



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto de instalación fotovoltaica para autoconsumo en
edificio de uso terciario

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Romero Sanchez, Joan

Tutor/a: Ciscar Cuña, Javier

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

RESUMEN

En este trabajo se procederá a realizar el proyecto de una instalación fotovoltaica de autoconsumo para la alimentación de un edificio de oficinas. Para ello se buscará optimizar la instalación según las características del emplazamiento y su consumo anual.

Mediante un estudio técnico se plantearán diversas opciones de diseño que contemplan el uso de baterías, número de placas y disposición de estas, así como la conexión a la red eléctrica o no.

Por otro lado, se llevará a cabo un estudio económico que abarque los costes que representaría el montaje de ésta, precio de los elementos que la componen y de amortización que determine su viabilidad.

PALABRAS CLAVE

instalación; fotovoltaica; consumo; energía; baterías; AutoCAD; diseño; eléctrica; generador

TABLA DE CONTENIDO

1. MEMORIA	7
1.1. Objeto.....	7
1.2. Alcance o justificación del proyecto	7
1.3. Antecedentes.....	7
1.3.1. Energías no renovables.....	7
1.3.2. Energías renovables.....	8
1.3.3. Situación mundial actual.....	8
1.4. Energía solar fotovoltaica	9
1.5. Legislación	9
1.6. Estudio previo de la instalación.....	12
1.6.1. Situación y emplazamiento	12
1.6.2. Consumo energético del edificio	13
1.6.3. Radiación disponible.....	15
1.7. Desarrollo solución adoptada	17
1.7.1. Aspectos generales de la instalación	17
1.7.2. Paneles fotovoltaicos.....	17
1.7.3. Inversor	20
1.7.4. Dimensionado de la potencia a instalar	21
1.7.5. Análisis demanda y producción	24
1.7.6. Estructura de soporte de los módulos.....	25
1.7.7. Separación entre módulos	28
1.8. Instalación eléctrica	30
1.8.1. Descripción de la instalación	30
1.8.2. Cableado Tramo 1	31
1.8.3. Cableado Tramo 2.....	33
1.8.4. Cableado Tramo 3 y 4	34
1.8.5. Protecciones.....	34
ANEXO 1: Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030	37
ANEXO 2: Estudio económico	38
1. Objetivo	38
2. Consideraciones.....	38
3. Método financiero	38
ANEXO 3: Fichas técnicas.....	41
2. Pliego de condiciones.....	42
2.1. Objeto.....	42
2.2. Generalidades	42
2.3. Definiciones.....	43

2.3.1.	Radiación solar	43
2.3.2.	Instalación	44
2.3.3.	Módulos.....	44
2.4.	Condiciones de los componentes y materiales	45
2.4.1.	Generalidades	45
2.4.2.	Generador fotovoltaico	45
2.4.3.	Estructura de soporte de placas	46
2.4.4.	Inversores.....	46
2.4.5.	Cableado	48
2.4.6.	Cajas de empalme y derivación	48
2.4.7.	Conexión a red	49
2.4.8.	Medidas.....	49
2.4.9.	Protecciones.....	49
2.4.10.	Puesta a tierra.....	49
2.4.11.	Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	50
2.4.12.	Medidas de seguridad.....	50
2.5.	Pruebas y verificación.....	50
2.6.	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento	51
2.6.1.	Generalidades	51
2.6.2.	Programa de mantenimiento.....	52
2.7.	Garantías.....	53
2.7.1.	Ámbito general	53
2.7.2.	Plazos.....	53
2.7.3.	Condiciones económicas.....	53
2.7.4.	Anulación de la garantía	53
2.7.5.	Lugar y tiempo de la prestación	54
3.	Presupuesto	55
4.	PLANOS.....	56
	BIBLIOGRAFIA.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES DE LA MEMORIA

Figura 1: Vista aérea del emplazamiento	13
Figura 2: Vista por satélite de la ubicación	13
Figura 3: Gráfica consumos mensuales	14
Figura 4: Tabla consumos mensuales.....	14
Figura 5: Gráfica horaria consumo Julio 2021	15
Figura 6: Datos estimados de producción solar (PVGIS)	15
Figura 7: Tabla de datos de radiación PVGIS	16
Figura 8: tabla generalidades instalación	17
Figura 9: Datos eléctricos paneles fotovoltaicos (Ficha técnica).....	18
Figura 10: Datos mecánicos paneles fotovoltaicos (Ficha técnica).....	19
Figura 11: Dimensiones panel fotovoltaico (Ficha técnica)	19
Figura 12: Garantía panel fotovoltaico (Ficha técnica).....	19
Figura 13: Características inversor (Ficha técnica)	20
Figura 14: Tabla resumen placas	24
Figura 15: Gráfica demanda y producción	24
Figura 16: Tabla demanda y producción	25
Figura 17: Características estructura soporte placas (Ficha técnica).....	26
Figura 18: Ilustración montaje (Ficha técnica).....	26
Figura 19: Perfil de soporte (Ficha técnica).....	27
Figura 20: Detalle fijaciones (Ficha técnica).....	27
Figura 21: Unión kits soportes (Ficha técnica)	27
Figura 22: Ejemplo montaje uniones entre kits (Ficha técnica)	28
Figura 23: Esquema separación entre módulos (Fuente propia).....	29
Figura 24: Distribución módulos fotovoltaicos en tejado	29
Figura 25: Esquema tramos instalación	30
Figura 26: Secciones normalizadas para el cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K	33
Figura 27: Tabla ODS	37
Figura 28: Tabla precios luz	38
Figura 29: Fórmula VAN.....	39
Figura 30: Tabla comparativa energía extraída de la red vs energía producida y consumida.....	39
Figura 31: Análisis económico del proyecto	40

1.MEMORIA

1.1. Objeto

Con el siguiente proyecto se estudiará el dimensionamiento y diseño de una instalación de placas fotovoltaicas para un edificio de oficinas situado en la UPV, campus de Vera, justificado mediante criterios matemáticos y ambientales y cumpliendo la normativa vigente.

El estudio tiene el objetivo de abastecer las demandas requeridas por los distintos negocios, reduciendo el gasto de éstas y dotándolas de una gran independencia respecto al suministro eléctrico público, así como fomentar el uso de energías renovables y disminuir el impacto ambiental.

Aunque se busca el autoabastecimiento, la instalación estará interconectada a la red eléctrica para verter el excedente generado y para suplir los casos en los cuales no se genere suficiente energía eléctrica.

1.2. Alcance o justificación del proyecto

En primer lugar, se comentarán los antecedentes de las energías renovables para así introducir y explicar la evolución y situación actual de la energía solar fotovoltaica con mayor detalle.

En segundo lugar, se establecerán todos los detalles y características de la instalación, incluyendo los cálculos y toda la información necesaria teniendo en cuenta la demanda y el recurso solar disponible.

Seguidamente se presentará un pliego de condiciones técnicas que describa detalladamente como ejecutar de forma correcta la obra.

A continuación, se hará una valoración de la rentabilidad económica del proyecto teniendo en cuenta los costes del material y trabajo necesarios.

Por último, se complementará el trabajo con los anexos y planos pertinentes que acaben de complementar la información previa, de manera que se comprenda de manera adecuada el alcance de la instalación.

1.3. Antecedentes

1.3.1.Energías no renovables

Durante gran parte de la historia moderna, las energías no renovables han sido la columna vertebral del suministro energético a nivel mundial. Los combustibles fósiles, como el petróleo, el gas natural y el carbón, han sido ampliamente utilizados para la generación de electricidad y como fuente de energía en diversas industrias. Además, la energía nuclear también ha sido una opción importante para producir electricidad a gran escala.

Estas fuentes de energía han sido fundamentales para impulsar el desarrollo

industrial y tecnológico, proporcionando una fuente confiable de energía en cantidades significativas.

Sin embargo, el uso masivo de energías no renovables ha tenido un impacto ambiental considerable. La quema de combustibles fósiles libera grandes cantidades de gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono y metano, contribuyendo al cambio climático y al calentamiento global. Además, la extracción y el transporte de combustibles fósiles pueden provocar derrames de petróleo, contaminación del aire y del agua, y daños a los ecosistemas.

La energía nuclear, aunque no emite gases de efecto invernadero durante la generación de electricidad, presenta desafíos en términos de seguridad y gestión de residuos radiactivos.

1.3.2. Energías renovables

En respuesta a los desafíos ambientales y la necesidad de asegurar un suministro energético sostenible a largo plazo, las energías renovables han emergido como una alternativa prometedora. Estas fuentes de energía se basan en procesos naturales que se renuevan continuamente y no agotan los recursos de la Tierra.

Algunas de las principales energías renovables incluyen la energía eólica, que aprovecha la fuerza del viento para generar electricidad a través de turbinas; la energía hidráulica, que utiliza la fuerza del agua en movimiento para accionar turbinas hidroeléctricas; la energía geotérmica, que aprovecha el calor del interior de la Tierra; y la energía solar, que captura la radiación solar y la convierte en electricidad mediante células fotovoltaicas.

El uso de energías renovables ofrece numerosos beneficios, incluyendo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la disminución de la dependencia de recursos finitos. Además, estas fuentes de energía son más limpias y tienen un menor impacto ambiental en comparación con las no renovables.

Por otro lado, al ser generadas localmente, las energías renovables pueden aumentar la seguridad energética y disminuir la vulnerabilidad a los cambios en los precios de los combustibles importados, reduciendo así desigualdades entre la población.

1.3.3. Situación mundial actual

En la actualidad, el panorama energético mundial está experimentando una transformación significativa hacia una mayor adopción de energías renovables.

Varias naciones y regiones han establecido objetivos ambiciosos para aumentar la participación de las energías limpias en su mezcla energética total. Este cambio se ha impulsado por la creciente conciencia de la importancia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático.

La inversión en tecnologías renovables ha aumentado de manera notable en los últimos años, lo que ha llevado a una rápida evolución y mejora de estas tecnologías. Los costos de producción de las energías renovables, especialmente la energía solar fotovoltaica y la energía eólica, han disminuido significativamente, lo que las hace más competitivas frente a las energías no renovables en muchos mercados.

Además, algunos países y regiones están implementando políticas y regulaciones favorables para promover la adopción de energías renovables. Estos esfuerzos incluyen incentivos fiscales, tarifas de alimentación, subvenciones y programas de financiamiento para proyectos de energía limpia.

La combinación de estas medidas ha contribuido al rápido crecimiento del sector de las energías renovables y ha creado nuevas oportunidades para la generación de electricidad a partir de fuentes limpias y sostenibles.

1.4. Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una tecnología que convierte directamente la luz solar en electricidad mediante el uso de células fotovoltaicas. Estas células, generalmente hechas de silicio, generan una corriente eléctrica cuando son expuestas a la radiación solar. La energía solar fotovoltaica ha experimentado un progreso significativo en términos de eficiencia y costo en las últimas décadas, lo que la ha convertido en una opción cada vez más atractiva para la generación de electricidad a pequeña y gran escala.

Uno de los aspectos más destacados de la energía solar fotovoltaica es su capacidad para generar electricidad de forma descentralizada. Esto significa que se puede instalar en lugares cercanos al punto de consumo, reduciendo así las pérdidas en la transmisión de la electricidad a través de largas distancias. Además, la energía solar no produce emisiones durante su operación, lo que contribuye a reducir el impacto ambiental y la huella de carbono.

Sin embargo, la energía solar fotovoltaica también presenta algunos desafíos. La producción de paneles solares requiere recursos y procesos industriales que generan una huella ambiental, aunque se espera que esta disminuya con la mejora de las tecnologías de fabricación. Además, la variabilidad de la radiación solar a lo largo del día y las estaciones del año puede requerir sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, para garantizar un suministro continuo en momentos de menor exposición solar.

1.5. Legislación

No mencionar alguna normativa vigente en este apartado sobre los trabajos comprendidos o algún elemento de la instalación fotovoltaica no exime de su cumplimiento según la ley propia del país en el que se hagan.

Se nombrará de manera general la normativa relacionada a la instalación que se ha diseñado, que en caso de realización se tendrá que cumplir su equivalente a la ley vigente en caso de modificaciones o actualizaciones.

- Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.
- Ley 54/1997 del sector eléctrico (163k), que tiene como fin básico la regulación del sector eléctrico en su triple objetivo de garantizar el suministro, la calidad en el servicio y al menor coste posible. Y con especial relevancia la protección del medioambiente.
- Real Decreto 1663/2000 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a baja tensión (40k). Artículo 1. Ámbito de aplicación. El presente Real Decreto será de aplicación a las instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal no superior a 100 KWA y cuya conexión a la red de distribución se efectúe en baja tensión. A estos efectos, se entenderá por conexión en baja tensión aquella que se efectúe en una tensión no superior a 1 kv.
- Real Decreto 1432/2002 sobre la metodología de la tarifa eléctrica (40k). Establece la metodología para la aprobación o modificación de la tarifa eléctrica media o de referencia.
- Real Decreto 1955/2000 que regula las actividades de transporte, distribución, ... y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (303k). Desarrolla el marco normativo en el que han de desarrollarse las actividades relacionadas con el sector eléctrico, bajo el nuevo modelo establecido en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión → REBT.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial → Norma mayoritariamente derogada.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la

electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

- PCT-A-REV de febrero 2009, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red → Elaborado por IDAE y CENSOLAR.
- PCT-C-REV de julio 2011, Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red → Elaborado por IDAE y CENSOLAR.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo → Norma mayoritariamente derogada
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para

la transición energética y la protección de los consumidores.

- 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-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética
- Orden TED/1247/2021, de 15 de noviembre, por la que se modifica, para la implementación de coeficientes de reparto variables en autoconsumo colectivo, el anexo I del 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 477/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- Real Decreto-ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural

1.6. Estudio previo de la instalación

1.6.1. Situación y emplazamiento

El edificio en el cual se va a hacer la instalación se localiza en el barrio de la Carrasca, Valencia. Sus coordenadas son: 39°28'40.8" N y 0°20'09.6" W.

Se trata de un bloque de oficinas con diferentes negocios. El techo tiene alrededor de 814,69 m², que están disponibles al completo para su uso en la instalación.

A continuación, se encuentran vistas aéreas del emplazamiento y del edificio en las figuras 1 y 2:



Figura 1: Vista aérea del emplazamiento

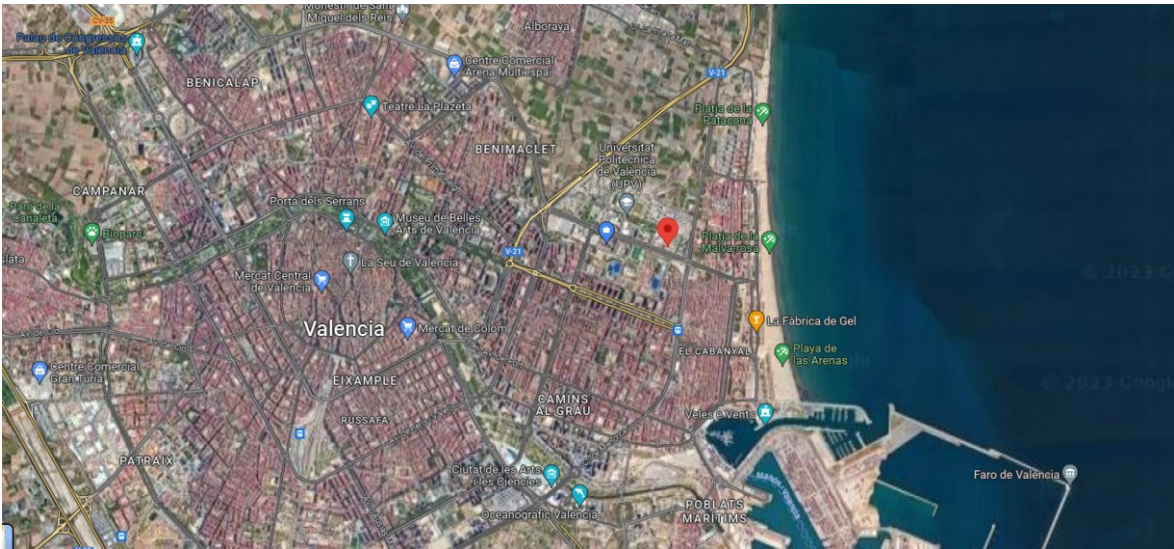


Figura 2: Vista por satélite de la ubicación

1.6.2. Consumo energético del edificio

Para dimensionar la instalación se estudiará el consumo de energía eléctrica del edificio. Estos datos han sido facilitados por los usuarios de las oficinas. El histórico que se ha analizado va desde marzo de 2021 hasta febrero de 2022.

La potencia total consumida anual es de 82.139,16kWh, que mes a mes se representa en la siguiente gráfica:

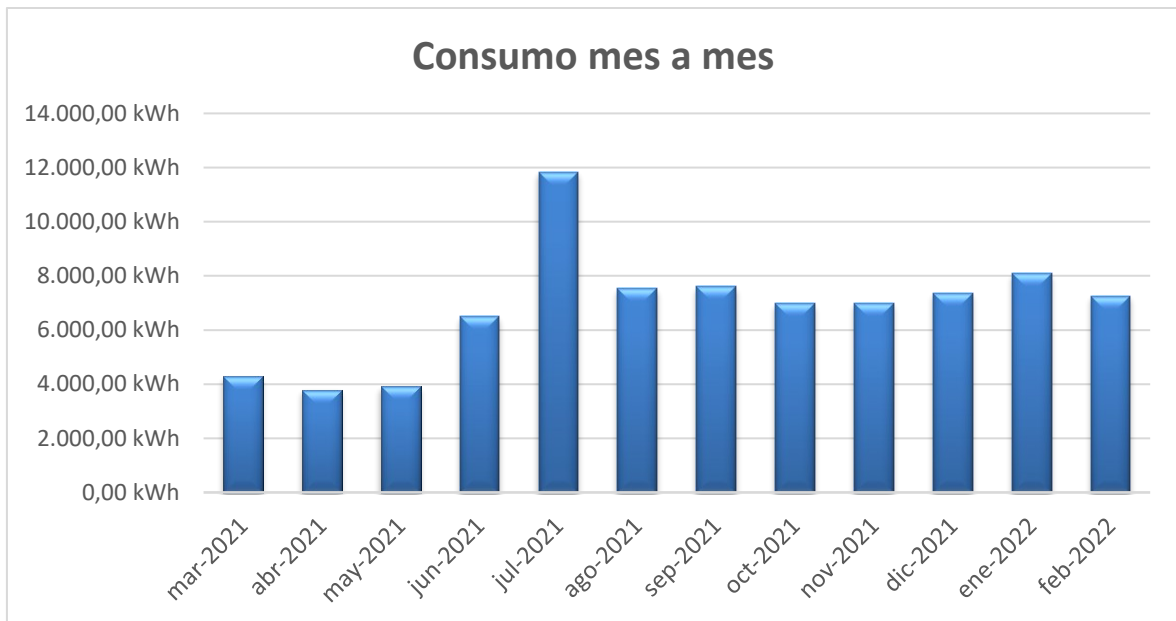


Figura 3: Gráfica consumos mensuales

Mes	Consumo mensual
mar-2021	4.272,99 kWh
abr-2021	3.787,97 kWh
may-2021	3.927,29 kWh
jun-2021	6.490,98 kWh
jul-2021	11.834,07 kWh
ago-2021	7.541,01 kWh
sep-2021	7.599,90 kWh
oct-2021	6.967,00 kWh
nov-2021	7.000,01 kWh
dic-2021	7.366,96 kWh
ene-2022	8.092,92 kWh
feb-2022	7.258,06 kWh
TOTAL	82.139,16kWh

Figura 4: Tabla consumos mensuales

Como se puede observar el consumo se incrementa entre los meses de junio y febrero, en especial el mes de julio.

