno contrato anexo.



## **2 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN**

### **2.1 CONDICIONES GENERALES**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa.

### **2.2 ALCANCE DE NUESTRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Instalación de la red de distribución eléctrica en baja tensión a 400 V. entre fases y 230 V. entre fases y neutro, desde el final de la acometida perteneciente a la Compañía Suministradora, localizada en la caja general de protección, hasta cada punto de generación

#### **2.2.1 Componentes**

- Conductores eléctricos.
  - o Reparto.
  - o Protección.
- Tubos protectores.
- Elementos de conexión.
- Cajas de empalme y derivación. Aparatos de mando y maniobra.
  - o Interruptores.
  - o Conmutadores.
- Aparatos de protección.
  - o Disyuntores eléctricos.
  - o Interruptores diferenciales.
  - o Fusibles.
  - o Tomas de tierra.
    - Placas.
    - Electrodo o picas.
- Aparatos de control.
  - o Cuadros de distribución.
    - Generales.
    - Individuales.
  - o Contadores

#### **2.2.2 Condiciones previas**

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a estar empotrada: Forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y de protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

### **2.3 CANALIZACIONES**

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

### 2.3.1 Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### 2.3.2 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

### 2.3.3 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

### 2.3.4 Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

### 2.3.5 Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤16mm	>16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 4
Resistencia a la penetración de agua.	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

### 2.3.6 Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por

ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

### **2.3.7 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas**

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

### **2.3.8 Conductores aislados bajo tubos protectores**

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma

correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

#### 2.3.8.1 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### 2.3.8.2 Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

*Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra*

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	ligera
Resistencia al impacto	2	ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera delas especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

*Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas*

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media

Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C(+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protección contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

*Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire*

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado $15^\circ$
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada.
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a  $16 \text{ mm}^2$ .

**2.3.8.3 Tubos en canalizaciones enterradas**

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media

Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

#### 2.3.8.4 Instalación

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086-2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

## 2.4 CONDUCTORES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - o Conductor: de cobre.
  - o Formación: unipolares.
  - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
  - o Tensión de prueba: 2.500 V.
  - o Instalación: bajo tubo.
  - o Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  - o Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
  - o Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
  - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).



- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

#### 2.4.1 Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 2.4.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

### 2.5 CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerkas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

## **2.6 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE**

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

## **2.7 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN**

### **2.7.1 Cuadros eléctricos**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

### **2.7.2 Interruptores automáticos**

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

### **2.7.3 Fusibles**

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

#### **2.7.4 Interruptores diferenciales**

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

#### **2.7.5 Embarrados**

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

#### **2.7.6 Prensaestopas y etiquetas**

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

### **2.8 RECEPTORES DE ALUMBRADO**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

### **2.9 RECEPTORES A MOTOR**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no

inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

## 2.10 PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- 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.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 2.10.1 Uniones a tierra

#### 2.10.1.1 Tomas de tierra

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;
- 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 21.022.

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.

#### 2.10.1.2 Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores	16 mm <sup>2</sup> Cu/ a6 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado.
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu/ 50 mm <sup>2</sup> hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu/ 50 mm <sup>2</sup> hierro

\* 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, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### 2.10.1.3 Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse 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.

#### 2.10.1.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

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<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

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.

## 2.11 INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

## 2.12 CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

### 3 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

- Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio, según la ITC-BT -13. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.
- La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la Instrucción MI-BT-015 y la norma u homologación de la Compañía Suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.
- El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local. Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m. y máxima de 1,80 m., y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m., según la instrucción ITC-BT-16.
- El tendido de las derivaciones individuales se realizará a lo largo de la caja de la escalera de uso común, pudiendo efectuarse por tubos empotrados o superficiales, o por canalizaciones prefabricadas, según se define en la instrucción ITC-BT-15.
- Los cuadros generales de distribución se situarán en el interior de las viviendas, lo más cerca posible a la entrada de la derivación individual, a poder ser próximo a la puerta, y en lugar fácilmente accesible y de uso general. Deberán estar realizados con materiales no inflamables, y se situarán a una distancia tal que entre la superficie del pavimento y los mecanismos de mando haya 200 cm.
- En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, a cada cuadro de derivación individual entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.
- El conexionado entre los dispositivos de protección situados en estos cuadros se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.
- La ejecución de las instalaciones interiores de los edificios se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.
- Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.
- Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.
- No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.
- Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

- El conductor colocado bajo enlucido (caso de electrificación mínima) deberá instalarse de acuerdo con lo establecido en la Instrucción ITC-BT-26, en su apartado 1.3.
- Las tomas de corriente de una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m. como mínimo.
- Las cubiertas, tapas o envolturas, manivela y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño o aseos, así como en aquellos locales en los que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- El circuito eléctrico del alumbrado de la escalera se instalará completamente independiente de cualquier otro circuito eléctrico.
- Para las instalaciones en cuartos de baño o aseos, y siguiendo la instrucción ITC- BT-26, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:
  - *Volumen de prohibición.*- Es el limitado por planos verticales tangentes a los bordes exteriores de la bañera, baño, aseo o ducha, y los horizontales constituidos por el suelo y por un plano situado a 2,25 m. por encima del fondo de aquellos o por encima del suelo, en el caso de que estos aparatos estuviesen empotrados en el mismo.
  - *Volumen de protección.*- Es el comprendido entre los mismos planos horizontales señalados para el volumen de prohibición y otros verticales situados a un metro de los del citado volumen.
- En el volumen de prohibición no se permitirá la instalación de interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación.
- En el volumen de protección no se permitirá la instalación de interruptores, pero podrán instalarse tomas de corriente de seguridad. Se admitirá la instalación de radiadores eléctricos de calefacción con elementos de caldeo protegidos siempre que su instalación se fija, estén conectados a tierra y se haya establecido una protección exclusiva para estos radiadores a base de interruptores diferenciales de alta sensibilidad. El interruptor de maniobra de estos radiadores deberá estar situado fuera del volumen de protección.
- Los calentadores eléctricos se instalarán con un interruptor de corte bipolar, admitiéndose éste en la propia clavija. El calentador de agua deberá instalarse, a ser posible, fuera del volumen de prohibición, con objeto de evitar las proyecciones de agua al interior del aparato.
- Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  Ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en Voltios, con un mínimo de 250.000 Ohmios.
- El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 Voltios, y como mínimo 250 Voltios, con una carga externa de 100.000 Ohmios.
- Se dispondrá punto de puesta a tierra accesible y señalizado, para poder efectuar la medición de la resistencia de tierra.
- Todas las bases de toma de corriente situadas en la cocina, cuartos de baño, cuartos de aseo y lavaderos, así como de usos varios, llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. En cuartos de baño y aseos se realizarán las conexiones equipotenciales.
- Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobre- intensidades, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.



- Los apliques del alumbrado situados al exterior y en la escalera se conectarán a tierra siempre que sean metálicos
- La placa de pulsadores del aparato de telefonía, así como el cerrojo eléctrico y la caja metálica del transformador reductor si éste no estuviera homologado con las normas UNE, deberán conectarse a tierra.
- Los aparatos electrodomésticos instalados y entregados con las viviendas deberán llevar en sus clavijas de enchufe un dispositivo normalizado de toma de tierra. Se procurará que estos aparatos estén homologados según las normas UNE.
- Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas IEB. del Ministerio de la Vivienda.

## 4 CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la obra, montaje o instalación se ordenen por el Técnico- Director de la misma, siendo ejecutados por el laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en el anterior apartado de ejecución, serán reconocidos por el Técnico- Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico-Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aun a costa, si fuera preciso, de deshacer la obra, montaje o instalación ejecutada con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

## 5 SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándose de la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios. -Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V. mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a Seguridad e Higiene en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

### 5.1 SEGURIDAD E HIGIENE

#### 5.1.1 Descripción

- Sistemas de protección tanto individuales como colectivos, para evitar posibles accidentes.
- Instalaciones necesarias para conseguir un mínimo confort en la obra, para aquellos trabajadores que tengan que permanecer en ésta fuera del horario de trabajo.
- Tanto los sistemas de protección como las instalaciones proyectadas, se ajustarán a la Legislación vigente como a la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### 5.1.2 Componentes

Forman este capítulo los siguientes elementos:

- Instalaciones provisionales de obra:
  - o Casetas Prefabricadas.
  - o Acometidas provisionales.
  - o Mobiliario y equipamiento.
- Señalizaciones:
  - o Carteles y señales.
  - o Vallados.
- Protecciones personales:
  - o Protecciones para cabeza.
  - o Protecciones para cuerpo.
  - o Protecciones para manos.
  - o Protecciones para pies
- Protecciones colectivas:

- Protecciones horizontales.
- Protecciones verticales.
- Protecciones varias
- Mano de obra de seguridad:
  - Formación de Seguridad e Higiene.
  - Reconocimientos.
  - Limpieza y conservación

#### 5.1.3 Condiciones previas

- Se considerarán las unidades que intervendrán para desarrollar la protección más idónea en cada caso.
- Se incluirán también aquellas instalaciones de salubridad que sean necesarias para el correcto funcionamiento de las personas que tengan que utilizarlas.

#### 5.1.4 Ejecución

Se especificarán todas las características, tanto geométricas como físicas de los productos a emplear. Dichas características se ajustarán a la normativa vigente y en su defecto se adecuarán al riesgo del que se pretende proteger.

#### 5.1.5 Control

- Todas las protecciones que dispongan de homologación deberán de acreditarla para su uso. Para su recepción y por tanto poder ser utilizadas, carecerán de defectos de fabricación, rechazándose aquellas que presenten anomalías.
- Los fabricantes o suministradores facilitarán la información necesaria sobre la duración de los productos, teniendo en cuenta las zonas y ambientes a los que van a ser sometidos.
- Las condiciones de utilización se ajustarán exactamente a las especificaciones indicadas por el fabricante.
- Los productos que intervengan en la seguridad de la obra y no sean homologados, cumplirán todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones y/o especificados por la Dirección Facultativa.
- Cuando los productos a utilizar procedan de otra obra, se comprobará que no presenten deterioros, ni deformaciones; en caso contrario serán rechazados automáticamente.
- Periódicamente se comprobarán todas las instalaciones que intervengan en la seguridad de la obra. Se realizarán de igual modo limpiezas y desinfecciones de las casetas de obra.
- Aquellos elementos de seguridad que sean utilizados únicamente en caso de siniestro o emergencia, se colocarán donde no puedan ser averiados como consecuencia de las actividades de la obra.
- En cada trabajo, se indicará el tipo de protección individual que debe utilizarse, controlándose el cumplimiento de la normativa vigente.

#### 5.1.6 Seguridad

- En su colocación, montaje y desmontaje, se utilizarán protecciones personales y colectivas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan derivarse de dichos trabajos.
- Se verificará periódicamente el estado de todos los elementos que intervengan en la seguridad de la obra.
- Las partes activas de cualquier elemento de seguridad no serán accesibles en ningún caso.
- No servirán como protección contra contactos directos con las partes activas los barnices, esmaltes, papeles o algodones.

- Cuando se realicen conexiones eléctricas se comprobará la ausencia de alimentación de corriente.
- En los obstáculos existentes en el pavimento se dispondrán rampas adecuadas, que permitan la fácil circulación.
- Los medios personales responderán a los principios de eficacia y confort permitiendo realizar el trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no presentando su uso un riesgo en sí mismo.
- Los elementos de trabajo que intervengan en la seguridad tanto personal como colectiva, permitirán una fácil limpieza y desinfección.

#### **5.1.7 Medición**

- El criterio general de medición y valoración será el reflejado en el presupuesto del proyecto.
- Al intervenir una gran cantidad de elementos en la Seguridad e Higiene en una obra, no podemos dar ninguna pauta de medición concreta en este pliego; por lo que al desarrollar el Pliego de Condiciones particulares de cada uno de ellos, se especificará claramente su forma de medición y valoración.

#### **5.1.8 Mantenimiento**

- Periódicamente se comprobará el estado de las instalaciones, así como del mobiliarios y enseres.
- Cuando las protecciones, tanto individuales como colectivas, presenten cualquier tipo de defecto o desgaste, serán sustituidas inmediatamente para evitar riesgos.
- Se rechazarán aquellos productos que tras su correspondiente ensayo no sean capaces de absorber la energía a la que han de trabajar en la obra.
- Periódicamente se medirá la resistencia de la puesta a tierra para el conjunto de la instalación.
- Los equipos de extinción serán revisados todas las semanas, comprobando que los aparatos se encuentren en el lugar indicado y no han sido modificadas las condiciones de accesibilidad para su uso.
- Se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas de mantenimiento previstas para cada tipo de protección. comprobando su estado de conservación antes de su utilización.