La Figura 5 nos da información del consumo diario hora a hora del mes más desfavorable, en este caso Julio de 2021.

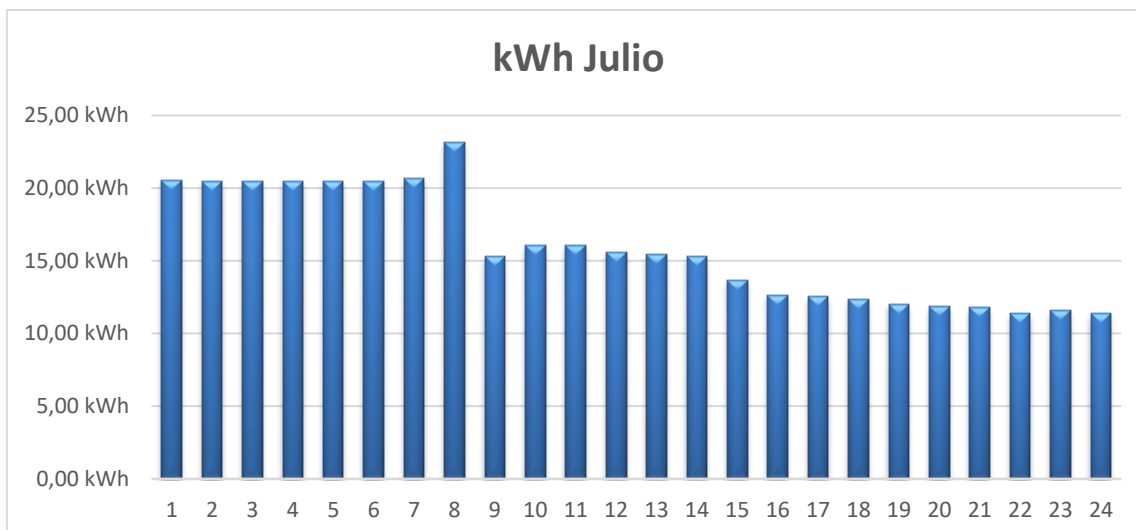


Figura 5: Gráfica horaria consumo Julio 2021

1.6.3. Radiación disponible

Una vez conocemos los datos de consumo es necesario saber el recurso solar del que disponemos. Como se ha mencionado en el apartado 1.4.1, el edificio se encuentra en Valencia, así que habrá que averiguar la radiación solar anual.

Para conocer esta información se hará uso del PVGIS (“Photovoltaic Geographical Information System”). PVGIS es una aplicación oficial desarrollada por la Unión Europea que permite calcular tu producción fotovoltaica en cualquier zona de Europa, Asia y América.

Dentro de la página web accederemos al apartado de rendimiento de un sistema FV conectado a red, en el que se introduce la dirección donde se va a realizar la instalación, la tecnología de los paneles (se escoge silicio cristalino), la base de datos de radiación solar, la potencia fotovoltaica a instalar (en este caso pondremos por defecto 1 kW que nos servirá más tarde para calcular la potencia real) y la posición de los paneles.

A partir de esta información obtendremos las pérdidas del sistema, la inclinación y el azimut óptimos, la radiación disponible y la producción fotovoltaica.

Datos proporcionados:		Resultados de la simulación	
Latitud/Longitud:	39.478,-0.336	Ángulo de inclinación:	37 (opt) °
Horizonte:	Calculado	Ángulo de azimut:	0 (opt) °
Base de datos:	PVGIS-SARAH2	Producción anual FV:	1562.08 kWh
Tecnología FV:	Silicio cristalino	Irradiación anual:	2047.83 kWh/m ²
FV instalado:	1 kWp	Variación interanual:	47.08 kWh
Pérdidas sistema:	14 %	Cambios en la producción debido a:	
		Ángulo de incidencia:	-2.5 %
		Efectos espectrales:	0.58 %
		Temperatura y baja irradiancia:	-9.56 %
		Pérdidas totales:	-23.72 %

Figura 6: Datos estimados de producción solar (PVGIS)

Las pérdidas del sistema se dejan como media en el 14% debidas al cableado, al inversor, a polvo y a condiciones meteorológicas.

Como se puede observar el ángulo de azimut de 0° y el ángulo de inclinación óptimo es de 37°, pero trabajaremos con 35° porque la diferencia de producción es mínima y existen más soportes de placas que trabajen en esa inclinación.

Las pérdidas totales se estiman en un 23.72%. Éstas son debidas en gran parte a la elevada temperatura que se alcanza durante los meses de calor, que merma el rendimiento de las placas. No obstante, se produce mucha energía por la gran cantidad de horas pico solares disponibles en la zona.

Por último, no tendremos pérdidas por sombras debido a que no existen más edificios alrededor que puedan bloquear la luz y se ha calculado la distancia necesaria entre placas para que no se interpongan unas con otras.

A continuación, se muestra la Figura 7, que es una tabla que recoge los datos de radiación obtenidos:

Mes	E_d	E_m	H(i)_d	H(i)_m	SD_m
1	3,56	110,39	4,42	136,99	16,94
2	3,95	110,6	4,99	139,65	15,15
3	4,37	135,52	5,61	173,88	14,2
4	4,63	139	6,03	181,01	9,05
5	4,85	150,28	6,45	199,99	11,94
6	4,98	149,25	6,73	202,04	3,84
7	5,04	156,14	6,87	212,9	5,31
8	4,87	151,11	6,62	205,08	6,48
9	4,4	132,05	5,93	177,83	7,34
10	3,94	122	5,17	160,19	13,83
11	3,45	103,47	4,38	131,51	13,93
12	3,3	102,29	4,09	126,78	9,48
Año			5,61	2047,85	

Figura 7: Tabla de datos de radiación PVGIS

Esta tabla nos da mes a mes varios datos:

- E_d: media diaria de producción de energía del sistema (kWh/d).
- E_m: media mensual de producción de energía del sistema (kWh/mes).
- H(i)_d: media diaria de la suma de radiación por metro cuadrado recibida por los módulos (kWh/m²/d).
- H(i)_m: media mensual de la suma de radiación por metro cuadrado recibida por los módulos (kWh/m²/mes)

Según la norma UNE 206008:2013 IN la hora sol pico (HSP) es: “Tiempo en horas en el que una irradiación constante de 1.000 W/m² producirá la misma irradiación que una irradiación variable con el tiempo, que incida sobre la misma superficie durante un periodo de tiempo determinado (normalmente un día). Su valor numérico coincide con la irradiación expresada en KWh”.

El dato interesante y que usaremos para realizar los cálculos es la suma de las horas solares pico mensuales, que en este caso da un valor anual de 2047.85 HSP.

1.7. Desarrollo solución adoptada

1.7.1. Aspectos generales de la instalación

La instalación fotovoltaica funcionará con una tensión de 48V en la que una parte más tarde será convertida en corriente alterna.

Está pensada para un funcionamiento conectado a la red, es decir, se usará en la medida de lo posible toda la energía producida por los módulos, pero en situaciones meteorológicas desfavorables se obtendrá energía directamente de la red pública.

El excedente creado durante algunos meses no se venderá a la red pública, puesto que la intención de la instalación es la del autoabastecimiento. No se dispondrá de baterías para almacenar la energía ni de reguladores de baterías debido al gran coste que suponen estos elementos. Además, no sería lógico su uso por el planteamiento de emplear toda la energía producida por la instalación durante las horas de sol.

Los módulos fotovoltaicos serán de tecnología monocristalina conectados en serie y paralelo según se verá más adelante.

Elemento o característica	Alternativa
Tensión instalación	48V
Tecnología módulos	Paneles monocristalinos
Material estructura	Aluminio
Inclinación estructura	35°
Baterías	Sin baterías
Inversores	Tipo String
Reguladores	Sin reguladores

Figura 8: tabla generalidades instalación

1.7.2. Paneles fotovoltaicos

Debido al gran aumento de la popularidad de este método de obtención de energía, se cuenta con una variedad muy extensa de modelos y tecnología

distintas, así como de empresas fabricantes y modelos.

Tras una investigación sobre los principales fabricantes de módulos fotovoltaicos se ha determinado escoger el panel SunPower Maxeon 3.

Este modelo está dentro del top de los mejores paneles del mercado de muchas organizaciones y páginas web por su gran calidad y eficiencia. Lo que más destaca del Maxeon 3 es que ofrece a los propietarios de viviendas la mayor eficiencia disponible en el mercado actual, maximizando la producción de energía a largo plazo, así como el potencial de ahorro por espacio disponible. Además, la marca SunPower es una de las empresas punteras del sector con una garantía líder y una vida útil de 40 años.

En la Figura 8, 9 y 10 se pueden ver las características eléctricas y dimensiones de los paneles, extraídos de la ficha técnica que aporta el fabricante.

Datos eléctricos			
	SPR-MAX3-400	SPR-MAX3-395	SPR-MAX3-390
Potencia nominal (P _{nom}) ⁹	400 W	395 W	390 W
Tolerancia de potencia	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Eficiencia de los paneles	22,6%	22,3%	22,1%
Tensión nominal (V _{mpp})	65,8 V	65,1 V	64,5 V
Intensidad nominal (I _{mpp})	6,08 A	6,07 A	6,05 A
Tensión de circuito abierto (V _{oc}) (+/-3)	75,6 V	75,4 V	75,3 V
Intensidad de cortocircuito (I _{sc}) (+/-3)	6,58 A	6,56 A	6,55 A
Máx. tensión del sistema		1000 V IEC	
Fusible de serie máxima		20 A	
Coef. potencia-temperatura		-0,27% / °C	
Coef. tensión-temperatura		-0,236% mV / °C	
Coef. intensidad-temperatura		0,058% mA / °C	

Pruebas y certificaciones	
Pruebas estándar ¹⁰	IEC 61215, IEC 61730
Certificados de gestión de calidad	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015
Prueba de amoníaco	IEC 62716
Prueba de soplado de arena	MIL-STD-810G
Prueba de niebla salina	IEC 61701 (máxima severidad)
Prueba PID	1000 V: IEC 62804
Normas disponibles	TUV

Pruebas y certificaciones de sostenibilidad	
Etiqueta Declare IFLI	Primer panel solar con etiquetado para la transparencia de ingredientes y el cumplimiento de LBC. ¹²
Cradle to Cradle Certified™ Bronze.	Primera línea de paneles solares con certificado por la salud de los materiales, administración del agua, reutilización de materiales, uso de energía renovable y manejo de carbono y justicia social. ¹³
Contribución a la certificación del Green Building Council	Los paneles pueden aportar puntos adicionales para la obtención de las certificaciones LEED y BREEAM. ¹⁴
Conformidad con EHS	RoHS (pendiente), OHSAS 18001:2007, sin plomo, REACH SVHC-163 (pendiente)

Figura 9: Datos eléctricos paneles fotovoltaicos (Ficha técnica)

Condiciones de funcionamiento y datos mecánicos	
Temperatura	-40°C a +85°C
Resistencia a impactos	Granizo de 25 mm de diámetro a 23 m/s
Células solares	104 Maxeon Gen III monocristalino
Cristal templado	Templado antirreflectante de alta transmisión
Caja de conexión	IP-68, Stäubli (MC4), 3 diodos de derivación
Peso	19 kg
Máx. carga ¹¹	Viento: 2400 Pa, 244 kg/m ² en cara frontal y posterior Nieve: 5400 Pa, 550 kg/m ² en cara frontal
Bastidor	Anodizado negro de clase 1 (máxima calificación AAMA)

Figura 10: Datos mecánicos paneles fotovoltaicos (Ficha técnica)

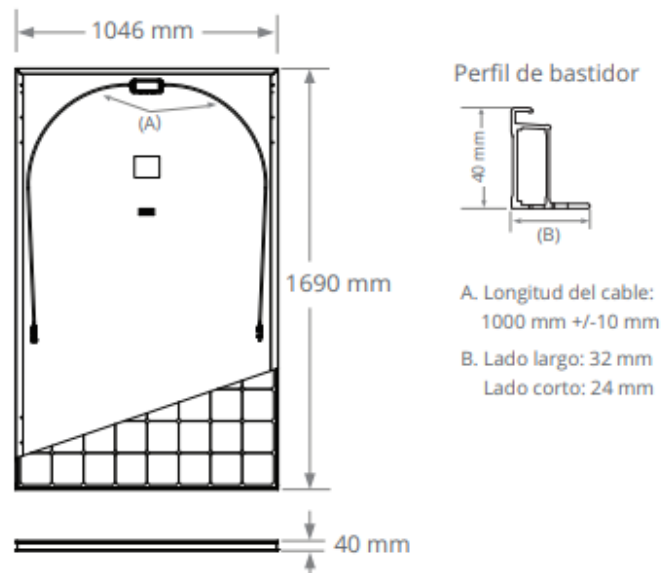


Figura 11: Dimensiones panel fotovoltaico (Ficha técnica)

Por último, se adjunta también la garantía y los datos de degradación de los módulos a lo largo de los años que afirma el fabricante.

Un mejor producto. Una mejor garantía.

La Garantía de paneles de total confianza de SunPower a 25 años está respaldada por pruebas y datos de campo de más de 30 millones de paneles SunPower Maxeon desplegados, y una tasa demostrada de devolución de paneles en garantía del 0,005 %.⁸



- Potencia mínima garantizada en el año 1 98,0%
- Degradación máxima anual 0,25%
- Potencia mínima garantizada en el año 25 92,0%

Figura 12: Garantía panel fotovoltaico (Ficha técnica)

Como se puede observar se mantiene la producción de potencia a lo largo de los años de manera muy estable, otra razón más para elegir este modelo de módulos.

1.7.3. Inversor

Tal y como se ha mencionado anteriormente, cualquier instalación fotovoltaica necesita de un inversor para funcionar, ya que es el encargado de transformar la energía eléctrica producida por los paneles en forma de corriente continua a corriente alterna, adecuándola para su consumo ya que la gran mayoría de elementos eléctricos de consumo funcionan de esa manera.

A la hora de elegir el inversor adecuado se tendrá en cuenta la potencia fotovoltaica instalada, ya que el inversor debe soportar una potencia mayor a la instalada para compensar las pérdidas que se produzcan.

El inversor deberá de incorporar un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) que permita maximizar la producción de la instalación para las diferentes condiciones.

Se ha elegido el modelo BG40KTR de la marca INVT Solar Technology. Éste convertirá la corriente continua en corriente alterna a 230/400V con un rendimiento máximo del 98.90%. Puede soportar hasta 55kW de entrada y 40kW de salida. Además, cuenta con una garantía de 5 años. Es de tipo String y se le conectarán 9 ramales conectados en paralelo con 14 módulos por serie.

	BG40KTR	BG50KTR	BG60KTR	BG70KTR
Input (DC)				
Max. DC input power (W)	55000	66000	72000	77000
Max. DC input voltage (V)	1100			
MPPT range (V)	570-950			
Output (AC)				
Rated output power (W)	40000	50000	60000	66000
Max. AC output current (A)	63,5	72,5	96	96
Nominal output voltage (V) / Frequency	230/400V, 3L+N+PE/3L+PE, 50Hz/60Hz			
Efficiency				
Max. efficiency	98,90%	98,90%	99,00%	99,00%
Euro-efficiency	98,50%	98,50%	98,50%	98,50%
Protection				
Protection	DC breaker, AC short-circuit protection, Over current protection, Over voltage protection, Isolation protection, RCD, Surge protection, Anti-island protection, Over-temperature protection, Ground fault monitoring, etc.			
General data				
LCD language	English, Chinese, German, Dutch			
Protection degree	IP65			
Operating temperature range	-25°C~+60°C(derate after 45°C)			
Dimension (H x W x D mm)	810x645x235			
Weight (kg)	53			
Grid qualification	NB/T 32004-2013, TUV, CE, VDE0126-1-1, VDE-AR-N4105, G59/3,C10/11, TF3.2.1, AS/NZS 4777.2:2015, EN61000-6-1:4, EN61000-11:12, IEC62109-1:2010, PEA, ZVRT			
Safety certificate / EMC certificate	VDE-AR-N4105, AS4777/3100, CQC			
Factory warranty(years)	5(standard)/10(optional)			

Figura 13: Características inversor (Ficha técnica)

1.7.4. Dimensionado de la potencia a instalar

Para el cálculo de la potencia instalada necesitaremos saber el número de módulos fotovoltaicos que se requieren para cumplir con las demandas expuestas anteriormente. Este dato será la combinación de varios factores como lo son la radiación anual disponible, el consumo anual del edificio, las características eléctricas del modelo de placas que queremos utilizar y las pérdidas estimadas.

En primer lugar, extraemos el número de HSP anuales disponibles en la zona. En el apartado 1.4.3 se determina gracias al PVGIS que el número total de HSP es de 2047.85.

En segundo lugar, las pérdidas totales se estiman en un 23.72%

Por otro lado, según se ha visto en el apartado 1.4.2 sabemos que el consumo anual es de 82139.16 kWh.

Con estos datos se procede a calcular la producción de energía total anual que conseguiría uno de los módulos:

$$Emódulo = \frac{Wp * HSP_{anual} * FS}{1000} = \frac{400 * 2047.85 * 0.7628}{1000}$$
$$= 624.84 \text{ kWh/año}$$

Término a término:

- Emódulo: energía producida por una placa en un año (kWh/año).
- Wp: potencia pico del módulo fotovoltaico (W).
- HSPanual: horas pico anuales (h/año).
- FS: factor de seguridad según pérdidas. Tiene en cuenta pérdidas por el aumento de temperatura, sombras, inversor y fenómenos meteorológicos.

Una vez obtenido el valor de la energía producida por una placa en un año, solo nos quedaría dividirlo por el total de kWh demandados anual. De esta manera se consigue el número total de módulos necesarios para cubrir con la demanda.

$$Nmódulos = \frac{Demanda}{Emódulo} = \frac{82139.16}{624.84} = 131.46 \approx 132$$

Término a término:

- Nmódulos: número de módulos necesarios para afrontar la demanda.
- Demanda: energía que gasta el edificio anualmente (kWh/año).

Este número de placas es provisional, ya que se tienen que observar las características del inversor, puesto que no se debe superar su potencia máxima admisible ni el voltaje y corriente MPPT.

Continuamos calculando el número de placas en serie adecuado. El valor del voltaje pico de la placa es de 65.8V, previamente mencionado en el apartado 1.5.1. El valor MPPT del voltaje del inversor va desde los 570V a los 950V. Con esta información se resuelve la siguiente fórmula:

$$N_{serie} = \frac{V_{invmax}}{V_{módulo}} = \frac{950}{65.8} = 14.44 \approx 14$$

Término a término:

- N_{serie} : número máximo de placas en serie.
- V_{invmax} : voltaje máximo de entrada del inversor (V).
- $V_{módulo}$: voltaje pico de la placa (V).

La suma de líneas en paralelo entonces se obtiene de la siguiente manera:

$$N_{paralelo} = \frac{N_{módulos}}{N_{serie}} = \frac{132}{14} = 9.43 \approx 9$$

Donde:

- $N_{paralelo}$: número de líneas en paralelo.

Por último, quedaría comprobar que la instalación queda dentro de los límites de trabajo del inversor.

$$V_{pico} = N_{serie} * V_{módulo} = 14 * 65.8 = 921.2 V$$

$$V_{pico} < V_{invmax}$$

$$I_{pico} = N_{paralelo} * I_{módulo} = 9 * 6.08 = 54.72 A$$

$$I_{invmin} = \frac{P_{max}}{V_{invmax}} = \frac{55000}{950} = 57.89 A$$

$$I_{invmax} = \frac{P_{max}}{V_{invmin}} = \frac{55000}{570} = 96.5 A$$

$$I_{pico} < I_{invmin}$$

Donde:

- V_{pico} : tensión de trabajo de la instalación (V).
- I_{pico} : corriente de trabajo de la instalación (A).
- $I_{módulo}$: corriente pico de la placa (A).
- I_{invmin} : corriente mínima de entrada del inversor (A).
- I_{invmax} : corriente máxima de entrada del inversor (A).

A la vista de los resultados, se puede observar que la tensión de trabajo de la instalación entra dentro de los rangos de trabajo del inversor, mientras que la corriente de trabajo es menor que el rango del inversor. A la vista de estos resultados se modificará el número de líneas en paralelo y la cantidad de placas en serie para adecuarse a los rangos.

Se procederá a establecer la cantidad de líneas en paralelo en un valor de 10. A partir de aquí sacaremos una nueva cantidad de placas en serie:

$$N_{sreal} = \frac{N_{módulos}}{N_{preal}} = \frac{132}{10} = 13.2 \approx 13$$

$$N_{real} = 13 * 10 = 130$$

Término a término:

- N_{sreal} : número de placas en serie definitivo.
- N_{preal} : número de líneas en paralelo definitivo.
- N_{real} : número de placas definitivo.

Volvemos a comprobar los valores de corriente y tensión de trabajo con el rango del inversor:

$$V_{preal} = N_{sreal} * V_{módulo} = 855.4 V$$

$$V_{invmin} < V_{preal} < V_{invmax}$$

$$I_{preal} = N_{preal} * I_{módulo} = 10 * 6.08 = 60.8 A$$

$$I_{invmin} < I_{preal} < I_{invmax}$$

Término a término:

- V_{preal} : voltaje de trabajo definitivo de la instalación (V).
- I_{preal} : corriente de trabajo definitiva de la instalación (A).

Nº de placas	130
Potencia de las placas	400 W
Potencia de la instalación	52000 W

Figura 14: Tabla resumen placas

De esta manera el inversor puede soportar los 52000 W y se cumplen los valores de tensión y corriente impuestos por éste.

1.7.5. Análisis demanda y producción

Las figuras 14 y 15 hacen una comparación entre las curvas de producción y consumo que se han obtenido de los datos del consumidor y de la toma de decisiones para el dimensionado de la instalación.

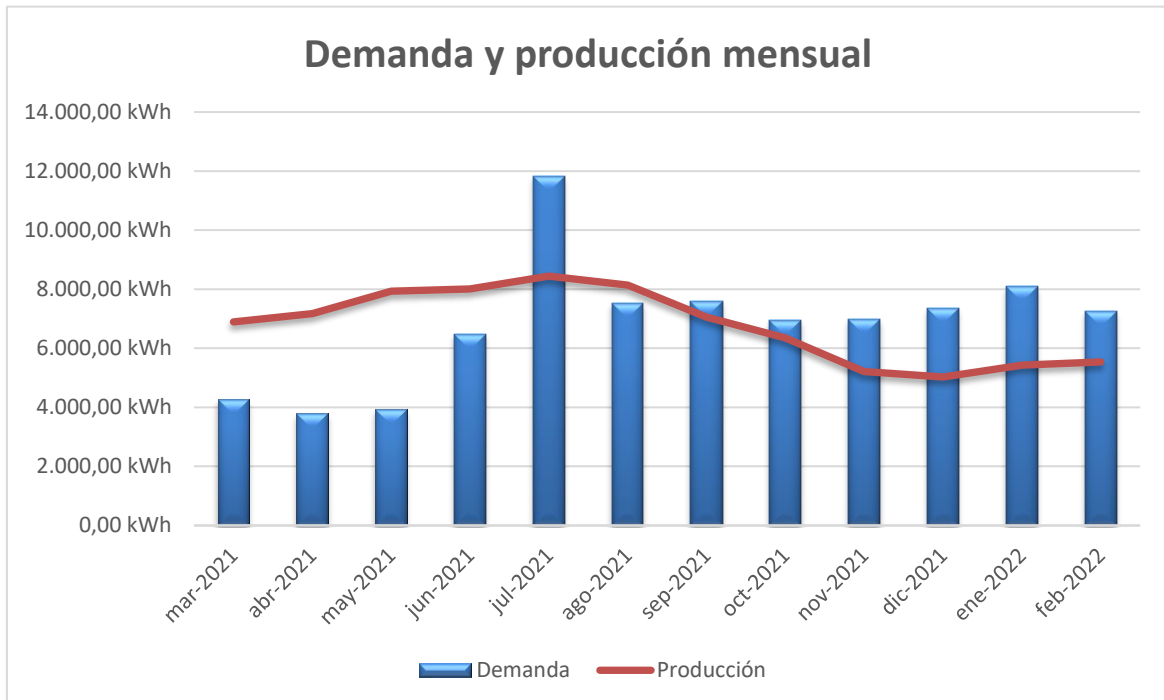


Figura 15: Gráfica demanda y producción

Mes	Demanda (kWh)	Producción (kWh)
mar-2021	4.272,99	6.897,05
abr-2021	3.787,97	7.179,87
may-2021	3.927,29	7.932,72
jun-2021	6.490,98	8.014,04
jul-2021	11.834,07	8.444,81
ago-2021	7.541,01	8.134,62
sep-2021	7.599,90	7.053,73
oct-2021	6.967,00	6.354,03
nov-2021	7.000,01	5.216,42
dic-2021	7.366,96	5.028,80
ene-2022	8.092,92	5.433,79
feb-2022	7.258,06	5.539,30
TOTAL	82139,16	81229,20

Figura 16: Tabla demanda y producción

Como se puede observar, según el dimensionado que se plantea se cubre casi la totalidad de la demanda anual.

Durante los meses de marzo, abril, mayo, junio y agosto nos encontraremos con un excedente de energía que representa un 14.78% del total.

En los meses de julio, septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero habrá una falta de energía que representa un 15.89% del total.

A la vista de estas cifras es que se ha tomado la decisión de no incorporar un sistema de almacenamiento de energía en los meses que haya excedente de producción al ser un porcentaje bajo respecto a total. Por otra parte, los meses que requieran de más energía de la que se produce se extraerá directamente de la red pública.

1.7.6. Estructura de soporte de los módulos

Las placas serán montadas sobre una estructura coplanar regulable que se fijará en los 35° en el tejado del edificio

El conjunto de la estructura y materiales auxiliares será suministrado por la empresa Sunfer Estructuras. Esta empresa realiza venta únicamente destinada a grandes proveedores, por lo que se tendrá que poner en contacto con una empresa que lo venda. En este caso se obtendrán de REBACAS S.L.

El modelo que se ha elegido es el 12V, un soporte inclinado abierto regulable vertical destinado a cubiertas de hormigón o subestructuras y cubierta plana.

La perfilera será de aluminio EN AW 6005A T6 y la tornillería de acero inoxidable A2-70. Las especificaciones del modelo se encuentran en la Figura 16 y el anclaje en la Figura 17:

<ul style="list-style-type: none"> • Soporte inclinado para cubierta de hormigón o subestructura. • Anclaje a hormigón. • Soporte premontado. • Regulable de 20° a 35° • Disposición de los módulos: Vertical. • Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm. • Tornillería de anclaje no incluida. • Kits disponibles de 1 hasta 6 módulos.
<p>Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)</p> <p>Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6 Tornillería de acero inoxidable A2-70</p> <p><i>Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.</i></p> <p><i>Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.</i></p>

Figura 17: Características estructura soporte placas (Ficha técnica)

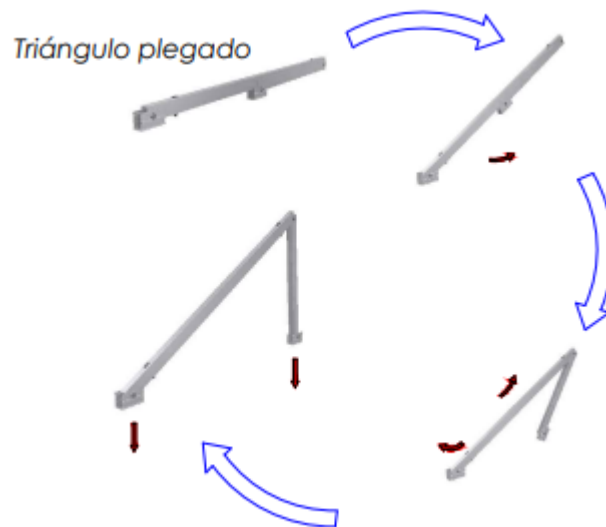


Figura 18: Ilustración montaje (Ficha técnica)

El soporte estará formado por 4 perfiles longitudinales de aluminio paralelos entre sí y conformados a partir de perfiles longitudinales G1.

El apriete de las uniones y anclaje al suelo se fijará mediante tornillos de hasta M10.

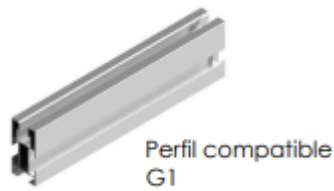


Figura 19: Perfil de soporte (Ficha técnica)



Detalle fijación G1 a triángulo
(Son necesarios 2 fijaciones por perfil,
1 por cada lado)

Figura 20: Detalle fijaciones (Ficha técnica)

Existen dos opciones de montaje:

- Para módulos de hasta 2279x1150 mm denominado Sistema Kit.
- Para módulos de hasta 2400x1350 mm denominado Sistema PS

En este caso al ser los módulos de 1690x1046 mm se usará la primera de estas opciones.

Los soportes se dividen en kits que pueden soportar desde 1 a 6 placas según sea conveniente. Entre cada kit se usará una unión conformada por los elementos descritos en la Figura 20.

S15 Kit de unión

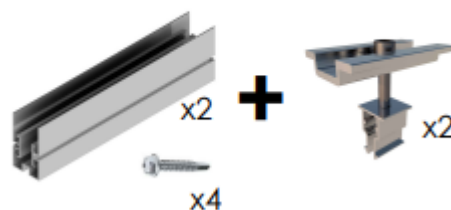


Figura 21: Unión kits soportes (Ficha técnica)

El kit de unión S15 se compone de 2 uniones UG1 (incluye tornillería) +2 presores centrales (S11).

EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión

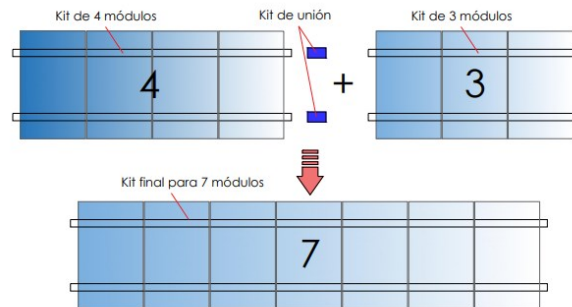


Figura 22: Ejemplo montaje uniones entre kits (Ficha técnica)

Al haber 130 placas en total se seguirá la siguiente distribución de kits de soporte:

5 líneas de paneles separadas paralelamente.

Cada línea estará constituida por 4 kits de 6 módulos y 1 kit de 2 módulos, lo que hace un total de 26 placas puestas en fila, sumando un total de 20 kits de 6 módulos y 5 kits de 2 módulos.

Se pondrán 2 kits de unión S15 entre cada kit de módulos, por lo que en cada fila habrá 4 kits S15, haciendo un total de 20 unidades.

1.7.7. Separación entre módulos

Para organizar la distribución espacial de los módulos y sus estructuras debemos averiguar la distancia que se debe guardar entre placas. De esta manera se elimina la presencia de sombras que perjudiquen al rendimiento de los módulos y, por tanto, no disminuamos la producción de energía.

Se calculará de la siguiente manera:

$$h = \text{sen}(35) * L_{\text{placa}} = \text{sen}(35) * 1690 = 969.34 \text{ mm}$$

$$k = \frac{1}{\text{tg}(61 - \text{latitud})} = \frac{1}{\text{tg}(61 - 39)} = 2.475$$

$$d = h * k = 969.34 * 2.475 = 2399.21 \text{ mm}$$

Siendo:

- h= altura de la sombra proyectada desde el final de la placa (mm).

- d = distancia desde la proyección de la sombra de la placa hasta el comienzo de la siguiente (mm).
- L_{placa} = longitud de la placa (mm).
- Latitud= latitud del emplazamiento.
- k = coeficiente adimensional

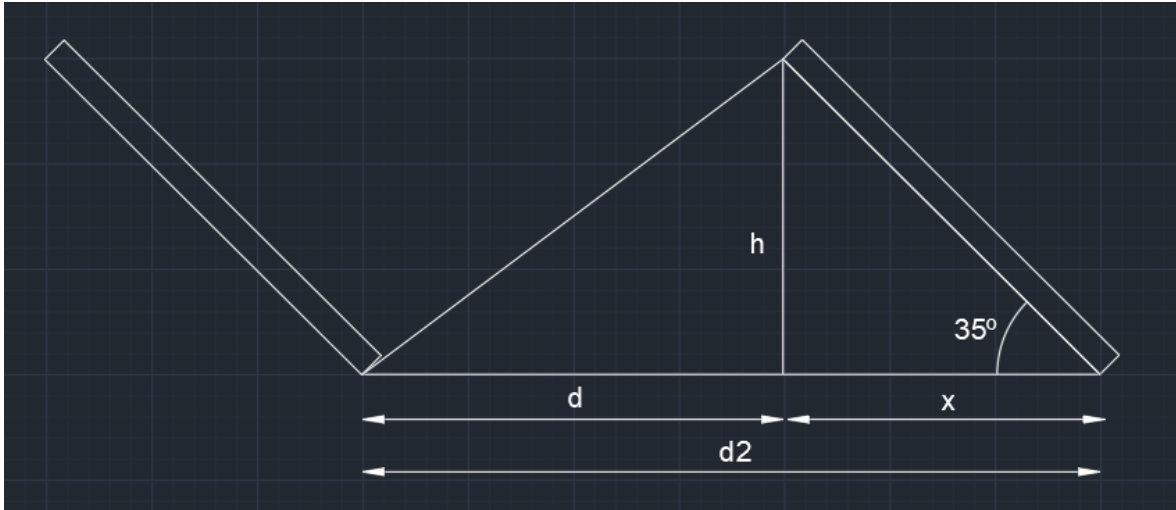


Figura 23: Esquema separación entre módulos (Fuente propia)

Entonces la distribución en el tejado quedaría como se muestra en la Figura 23:

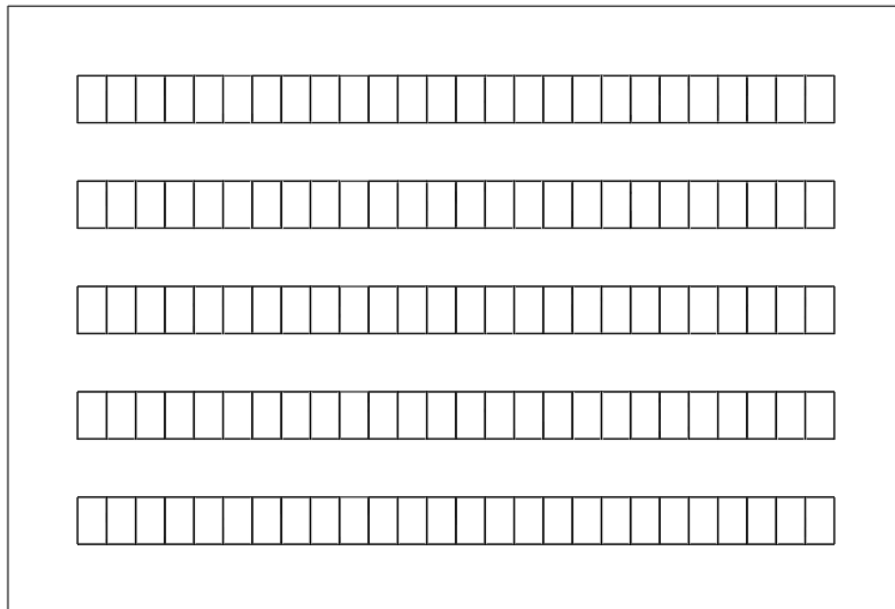


Figura 24: Distribución módulos fotovoltaicos en tejado

1.8. Instalación eléctrica

1.8.1. Descripción de la instalación

Como se ha mencionado anteriormente, la instalación estará compuesta por 10 líneas en paralelo con 13 módulos conectados en serie cada una.

El sistema eléctrico se va a dividir en dos grupos. El primer grupo comprenderá el circuito de corriente continua, que va desde las placas hasta la entrada del inversor. El segundo grupo estará formado por el circuito de corriente alterna, que irá desde la salida del inversor hasta el punto de conexión de red trifásica de baja tensión.

Por una parte, respecto al circuito de corriente continua, dividiremos el cableado en dos tramos. El primer tramo unirá desde las líneas a la caja de conexiones del generador, donde se encontrarán las conexiones de todos los módulos. Los cables de conexión entre módulos se harán con las conexiones que trae instaladas consigo la propia placa, que son de tipo Multi contact MC4. El segundo tramo conformará el cableado desde la caja de conexión hasta el inversor

En cuanto al segundo grupo, dado que la salida del inversor nos permite usar un sistema trifásico, se emplearán tres fases más el neutro. Se dividirá en dos tramos. El primer tramo recorrerá desde el inversor hasta el cuadro general de protección y medida de CA (CGPM). El segundo tramo va desde el CGPM hasta el cuadro general eléctrico del edificio.