## **6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **6.1 GENERALIDADES**

La ejecución de esta obra se ajustará a la documentación integrante del presente proyecto ya las órdenes verbales facilitadas por el Técnico Director, referentes a la interpretación y modificación de dicho proyecto.

### **6.2 INICIO DE LAS OBRAS**

El contratista dará principio a las obras tan pronto como reciba, para ello, la oportuna orden del Técnico Director o la Propiedad, y seguirá el ritmo que determinen esas partes.

### **6.3 EJECUCIÓN**

El contratista tendrá al frente de los trabajos personal idóneo, el cual deberá atender cuantas órdenes procedan del Técnico Director, estando siempre a la mira de que las obras se ejecuten correctamente.

El contratista tiene la obligación de volver a ejecutar aquellas partes de la obra que a juicio del Técnico Director estén mal realizadas, no pudiendo exigir indemnización alguna por estos trabajos adicionales.

### **6.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD**

El contratista deberá adoptar las máximas precauciones y medidas de seguridad, tanto en el acopio de materiales como en la ejecución y mantenimiento de las obras, con el fin de proteger a las personas, animales y propiedades ajenas, de posibles daños y perjuicios, corriendo éste con la responsabilidad que se derive de los mismos.

Estará obligado al cumplimiento de cuanto la Dirección de la obra le dicte, para garantizar la seguridad, bien entendido que, en ningún caso, dicho cumplimiento eximirá al mismo de responsabilidades.

### **6.5 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS**

El contratista cuidará de la perfecta conservación de las obras, subsanando cuantos menoscabos aparezcan en las mismas, ya sean éstos accidentales, intencionados o producidos por el uso natural; de forma que al hacer su recepción definitiva, se encuentren en estado de conservación y funcionamiento completamente aceptables a juicio de la Dirección de la obra, sin que pueda alegar que las instalaciones hayan estado o no en servicio.

### **6.6 OMISIONES Y CONTRADICCIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Lo mencionado en este Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado si estuviera de acuerdo con la expuesto en ambos documentos.

En caso de contradicción entre ellos, prevalecerá lo expuesto en el Pliego de Condiciones.

Los detalles imprevistos de las obras, que por su minuciosidad en Planos y Pliego de Condiciones y que, a juicio exclusivo de la Dirección de la obra, sin separarse del espíritu y recta intención de aquellos documentos sean necesarios para la buena construcción y remata de las obras, será de obligada ejecución para el Contratista.

### **6.7 RESPONSABILIDADES**

El contratista es el único responsable de la ejecución de la obra que haya contratado, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que hubiere lugar por el incumplimiento o defectuoso cumplimiento de sus obligaciones.

Asimismo, será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniesen, atendiéndose en todo momento a las disposiciones legales estipuladas sobre el caso.

## **7 PRUEBAS CARA A LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

### **7.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Para la recepción provisional de las obras, una vez terminadas, el Director de las mismas y el propietario de la instalación procederán, en presencia del contratista o su representante, a efectuar los ensayos y reconocimientos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con arreglo al presente Proyecto, a las modificaciones autorizadas ya las órdenes del Técnico Director

Los defectos que se encontraran, deberán ser subsanados por el contratista en el plazo de tiempo más breve posible, a su sola cuenta y riesgo.

### **7.2 GARANTÍAS**

Transcurrido el plazo de garantía, se realizará un reconocimiento visual de las obras, con objeto de comprobar su estado de conservación.

Si existiese duda racional a juicio del Técnico Director, se procederá a realizar las mismas pruebas que para la recepción provisional.

A partir de la recepción definitiva, cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos defectos inherentes a la normal conservación de la obra, subsistiendo las responsabilidades que pudieran alcanzarle por defecto oculto o deficiencia de causa dolosa.

## **8 CONDICIONES PARTICULARES PARA INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS**

### **8.1 OBJETO**

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red.

Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

### **8.2 GENERALIDADES**

Este Pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Decreto 29/2014, de 08/05/2014, por el que se regulan las actuaciones en materia de certificación de la eficiencia energética de los edificios en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y se crea el Registro Autonómico de Certificados de Eficiencia Energética de Edificios de Castilla-La Mancha.
- Orden de 20/05/2014, de la Consejería de Fomento, por la que se regula el Registro Autonómico de Certificados de Eficiencia Energética de Edificios de Castilla-La Mancha y el procedimiento de inscripción en el mismo.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y modificaciones posteriores.
- Normas UNE de aplicación.
- Normativa de las compañías suministradoras.
- Normativa vigente en materia de seguridad y salud laboral, y en particular la Ley 31/1.995. de 8 de noviembre. sobre Prevención de Riesgos Laborales, el RD 1.627/1.997, de 24 de octubre, sobre Seguridad y Salud en obras de construcción, Ley 54/2.003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales, y el RD 486/1.997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Texto refundido vigente de la Ley de Contratos del Estado.
- Ordenanzas Municipales.
- Demás disposiciones vigentes que le sean de observación y aplicación.



## 8.3 DEFINICIONES

### 8.3.1 Radiación solar

- *Radiación solar*: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- *Irradiancia*: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en  $\text{kW/m}^2$ .
- *Irradiación*: *Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en  $\text{kWh/m}^2$ .*

### 8.3.2 Instalación

- *Instalaciones fotovoltaicas*: Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.
- *Instalaciones fotovoltaicas interconectadas*: Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- *Línea y punto de conexión y medida*: La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.
- *Interruptor automático de la interconexión*: Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- *Interruptor general*: Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- *Generador fotovoltaico*: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- *Rama fotovoltaica*: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- *Inversor*: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- *Potencia nominal del generador*: Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- *Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal*: Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

### 8.3.3 Módulos

- *Célula solar o fotovoltaica*: Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- *Célula de tecnología equivalente (CTE)*: Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.
- *Módulo o panel fotovoltaico*: Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- *Condiciones Estándar de Medida (CEM)*: Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:
  - *Irradiancia solar*:  $1000 \text{ W/m}^2$
  - *Distribución espectral*: AM 1,5 G
  - *Temperatura de célula*:  $25^\circ\text{C}$
- *Potencia pico*: Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

- **TONC:** Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

### 8.3.4 Integración Arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

#### Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

#### Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

#### Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

#### Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.4.1, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

## 8.4 DISEÑO

### 8.4.1 Diseño del generador fotovoltaico

#### 8.4.1.1 Generalidades

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 8.4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla I

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI + S)
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, que podrán ser utilizados para su verificación.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al anexo III.

#### **8.4.2 Diseño del sistema de monitorización**

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, 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.
- 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 para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

#### **8.4.3 Integración arquitectónica**

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el punto 3.4, la Memoria de Solicitud y la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

En cualquier caso, el IDAE podrá requerir un informe de integración arquitectónica con las medidas correctoras a adoptar. La propiedad del edificio, por sí o por delegación, informará y certificará sobre el cumplimiento de las condiciones requeridas.

Cuando sea necesario, a criterio de IDAE, a la Memoria de Diseño o Proyecto se adjuntará el informe de integración arquitectónica donde se especifiquen las características urbanísticas y arquitectónicas del mismo, los condicionantes considerados para la incorporación de la instalación y las medidas correctoras incluidas en el proyecto de la instalación.

### **8.5 COMPONENTES Y MATERIALES**

#### **8.5.1 Generalidades**

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### **8.5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos**

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Este requisito no se aplica a los casos excepcionales del apartado 4.1.1.3.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria de Solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el IDAE.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

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.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

### 8.5.3 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

### 8.5.4 Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.

Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

#### **8.5.5 Cableado**

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

#### **8.5.6 Conexión a red**

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **8.5.7 Medidas**

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

#### **8.5.8 Protecciones**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

#### **8.5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

#### **8.5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **8.5.11 Medidas de seguridad**

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en

los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

## 8.6 RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.



## 8.7 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

En la Memoria de Solicitud se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

$G_{dm}(0)$ : Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m<sup>2</sup>·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Agencia Estatal de Meteorología.
- Organismo autonómico oficial.
- Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.

$G_{dm}(\alpha, \beta)$ : Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en Kwh/( m<sup>2</sup>·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro  $\alpha$  representa el azimut y  $\beta$  la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR.

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

- Pmp = Potencia pico del generador
- CEM= 1 kW/m<sup>2</sup>

Tabla II. Generador P<sub>mp</sub> = 1 kWp, orientado al Sur ( $\alpha = 0^\circ$ ) e inclinado 35° ( $\beta = 35^\circ$ ).

Mes	$G_{dm}(0)$ [Kwh./(m <sup>2</sup> ·día)]	$G_{dm}(\alpha=0^\circ, \beta=35^\circ)$ [Kwh/(m <sup>2</sup> ·día)]	PR	$E_p$ (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82

Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
<i>Promedio</i>	4,51	4,96	0,794	3,94

## 8.8 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

### 8.8.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

### 8.8.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen 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

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- 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 debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la 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.

Registro de 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).

### 8.8.3 Garantías

#### Ámbito general de la garantía

- Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

#### Plazos

- El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.
- Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

#### Condiciones económicas

- La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
- Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como 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 deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### Anulación de la garantía

- 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, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

#### Lugar y tiempo de la prestación

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de

los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

## 8.9 ANEXO I: MEDIDA DE LA POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

### 8.9.1 Introducción

Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).

La potencia instalada en CA de una central fotovoltaica puede obtenerse utilizando instrumentos de medida y procedimientos adecuados de corrección de unas condiciones de operación bajo unos determinados valores de irradiancia solar y temperatura a otras condiciones de operación diferentes. Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

### 8.9.2 Procedimiento de medida

Se describe a continuación el equipo necesario para calcular la potencia instalada:

- 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente
- 1 termómetro de mercurio de temperatura ambiente
- 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA)
- 1 pinza amperimétrica de CC y CA

El propio inversor actuará de carga del campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia.

Las medidas se realizarán en un día despejado, en un margen de  $\pm 2$  horas alrededor del mediodía solar.

Se realizará la medida con el inversor encendido para que el punto de operación sea el punto de máxima potencia.

Se medirá con la pinza amperimétrica la intensidad de CC de entrada al inversor y con un multímetro la tensión de CC en el mismo punto. Su producto es  $P_{cc, inv}$ .

El valor así obtenido se corrige con la temperatura y la irradiancia usando las ecuaciones (2) y (3).

La temperatura ambiente se mide con un termómetro de mercurio, a la sombra, en una zona próxima a los módulos FV. La irradiancia se mide con la célula (CTE) situada junto a los módulos y en su mismo plano.

Finalmente, se corrige esta potencia con las pérdidas.

Ecuaciones:

$$P_{cc, inv} = P_{cc, fov} (1 - L_{cab}) \quad (1)$$

$$P_{cc, fov} = P_o R_{to, var} [1 - g(T_c - 25)] E / 1000 \quad (2)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) E / 800 \quad (3)$$

$P_{cc, fov}$  Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.

$L_{cab}$  Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores,

conexiona- dos, diodos antiparalelo si hay, etc.

$E$	Irradiancia solar, en $W/m^2$ , medida con la CTE calibrada.
$g$	Coeficiente de temperatura de la potencia, en $1/^\circ C$
$T_c$	Temperatura de las células solares, en $^\circ C$ .
$T_{amb}$	Temperatura ambiente en la sombra, en $^\circ C$ , medida con el termómetro.
$TONC$	Temperatura de operación nominal del módulo.
$P_o$	Potencia nominal del generador en CEM, en W.
$R_{to, var}$	Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.
$L_{tem}$	Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término $[1 - g(T_c - 25)]$ por $(1 - L_{tem})$ .

$$R_{to, var} = (1 - L_{pol})(1 - L_{dis})(1 - L_{ref}) \quad (4)$$

$L_{pol}$	Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.
$L_{dis}$	Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.
$L_{ref}$	Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término $L_{ref}$ es cero.

Se indican a continuación los valores de los distintos coeficientes:

- Todos los valores indicados pueden obtenerse de las medidas directas. Si no es posible realizar medidas, pueden obtenerse, parte de ellos, de los catálogos de características técnicas de los fabricantes.
- Cuando no se dispone de otra información más precisa pueden usarse los valores indicados en la tabla III.

*Tabla III*

<i>Parámetro</i>	<i>Valor estimado, media anual</i>	<i>Valor estimado, día despejado (*)</i>	<i>Ver observación</i>
$L_{cab}$	0,02	0,02	(1)
$g$ ( $1/^\circ C$ )	–	0,0035 (**)	–
$TONC$ ( $^\circ C$ )	–	45	–
$L_{tem}$	0,08	–	(2)
$L_{pol}$	0,03	–	(3)
$L_{dis}$	0,02	0,02	–
$L_{ref}$	0,03	0,01	(4)

(\*) Al mediodía solar  $\pm 2$  h de un día despejado. (\*\*) Válido para silicio cristalino.