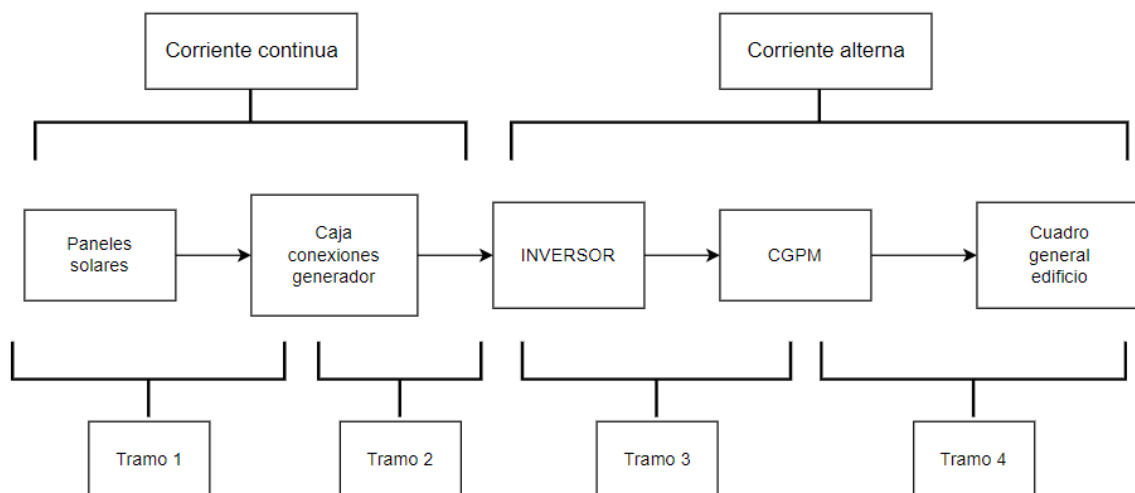


Figura 25: Esquema tramos instalación

En la zona de corriente continua, el cable que se utilizará es el TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K, apto para instalaciones fotovoltaicas, certificado por TÜV según IEC 62930 y EN 50618. Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor. Es compatible con la mayoría de conectores. Gracias a las prestaciones de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie o

directamente enterrado en plenas garantías. Se fijarán además con abrazaderas a la superficie inferior para obtener una mayor disipación de energía en estos conductores.

En los dos últimos tramos, el cable que se pondrá es el Afumex class 1000V RZ1-K AS. Es un conductor de fácil pelado (ahorro del 30 % de mano de obra).

Es un cable indicado para el circuito de corriente alterna en instalaciones fotovoltaicas. Dicho cable está formado por un conductor electrolítico recocido con una flexibilidad de clase 5 según UNE EN 60228. El material es de aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta Afumex. Tiene una tensión asignada de 0,6/1 kV y de alta seguridad (AS). Diseño según UNE 21123-4.

El dimensionado del cableado se calculará respecto al marco normativo existente. Para determinar la sección del cable se atenderá a la Guía Técnica de Aplicación en instalaciones generadoras de baja tensión (Guía-BT-40), escogiendo el criterio más restrictivo.

Según la guía: *“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”*

1.8.2. Cableado Tramo 1

Todas las líneas de módulos tienen el mismo número de placas en serie, por lo que la sección será igual en todas.

A continuación, se explican las fórmulas a seguir para el primer criterio:

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

Donde:

- R= resistencia (Ω).
- L= longitud (m).
- ρ = resistividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- S= sección del conductor (mm^2).

La relación entre resistencia, caída de tensión e intensidad:

$$R = \frac{V_a - V_b}{I}$$

Término a término:

- $V_a - V_b$ = diferencia de potencial (V). Suma de todas las tensiones pico de cada panel en serie en una línea.
- I = intensidad máxima (A).

$$R = \frac{V_a - V_b}{I} = \rho * \frac{L}{S} \rightarrow S = \frac{\rho * L * I}{(V_a - V_b)}$$

Dado que el conductor es de cobre, su resistividad es de 0,01786 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, por lo que:

$$S = \frac{\rho * L * I}{(V_a - V_b)} = \frac{0,01786 * 40 * 6,58}{65,8 * 13 * 0,015} = 0,366 \text{ mm}^2$$

Donde:

- L = longitud del conductor (m).
- I = corriente máxima que pasará por los conductores, en este caso la de cortocircuito de los módulos (A).

Según el segundo criterio:

$$I_{max} = I * 1,25 = 6,58 * 1,25 = 8,23 \text{ A}$$

Como se puede observar al obtener una sección de 0.366 mm² escogeremos la sección inmediatamente superior que según la ficha en la Figura 25 sería de 1,5 mm², que soportaría hasta 30 A, así que cumpliría el segundo criterio. Al tratarse de una instalación para fotovoltaica en que el recubrimiento debe ser de polietileno reticulado su sección debe ser al menos de 2,5 mm².

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	Int. Aire (A)	Int. sobre Superficie (A)	Int. adyacente a superficies (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 1,5	4,5	35	30	29	24	38,1
1 x 2,5	5,0	45	41	39	33	22,8
1 x 4	5,4	60	55	52	44	14,3
1 x 6	6,0	80	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	180	132	125	107	3,47
1 x 25	10,2	280	176	167	142	2,23
1 x 35	11,5	375	218	207	176	1,58
1 x 50	13,3	525	276	262	221	1,10
1 x 70	15,0	720	347	330	278	0,772
1 x 95	17,0	930	416	395	333	0,585
1 x 120	18,7	1.175	488	464	390	0,457
1 x 150	21,0	1.475	566	538	453	0,368
1 x 185	23,5	1.805	644	612	515	0,301
1 x 240	26,3	2.345	775	736	620	0,228
1 x 300 *	29,3	2.935	879	834	715	0,182
1 x 500 **	38,0	4.935	-	-	-	0,108

* Cable fuera de norma EN 50618.

** Cable fuera de norma EN 50618 e IEC 62930.

Las tolerancias de los diámetros exteriores nominales son:
 Cables con diámetro exterior $d \leq 7$ mm. → -0,1+0,2 mm
 Cables con diámetro exterior $7 < d < 10$ mm. → -0,1+0,3 mm
 Cables con diámetro exterior $d \geq 10$ mm. → -0,2+0,4 mm

Figura 26: Secciones normalizadas para el cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

1.8.3. Cableado Tramo 2

A la caja de conexiones llegará el cableado de los 10 ramales de 13 módulos cada una en serie. La conexión se hará en paralelo, por tanto, hay que recalcular.

Criterio 1:

$$S = \frac{\rho * L * I}{(V_a - V_b)} = \frac{0,01786 * 50 * (6,58 * 10)}{65,8 * 13 * 0,015} = 4,58 \text{ mm}^2$$

Escogiendo el inmediatamente superior serían 6 mm².

Criterio 2:

$$I_{max} = I * 1,25 = (6,58 * 10) * 1,25 = 82,25 \text{ A}$$

El cable de 6 mm² acepta un máximo de 70 A, por lo que esta vez el criterio más restrictivo es el segundo, así que escogeremos el de 10 mm², que soporta hasta 98 A.

1.8.4. Cableado Tramo 3 y 4

Entramos en el circuito de corriente alterna, donde los cables estarán contenidos en tubos con una superficie de 2,5 veces la superficie de la suma de los conectores que contiene para cumplir la norma UNE-EN 50.086.

El cableado será como el de continua y la caída máxima de tensión en toda la línea será del 2%.

Para el cálculo de la sección se emplearán los mismos criterios anteriormente descritos, pero teniendo en cuenta la diferencia de porcentaje de caída de tensión.

Según el criterio de intensidad máxima admisible:

$$I_b = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{52000}{400 * 1} = 130 A$$

Donde:

- P= Potencia máxima que ofrecen los paneles (W).
- V= Tensión de fase trifásica (V).
- Cos φ = Factor de potencia del inversor.

Siguiendo estos datos y fijándonos en la Figura 25, la sección adecuada sería la de 16 mm².

Comprobamos el segundo criterio de caída de tensión:

$$S = \frac{\rho \cdot L \cdot I \cdot 0,8}{\Delta V} = \frac{0,01786 * 5 * 130 * 0,8}{400 * 0,02} = 1.16 \text{ mm}^2$$

Dado que el primer criterio es más restrictivo se utilizará la sección de 16 mm².

1.8.5. Protecciones

En la instalación eléctrica se dispondrá de un conjunto de elementos de protección, impuestos bajo normativa, que servirán para lidiar con fallos en la instalación que puedan dañar los equipos o a personas.

En cuanto a la zona de corriente continua:

- Puesta a tierra de los módulos y soportes mediante las conexiones

necesarias. Se usará una única toma a tierra para toda la instalación, incluyendo tanto la corriente continua como la alterna, que va aparte del neutro de la empresa distribuidora. En la parte continua se optará por combinar las tomas de las placas y de la estructura que las soportan y el inversor en una única. De esta manera, se evitan diferencias de tensiones peligrosas conforme al artículo 12 del Real decreto 1663/2000.

- Se empleará aislamiento eléctrico de clase II que se establece en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) para el conjunto de componentes en la instalación de corriente continua. Independientemente de cómo se realice la instalación o la toma a tierra habrá unas protecciones añadidas por el material aislante de los elementos.
- Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas. A pesar de que la corriente está limitada a un valor cercano a la máxima de operación nominal del mismo y para un sistema fotovoltaico no es una condición de trabajo extrema, sí que puede ser perjudicial para el inversor. Por tanto, se incluirán fusibles tipo gPV normalizados en la caja de conexiones del generador de 10A/1000V.
- Se instalará un controlador integrado en el inversor que detenga la corriente al detectar una caída de resistencia para evitar contactos directos con elementos eléctricos en los que haya tensión.
- Se añadirá en el inversor un interruptor manual para poder cortar el flujo eléctrico en caso de necesitar realizar tareas de mantenimiento o reparaciones.

Respecto a la instalación de corriente alterna:

- Se hará uso de un interruptor automático diferencial, cumpliendo la normativa descrita en el artículo 11 del real decreto 1663/2000, que protegerá frente a fallos de derivación a tierra.
- La toma a tierra de la carcasa del inversor se instalará conforme al artículo 12 del mismo Real Decreto 1663/2000.
- La colocación de las picas en tierra se adecuará al REBT.
- Se proveerá de un interruptor magnetotérmico en el cuadro de protecciones de corriente alterna para evitar fallos de cortocircuito o sobrecarga durante tareas de reparación o mantenimiento.
- Se instalará un interruptor manual para poder cortar el flujo eléctrico en caso de necesitar realizar tareas de mantenimiento o reparaciones.
- Se seleccionará un interruptor magnetotérmico tetrapolar de 100 A para que sea superior a la tensión de salida del inversor y un interruptor automático diferencial también tetrapolar de 100 A.
- Emplearemos un controlador anti vertido o "Meter" que garantice que la energía producida por los módulos fotovoltaicos no sea enviada a la red pública. Éste se encontrará dentro del cuadro de distribución

general del edificio, aunque estará conectado al inverso mediante un cable de datos.

ANEXO 1: Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030

Objetivos de desarrollo sostenible	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza			X	
ODS 2. Hambre cero			X	
ODS 3. Salud y bienestar		X		
ODS 4. Educación de calidad				X
ODS 5. Igualdad de género				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante	X			
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico			X	
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras	X			
ODS 10. Reducción de las desigualdades		X		
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles	X			
ODS 12. Producción y consumo responsables	X			
ODS 13. Acción por el clima	X			
ODS 14. Vida submarina				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres			X	
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos				X

Figura 27: Tabla ODS

ANEXO 2: Estudio económico

1. Objetivo

El objetivo de este anexo es generar un estudio financiero que revise los datos económicos de la instalación para averiguar la rentabilidad y viabilidad de la instalación.

2. Consideraciones

El precio de la luz está en constante fluctuación ante las inestabilidades políticas y mercantiles en el panorama mundial.

Desde el inicio de la crisis energética son varias las medidas emprendidas para rebajar la factura de la electricidad. No han bastado para evitar la fuerte subida de precios, pero sin ellas, el impacto de esta crisis hubiera sido muy superior.

Debido a esta situación y a la imposibilidad de conocer el precio futuro de la electricidad, se han extraído los promedios del precio en €/kWh desde el mes de mayo de 2023 a diciembre de 2022 proporcionados por la OCU. El precio se establecerá a partir de la comparación de éstos.

Mes	Precio medio por mes (€/kWh)
Mayo 2023	0,133136
Abril 2023	0,133112
Marzo 2023	0,158719
Febrero 2023	0,206025
Enero 2023	0,136521
Diciembre 2022	0,213604
Promedio	0,1644796

Figura 28: Tabla precios luz

A partir de estos datos establecemos el promedio del precio para el análisis financiero en 0,1644796 €/kWh.

El estudio se realizará para una vida útil de 25 años, como asegura el fabricante en su garantía.

3. Método financiero

A través de este método se pretende obtener la rentabilidad del proyecto mediante la observación de los flujos de caja, interés y el valor actual neto (VAN).

El flujo de caja hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene un proyecto en un período determinado.

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuanto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Figura 29: Fórmula VAN

En primer lugar, se anotará en el primer año el costo de la inversión total extraída del apartado de presupuestos, que asciende a 109.426,62€.

En cuanto a los costes de mantenimiento anuales de la instalación se establecerá en un 0,5%, dado que el fabricante asegura un mantenimiento de potencia al cabo de 25 años muy elevado.

Se aplicará un 2% de tasa de inflación, ya que cada año evolucionan los precios de los bienes y servicios que consume la población.

En tercer lugar, se establecerá como ahorro al producto de toda la energía que producen los módulos fotovoltaicos y que se ha consumido por el precio en €/kWh que establece el mercado en el caso de comprarla a la red pública. No es un beneficio real, pero si implica ahorros que no hay que pagar a las distribuidoras.

Mes	Energía extraída red (kWh)	Energía generada y consumida (kWh)
mar-2021	0,00	4.272,99
abr-2021	0,00	3.787,97
may-2021	0,00	3.927,29
jun-2021	0,00	6.490,98
jul-2021	3.389,26	8.444,81
ago-2021	0,00	7.541,01
sep-2021	546,17	7.053,73
oct-2021	612,97	6.354,03
nov-2021	1.783,59	5.216,42
dic-2021	2.338,16	5.028,80
ene-2022	2.659,13	5.433,79
feb-2022	1.718,76	5.539,30
Anual	13.048,04	69.091,13
Coste	2.146,14 €	11.364,08 €

Figura 30: Tabla comparativa energía extraída de la red vs energía producida y consumida

Se fijará una tasa de interés anual del 2% para considerar la rentabilidad. Con todo esto se sacará el valor del VAN.

Año	Inversión inicial	Mantenimiento	Ahorro	Flujo de caja	VAN	TIR
0	109.426,62 €	- €	- €	-109.426,62 €	-109.426,62 €	10,57%
1		547,13 €	11.364,08 €	10.816,95 €	- 98.821,77 €	
2		558,08 €	11.591,36 €	11.033,29 €	- 88.216,92 €	
3		569,24 €	11.823,19 €	11.253,95 €	- 77.612,07 €	
4		580,62 €	12.059,65 €	11.479,03 €	- 67.007,22 €	
5		592,23 €	12.300,85 €	11.708,61 €	- 56.402,37 €	
6		604,08 €	12.546,86 €	11.942,78 €	- 45.797,52 €	
7		616,16 €	12.797,80 €	12.181,64 €	- 35.192,67 €	
8		628,48 €	13.053,76 €	12.425,27 €	- 24.587,82 €	
9		641,05 €	13.314,83 €	12.673,78 €	- 13.982,96 €	
10		653,87 €	13.581,13 €	12.927,25 €	- 3.378,11 €	
11		666,95 €	13.852,75 €	13.185,80 €	7.226,74 €	
12		680,29 €	14.129,81 €	13.449,51 €	17.831,59 €	
13		693,90 €	14.412,40 €	13.718,51 €	28.436,44 €	
14		707,78 €	14.700,65 €	13.992,88 €	39.041,29 €	
15		721,93 €	14.994,66 €	14.272,73 €	49.646,14 €	
16		736,37 €	15.294,56 €	14.558,19 €	60.250,99 €	
17		751,10 €	15.600,45 €	14.849,35 €	70.855,84 €	
18		766,12 €	15.912,46 €	15.146,34 €	81.460,69 €	
19		781,44 €	16.230,71 €	15.449,26 €	92.065,54 €	
20		797,07 €	16.555,32 €	15.758,25 €	102.670,39 €	
21		813,01 €	16.886,43 €	16.073,42 €	113.275,24 €	
22		829,27 €	17.224,15 €	16.394,88 €	123.880,09 €	
23		845,86 €	17.568,64 €	16.722,78 €	134.484,94 €	
24		862,77 €	17.920,01 €	17.057,24 €	145.089,79 €	
25		880,03 €	18.278,41 €	17.398,38 €	155.694,65 €	
interés anual	2%					
gastos mant	0,50%					

Figura 31: Análisis económico del proyecto

Según los datos aportados se puede observar que el VAN para 25 años es de 155.694,655, es decir, es un valor positivo que nos muestra que se obtendrá beneficio del proyecto y por tanto será viable.

A partir del año 11 el VAN pasa de negativo a positivo, lo cual nos indica que el periodo de retorno de la inversión inicial es de 11 años. En el año 12 y en adelante la instalación generará beneficios.

La tasa de interna de retorno (TIR) es la rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Que como se puede ver es del 10,57%.

Cabe destacar que se podría aumentar esos valores teniendo en cuenta las numerosas ayudas y subvenciones que ofrece el Gobierno de España.

ANEXO 3: Fichas técnicas



MAXEON 3

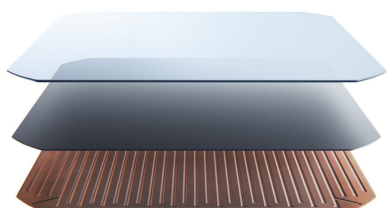
RANGO DE POTENCIA: 390-400 W | EFICIENCIA: hasta un 22,6%

Parte de la línea de productos SunPower Maxeon, que bate récords, el panel solar SunPower Maxeon 3 ofrece a los propietarios de viviendas la mayor eficiencia disponible en el mercado actual, maximizando la producción de energía a largo plazo, así como el potencial de ahorro por espacio disponible.¹

Los paneles SunPower Maxeon, mundialmente conocidos por sus ventajas en cuanto a producción y ahorro de energía, combinan una eficiencia y fiabilidad inigualables con una garantía líder en el sector y una vida útil estimada de 40 años.^{2,3,4}

Tecnología de células solares SunPower Maxeon

- Tecnología de probada eficacia en 3500 millones de células despachadas
- La tecnología solar más eficiente comercializada¹
- La única célula solar con una base de metal sólido, que proporciona protección patentada contra roturas y corrosión



Máximos ahorro y energía a lo largo de su vida útil

El panel solar SunPower Maxeon 3 está diseñado para proporcionar un 35 % más de energía en el mismo espacio durante 25 años en condiciones reales, como periodos de sombra parcial y altas temperaturas.^{5,6,7}

Un mejor producto. Una mejor garantía.