*Observaciones:*

- (1) Las pérdidas principales de cableado pueden calcularse conociendo la sección de los cables y su longitud, por la ecuación:

$$L_{cab} = R I^2 \quad (5)$$

$$R = 0,000002 \text{ L/S} \quad (6)$$

$R$  es el valor de la resistencia eléctrica de todos los cables, en ohmios.

$L$  es la longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.

$S$  es la sección de cada cable, en  $\text{cm}^2$ .

Normalmente las pérdidas en conmutadores, fusibles y diodos son muy pequeñas y no es necesario considerarlas. Las caídas en el cableado pueden ser muy importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %.

- (2) Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM, del tipo de célula y encapsulado y del viento. Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, esta diferencia es del orden de 30 °C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000  $\text{W/m}^2$ . Para el caso de integración de edificios donde los módulos no están separados de las paredes o tejados, esta diferencia se podrá incrementar entre 5 °C y 15 °C.
- (3) Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior del módulo. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes del polvo.
- (4) Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar ( $\pm 2$  h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2 % y 6 %.

## 8.10 ANEXO II: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA

### 8.10.1 Introducción

El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.

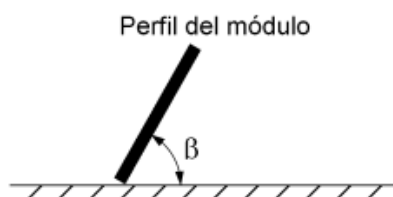


Fig. 1

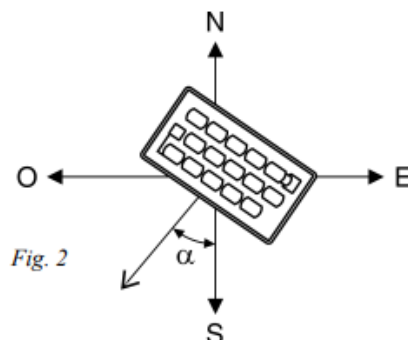


Fig. 2

### 8.10.2 Procedimiento

Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud, N, de 41°, de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación en el caso de  $\Phi = 41^\circ$ . Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%; para superposición, del 20 %, y para integración arquitectónica del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud  $\Phi = 41^\circ$  y se corrigen de acuerdo al apartado 2.2.

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación } (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación } (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}), \text{ siendo } 0^\circ \text{ su valor mínimo.}$$

En casos cerca del límite, y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

[Nota:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\phi$  se expresan en grados, siendo  $\phi$  la latitud del lugar]

## 8.11 ANEXO III: CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

### 8.11.1 Objeto

El presente anexo describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie de no existir sombra alguna.

### 8.11.2 Descripción del método

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

#### 8.11.2.1 Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimuth (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

#### 8.11.2.2 Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 5, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse  $12^\circ$  en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,..., D14).

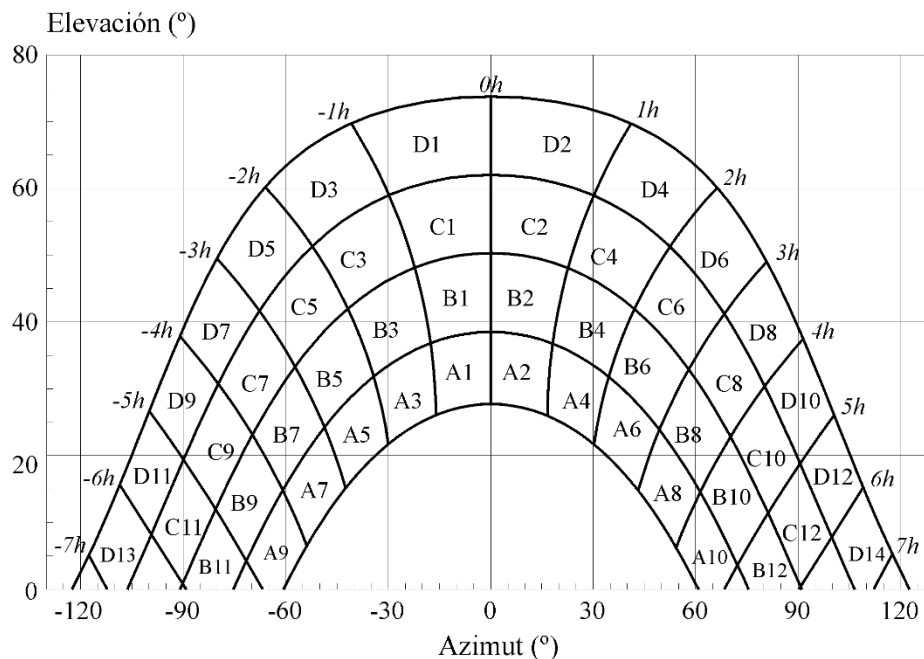


Fig. 5. Diagrama de trayectorias del Sol. [Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales].



### 8.11.2.3 Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la figura 5 representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en la sección 3 de este anexo.

### 8.11.2.4 Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,50, 0,75 ó 1.

La sección 4 muestra un ejemplo concreto de utilización del método descrito.

### 8.11.3 Tablas de referencia

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación ( $\beta$  y  $\alpha$ , respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie de estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente (véase la figura 5) resultase interceptada por un obstáculo.

*Tabla V-1*

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

*Tabla V-2*

$\beta = 0^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,18
11	0,00	0,01	0,18	1,05
9	0,05	0,32	0,70	2,23
7	0,52	0,77	1,32	3,56
5	1,11	1,26	1,85	4,66
3	1,75	1,60	2,20	5,44
1	2,10	1,81	2,40	5,78
2	2,11	1,80	2,30	5,73
4	1,75	1,61	2,00	5,19
6	1,09	1,26	1,65	4,37
8	0,51	0,82	1,11	3,28
10	0,05	0,33	0,57	1,98
12	0,00	0,02	0,15	0,96
14	0,00	0,00	0,00	0,17

Tabla V-3

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,15
11	0,00	0,01	0,02	0,15
9	0,23	0,50	0,37	0,10
7	1,66	1,06	0,93	0,78
5	2,76	1,62	1,43	1,68
3	3,83	2,00	1,77	2,36
1	4,36	2,23	1,98	2,69
2	4,40	2,23	1,91	2,66
4	3,82	2,01	1,62	2,26
6	2,68	1,62	1,30	1,58
8	1,62	1,09	0,79	0,74
10	0,19	0,49	0,32	0,10
12	0,00	0,02	0,02	0,13
14	0,00	0,00	0,00	0,13

Tabla V-4

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,02	0,10	0,19	0,56
7	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,24	1,60	1,92	4,14
1	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,93	2,08	2,23	5,02
6	2,14	1,82	2,00	4,46
8	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,22

Tabla V-5

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,10	0,00	0,00	0,33
11	0,06	0,01	0,15	0,51
9	0,56	0,06	0,14	0,43
7	1,80	0,04	0,07	0,31
5	3,06	0,55	0,22	0,11
3	4,14	1,16	0,87	0,67
1	4,87	1,73	1,49	1,86
2	5,20	2,15	1,88	2,79
4	5,02	2,34	2,02	3,29
6	4,46	2,28	2,05	3,36
8	3,54	1,92	1,71	2,98
10	2,26	1,19	1,19	2,12
12	1,17	0,12	0,53	1,22
14	0,22	0,00	0,00	0,24

Tabla V-6

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,14
11	0,00	0,00	0,08	0,16
9	0,02	0,04	0,04	0,02
7	0,02	0,13	0,31	1,02
5	0,64	0,68	0,97	2,39
3	1,55	1,24	1,59	3,70
1	2,35	1,74	2,12	4,73
2	2,85	2,05	2,38	5,40
4	2,86	2,14	2,37	5,53
6	2,24	2,00	2,27	5,25
8	1,51	1,61	1,81	4,49
10	0,23	0,94	1,20	3,18
12	0,00	0,09	0,52	1,96
14	0,00	0,00	0,00	0,55

Tabla V-7

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,43
11	0,00	0,01	0,27	0,78
9	0,09	0,21	0,33	0,76
7	0,21	0,18	0,27	0,70
5	0,10	0,11	0,21	0,52
3	0,45	0,03	0,05	0,25
1	1,73	0,80	0,62	0,55
2	2,91	1,56	1,42	2,26
4	3,59	2,13	1,97	3,60
6	3,35	2,43	2,37	4,45
8	2,67	2,35	2,28	4,65
10	0,47	1,64	1,82	3,95
12	0,00	0,19	0,97	2,93
14	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabla V-8

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,34	1,28	1,73	3,79
5	2,17	1,79	2,21	4,70
3	2,90	2,05	2,43	5,20
1	3,12	2,13	2,47	5,20
2	2,88	1,96	2,19	4,77
4	2,22	1,60	1,73	3,91
6	1,27	1,11	1,25	2,84
8	0,52	0,57	0,65	1,64
10	0,02	0,10	0,15	0,50
12	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,08

Tabla V-9

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,24
11	0,00	0,05	0,60	1,28
9	0,43	1,17	1,38	2,30
7	2,42	1,82	1,98	3,15
5	3,43	2,24	2,24	3,51
3	4,12	2,29	2,18	3,38
1	4,05	2,11	1,93	2,77
2	3,45	1,71	1,41	1,81
4	2,43	1,14	0,79	0,64
6	1,24	0,54	0,20	0,11
8	0,40	0,03	0,06	0,31
10	0,01	0,06	0,12	0,39
12	0,00	0,01	0,13	0,45
14	0,00	0,00	0,00	0,27

Tabla V-10

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,56
11	0,00	0,04	0,60	2,09
9	0,27	0,91	1,42	3,49
7	1,51	1,51	2,10	4,76
5	2,25	1,95	2,48	5,48
3	2,80	2,08	2,56	5,68
1	2,78	2,01	2,43	5,34
2	2,32	1,70	2,00	4,59
4	1,52	1,22	1,42	3,46
6	0,62	0,67	0,85	2,20
8	0,02	0,14	0,26	0,92
10	0,02	0,04	0,03	0,02
12	0,00	0,01	0,07	0,14
14	0,00	0,00	0,00	0,12

Tabla V-11

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	1,01
11	0,00	0,08	1,10	3,08
9	0,55	1,60	2,11	4,28
7	2,66	2,19	2,61	4,89
5	3,36	2,37	2,56	4,61
3	3,49	2,06	2,10	3,67
1	2,81	1,52	1,44	2,22
2	1,69	0,78	0,58	0,53
4	0,44	0,03	0,05	0,24
6	0,10	0,13	0,19	0,48
8	0,22	0,18	0,26	0,69
10	0,08	0,21	0,28	0,68
12	0,00	0,02	0,24	0,67
14	0,00	0,00	0,00	0,36

#### 8.11.4 Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura  $h$  que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

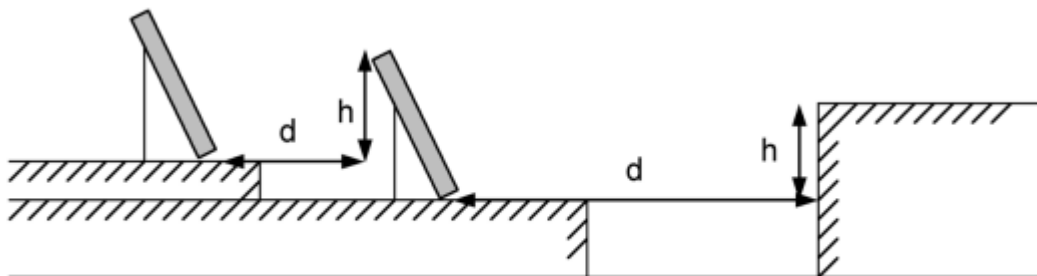
En cualquier caso,  $d$  ha de ser como mínimo igual a  $h \cdot k$ , siendo  $k$  un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor  $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$ .

En la tabla VII pueden verse algunos valores significativos del factor  $k$ , en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
$k$	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a  $h \cdot k$ , siendo en este caso  $h$  la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.



*Fig. 7*

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el azimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

## **9 DISPOSICIONES FINALES**

### **9.1 CONDICIONES ECONÓMICAS**

Las condiciones económicas se fijarán de común acuerdo entre las partes contratantes, no pudiendo, en ningún caso, percibir mayor importe que el correspondiente a la liquidación de los trabajos, la cual deberá ser percibida por el Técnico Director o, en su caso, por la Propiedad.

No se hará abono alguno al Contratista, por trabajos fuera de contrata, si antes de emprenderlos no han sido autorizados por el Técnico Director, o la propiedad, y acordado su precio por escrito.

Serán de cuenta del Contratista todas las cargas resultantes de la aplicación de las leyes en vigor sobre los accidentes de trabajo y subsidios que ordene la Ley.

### **9.2 OBSERVACIONES**

Son inalterables todas las disposiciones de carácter técnico, como: normas de ejecución, seguridad en el trabajo, calidad de los materiales, etc.

Las disposiciones económicas pueden llegar a ser modificadas por voluntad expresa de las partes contratantes, siempre que lo acordado no suponga una merma de calidad de los materiales y de las obras.

El presente Pliego General, es suscrito en prueba de conformidad por la Propiedad y el Contratista en cuadruplicado ejemplar, uno para cada una de las partes, el tercero para el Técnico-Director y el cuarto para el expediente del Proyecto depositado en el Colegio de Ingenieros, el cual se conviene que hará fe de su contenido en caso de dudas o discrepancias.

Guadalajara, febrero de 2023

EL INGENIERO

Fdo. Jorge Muñoz Fernández  
Nº de Col: 560

## MEDICIONES

### PROYECTO DE INSTALACIÓN DE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
<b>01</b>	<b>INSTALACIÓN MODULOS FOTOVOLTAICOS</b>					
01.01	<b>u MODULO FOTOVOLTAICO 450 W</b>  Instalación de modulo fotovoltaico sobre marquesina marca JASO-LAR modelo JAM72S20-450/MR o similar con una potencia nominal de 450 Wp. Totalmente instalado, incluyendo el transporte de los módulos a la cubierta, conexionado eléctrico y verificación. Tendrán garantía de producción mínima del 84% en 30 años y la adecuada resistencia a la intemperie, un elevado grado de aislamiento entre sus partes eléctricas, así como una garantía de 40 años. Los paneles incorporaran diodos de derivación para evitar posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y poseerán un grado de protección IP 67. Así mismo, los marcos laterales deben ser de aluminio. Incluye montaje, conexionado, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado, probado y funcionando.					
		384				384,00
						384,00
01.02	<b>u ESTRUCTURA SOPORTE PARA FIJACIÓN MODULOS FOTOVOLTAICOS</b>  Suministro e instalación de estructura soporte para fijación de módulo fotovoltaico en cubierta inclinada de chapa/panel sandwich modelo SUNFER 04V o similar. Los soportes estarán compuestos por perfilería de aluminio y fijaciones de acero inoxidable. Se incluyen todas las uniones necesarias tanto terminales como intermedias, tornillería, juntas de estanqueidad, etc. Las estructuras galvanizadas en caliente cumplirán las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras. La tornillería será de acero inoxidable, cumpliendo el CTE DB SE-AE, CET DB SE A Acero. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. Kit válido para la instalación de 6 módulos. La estructura soporte será instalada sobre panel de sandwich.					
	MARQUESINA 1	22				22,00
	MARQUESINA 2	22				22,00
	MARQUESINA 3	16				16,00
						60,00
01.03	<b>u AYUDAS DE ALBAÑILERIA</b>  Ud de ayudas necesarias para la ejecución completa de las instalaciones definidas en el Proyecto, incluyendo retirada de escombros a Gestor Autorizado, apertura y tapado de rozas y huecos, ejecución de soportes necesarios para apoyo de tuberías en patinillos y cubierta, ejecución de pasamuros necesarios, incluyendo sellados, reposición de cerramientos, pintado, desmontajes y montajes, etc. incluyendo también la limpieza y reposición final al estado original. Totalmente terminado y rematado conforme al estado original.					
		1				1,00
						1,00

## MEDICIONES

### PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	----------

#### 02 INSTALACIÓN INVERSOR, PROTECCIONES, MEDIA Y MONITORIZACIÓN

##### 02.01 u INVERSOR TRIFASICO 50 kW

Suministro e instalación de inversor fotovoltaico trifásico marca Fronius modelo ECO TAURO 50 kW o similar con una potencia nominal de 50 kW. Deberá tener un rendimiento mínimo de un 98%, debiendo estar protegidos frente a situaciones como fallo en la red eléctrica, tensión fuera de rango, frecuencia de red fuera de los límites de trabajo, temperatura de inversión elevada, tensión del generador fotovoltaico baja o intensidad del generador fotovoltaico insuficiente. Los inversores tendrán como mínimo las siguientes especificaciones:

- Tipo de protección IP 65 o superior.
- Transformador AF dotado de filtro supresor de armónicos y seguimiento del punto de máxima potencia.
- Margen de temperatura ambiente -25 - +55°C.
- Humedad de aire admisible 0-100%
- Equipamiento de seguridad: se deben cumplir las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, que deben ser certificadas por el fabricante, incorporando las siguientes protecciones: cortocircuitos en alterna, tensión red fuera de rango, frecuencia de red fuera de rango, sobretensiones mediante varistores o similar, perturbaciones presentes en la red (como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc), medición del aislamiento CC, comportamiento de sobrecarga, desplazamiento del punto de trabajo y limitación de potencia.
- Interfaces de red que permitan su conexión a WLAN, Ethernet, etc. con al menos 4 entradas/salidas digitales.

Dispondrá de los elementos necesarios que aseguren una correcta supervisión y manejo, así como de las señalizaciones necesarias para su correcta operación. Se dotará a los inversores con los siguientes controles manuales:

- Encendido y apagado del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.
- El autoconsumo en modo nocturno es inferior a 0,004 % de la potencia nominal.
- El factor de potencia de la energía generada será superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- Grado de protección mínimo será IP 65.

Incluye montaje, conexionado, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado, probado y funcionando.

3

3,00

3,00

## MEDICIONES

### PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
02.02	<p><b>u CAJA DE STRING CON PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA</b></p> <p>Suministro montaje y puesta en marcha del caja de string 4 a 1 marca Schneider o similar, incluye protecciones eléctricas de la parte de corriente continua necesarias para la protección de las líneas de cc. Dicho armario estará compuesto por 8 fusibles de 15 A y sus correspondientes bases portafusible modular seccionable. Incluye también protección de sobretensión tipo 2 SPD e interruptor seccionador de 1000V 63A DC en la salida. Tipo de protección IP 65 o superior. Tipo de protección IK10 o superior. Incluye montaje, conexionado, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Totalmente instalado, probado y funcionando.</p>	6				6,00
						6,00
02.03	<p><b>u PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA</b></p> <p>Suministro montaje y puesta en marcha de las conexiones de corriente alterna necesarias en el cuadro principal existente. Se incluye protección contra sobretensiones, magnetotérmica y diferencial marca Schneider o similar. Incluye montaje, conexionado, p.p. de cableado y pequeño material auxiliar. Deberá ser elaborado según esquemas unifilares adjuntos en proyecto. Totalmente instalado, probado y funcionando.</p>					
	Cuadro CA	1				1,00
						1,00
02.04	<p><b>u SISTEMA DE MONITORIZACIÓN</b></p> <p>Suministro, instalación y puesta en marcha de sistema de monitorización de la instalación fotovoltaica. Dicho sistema será un sistema abierto, con posibilidad de ampliación futura. El sistema de control ha de permitir ampliaciones futuras de un modo fácil y escalable y ha de poder comunicarse con otros sistemas. Será un sistema totalmente interoperable, capaz de transmitir datos a otros sistemas de gestión a distintos niveles (superior e inferior).</p> <p>El sistema de monitorización proporcionará datos de las siguientes variables en tiempo real:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Voltaje y corriente de CC a la entrada del inversor.</li><li>- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.</li><li>- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.</li><li>- Potencia reactiva de salida del inversor.</li></ul> <p>Los datos se obtendrán y se presentarán en forma de medias horarias.</p>					
		1				1,00
						1,00



MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
02.05	<p>m² TEJADO PANEL SANDWICH PARA INVERSORES Y CUADROS</p> <p>Suministro y montaje de tejado con paneles sándwich aislantes de acero como cubierta para cuadros eléctricos e inversores, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m³, y accesorios, fijados mecánicamente a cualquier tipo de estructura. Incluso p/p de elementos de fijación, accesorios y juntas.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles por faldón. Ejecución de juntas y perímetro. Fijación mecánica de los paneles.</p>					
		1	2,00	0,75		1,50
						1,50

## MEDICIONES

### PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
<b>03</b>	<b>LINEAS ELÉCTRICAS</b>					
03.01	<p><b>m CIRC. ELECTRICO CC 1x6MM2 (SOLAR) 0,6/1 kV EN BANDEJA</b></p> <p>Suministro y tendido de circuito de interconexión de corriente continua instalado con cable solar de cobre con 1 conductor de 6 mm2 RV-K 0,6/1kV (AS) de sección nominal tendido sobre bandeja tubo Pensa en montaje superficial en la zona de cubierta. Incluso p.p. de conectores, grapas, bridas para fijación a bandeja, piezas especiales y ayudas.</p>					
	CADENAS INV. 1	1	465,00			465,00
	CADENAS INV. 2	1	500,00			500,00
	CADENAS INV. 3	1	500,00			500,00
						1.465,00
03.02	<p><b>m CIRC. ELECTRICO CC 1x25 MM2 (SOLAR) 0,6/1 kV EN TUBO EXISTENTE</b></p> <p>Suministro y tendido de circuito de interconexión de corriente continua instalado con cable solar de cobre con 1 conductor de 25 mm2 RV-K 0,6/1kV (AS) de sección nominal bajo tubo enterrado existente. Incluso p.p. de conectores, grapas, bridas para fijación a bandeja, piezas especiales y ayudas.</p>					
	CAJA DE STRING 1	1	100,00			100,00
	CAJA DE STRING 2	1	100,00			100,00
	CAJA DE STRING 3	1	115,00			115,00
	CAJA DE STRING 4	1	115,00			115,00
	CAJA DE STRING 5	1	115,00			115,00
	CAJA DE STRING 6	1	115,00			115,00
						660,00
03.03	<p><b>m BANDEJA DE REJILLA 60x100 mm C7</b></p> <p>Bandeja de rejilla de acero galvanizado de 60x100 mm, sin separadores, con borde redondeado, continuidad eléctrica garantizada, resistente a la corrosión Clase 7, con 70 micras de espesor de galvanizado en caliente, para montar anclada a los soportes de los módulos fotovoltaicos. Totalmente montada, según REBT, ITC-BT-21.f</p>					
	BANDEJA MARQUESINA 1	1	70,00			70,00
	BANDEJA MARQUESINA 2	1	70,00			70,00
	BANDEJA MARQUESINA 3	1	50,00			50,00
						190,00
03.04	<p><b>m LINEA DE PUESTA A TIERRA 6 MM2</b></p> <p>Suministro y tendido de linea de puesta a tierra, instalada con conductor aislado de 6 mm2 de sección nominal. Incluso p.p. de caja de derivación, latiguillos de union, piezas especiales, instalado según REBT.</p>					
	TIERRAS INVERSOR 1	1	150,00			150,00
	TIERRAS INVERSOR 2	1	150,00			150,00
	TIERRAS INVERSOR 3	1	150,00			150,00
						450,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
03.05	m LÍNEA TRIFÁSICA 5x25 mm2 (AS) SOBRE BANDEJA EXISTENTE					
	Circuito eléctrico formado por conductores unipolares de cobre aislados RZ1-K (AS) 5x25 mm2, para una tensión nominal de 0,6/1 kV V, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, realizado sobre bandeja existente, en sistema trifásico (tres fases, neutro y protección), incluido p.p./ de cajas de registro y regletas de conexión. Instalación y conexionado conforme a REBT, a la NTE-IEB y a las UNE-HD 60364-1:2009 y UNE-HD 60364-1:2009/A11:2018. Circuito conforme a ITC-BT-28 en instalaciones en locales de pública concurrencia. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones (CPR) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.					
	LINEA INV.1 A EMBARRADO	1	10,00			10,00
	LINEA INV.2 A EMBARRADO	1	10,00			10,00
	LINEA INV.3 A EMBARRADO	1	10,00			10,00
						30,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
04	LEGALIZACIONES					
04.01	LEGALIZACIÓN INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA					
	Partida alzada de legalización completa de la instalación de electricidad, incluyen proyecto completo, certificado de DT de la instalación, inspección OCA, tasas, ... hasta la completa legalización en el organismo competente. Incluidos proyecto/certificados finales, certificados o boletines de instaladores, certificados de instalación, certificados de inicio de funcionamiento para garantías, tasas de los organismos oficiales, inspecciones por parte de organismo de control autorizados, pruebas de todas las instalaciones, incluidas inspecciones iniciales o periódicas de instalación existente.					
						1,00