La Garantía de paneles de total confianza de SunPower a 25 años está respaldada por pruebas y datos de campo de más de 30 millones de paneles SunPower Maxeon desplegados, y una tasa demostrada de devolución de paneles en garantía del 0,005 %.⁸



- Potencia mínima garantizada en el año 1 98,0%
- Degradación máxima anual 0,25%
- Potencia mínima garantizada en el año 25 92,0%

Liderazgo en fabricación sostenible

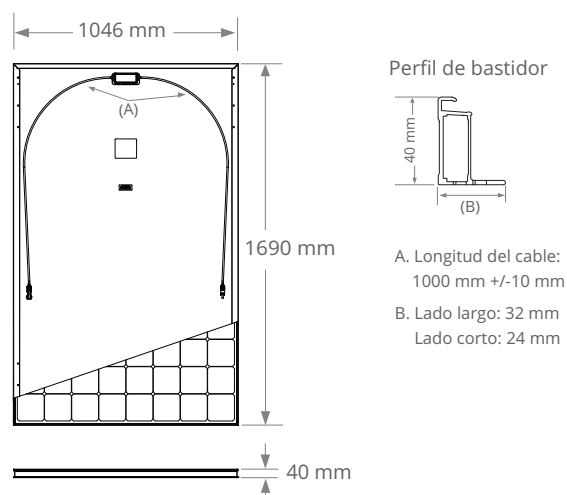
Los paneles SunPower Maxeon, y las instalaciones en las que se fabrican, suben el listón en cuanto a responsabilidad medioambiental y social. A continuación incluimos los aspectos más destacados de las certificaciones y reconocimientos recibidos por algunos de nuestros productos y centros de fabricación.

Datos eléctricos			
	SPR-MAX3-400	SPR-MAX3-395	SPR-MAX3-390
Potencia nominal (P _{nom}) ⁹	400 W	395 W	390 W
Tolerancia de potencia	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Eficiencia de los paneles	22,6%	22,3%	22,1%
Tensión nominal (V _{mpp})	65,8 V	65,1 V	64,5 V
Intensidad nominal (I _{mpp})	6,08 A	6,07 A	6,05 A
Tensión de circuito abierto (V _{oc}) (+/-3)	75,6 V	75,4 V	75,3 V
Intensidad de cortocircuito (I _{sc}) (+/-3)	6,58 A	6,56 A	6,55 A
Máx. tensión del sistema	1000 V IEC		
Fusible de serie máxima	20 A		
Coef. potencia-temperatura	-0,27% / °C		
Coef. tensión-temperatura	-0,236% mV / °C		
Coef. intensidad-temperatura	0,058% mA / °C		

Condiciones de funcionamiento y datos mecánicos	
Temperatura	-40°C a +85°C
Resistencia a impactos	Granizo de 25 mm de diámetro a 23 m/s
Células solares	104 Maxison Gen III monocristalino
Cristal templado	Templado antirreflectante de alta transmisión
Caja de conexión	IP-68, Stäubli (MC4), 3 diodos de derivación
Peso	19 kg
Máx. carga ¹¹	Viento: 2400 Pa, 244 kg/m ² en cara frontal y posterior Nieve: 5400 Pa, 550 kg/m ² en cara frontal
Bastidor	Anodizado negro de clase 1 (máxima calificación AAMA)

Pruebas y certificaciones	
Pruebas estándar ¹⁰	IEC 61215, IEC 61730
Certificados de gestión de calidad	ISO 9001:2015, ISO 14001:2015
Prueba de amoniaco	IEC 62716
Prueba de soplado de arena	MIL-STD-810G
Prueba de niebla salina	IEC 61701 (máxima severidad)
Prueba PID	1000 V: IEC 62804
Normas disponibles	TUV

Pruebas y certificaciones de sostenibilidad	
Etiqueta Declare IFLE	Primer panel solar con etiquetado para la transparencia de ingredientes y el cumplimiento de LBC. ¹²
Cradle to Cradle Certified™ Bronze.	Primera línea de paneles solares con certificado por la salud de los materiales, administración del agua, reutilización de materiales, uso de energía renovable y manejo de carbono y justicia social. ¹³
Contribución a la certificación del Green Building Council	Los paneles pueden aportar puntos adicionales para la obtención de las certificaciones LEED y BREEAM. ¹⁴
Conformidad con EHS	RoHS (pendiente), OHSAS 18001:2007, sin plomo, REACH SVHC-163 (pendiente)



Lea la guía de instalación y seguridad.

1 Según un análisis de las fichas técnicas en los sitios web de los 20 principales fabricantes realizado por IHS en enero de 2020.

2 Jordan et al. Metodología y aplicación sobre la degradación de células fotovoltaicas robustas. PVSC 2018.

3 Dato basado en la revisión de garantías en los sitios web de los 20 principales fabricantes por parte de IHS 2019, realizada en octubre de 2019.

4 Documento técnico de SunPower "Módulos SunPower con una vida útil de 40 años". 2013.

5 El panel SunPower 400 W tiene el 22,6 % de eficiencia en comparación con un panel convencional en matrices del mismo tamaño (PERC monocristalino de 310 W, 19 % de eficiencia, aprox. 1,64 m²)

6 "Estudio de sombras de SunPower" de PV Evolution Labs, 2013. Comparado con un panel de contacto frontal convencional.

7 Datos de los coeficientes de temperatura ofrecidos en las fichas técnicas de los fabricantes en 2020.

8 Los paneles de SunPower tienen menos de 50 piezas defectuosas por millón, o un 0,005 %, en más de 15 millones de paneles vendidos - Fuente: Documento técnico de SunPower, 2019.

9 Condiciones de prueba estándar (irradiancia de 1000 W/m², AM 1,5, 25 °C). Intensidad según SOMS, tensión según LACCS FF.

10 Calificación antiincendios de clase C según IEC 61730.

11 Factor de seguridad 1.5 incluido.

12 Los paneles SunPower Maxison DC fueron los primeros en recibir el sello International Living Future Institute Declare Label en 2016.

13 Los paneles SunPower Maxison DC cuentan con la certificación Cradle to Cradle Certified™ Bronze - www.c2ccertified.org/products/scorecard/e-series_x-series_solar_panels_-sunpower_corporation. Cradle to Cradle Certified™ Bronze. Cradle to Cradle Certified™ es una marca de certificación con licencia del Cradle to Cradle Products Innovation Institute.

14 Los paneles Maxison pueden contribuir a obtener puntos en las categorías de materiales y recursos LEED y para la certificación BREEAM.

Diseñado en Estados Unidos por SunPower Corporation

Fabricado en Filipinas (células)

Montado en México (módulos)

Las especificaciones incluidas en esta ficha técnica están sujetas a cambios sin previo aviso.

©2020 Maxison Solar Technologies. Todos los derechos reservados. Consulte la información sobre la garantía, patentes y marcas comerciales en maxeon.com/legal.



GROUND UTILITY SOLAR SOLUTION

Three Phase Grid-tied Solar Inverter
BG40KTR/ 50KTR/ 60KTR/ 70KTR



APP/Web Monitor



External- Fan Design



IP65



Product Liability Insurance

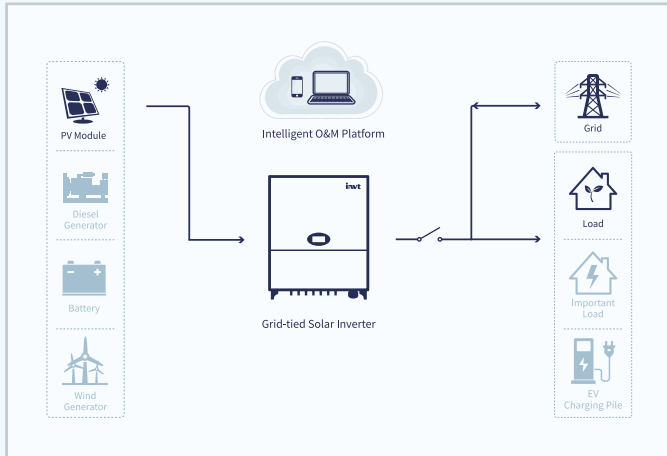


Integrated SPD

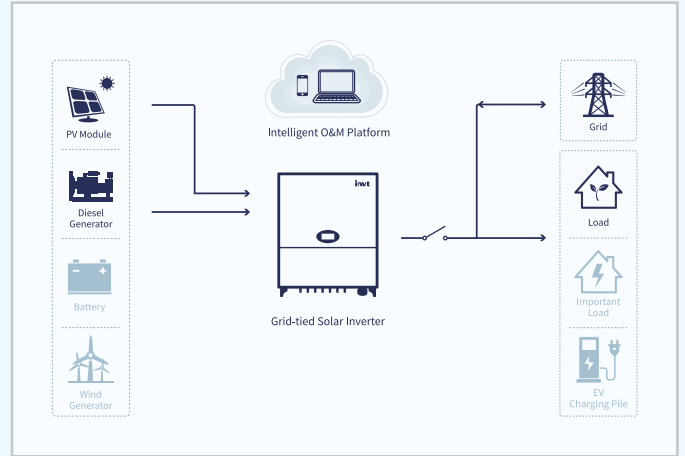


5+5 Warranty

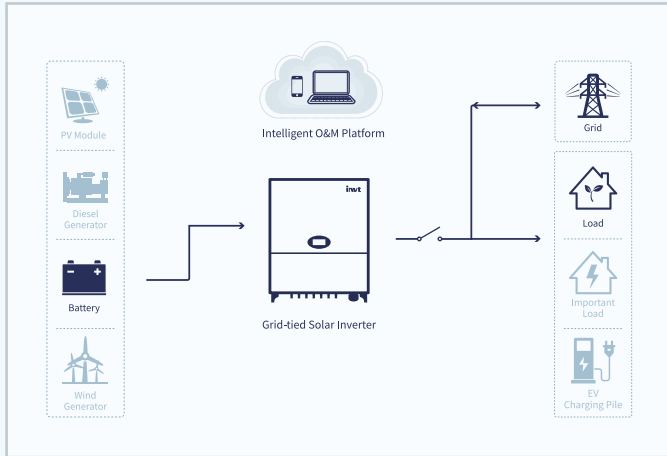
Solution



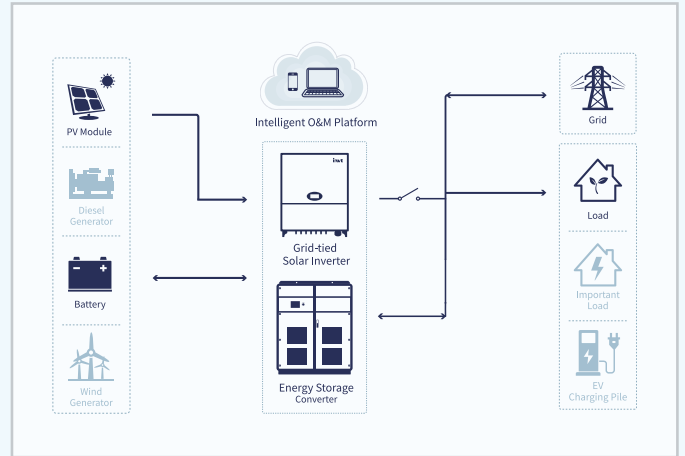
• Typical Grid-tied Solution / Smart Power Output Control System / Aging of Switching Power Supply System



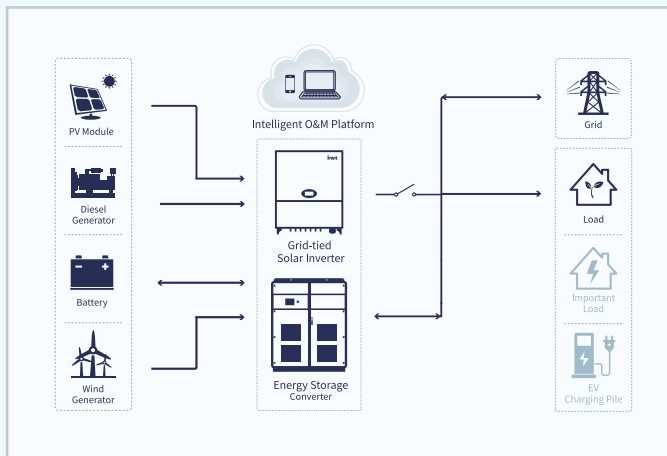
• Grid-tied + Diesel Generators



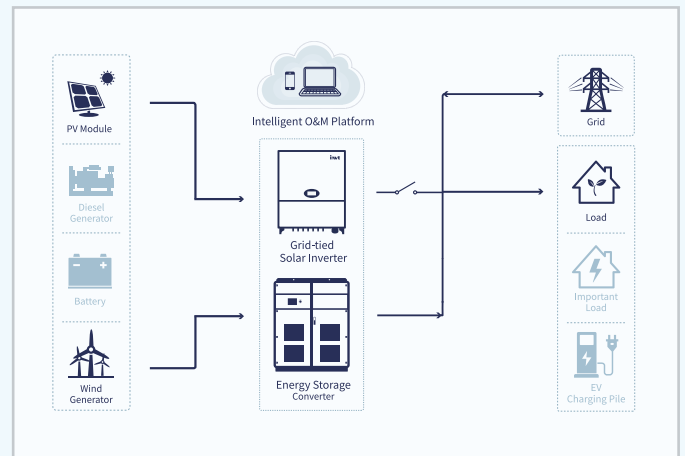
• Battery Discharge Device



• Grid-tied + Energy Storage



• Micro-grid



• Grid-tied + Wind Generators

Configuration table

Inverter	Solar Panel								Mounting Structure	PV Cable	
	60 Cells				72 Cells					4mm ²	6mm ²
	260W	275W	280W	290W	310W	315W	320W	330W			
40KW	160	144	144	144	128	128	128	128	1 set	200m	100m
50KW	192	182	178	172	162	160	158	152			
60KW	230	218	214	206	194	190	182	182			
70KW	270	256	250	242	226	224	220	214			

Product Introduction

Efficient

- Wide input voltage range, adapt to all kinds of solar panels and string configuration.
- Adopt combined technology of T-type three level topologies and SVPWM.

Smart

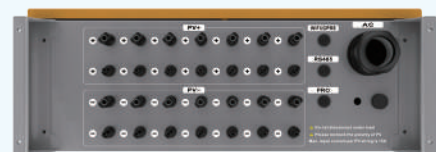
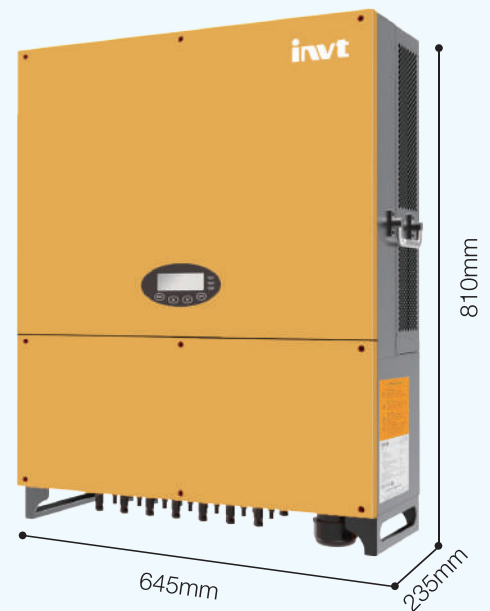
- AC output power is adjustable between 1-100%.
- Grid self-adaptation, no N-line AC design to meet various grid access requirements.
- Integrated global monitor management, APP with one-button registration.

Reliable

- IP65 protection level, suitable for various installation environments.
- Advanced film bus capacitors, latest thermal simulation technology for longer lifespan.
- Fuse-free design, avoid fuse failure to cause fire.

Simple

- High power density, small size.
- Modular design, easy to maintain.



Specification

	BG40KTR	BG50KTR	BG60KTR	BG70KTR
Input (DC)				
Max. DC input power (W)	55000	66000	72000	77000
Max. DC input voltage (V)	1100			
MPPT range (V)	570-950			
Output (AC)				
Rated output power (W)	40000	50000	60000	66000
Max. AC output current (A)	63.5	72.5	96	96
Nominal output voltage (V) / Frequency	230/400V, 3L+N+PE/3L+PE, 50Hz/60Hz			
Efficiency				
Max. efficiency	98.90%	98.90%	99.00%	99.00%
Euro-efficiency	98.50%	98.50%	98.50%	98.50%
Protection				
Protection	DC breaker, AC short-circuit protection, Over current protection, Over voltage protection, Isolation protection, RCD, Surge protection, Anti-island protection, Over-temperature protection, Ground fault monitoring, etc.			
General data				
LCD language	English, Chinese, German, Dutch			
Protection degree	IP65			
Operating temperature range	-25°C~+60°C(derate after 45°C)			
Dimension (H x W x D mm)	810x645x235			
Weight (kg)	53			
Grid qualification	NB/T 32004-2013, TUV, CE, VDE0126-1-1, VDE-AR-N4105, G59/3,C10/11, TF3.2.1, AS/NZS 4777.2:2015, EN61000-6-1:4, EN61000-11:12, IEC62109-1:2010, PEA, ZVRT			
Safety certificate / EMC certificate	VDE-AR-N4105, AS4777/3100, CQC			
Factory warranty(years)	5(standard)/10(optional)			

Applications



• Xinjiang, China 60MW



• Chizhou, China 3.2MW



• India 200KW



Sales E-mail: solar@invtr.com.cn Service E-mail: solar-service@invtr.com.cn Website: www.invtr-solar.com

Ficha técnica

Soporte inclinado abierto regulable. Vertical.

12V



- Soporte inclinado para cubierta de hormigón o subestructura.
- Anclaje a hormigón.
- Soporte premontado.
- Regulable de 20° a 35°
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits disponibles de 1 hasta 6 módulos.


Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

Materiales: Perfilería 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:

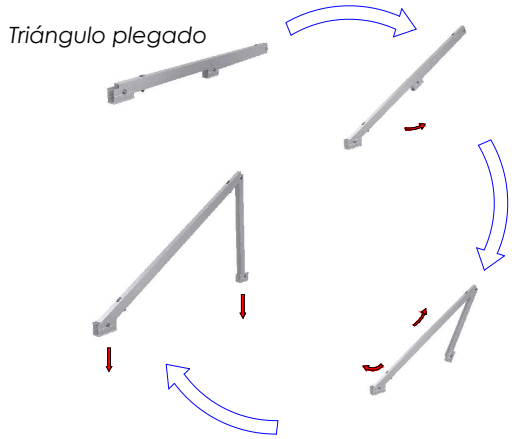
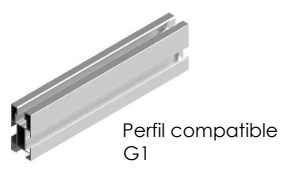
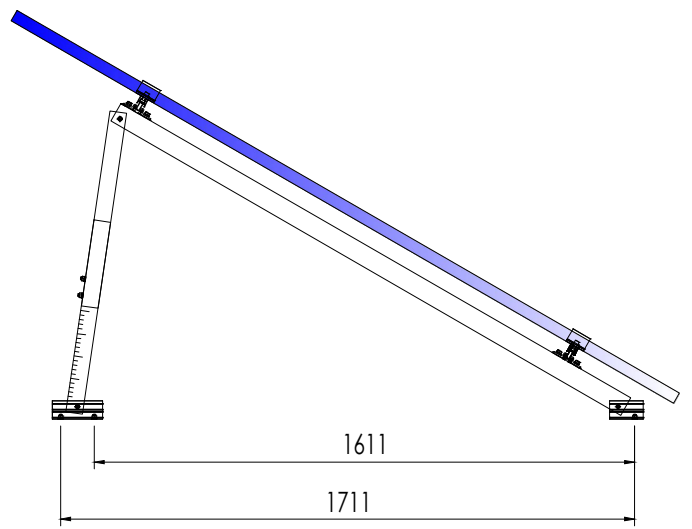
Para módulos de hasta **2279x1150 - Sistema Kit**

2279x1150  (Ver página 2)

Para módulos de hasta **2400x1350 - Sistema PS**

2400x1350  (Ver página 3)

 Carga de nieve: 40 kg/m²



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M4.2/4.8 Hexagonal	6 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Detalle fijación G1 a triángulo
(Son necesarios 2 fijaciones por perfil, 1 por cada lado)

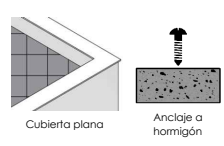
Herramientas necesarias:



Seguridad:



Apriete de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10.