## MEDICIONES

### PROYECTO DE INSTALACIÓN DE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
<b>05</b>	<b>SEGURIDAD</b>					
05.01	ud CASCO DE SEGURIDAD Casco de seguridad con arnés de cabeza ajustable por medio de rueda dentada, para uso normal y eléctrico hasta 440 V. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.02	ud GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.04	ud SEMI MÁSCARA ANTIPOLVO 1 FILTRO Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.06	ud CASCOS PROTECTORES AUDITIVOS Protectores auditivos con arnés a la nuca, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					3,00
05.07	ud MONO DE TRABAJO POLIESTER-ALGODÓN Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón (amortizable en un uso). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.08	ud PAR GUANTES USO GENERAL SERRAJE Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					2,00
05.09	ud PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.					1,00
05.10	ud BOTIQUÍN DE URGENCIA Botiquín de urgencia para obra fabricado en chapa de acero, pintado al horno con tratamiento anticorrosivo y serigrafía de cruz. Color blanco, con contenidos mínimos obligatorios, colocado.					1,00
05.11	ud REDACCIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Ud. Honorarios para la redacción del Plan de Seguridad y Salud firmado por Técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente.	1				1,00
						1,00
05.12	ud COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD Ud. Honorarios por labores del Coordinador de Seguridad y Salud con titulación competente, visado por el Colegio Oficial correspondiente, propuesto por el contratista y aprobado por el Ayuntamiento.	1				1,00
						1,00

## MEDICIONES

### PROYECTO DE INSTALACIÓN DE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
<b>06</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>					
06.01	ud CONTROL DE CERTIFICADOS CONTROL DE CERTIFICADOS DE MATERIALES DE OBRA: Certificado de instalación eléctrica, Certificado de instalación de aire acondicionado, Certificado de instalación de fontanería, Acta de replanteo, Certificado de aislamiento térmico, Certificado de tubo de pvc, Certificado de perfiles metálicos, Certificado de morteros, Certificado de placas de yeso laminado, Certificado de revestimientos de yeso, Certificados de tablero cerámico, Certificado tubos de cobre y acero, Certificado de mecanismos de instalación eléctrica, Certificado de conductores de l. Eléctrica, Certificado de ladrillos, Certificado baldosas de gres, Certificado de laminado madera, Certificado de placas colgadas techo madera Certificado pinturas, Certificado de vidrios escaparates, Certificado de puerta automática, Certificado de carpintería de madera, Certificados pida la DF.	1				1,00
						1,00
06.02	ud PRUEBA FUNCMTº. C.G.M.P. ELÉCTRICO Prueba de funcionamiento de automatismos de cuadros generales de mando y protección e instalaciones eléctricas. Incluso emisión del informe de la prueba.	1				1,00
						1,00
06.08	ud RELACION MATERIALES UTILIZADOS EN OBRA Relación de todos los modelos de materiales, mecanismos, luminarias, solados,....utilizados en la obra.	1				1,00
						1,00

MEDICIONES

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
07	GESTION DE RESIDUOS					
07.01	m3 TRAN.PLAN.<25km.CONT.RNP. VAL Servicio de entrega y recogida de contenedor de residuo peligroso y no peligroso valorable, por transportista autorizado (por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente), de capacidades: 16, 22 o 30 m3, colocado a pie de carga y considerando una distancia de transporte al centro de reciclaje o de transferencia no superior a 25km.( Plan Nacional de Residuos de construcción y demolición 2001; Ley 10/1998, de 21 de abril).					1,00
07.02	m³ SEPARACIÓN DE RESIDUOS m³ de separacion de residuos generados en el proceso de construcción.					5,00
07.03	m³ GESTOR DE RESIDUOS Gestor de residuos de la construcción autorizado					5,00

# **Estudio Básico de Seguridad y Salud**



1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
1.2	OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
1.3	DATOS DEL PROYECTO .....	3
2	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA .....	3
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.....	4
3.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	4
3.2	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS .....	5
3.3	CUBIERTAS PLANAS, INCLINADAS, MATERIALES LIGEROS .....	6
3.4	ALBAÑILERIA Y CERRAMIENTOS .....	7
3.5	TERMINACIONES (ALICATADOS, ENFOSCADOS, ENLUCIDOS, FALSOS TECHOS, SOLADOS, PINTURAS, CARPINTERIA, CERRAJERIA, VIDRIERÍA).....	8
3.6	INSTALACIONES (ELECTRICIDAD, FONTANERIA, GAS, AIRE ACONDICIONADO, CALEFACCIÓN, ASCENSORES, ANTENAS, PARARRAYOS).....	9
4	BOTIQUÍN .....	10
5	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	10
6	TRABAJOS POSTERIORES.....	10
6.1	REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	10
7	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....	11
8	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....	11
9	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	11
10	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	12
11	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS .....	13
12	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	13
13	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	13
14	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES .....	14
15	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS.....	14

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) **es inferior** a 450.759 €.
  - $PEC = PEM + \text{Gastos Generales} + \text{Beneficio Industrial (19\%)} + 21\% \text{ IVA}$
  - $PEM = \text{Presupuesto de Ejecución Material}$ .
- b) La duración estimada de la obra **no es superior** a 30 días o no se emplea en ningún momento a **más** de 20 trabajadores **simultáneamente**.
  - Plazo de ejecución previsto = **30 días**
  - Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente = **2 trabajadores**
- c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).
- d) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 1.2 OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 1.3 DATOS DEL PROYECTO

- Tipo de Obra: Proyecto de instalación solar fotovoltaica
- Situación: Carretera de Pozuelo, Nº61
- Población: 28222 – Majadahonda (Madrid)
- Promotor: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61
- Projectista: Muñoz Fernández, Jorge
- Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto: No aplica.

## 2 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.

- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre riesgo eléctrico

### 3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

#### 3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
Caídas de operarios al mismo nivel	Talud natural del terreno	Casco de seguridad
Caídas de operarios al interior de la excavación	Entibaciones	Botas o calzado de seguridad
Caídas de objetos sobre operarios	Limpieza de bolos y viseras	Botas de seguridad impermeables
Caídas de materiales transportados	Apuntalamientos, apeos.	Guantes de lona y piel
Choques o golpes contra objetos	Achique de aguas.	Guantes impermeables
Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria	Barandillas en borde de excavación.	Gafas de seguridad
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Tableros o planchas en huecos horizontales.	Protectores auditivos
Sobreesfuerzos	Separación tránsito de vehículos y operarios.	Cinturón de seguridad
Ruido, contaminación acústica	No permanecer en radio de acción máquinas.	Cinturón antivibratorio
Vibraciones	Avisadores ópticos y acústicos en maquinaria.	Ropa de Trabajo
Ambiente pulvígeno	Protección partes móviles maquinaria	Traje de agua (impermeable).
Cuerpos extraños en los ojos	Cabinas o pórticos de seguridad.	
Contactos eléctricos directos e indirectos	No acopiar materiales junto borde excavación.	
Ambientes pobres en oxígeno	Conservación adecuada vías de circulación	
Inhalación de sustancias tóxicas	Vigilancia edificios colindantes.	
Ruinas, hundimientos, desplomes en edificios colindantes.	No permanecer bajo frente excavación	

Condiciones meteorológicas adversas	Distancia de seguridad líneas eléctricas	
Trabajos en zonas húmedas o mojadas		
Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.		
Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.		
Contagios por lugares insalubres		
Explosiones e incendios		
Derivados acceso al lugar de trabajo		

### 3.2 CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
Caídas de operarios al mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios al interior de la excavación	Barandillas	Botas o calzado de seguridad
Caída de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Guantes de lona y piel
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes impermeables
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Gafas de seguridad
Choques o golpes contra objetos	Andamios de seguridad	Protectores auditivos
Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria	Mallazos	Cinturón de seguridad
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Tableros o planchas en huecos horizontales.	Cinturón antivibratorio
Sobreesfuerzos	Escaleras auxiliares adecuadas	Ropa de Trabajo
Ruido, contaminación acústica	Escalera de acceso peldañeada y protegida	Traje de agua (impermeable).
Vibraciones	Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas	
Ambiente pulvígeno	Mantenimientos adecuado de la maquinaria	
Cuerpos extraños en los ojos	Cabinas o pórticos de seguridad	
Dermatitis por contacto de hormigón	Iluminación natural o artificial adecuada	
Contactos eléctricos directos e indirectos	Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito	
Inhalación de vapores	Distancia de seguridad a las líneas eléctricas	
Rotura, hundimiento, caídas de encofrados y de entibaciones.	Conservación adecuada vías de circulación	
Condiciones meteorológicas adversas	Vigilancia edificios colindantes.	

Trabajos en zonas húmedas o mojadas	No permanecer bajo frente excavación	
Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.		
Contagios por lugares insalubres		
Explosiones e incendios		
Derivados acceso al lugar de trabajo		
Radiaciones y derivados de la soldadura		
Quemaduras en soldadura oxicorte		

### 3.3 CUBIERTAS PLANAS, INCLINADAS, MATERIALES LIGEROS

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
Caídas de operarios al mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas o calzado de seguridad
Caída de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Guantes de lona y piel
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes impermeables
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Gafas de seguridad
Choques o golpes contra objetos	Andamios de seguridad	Mascarillas con filtro mecánico
Atrapamientos y aplastamientos	Mallazos	Protectores auditivos
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Tableros o planchas en huecos horizontales.	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Escaleras auxiliares adecuadas	Botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización
Ruido, contaminación acústica	Escalera de acceso peldañeada y protegida	Ropa de trabajo
Vibraciones	Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas	
Ambiente pulvígeno	Plataformas de descarga de material	
Cuerpos extraños en los ojos	Evacuación de escombros	
Dermatitis por contacto de cemento y cal	Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito	
Contactos eléctricos directos e indirectos	Habilitar caminos de circulación	
Condiciones meteorológicas adversas	Andamios adecuados	
Trabajos en zonas húmedas o mojadas		

Derivados de medio auxiliares usados		
Quemaduras en impermeabilizaciones		
Derivados del acceso al lugar de trabajo		
Derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustibles		

### 3.4 ALBAÑILERIA Y CERRAMIENTOS

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
Caídas de operarios al mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas o calzado de seguridad
Caída de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Guantes de lona y piel
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes impermeables
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Gafas de seguridad
Choques o golpes contra objetos	Andamios de seguridad	Mascarillas con filtro mecánico
Atrapamientos y aplastamientos en medios de elevación y transporte	Mallazos	Protectores auditivos
Lesiones y/o cortes en manos	Tableros o planchas en huecos horizontales.	Cinturón de seguridad
Lesiones y/o cortes en pies	Escaleras auxiliares adecuadas	Ropa de trabajo
Sobreesfuerzos	Escalera de acceso peldañeada y protegida	
Ruido, contaminación acústica	Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas	
Vibraciones	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	
Ambiente pulvígeno	Plataformas de descarga de material	
Cuerpos extraños en los ojos	Evacuación de escombros	
Dermatitis por contacto de cemento y cal	Iluminación natural o artificial adecuada	
Contactos eléctricos directos e indirectos	Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito	
Derivados de medio auxiliares usados	Andamios adecuados	
Derivados del acceso al lugar de trabajo		

### 3.5 TERMINACIONES (ALICATADOS, ENFOSCADOS, ENLUCIDOS, FALSOS TECHOS, SOLADOS, PINTURAS, CARPINTERIA, CERRAJERIA, VIDRIERÍA)

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
Caídas de operarios al mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas o calzado de seguridad
Caída de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Botas de seguridad impermeables
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes de lona y piel
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Guantes impermeables
Choques o golpes contra objetos	Andamios de seguridad	Gafas de seguridad
Atrapamientos y aplastamientos	Mallazos	Protectores auditivos
Atropellos, colisiones, alcances, vuelcos de camiones	Tableros o planchas en huecos horizontales.	Cinturón de seguridad
Lesiones y/o cortes en manos	Escaleras auxiliares adecuadas	Ropa de trabajo
Lesiones y/o cortes en pies	Escalera de acceso peldañeada y protegida	Pantalla de soldador
Sobreesfuerzos	Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas	
Ruido, contaminación acústica	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	
Vibraciones	Plataformas de descarga de material	
Ambiente pulvígeno	Evacuación de escombros	
Cuerpos extraños en los ojos	Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito	
Dermatitis por contacto de cemento y cal	Andamios adecuados	
Contactos eléctricos directos e indirectos		
Ambientes pobres en oxígeno		
Inhalación de vapores y gases		
Trabajos en zonas húmedas o mojadas		
Explosiones e incendios		
Derivados de medio auxiliares usados		
Radiaciones y derivados de soldadura		