Marcado ES19/86524 CE

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

Ficha técnica - Sistema KIT

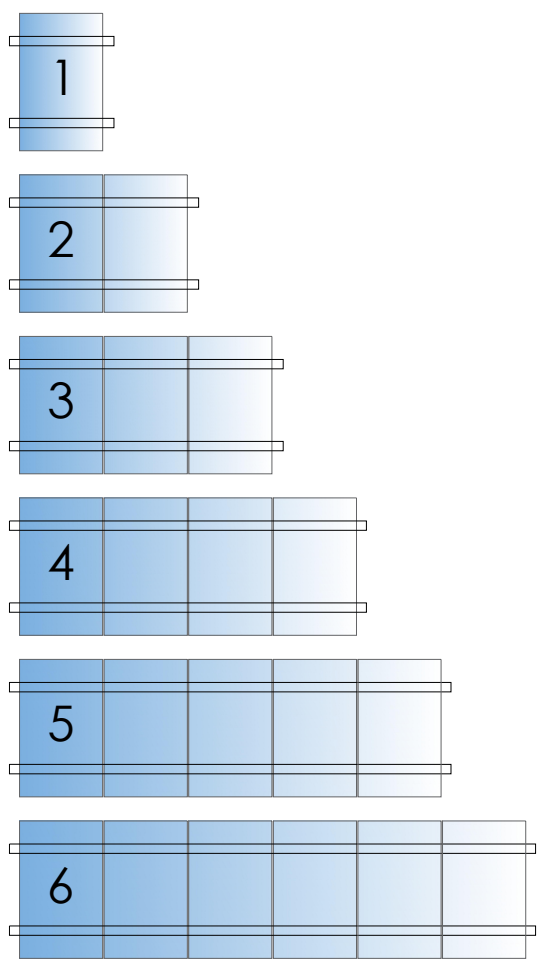
Para módulos de hasta 1150



Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT

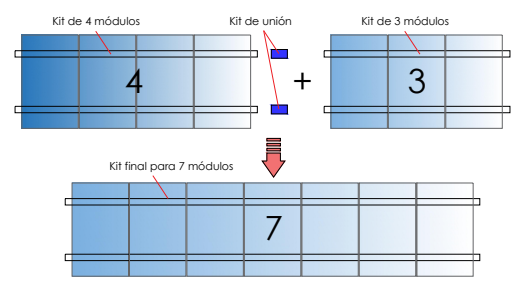
2279x1150 

Kits disponibles:

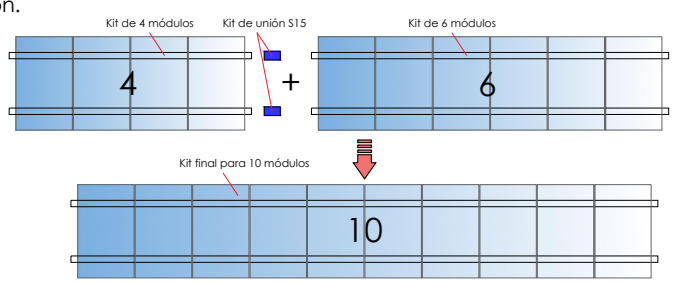


EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

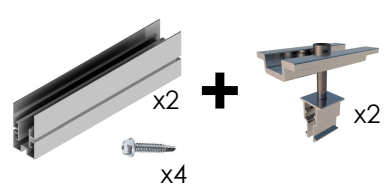
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



Para realizar una fila de 10 módulos se realizaría con 1 kit de 4 + 1 Kit de 6 + 1 Kit de unión.



S15 Kit de unión



* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

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



Ficha técnica - Sistema PS

Para módulos de gran formato hasta 1350



Para módulos de hasta 2400x1350 - Sistema PS

2400x1350



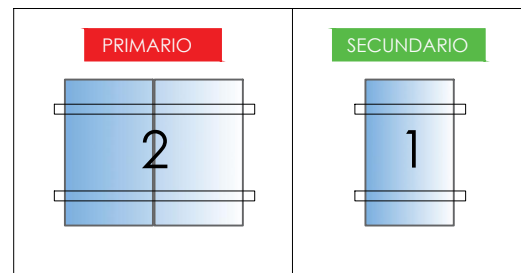
Kits disponibles:

Sistema modular para instalaciones con módulos de gran formato de hasta 2400x1350.

El sistema consta de **1 kit primario** y X número de **kit secundario**

El Kit primario es un Kit para 2 módulos.

El Kit secundario es un producto complementario de 1 módulo para unirse al Kit primario al incorporar el Kit de unión.



SOPORTES INCLINADOS COMPATIBLES CON EL SISTEMA PS

09V

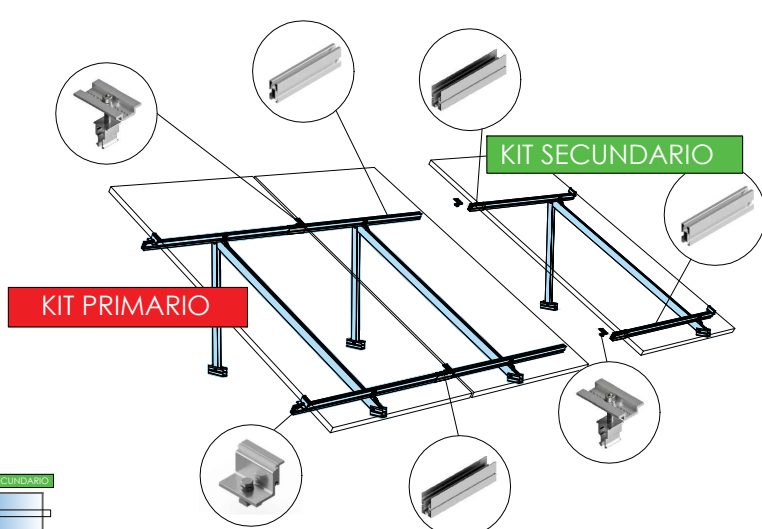
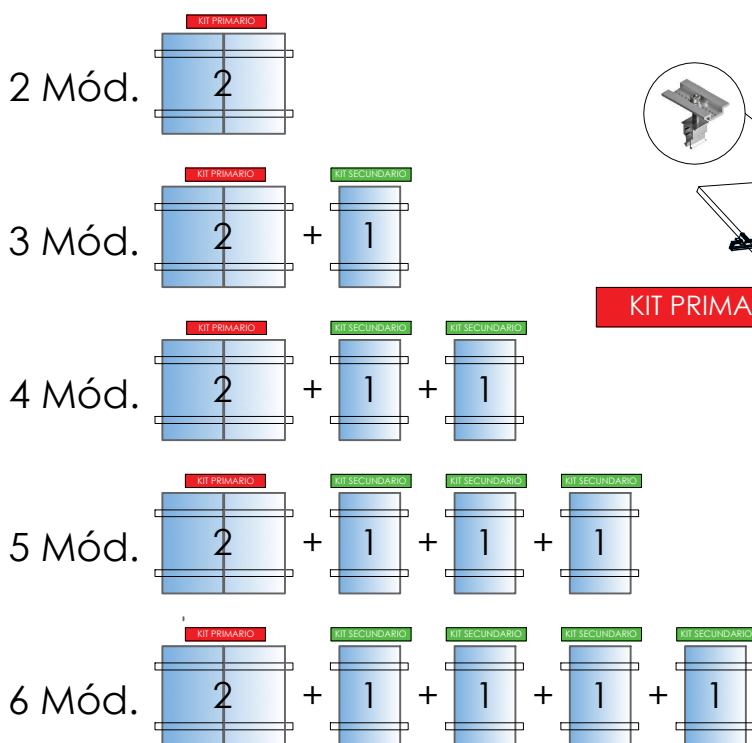
11V

12V

13V



EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN



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



* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

Velocidades de viento

12V

Soporte inclinado abierto regulable. Vertical.

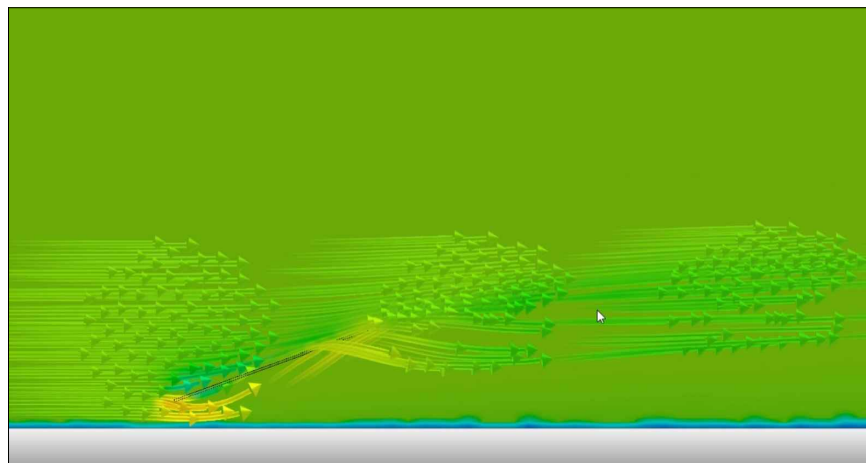


- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento ☁️												
Inclinación	Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos				
KIT	De 5° a 30°	<2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h			
		<2279x1150	150	150	150	130	150	150				
	35°	<2000x1000	150	150	150	150	150	150			Velocidad de viento km/h	
		<2279x1150	150	150	150	130	130	150				
SISTEMA PS	<2400x1350	130										

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados y utilizar el lastre indicado por el fabricante para cada situación.



Flujo viento - En estructura inclinada.

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.

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



Cca

APLICACIÓN

El cable TOPSOLAR® PV H1Z2Z2-K está certificado por TÜV según la norma EN 50618 y por AENOR según la norma IEC 62930. Es adecuado para instalaciones solares fijas y móviles (huertos solares, instalaciones solares en tejados, autoconsumo y plantas flotantes).

Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor. Es compatible con la mayoría de los conectores.

Gracias a las prestaciones de sus materiales puede ser instalado a la intemperie o directamente enterrado en plenas garantías.

CONSTRUCCIÓN

Conductor

Cobre electrolítico recocido y estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Goma reticulada de baja emisión de humos y libre de halógenos según tabla B1, Anexo B de norma EN 50618 e IEC 62930.

Cubierta

Goma flexible de baja emisión de humos y libre de halógeno según tabla B1, Anexo B de norma EN 50618 e IEC 62930.

Color rojo o negro.

CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

Baja tensión: 1,5 (1,8) kV DC.
1,0/1,0 kV AC.



Características térmicas

Temperatura máxima del conductor: 90 °C (120 °C durante 20.000 h).
Temperatura máxima en cortocircuito: 250 °C (máximo 5 s).
Temperatura mínima de servicio: -40 °C (estático con protección).



Características frente al fuego

No propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2 / IEC 60332-1-2.
No propagador del incendio según EN 50399.
Reacción al fuego CPR: C_{ca} s1b, d2, a1, según EN 50575.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754-1 / IEC 60754-1.
Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 60754-2 / IEC 60754-2.
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 / IEC 61034:
Transmitancia luminosa > 60%.



Características mecánicas

Radio de curvatura:
4x diámetro de cable (diámetro de cable ≤ 8 mm)
5x diámetro del cable (8 < diámetro del cable ≤ 12 mm).
6x diámetro de cable (diámetro de cable > 12 mm).
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características medioambientales

Resistencia a grasas y aceites: Excelente.
Resistencia a los ataques químicos: Excelente.
Resistente al ozono según EN 50618.
Resistencia a los rayos ultravioleta según EN 50618 e IEC 62930.
Presencia de agua AD8 Sumersión.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.

NORMAS / CERTIFICACIONES



Norma de referencia

EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502



Certificaciones

TÜV Rheinland (desde 2,5 hasta 25 mm² en rojo y negro) / RETIE / AENOR / RoHS / CE / UKCA

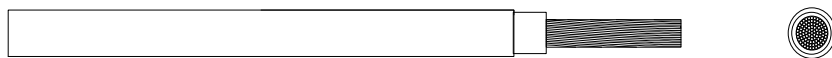


CPR (Reglamento de Productos de la Construcción)

C_{ca}-s1b, d2, a1



DIMENSIONES E INTENSIDADES ADMISIBLES



Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (kg/km)	Int. Aire (A)	Int. sobre Superficie (A)	Int. adyacente a superficies (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 1,5	4,5	35	30	29	24	38,1
1 x 2,5	5,0	45	41	39	33	22,8
1 x 4	5,4	60	55	52	44	14,3
1 x 6	6,0	80	70	67	57	9,49
1 x 10	7,0	120	98	93	79	5,46
1 x 16	8,2	180	132	125	107	3,47
1 x 25	10,2	280	176	167	142	2,23
1 x 35	11,5	375	218	207	176	1,58
1 x 50	13,3	525	276	262	221	1,10
1 x 70	15,0	720	347	330	278	0,772
1 x 95	17,0	930	416	395	333	0,585
1 x 120	18,7	1.175	488	464	390	0,457
1 x 150	21,0	1.475	566	538	453	0,368
1 x 185	23,5	1.805	644	612	515	0,301
1 x 240	26,3	2.345	775	736	620	0,228
1 x 300 *	29,3	2.935	879	834	715	0,182
1 x 500 **	38,0	4.935	-	-	-	0,108

* Cable fuera de norma EN 50618.

** Cable fuera de norma EN 50618 e IEC 62930.

Las tolerancias de los diámetros exteriores nominales son:
 Cables con diámetro exterior $d \leq 7$ mm. → -0,1 +0,2 mm
 Cables con diámetro exterior $7 < d < 10$ mm. → -0,1 +0,3 mm
 Cables con diámetro exterior $d \geq 10$ mm. → -0,2 +0,4 mm

Las capacidades de conducción de corriente, en amperios, son según EN 50618 (temperatura ambiente de 60 °C).

En todos los casos se supone un circuito de corriente continua.

La caída de tensión se calcula con una temperatura de conductor de 120 °C.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS DEL AIRE

Temp. Aire (°C)	Up to 60	70	80	90
Factor	1	0,92	0,84	0,75

Para los factores de reducción de grupos según IEC 60364-5-52, se aplicará la tabla A.52-17.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



C_{ca}-s1b,d1,a1



Nº DoP 1003875



DESCÁRGATE la DoP
 (declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



No propagación de la llama
 UNE-EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2



No propagación de incendio
 UNE-EN 50399
 UNE-EN 60332-3-24
 IEC 60332-3-24



Libre de halógenos
 UNE-EN 60754-2
 UNE-EN 60754-1
 IEC 60754-2
 IEC 60754-1



Baja emisión de gases tóxicos
 UNE-EN 60754-2
 NFC 20454, It=1
 DEF-STAN 02-713



Baja emisión de humos
 UNE-EN 50399



Baja opacidad de humos
 UNE-EN 61034-2
 IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos
 UNE-EN 60754-2
 IEC 60754-2
 NFC 20453



Baja emisión de calor
 UNE-EN 50399



Reducido Desprendimiento De gotas / partículas Inflammadas
 UNE-EN 50399



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Alta seguridad

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

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d1,a1.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
 UNE-EN 60332-1-2; UNE-EN 50399;
 UNE-EN 60754-2; UNE-EN 61034-2.

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2

- No propagación del incendio:
 UNE-EN 50399; UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
 UNE-EN 60754-2; UNE-EN 60754-1;
 IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos:
 UNE-EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
 UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
 UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
 UNE-EN 50399.
- Reducido desprendimiento de gotas/partículas inflamadas:
 EN 50399.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



✓ Máxima pelabilidad

Gracias a la capa especial antiadherente se puede retirar la cubierta fácil y rápidamente. Un importante ahorro de tiempo de instalación.

✓ Limpio y ecológico

La ausencia de talco y aceites de silicona permite un ambiente de trabajo más limpio y con menos partículas contaminantes.

Aplicaciones

Cable de fácil pelado especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.

En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings y túneles de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.

En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). -Derivaciones individuales ITC-BT 15) -Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20). -Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28). -Locales con riesgo de incendio o explosión (adecuadamente canalizado) (ITC-BT 29). -Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004. -Edificios en general (Código técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

NOTA: para tuneles ferroviarios consultar a Prysmian. La normativa europea exige clase B2_{ca}-s1a, d1, a1.

Construcción

1. Conductor

Metal: cobre recocido.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento

Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. Unipolares color natural.

3. Elemento separador

Capa especial antiadherente.

4. Relleno (si aplica)

Material: mezcla LSOH libre de halógenos.

5. Cubierta

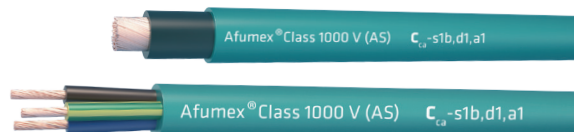
Material: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.

Color: verde.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm ²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2x1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2x2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2x4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2x6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2x10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2x16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2x50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3G1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3G2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3G4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3G6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3G10	0,7	16	486	1,91	78	70	4,67	3,84
3G16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3x50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3x70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3x95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3x120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3x150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3x185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3x240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3x300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18.../...

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m /W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

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

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm ²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2) y (3)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
.../... 3 x 25/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,780/1,21	115	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,554/1,21	143	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1,0/0,9	Consultar	Consultar	0,386/0,780	174	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	Consultar	Consultar	0,272/0,554	223	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1,0	Consultar	Consultar	0,206/0,386	271	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	Consultar	Consultar	0,161/0,272	314	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	Consultar	Consultar	0,129/0,272	359	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	Consultar	Consultar	0,106/0,206	409	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	Consultar	Consultar	0,0801/0,161	489	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1,8/1,4	Consultar	Consultar	0,0641/0,129	549	380	0,14	0,18
4 G 1,5	0,7	11,2	173	13,3	20	21	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	12,3	227	7,98	28	27	16,23	13,1
4 G 4	0,7	13,4	298	4,95	38	35	10,16	8,23
4 G 6	0,7	14,7	391	3,3	49	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	17,5	593	1,91	68	58	4,06	3,34
4 G 16	0,7	20,4	855	1,21	91	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24,3	1267	0,78	115	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	28,4	1792	0,55	143	117	1,17	1,01
4 x 50	1,0	32,5	2439	0,38	174	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	37,1	3359	0,27	223	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	41,2	4276	0,20	271	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	46,7	5500	0,16	314	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	51,8	6750	0,12	359	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	57,6	8172	0,10	409	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	64,4	10642	0,08	489	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	12	202	13,3	20	21	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	13,3	266	7,98	28	27	16,23	13,1
5 G 4	0,7	14,5	351	4,95	38	35	10,16	8,23
5 G 6	0,7	16	467	3,3	49	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	19	711	1,91	68	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	22,2	1028	1,21	91	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,6	1529	0,78	115	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	31,4	2169	0,55	143	117	1,17	1,01
5 G 50	1,0	35,2	2969	0,38	174	138	-	-

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m /W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

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

Cirprotec

PSC / PSM / PSL

Protección contra Sobretensiones Transitorias Tipo 1+2, Tipo 2 y Tipo 3



Protectores desenchufables contra sobretensiones transitorias

CPT cirprotec

Cirprotec, mucho más que protecciones

Cirprotec, especialista en protección contra el rayo y las sobretensiones.