Quemaduras		
Derivados del acceso al lugar de trabajo		
Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles		

### 3.6 INSTALACIONES (ELECTRICIDAD, FONTANERIA, GAS, AIRE ACONDICIONADO, CALEFACCIÓN, ASCENSORES, ANTENAS, PARARRAYOS)

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
Caídas de operarios al mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas o calzado de seguridad
Caída de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Botas de seguridad impermeables
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes de lona y piel
Choques o golpes contra objetos	Redes horizontales	Guantes impermeables
Atrapamientos y aplastamientos	Andamios de seguridad	Gafas de seguridad
Lesiones y/o cortes en manos	Mallazos	Protectores auditivos
Lesiones y/o cortes en pies	Tableros o planchas en huecos horizontales.	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Escaleras auxiliares adecuadas	Ropa de trabajo
Ruido, contaminación acústica	Escalera de acceso peldañeada y protegida	Pantalla de soldador
Cuerpos extraños en los ojos	Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas	
Afecciones en la piel	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	
Contactos eléctricos directos e indirectos	Plataformas de descarga de material	
Ambientes pobres en oxígeno	Evacuación de escombros	
Inhalación de vapores y gases	Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito	
Trabajos en zonas húmedas o mojadas	Andamios adecuados	
Explosiones e incendios		
Derivados de medio auxiliares usados		
Radiaciones y derivados de soldadura		
Quemaduras		



Derivados del acceso al lugar de trabajo		
Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles		

## 4 BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

## 5 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto **se ha reservado un Capítulo para Seguridad y Salud.**

## 6 TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### 6.1 REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Riesgos más frecuentes	Medidas Preventivas	Protecciones Individuales
Caídas al mismo nivel en suelos	Andamiajes, escaleras y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros.	Casco de seguridad
Caídas de altura por huecos horizontales	Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles.	Ropa de trabajo
Caídas por huecos en cerramientos	Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas.	Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas
Caídas por resbalones	Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas.	Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas
Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria		
Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.		
Explosión de combustibles mal almacenados		
Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos.		
Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimiento de elementos constructivos, por		

deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de carga.		
Contactos eléctricos directos e indirectos.		
Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio.		
Vibraciones de origen interno y externo		
Contaminación por ruido		

## 7 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un **Coordinador en materia de Seguridad y Salud**, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un **aviso** a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## 8 COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

## 9 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## **10 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

## 11 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## 12 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de **veinticuatro horas** una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## 13 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su

caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

## **14 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## **15 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**

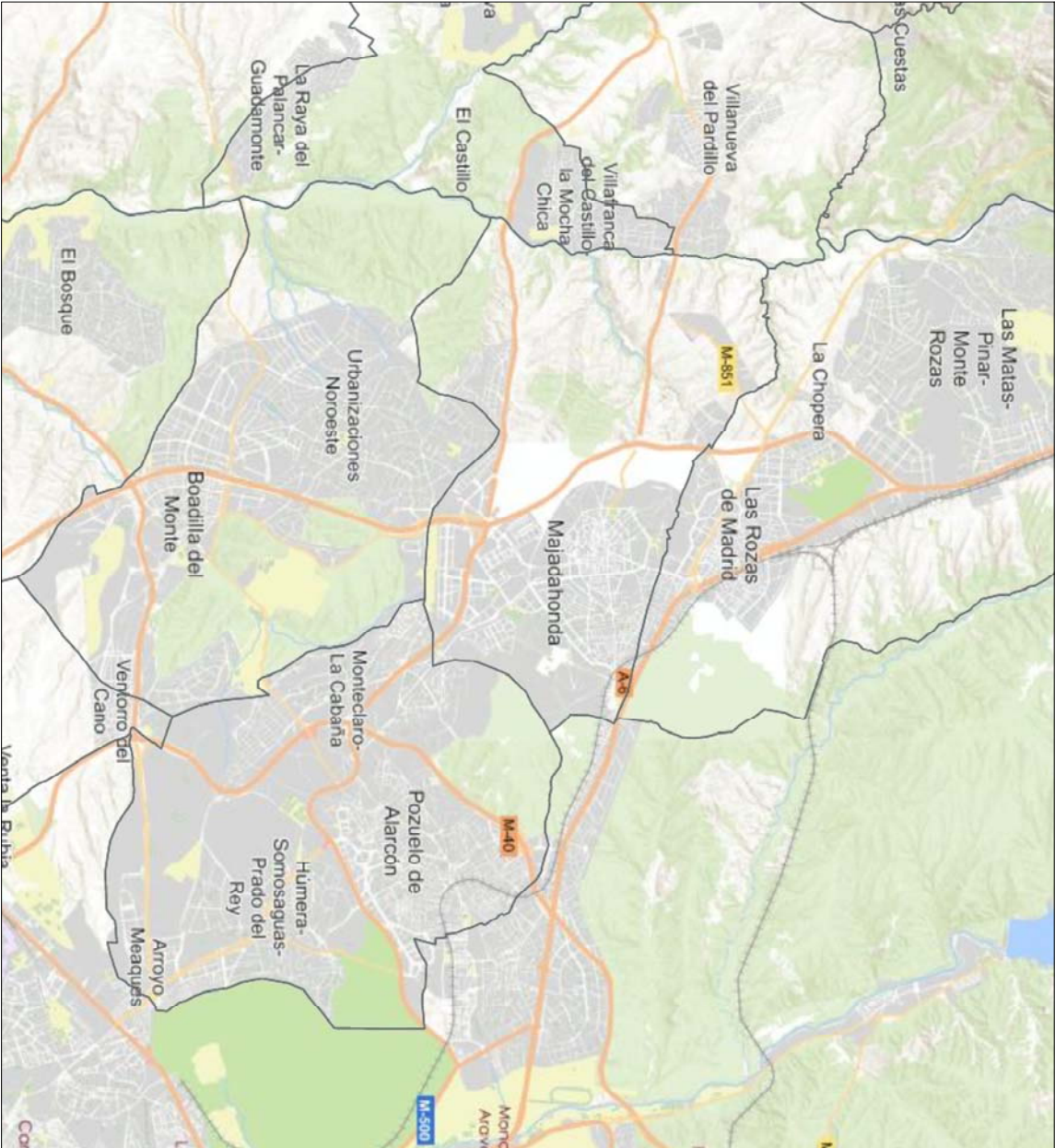
Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Guadalajara, febrero de 2023

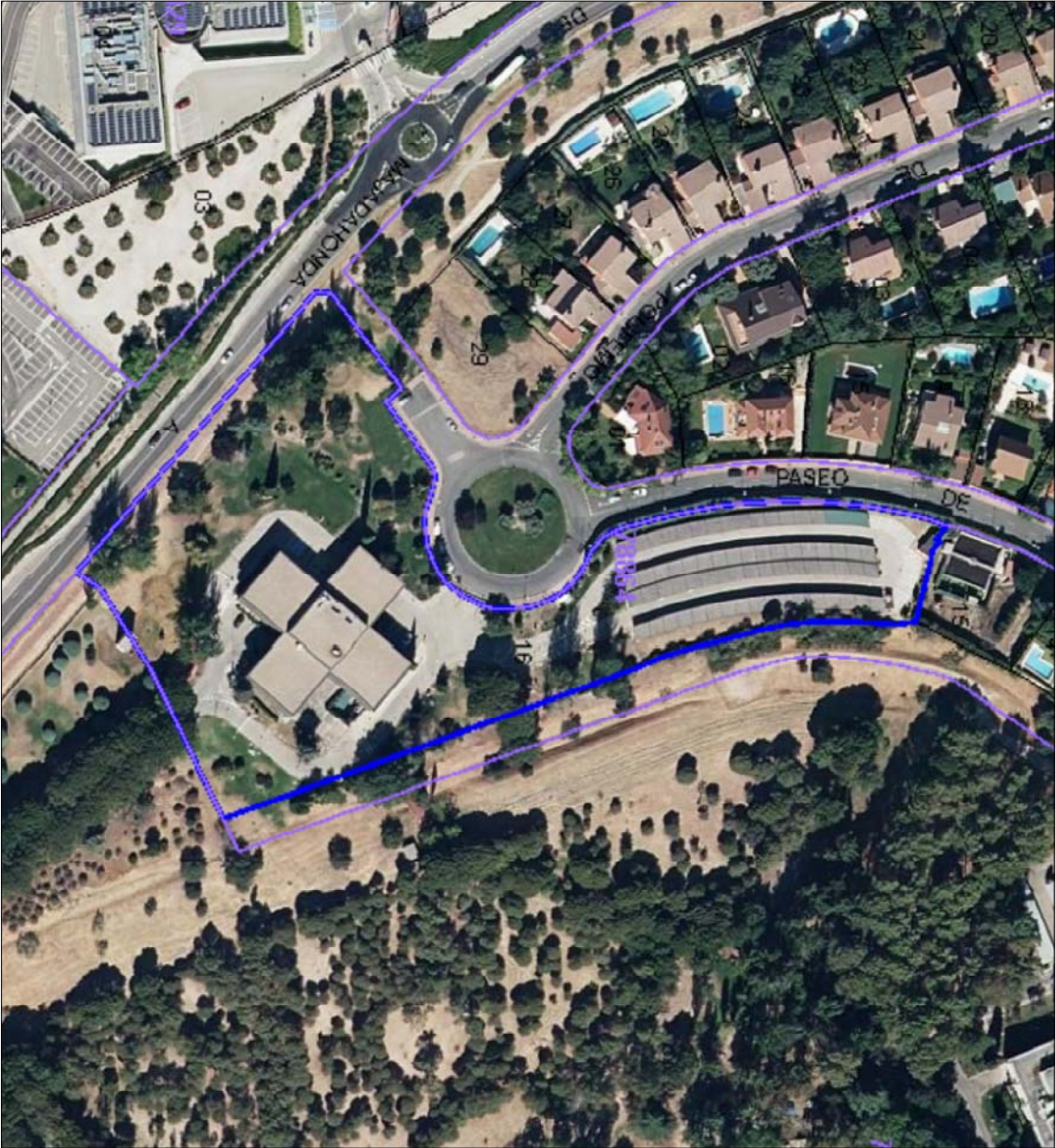
EL INGENIERO

Fdo. Jorge Muñoz Fernández  
Nº de Col: 560





SITUACIÓN  
ESCALA: S.E.



EMPLAZAMIENTO  
ESCALA: S.E.

TÍTULO:

## SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

FECHA: Febrero 2022	ESCALA: S.E.
PROYECTO: <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP</b>	
UBICACIÓN: Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)	
PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61	

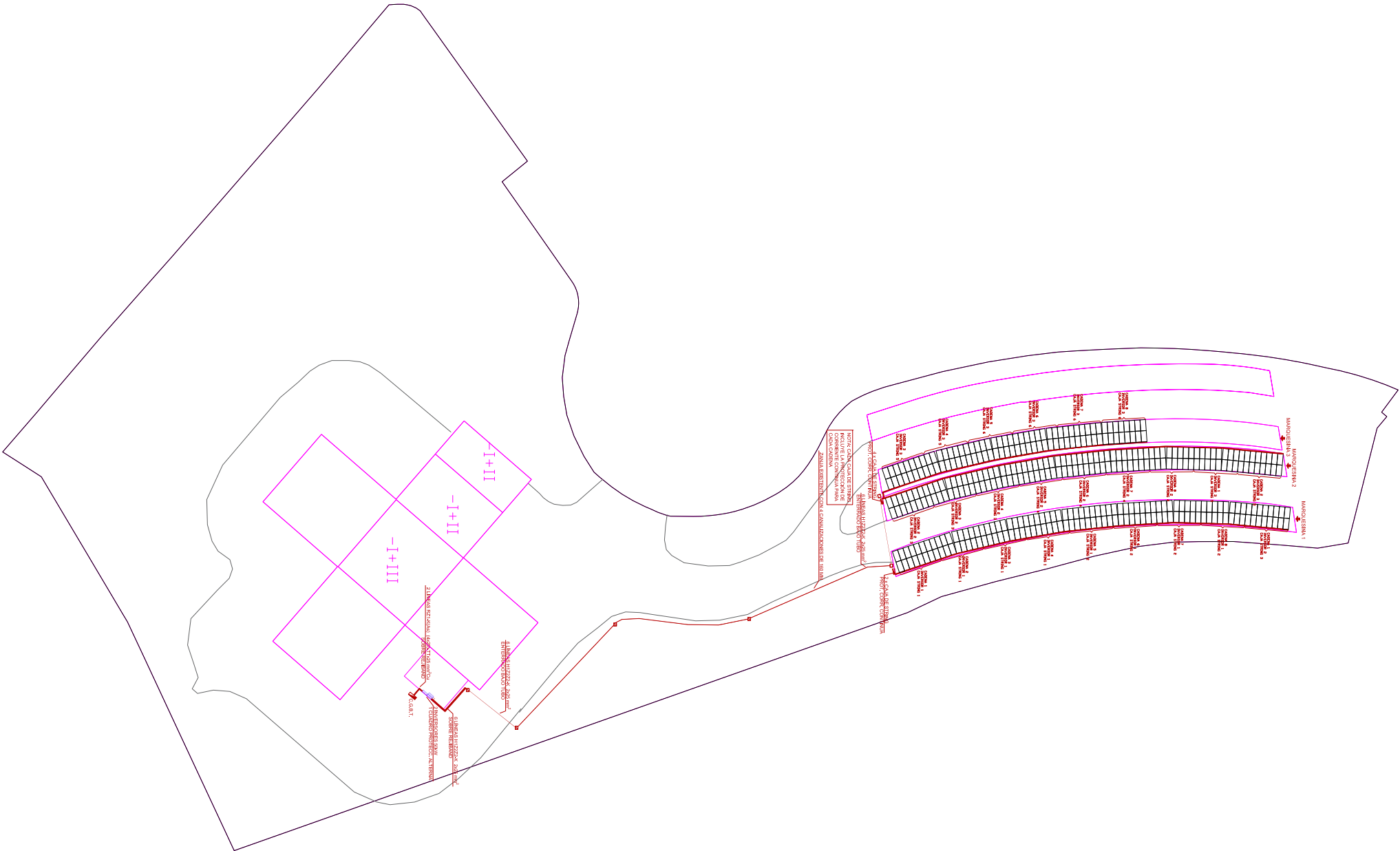
FECHA: Febrero 2022	ESCALA: S.E.
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
REVISION:	01

ingeniería

PLANO:

1





TITULO: 

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

PROYECTO: 

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

UBICACIÓN: 

Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)

PROMOTOR: FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

hennan ingeniería

PLANO: 2

FECHA: 

Febrero 2022

ESCALA: 

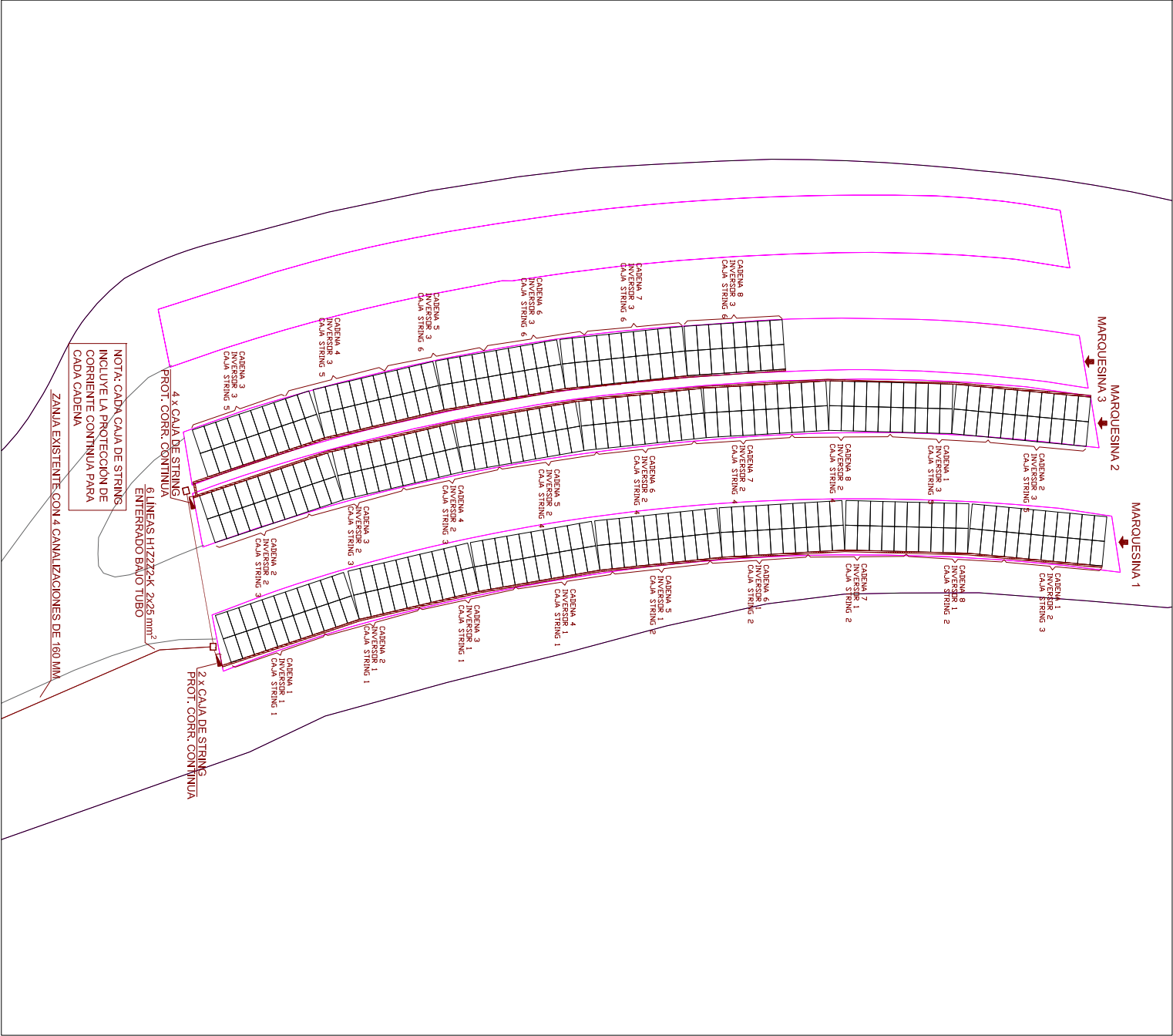
1:1000

Jorge Muñoz Fernández

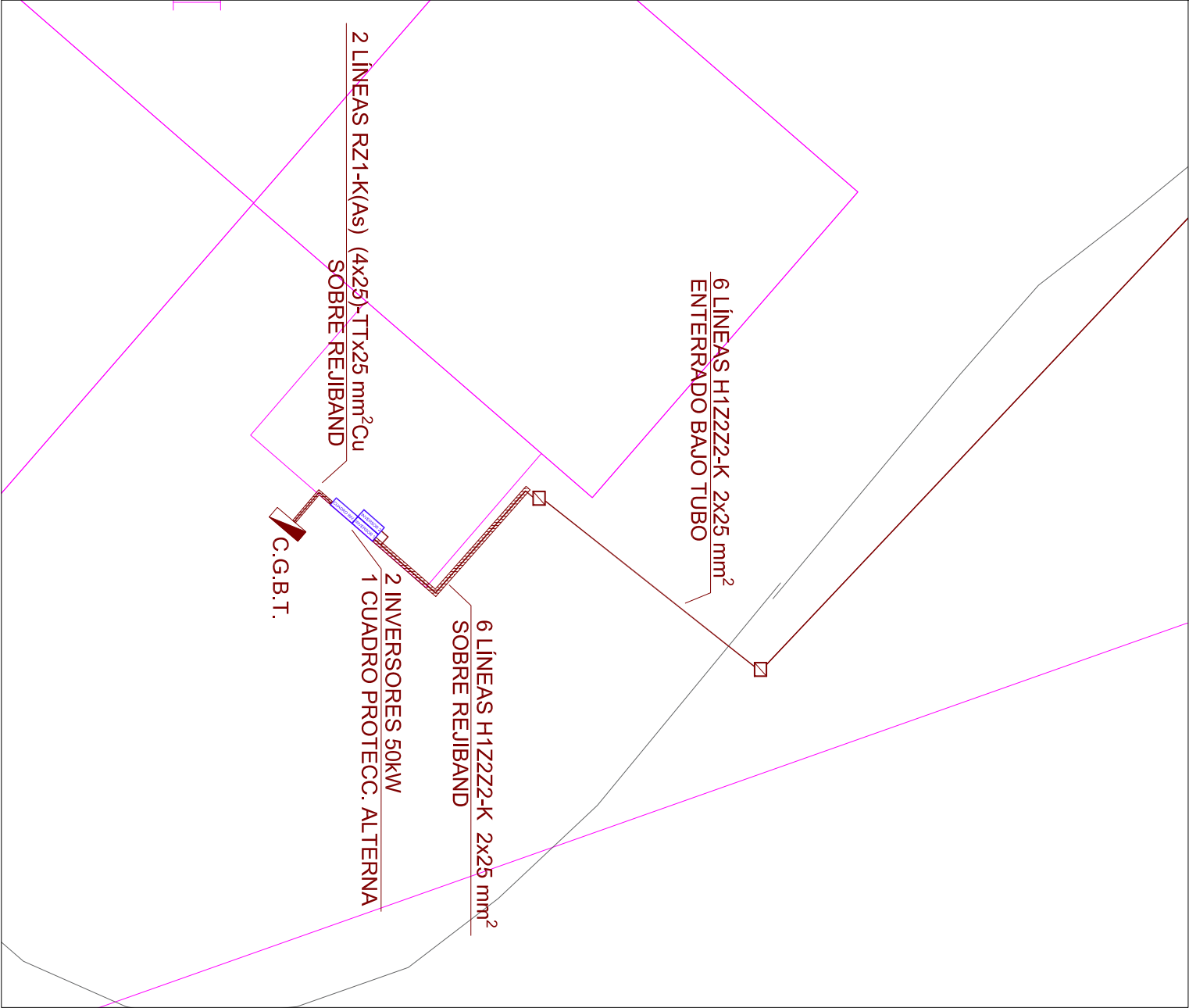
Ing. Téc. Industrial

Nº de Colegiado 560

REVISION: 01



DETALLE ZONA PLACAS FOTOVOLTAICAS, CAJAS DE STRING Y PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA  
ESCALA 1:500



DETALLE ZONA INVERSORES Y PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA  
ESCALA 1:500

TITULO:

## DETALLE INSTALACIÓN POR ZONAS

FECHA:	ESCALA:
Febrero 2022	1:1000
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
REVISION:	01

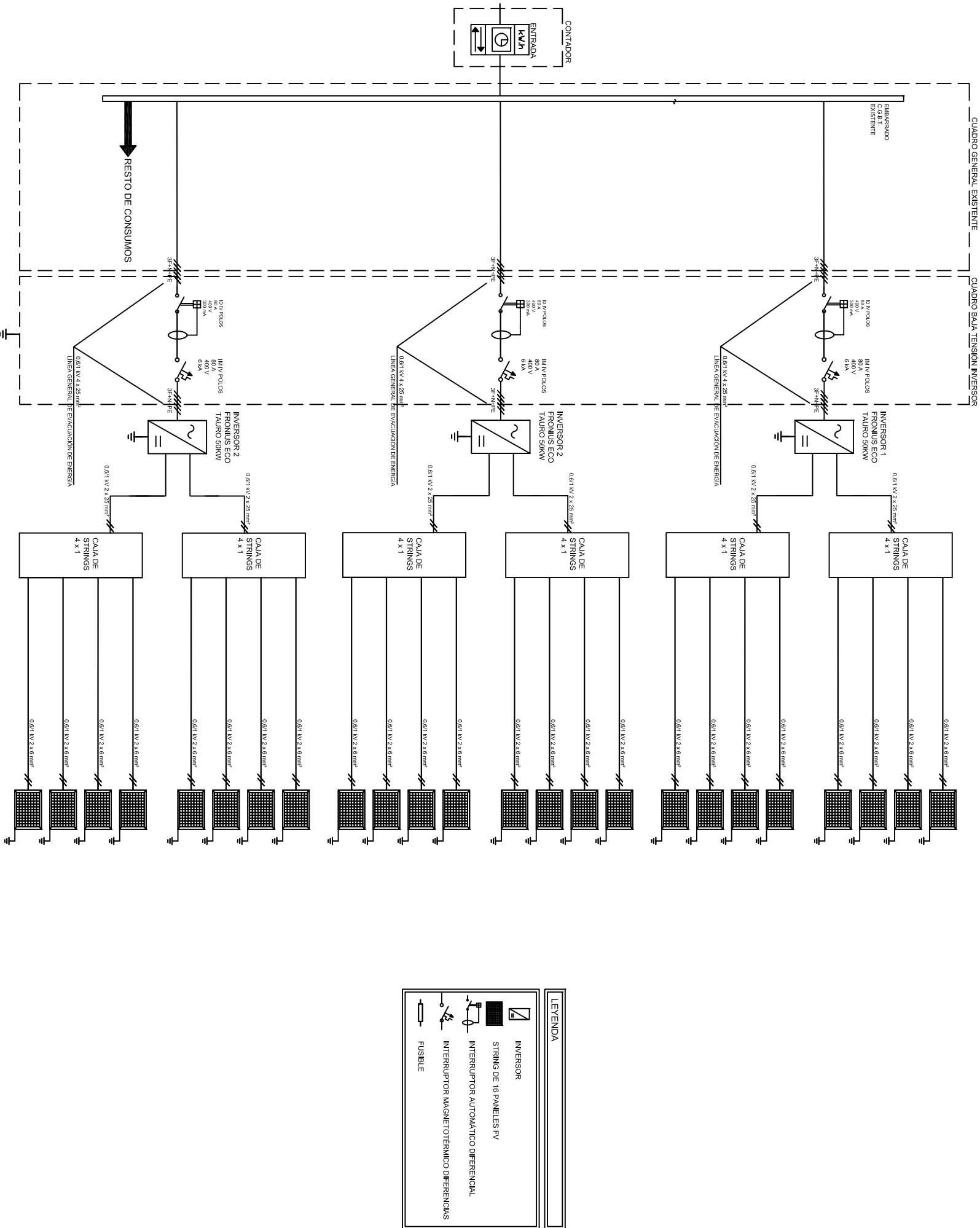
PROYECTO:	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP
UBICACIÓN:	Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR:	FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

nenan  
ingeniería

PLANO:

3





LEYENDA

☒

INVERSOR

STRING DE 16 PANELES PV

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO DIFERENCIAL

FUSIBLE

TÍTULO:

ESQUEMA UNIFILAR


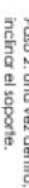
FECHA:	ESCALA:
Febrero 2022	S.E.
Jorge Muñoz Fernández	
Ing. Téc. Industrial	
Nº de Colegiado 560	
REVISION:	01

PROYECTO:	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP
UBICACIÓN:	Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR:	FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61



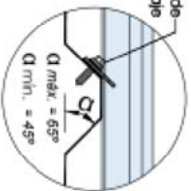
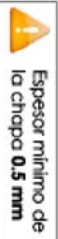
- Viento:** Hasta 150 Km/h (ver documento de velocidades del viento)
- Materiales:** Perfilado de aluminio EN AW 6005A T6  
Tornillería preseros: Acero inoxidable A2-70  
Tornillería fijación: S42 Cincado autolodante
- Comprobar el buen estado y la fijación una vez colocada, antes de cualquier instalación.
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

2400x1350  
**PS**  
(Ver página 3)



100% Reciclabile

**Marcado**



Solo una filiación por griega. Las filitaciones de la parte izquierda del perfil, se ubican en el lado izquierdo de la griega hasta llegar al punto medio, a partir de aquí, a la derecha de la griega.



## TITULO:

<p><b>PROYECTO:</b> PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP</p> <p><b>UBICACIÓN:</b> Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)</p> <p><b>PROMOTOR:</b> FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NÚMERO 61</p>
--

henan ingenieria	PLANO:  5
---------------------	-----------------

**JA SOLAR**

## MECHANICAL DIAGRAMS



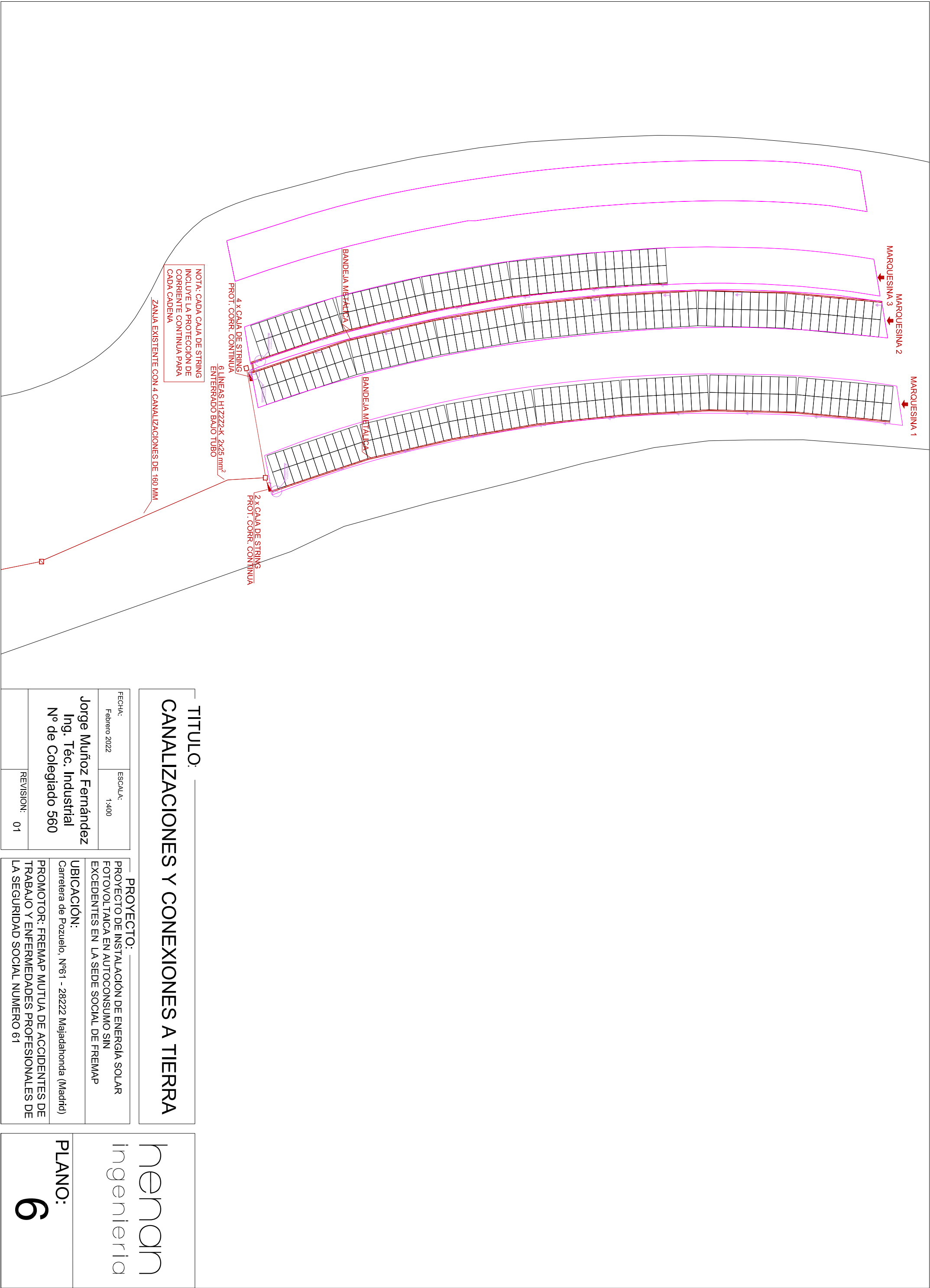
## SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	25.0kg±3%
Dimensions	2120±2mm×1052±2mm×40±1mm
Cable Cross Section Size	4mm² (IEC) , 12AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27 pcs/pallet 594pcs/40ft Container

DETALLE MÓDULOS MARCA: JA SOLAR MODELO: JAM72S20 450 Wp

## DETALLE SOPORTES Y MÓDULOS

## PROYECTO



TITULO:

CANALIZACIONES Y CONEXIONES A TIERRA

FECHA:  
Febrero 2022

ESCALA:  
1:400

Jorge Muñoz Fernández  
Ing. Téc. Industrial  
Nº de Colegiado 560

REVISION: 01

PROYECTO:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP

UBICACIÓN:

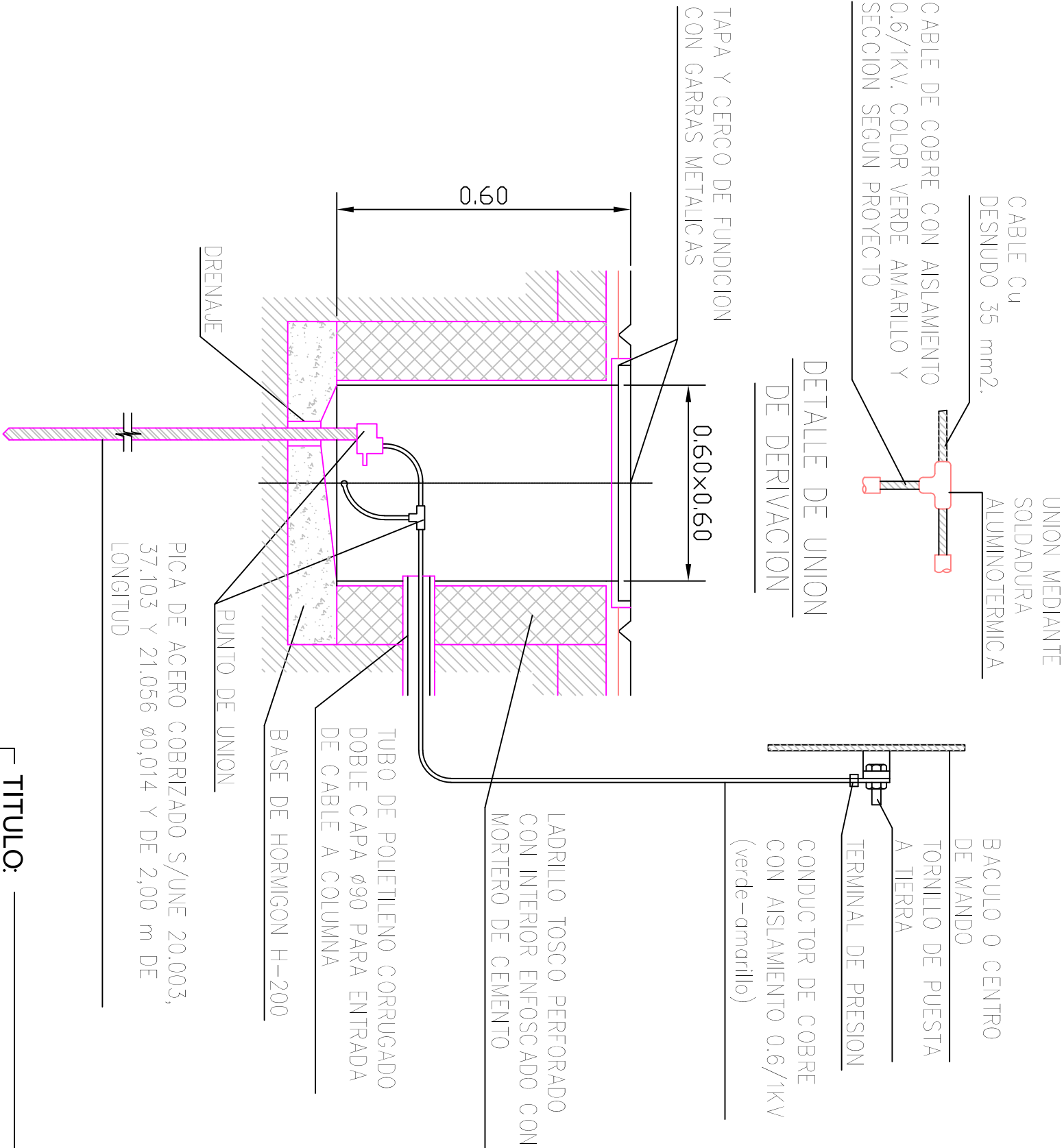
Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)

PROMOTOR:

FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61

ingeniería

PLANO:  
6



TITULO:

## DETALLE DE PICA DE TOMA DE TIERRA

FECHA:	ESCALA:
Febrero 2022	S.E.
Jorge Muñoz Fernández Ing. Téc. Industrial Nº de Colegiado 560	
REVISION:	01

PROYECTO:
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN AUTOCONSUMO SIN EXCEDENTES EN LA SEDE SOCIAL DE FREMAP
UBICACIÓN:
Carretera de Pozuelo, Nº61 - 28222 Majadahonda (Madrid)
PROMOTOR:
FREMAP MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES DE LA SEGURIDAD SOCIAL NUMERO 61