Tu partner en protecciones.

Cirprotec es una empresa pionera en el diseño y fabricación de dispositivos de protección contra el rayo y las sobretensiones.

Dispone de una extensa red de delegaciones comerciales con presencia en más de 60 países.

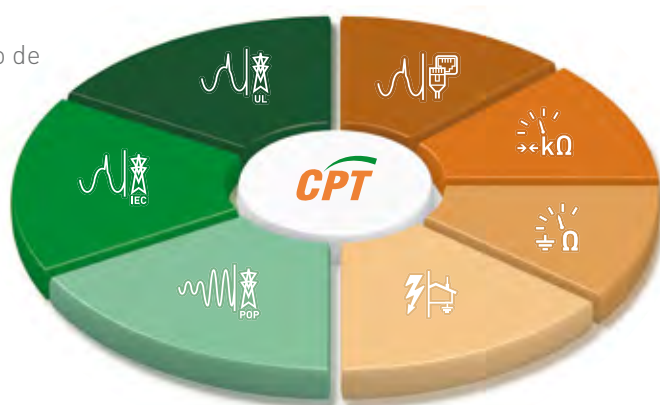
Tenemos todo lo que necesita.

Solución integral: protección, control y seguridad.

Cirprotec ofrece una amplia gama de soluciones en el campo de la protección contra el rayo y las sobretensiones:

- Protección interna (protectores contra sobretensiones).
- Protección externa (pararrayos PDC y faradización).
- Control de tierras y vigilancia de aislamiento.

Asimismo ofrece desarrollo de productos ad-hoc, asesoramiento, consultoría y un excelente servicio post-venta.



Somos fabricantes.

Calidad asegurada.

Cirprotec responde de sus productos. Esto es posible controlando todos los pasos del proceso: dispone de múltiples centros de diseño, fabricación, producción y laboratorios.

Diseña y fabrica íntegramente en Europa de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales como IEC, UNE, EN, NFC, VDE, UL, IEEE, siempre bajo el estándar de calidad ISO 9001 y 14001.



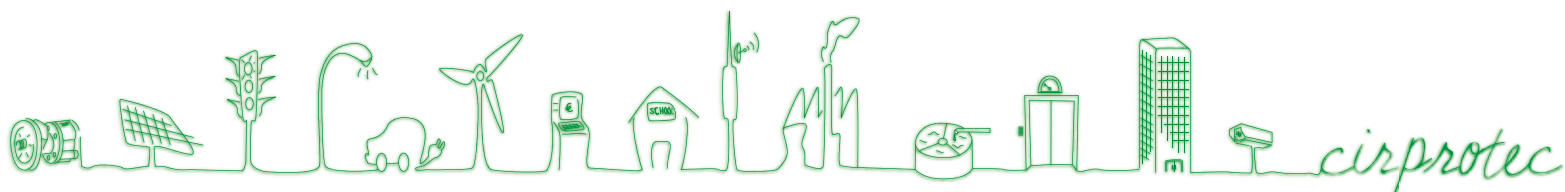
Al lado de la eficacia energética.

Innovación al servicio de las nuevas aplicaciones.

Cirprotec es innovación: Una plantilla altamente especializada, laboratorios de ensayo, alta inversión en I+D+i, patentes internacionales y presencia en comités normativos.

Soluciones más eficientes que alargan la vida útil de los equipos y evitan sobreconsumos.

Innovamos para ofrecer protección a los nuevos sectores tecnológicos, ofreciendo soluciones específicas para cualquier tipo de aplicación.



Protectores tipo 2 desenchufables

Adecuados como segundo escalón de protección en cuadros de distribución cuando existen protectores instalados tipo 1, o como primer escalón en viviendas, comercios u otras aplicaciones no expuestas a descargas directas y sin sistema externo de protección contra el rayo.

- Alta capacidad de descarga en curva 8/20µs: 20 kA o 40 kA por fase.
- Idóneo para aplicaciones residenciales y terciarias (que no dispongan de pararrayos o similar)
- Ofrece protección hasta en los equipos más sensibles (categoría 1 según IEC 60634-4-443)
- Dispone de sistema de visualización del estado de vida local (visual) y remoto (IR).
- Nuevo sistema optimizado de desconexión térmica (tanto para AC como para DC).
- Amplia gama:
 - Equipos exclusivos para sistemas de neutro TNS, TNC o TT para redes de 120/208 V, 230/400 V y 277/480 V.
 - Solución mediante equipos unipolares para sistemas IT o cualquier tipo de tensión de red, hasta 690 Vac.
 - Solución para aplicaciones fotovoltaicas, tanto huertas como tejados hasta 1000 Vdc. Protección en modo común y diferencial. Para instalaciones aisladas y para las referenciadas a tierra.
 - Primera gama del mercado con solución para líneas con PLC (Power Line Communication).
- Cumple con todas las normativas, nacionales e internacionales vigentes (IEC 61643 / IEC 62305, EN 50529-11:2012...).

SCAN PARA FICHAS TÉCNICAS



Amplia gama de soluciones

Fotovoltaico



Residencial



PLC (power line communication)



Terciario



Protectores tipo 1+2 desenchufables

Adecuados como primer escalón de protección en cuadros de alimentación y en zonas de mayor exposición atmosférica, donde las instalaciones suelen estar provistas de un sistema externo de protección contra el impacto del rayo.

- Dispositivos capaces de soportar impactos directos de rayos protegiendo a todos los equipos.
- Apto para cualquier tipo de aplicación: residencial, terciario o industrial.
- Alta capacidad de descarga en 10/350 μ s: 7,5 kA, 12,5 kA o 25 kA por fase.
- Ofrece protección hasta en los equipos más sensibles (categoría 1 según IEC 60634-4-443)
- Dispone de sistema de visualización del estado de vida local (visual) y remoto (IR).
- Nuevo sistema optimizado de desconexión térmica (tanto para AC como para DC).
- Amplia gama:
 - equipos exclusivos para sistemas de neutro TNS, TNC o TT para redes de 120/208 V, 230/400 V y 277/480 V.
 - Solución para aplicaciones fotovoltaicas, tanto huertas como tejados hasta 1000 Vdc. Protección en modo común y diferencial. Para instalaciones aisladas y para las referenciadas a tierra.
- Cumple con todas las normativas, nacionales e internacionales vigentes (IEC 61643 / IEC 62305,...).

SCAN PARA FICHAS TÉCNICAS



Alta capacidad de descarga 10/350 μ s

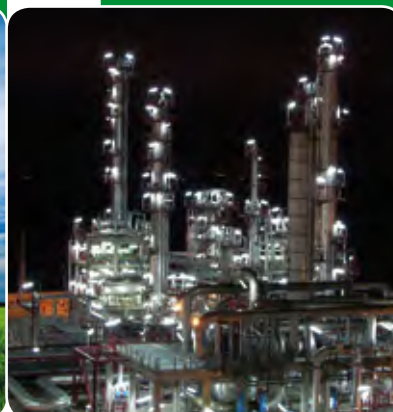
Equipos de alto valor



Aerogeneradores



Industrial

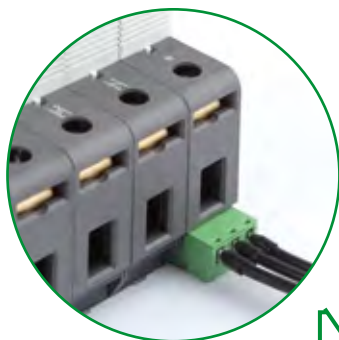


Para corrientes tipo rayo



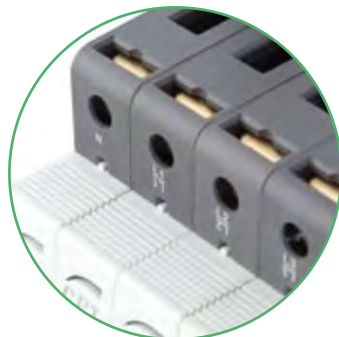
Gama PSC / PSM / PSL

Las mejores prestaciones del mercado



Indicación remota

Contacto libre de potencial, como opción en todas las gamas, para indicar a distancia el final de vida del protector.



Conexión biconnect

Disponible con dos tipos de bornas: Para cable rígido o flexible y para borna de horquilla o peines de conexión.



Calidad Cirprotec

Gama desarrollada y producida íntegramente por Cirprotec, con sistema de desconexión térmica. Utilización de los mejores materiales y componentes.



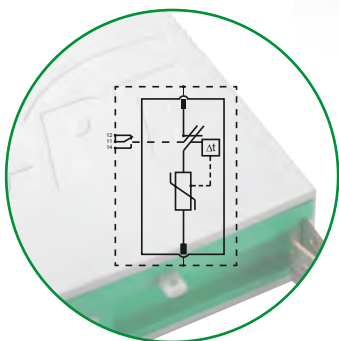
Indicación de estado de vida del protector

Clara visualización de final de vida de la protección.



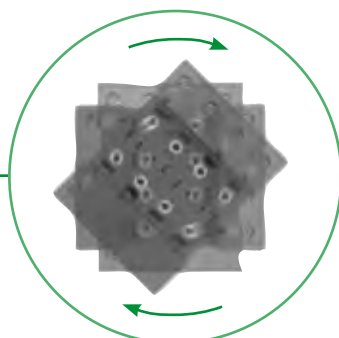
Fácil instalación

Sustitución del cartucho dañado de forma fácil y rápida.



Nuevo sistema de desconexión optimizado

Cirprotec ha desarrollado un nuevo y optimizado sistema de desconexión en caso de final de vida.



Instalación reversible

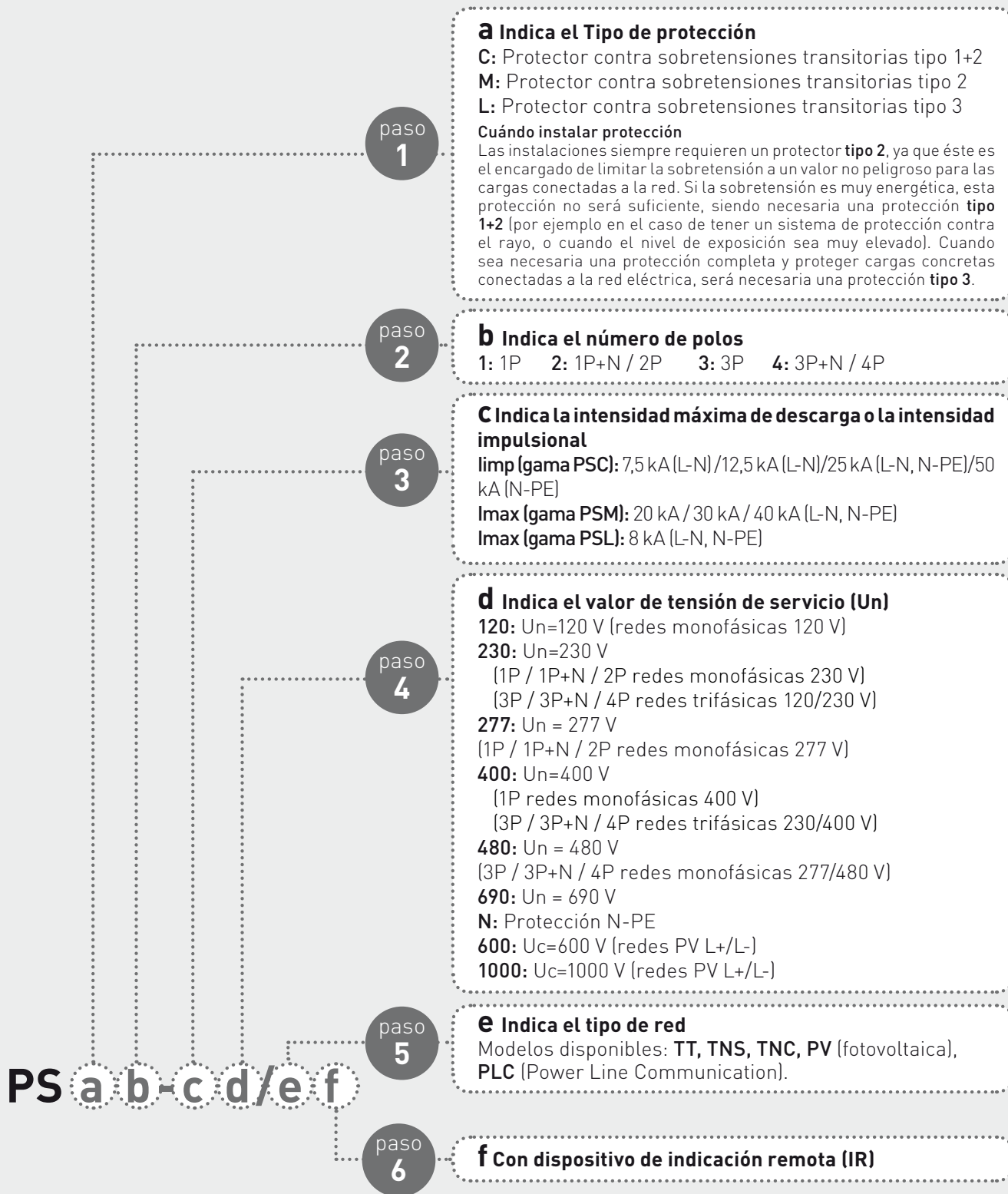
Chasis reversible para poder acometer el equipo tanto por la parte superior como inferior.



Polarizador

Sistema de seguridad para evitar posibles errores de sustitución de los cartuchos.

Guía de selección



Ejemplo

> Protección para una instalación trifásica 230/400, de régimen de neutro TT, en edificio sin pararrayos.

Paso 1: PSM, PSC o PSL: No hay pararrayos, si la instalación no está expuesta a las sobretensiones, y no hay equipos que necesiten protección concreta, con un tipo 2 será suficiente. Solución: PSM=M

Paso 2: Instalación trifásica, número de polos 4 b= 4

Paso 3: Intensidad máxima de descarga: Las normas no regulan este parámetro, se ha de decir que cuanto más alto, mejor protege y dura más tiempo. Solución: 40 kA c=40

Paso 4: Un, para redes trifásicas 230/400 V, Un=400 V d=400

Paso 5: Indicación del tipo de red (régimen de neutro), en este caso red TT e=TT

Paso 6: ¿Necesidad de indicación remota? Depende si tenemos un sistema de alarmas, en caso afirmativo f=IR

La referencia Cirprotec sería: **PSM4-40/400 TT IR**

Tipo 1+2

PSC-25

Código	Referencia
77738120	PSC1-25/120
77738121	PSC1-25/120 IR
77738125	PSC1-25/230
77738126	PSC1-25/230 IR
77738130	PSC1-25/400
77738131	PSC1-25/400 IR
77738225	PSC2-25/230 TT
77738226	PSC2-25/230 TT IR
77738425	PSC4-25/400 TT
77738426	PSC4-25/400 TT IR
77738180	PSC1-25N
77738183	PSC1-100N

PSC-12,5

Código	Referencia
77738100	PSC1-12,5/120
77738101	PSC1-12,5/120 IR
77738105	PSC1-12,5/230
77738106	PSC1-12,5/230 IR
77738112	PSC1-12,5/277
77738113	PSC1-12,5/277 IR
77738110	PSC1-12,5/400
77738111	PSC1-12,5/400 IR
77738180	PSC1-25N
77738182	PSC1-50N
77738200	PSC2-12,5/120 TT
77738201	PSC2-12,5/120 TT IR
77738205	PSC2-12,5/230 TT
77738206	PSC2-12,5/230 TT IR
77738207	PSC2-12,5/277 TT
77738208	PSC2-12,5/277 TT IR
77738250	PSC2-12,5/120 TNS
77738251	PSC2-12,5/120 TNS IR
77738255	PSC2-12,5/230 TNS
77738256	PSC2-12,5/230 TNS IR
77738257	PSC2-12,5/277 TNS
77738258	PSC2-12,5/277 TNS IR
77738320	PSC3-12,5/230 TNC
77738321	PSC3-12,5/230 TNC IR
77738325	PSC3-12,5/400 TNC
77738326	PSC3-12,5/400 TNC IR
77738329	PSC3-12,5/480 TNC
77738330	PSC3-12,5/480 TNC IR
77738400	PSC4-12,5/230 TT
77738401	PSC4-12,5/230 TT IR
77738405	PSC4-12,5/400 TT
77738406	PSC4-12,5/400 TT IR
77738407	PSC4-12,5/480 TT
77738408	PSC4-12,5/480 TT IR
77738450	PSC4-12,5/230 TNS
77738451	PSC4-12,5/230 TNS IR
77738455	PSC4-12,5/400 TNS
77738456	PSC4-12,5/400 TNS IR
77738457	PSC4-12,5/480 TNS
77738458	PSC4-12,5/480 TNS IR

PSC-7,5

Código	Referencia
77738165	PSC1-7,5/230
77738166	PSC1-7,5/230 IR
77738285	PSC2-7,5/230 TNS
77738286	PSC2-7,5/230 TNS IR
77738314	PSC3-7,5/400 TNC
77738315	PSC3-7,5/400 TNC IR
77738485	PSC4-7,5/400 TNS
77738486	PSC4-7,5/400 TNS IR

Tipo 2

PSM-40

Código	Referencia
77707706	PSM1-40/120
77707707	PSM1-40/120 IR
77707708	PSM1-40/230
77707709	PSM1-40/230 IR
77708734	PSM1-40/277
77707735	PSM1-40/277 IR
77707710	PSM1-40/400
77707711	PSM1-40/400 IR
77707746	PSM1-40N
77707754	PSM2-40/120 TT
77707755	PSM2-40/120 TT IR
77707756	PSM2-40/230 TT
77707757	PSM2-40/230 TT IR
77707760	PSM2-40/277 TT
77707761	PSM2-40/277 TT IR
77707904	PSM2-40/120 TNS
77707905	PSM2-40/120 TNS IR
77707906	PSM2-40/230 TNS
77707907	PSM2-40/230 TNS IR
77707914	PSM2-40/277 TNS
77707915	PSM2-40/277 TNS IR
77707864	PSM3-40/230 TNC
77707865	PSM3-40/230 TNC IR
77707866	PSM3-40/400 TNC
77707867	PSM3-40/400 TNC IR
77707882	PSM3-40/480 TNC
77707883	PSM3-40/480 TNC IR
77707714	PSM1-30/750
77707715	PSM1-30/750 IR
77707870	PSM3-30/750 TNC
77707871	PSM3-30/750 TNC IR
77707804	PSM4-40/230 TT
77707805	PSM4-40/230 TT IR
77707806	PSM4-40/400 TT
77707807	PSM4-40/400 TT IR
77707810	PSM4-40/480 TT
77707811	PSM4-40/480 TT IR
77707954	PSM4-40/230 TNS
77707955	PSM4-40/230 TNS IR
77707956	PSM4-40/400 TNS
77707957	PSM4-40/400 TNS IR
77707989	PSM4-40/480 TNS
77707990	PSM4-40/480 TNS IR

PSM-20

Código	Referencia
77707700	PSM1-20/120
77707701	PSM1-20/120 IR
77707702	PSM1-20/230
77707703	PSM1-20/230 IR
77707732	PSM1-20/277
77707733	PSM1-20/277 IR
77707704	PSM1-20/400
77707705	PSM1-20/400 IR
77707745	PSM1-20N
77707750	PSM2-20/120 TT
77707751	PSM2-20/120 TT IR
77707752	PSM2-20/230 TT
77707753	PSM2-20/230 TT IR
77707980	PSM2-20/230 PLC TT***
77707981	PSM2-20/230 PLC TT IR***
77707758	PSM2-20/277 TT
77707759	PSM2-20/277 TT IR
77707900	PSM2-20/120 TNS
77707901	PSM2-20/120 TNS IR
77707902	PSM2-20/230 TNS
77707903	PSM2-20/230 TNS IR
77707912	PSM2-20/277 TNS
77707913	PSM2-20/277 TNS IR
77707860	PSM3-20/230 TNC
77707861	PSM3-20/230 TNC IR
77707862	PSM3-20/400 TNC
77707863	PSM3-20/400 TNC IR
77707982	PSM3-20/400 PLC TNC***
77707983	PSM3-20/400 PLC TNC IR***
77707880	PSM3-20/480 TNC
77707881	PSM3-20/480 TNC IR
77707800	PSM4-20/230 TT
77707801	PSM4-20/230 TT IR
77707802	PSM4-20/400 TT
77707803	PSM4-20/400 TT IR
77707985	PSM4-20/400 PLC TT***
77707986	PSM4-20/400 PLC TT IR***
77707808	PSM4-20/480 TT
77707809	PSM4-20/480 TT IR
77707950	PSM4-20/230 TNS
77707951	PSM4-20/230 TNS IR
77707952	PSM4-20/400 TNS
77707953	PSM4-20/400 TNS IR
77707987	PSM4-20/480 TNS
77707988	PSM4-20/480 TNS IR

Tipo 3

PSL-8

Código	Referencia
77708153	PSL2-8/120 TT
77708154	PSL2-8/120 TT IR
77708155	PSL2-8/230 TT
77708156	PSL2-8/230 TT IR
77708157	PSL2-8/277 TT
77708158	PSL2-8/277 TT IR
77708173	PSL2-8/120 TNS
77708174	PSL2-8/120 TNS IR
77708175	PSL2-8/230 TNS
77708176	PSL2-8/230 TNS IR
77708177	PSL2-8/277 TNS
77708178	PSL2-8/277 TNS IR
77708203	PSL4-8/230 TT
77708204	PSL4-8/230 TT IR
77708205	PSL4-8/400 TT
77708206	PSL4-8/400 TT IR
77708207	PSL4-8/480 TT
77708208	PSL4-8/480 TT IR
77708223	PSL4-8/230 TNS
77708224	PSL4-8/230 TNS IR
77708225	PSL4-8/400 TNS
77708226	PSL4-8/400 TNS IR
77708227	PSL4-8/480 TNS
77708228	PSL4-8/480 TNS IR

Fotovoltaica

PSC PV

Código	Referencia
77738370	PSC3-12,5/600 PV**
77738371	PSC3-12,5/600 PV IR**
77738375	PSC3-12,5/1000 PV**
77738376	PSC3-12,5/1000 PV IR**

PSM PV

Código	Referencia
77707850	PSM3-40/600 PV**
77707851	PSM3-40/600 PV IR**
77707852	PSM3-40/1000 PV**
77707853	PSM3-40/1000 PV IR**



** PV: Modelos para instalaciones fotovoltaicas. Cumplen con la EN50539-11.

*** La gama PSM PLC no presenta fugas por degradación y compatible con comunicaciones PLC (Power Line Communication)



www.cirprotec.com

Especialistas en protección integral contra el rayo y las sobretensiones. Soluciones específicas para cada tipo de aplicación. Para más información contacte con nuestro departamento técnico-comercial o www.cirprotec.com/productos.



Protección
Sobretensiones
Transitorias
(Red Eléctrica)



Protección
Sobretensiones
Permanentes (POP)
(Red Eléctrica)



Protección
Sobretensiones
Transitorias
(Comunicaciones)



Protección
Externa
contra el Rayo



Control
Sistema de
Tierras



Vigilancia de
aislamiento

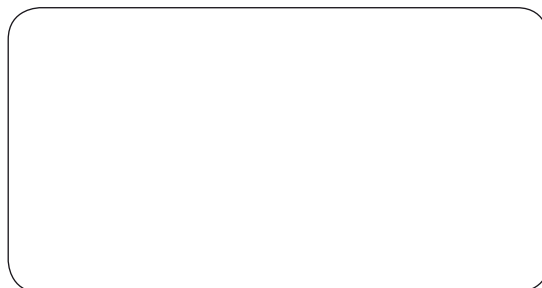


Balizamiento



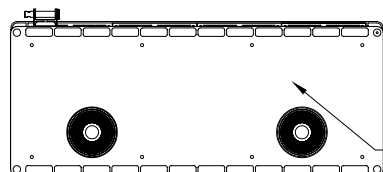
CIRPROTEC, S.L.
Lepanto 49 · 08223 Terrassa (BARCELONA) · ESPAÑA
Tel. +34 93 733 16 84 · Fax +34 93 733 27 64
comercial@cirprotec.com · export@cirprotec.com

Servicio de Asistencia Técnica-Comercial (España)
Tel. 902 932 702 · Fax 902 932 703

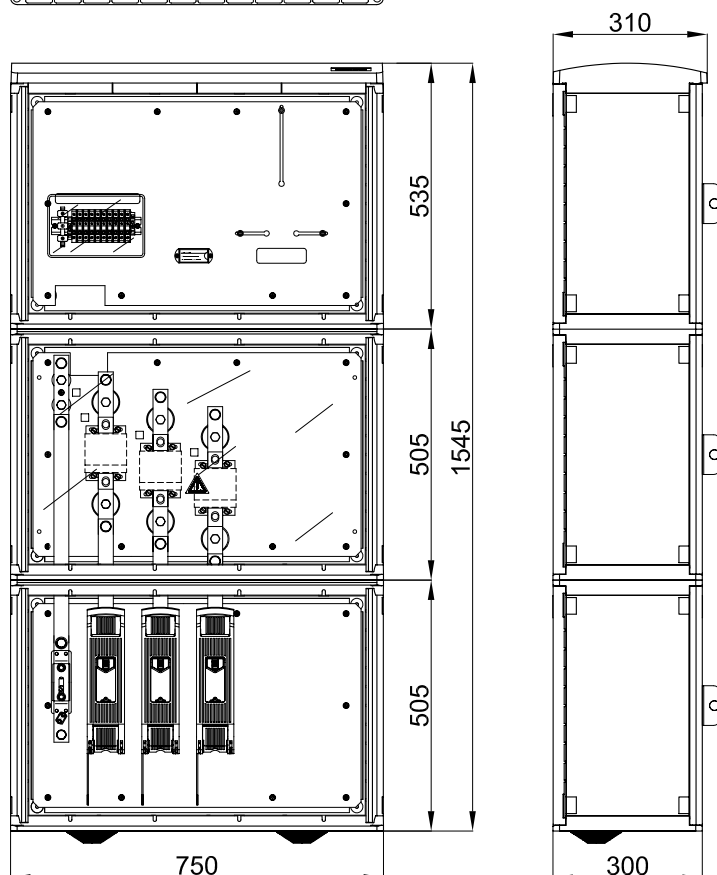


REFERENCIA CAHORS: 0471032

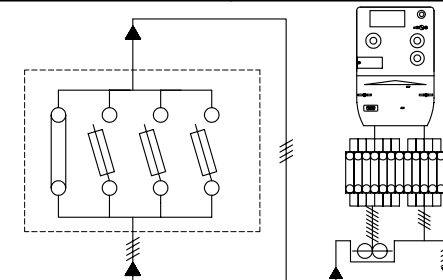
REFERENCIA IBERDROLA: 4272103



PARTE INFERIOR CERRADA




ESQUEMA ELECTRICO:



CARACTERISTICAS:

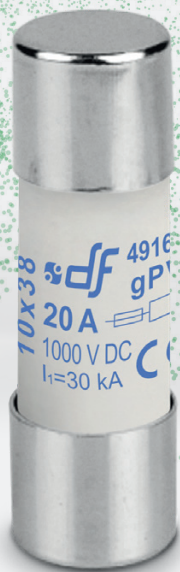
- Tensión asignada: 400V
- Intensidad asignada: 300A
- Grados de protección IP55, IK10
- Tres juegos de pletinas de Cu 30x5 mm para instalación de transformadores de intensidad tipo CAP
- Pletina neutro Cu 145x30x5 mm
- Bloque de bornes de comprobación de 10 elementos 10E-6I-4T
- Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-2 400A
- Bornes de entrada y salida mediante tornillos Inox M10

NORMAS:

- | | |
|---|----------------|
| - UNE-EN 60439 | - UNE-EN 60947 |
| - UNE-EN 20324 | - NI 42.72.00 |
| - UNE-EN 50102 | - NI 76.84.01 |
| - REBT ITC BT 13 | - NI 72.58.01 |
| - DIRECTIVA  | |

UTILIZACION:

- Medida de suministros eléctricos individuales
- Instalación en fachada exterior de los edificios o muros de cierre
- Montaje empotrable de acuerdo REBT



FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES & BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

gPV CILINDRICOS

fusibles



10x38

14x51

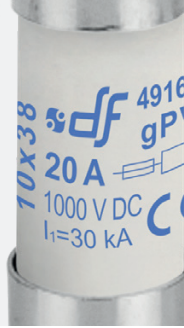
10x85

10/14x85

22x65

**PROTECTING
THE WORLD**





TENSIÓN ASIGNADA 1000V DC
CORRIENTE ASIGNADA 1A...20A
PODER DE CORTE 30kA
NORMAS IEC/EN 60269-1 IEC/EN 60269-6 UL248-1 UL248-19



Fusibles cilíndricos para aplicaciones fotovoltaicas

Los fusibles cilíndricos 10x38 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.000V DC

La gama comprende los siguientes fusibles:

→ Talla 10x38 1000V DC 1A a 20A

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19).

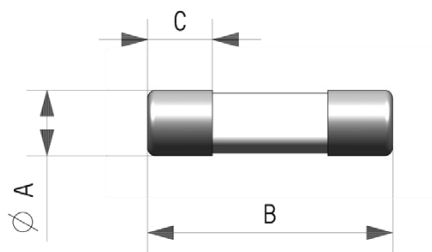
Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio.

Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las **bases portafusibles PMX-PV 10x38**



Dimensiones



A	B	C
10,3	38	10

Peso 8gr

Referencias

I_n (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
1	491601	10/100
2	491602	10/100
3	491604	10/100
4	491605	10/100
5	491606	10/100
6	491610	10/100
8	491615	10/100
10	491620	10/100
12	491625	10/100
15	491629	10/100
16	491630	10/100
20	491635	10/100



Datos técnicos

Tensión asignada	1000V DC
Corriente asignada	1A...20A
Poder de corte asignado	30kA
Categoría de utilización	gPV
Corriente mínima de interrupción	1A → 1,45·I _n 2A...20A → 1,35·I _n
Corriente de no fusión	1,13·I _n
Temperatura de almacenaje	-40°C ... 90°C
Temperatura de funcionamiento *	-40°C ... 80°C

* Para temperaturas ambiente superiores a 25°C es necesario aplicar un coeficiente de corrección sobre la corriente máxima.

Normas

IEC/EN 60269-1
IEC/EN 60269-6
UL248-1
UL248-19
RoHS Compliant



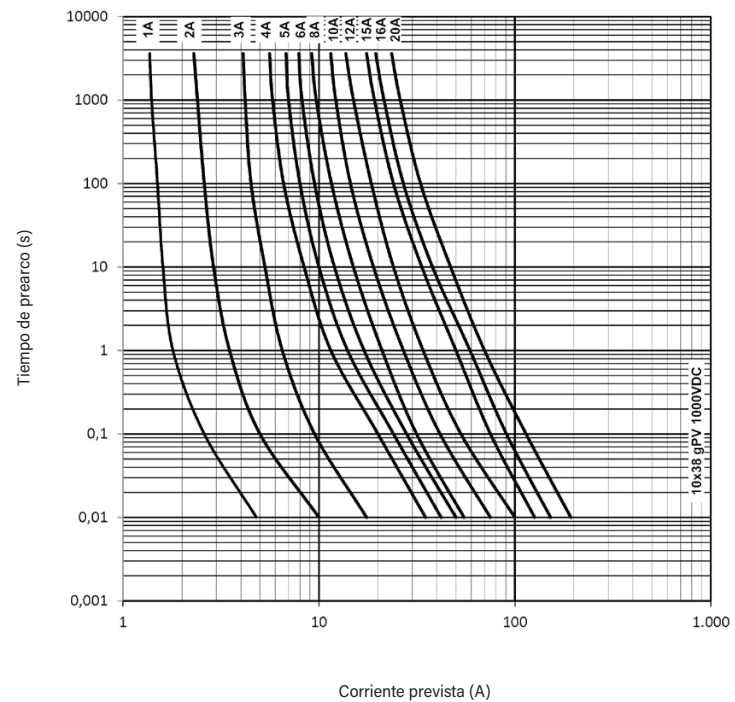
Certificaciones

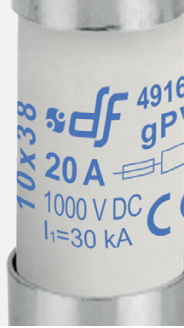


Potencias disipadas

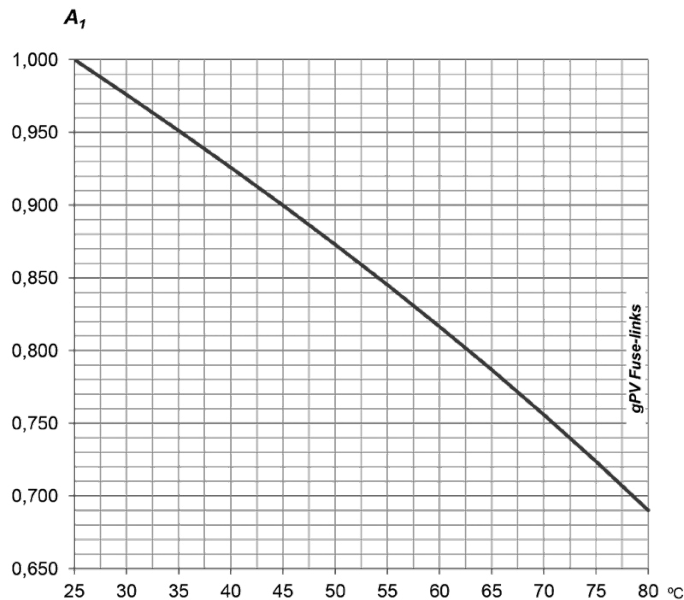
I _n	I _t PREARCO	I _t TOTAL	POTENCIA DISIPADA 0.7 · I _n	POTENCIA DISIPADA I _n
(A)	(A ² S)	(A ² S)	(W)	(W)
1	0,35	1,2	0,31	0,76
2	0,62	1,0	0,78	1,45
3	1,9	3,1	0,66	1,66
4	6,9	11	0,64	1,57
5	14	22	0,60	1,65
6	24	38	0,77	1,84
8	7	17	0,82	2,00
10	15	38	0,94	2,20
12	27	68	0,98	2,40
15	62	115	1,05	2,65
16	89	165	1,10	2,70
20	158	294	1,33	3,20

Características t-I





Coeficiente de reducción por temperatura ambiente



ta (°C)	A1
25	1,00
30	0,98
35	0,95
40	0,93
45	0,90
50	0,87
55	0,84
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69

Guía de selección y aplicación

En las centrales fotovoltaicas, se dan unas condiciones de instalación y de funcionamiento que deben ser consideradas a la hora de seleccionar el fusible adecuado para la protección.

Estos fusibles suelen ir montados en el interior de cajas estancas, donde se alcanzan temperaturas ambiente elevadas. Esto obliga a reducir la corriente máxima a través de los fusibles ya que en caso contrario podría producirse la fusión prematura de los mismos. Para evitarlo, se deben aplicar unos coeficientes de reducción.

Por otro lado, los ciclos día/noche y el paso de nubes hacen que la corriente varíe continuamente a través de los fusibles, generando continuos calentamientos y enfriamientos que producen stress térmico y mecánico en los materiales, especialmente en el elemento de fusión. Para evitar un posible envejecimiento prematuro que provoca la fusión intempestiva, debemos aplicar un coeficiente de seguridad (DF Electric recomienda un valor de 0,80 para este tipo de aplicaciones).

Teniendo presentes estas consideraciones, podemos seleccionar el fusible más adecuado.

Para verificar que la tensión asignada del fusible es adecuada debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tensión de circuito abierto de los módulos PV ($V_{OC\ STC}$)
- Número de módulos conectados en serie (M).
- Factor de seguridad (20%) para tener en cuenta el incremento de la tensión de vacío a temperaturas muy bajas.

Así, la tensión asignada en DC mínima de los fusibles debe ser:

$$V_{DC}(\text{fusible}) \geq V_{OC}(\text{STC}) \cdot M \cdot 1,2$$

La tensión de circuito abierto de los módulos $V_{OC\ STC}$ es la tensión máxima que un módulo fotovoltaico puede dar cuando funciona en vacío (sin ninguna carga conectada) en unas condiciones de ensayo determinadas (STC = Standard Test Condition) y es un dato indicado por el fabricante de los módulos fotovoltaicos.

Para escoger la corriente asignada del fusible a utilizar, los puntos a contemplar serán:

- Intensidad de cortocircuito de los módulos ISC (STC)
- Factor de corrección de la temperatura ambiente (A_1).
- Factor de corrección por variación de la corriente (A_2).

La intensidad de cortocircuito de los módulos ISC (STC) es la corriente máxima que un módulo fotovoltaico puede dar en unas condiciones de ensayo determinadas (STC) y es un dato indicado por el fabricante de los módulos fotovoltaicos.

Factor de corrección recomendado por variación de la corriente (A_2): 0,80.

La temperatura ambiente en el interior de las cajas donde se alojan las protecciones puede alcanzar fácilmente valores de 40° C ó 45° C (para climas tropicales hay que considerar valores más elevados).

Se debe aplicar un factor de corrección (A_1) en función de la temperatura ambiente.

Con las consideraciones anteriores, la corriente asignada del fusible debe ser:

$$I_N(\text{fusible}) \geq \frac{I_{SC\ STC}}{A_1 \cdot A_2}$$

Como ejemplo, si consideramos una temperatura ambiente máxima de 45° C, el calibre a utilizar sería:

$$I_N(\text{fusible}) \geq \frac{I_{SC\ STC}}{0,90 \cdot 0,80} \geq I_{SC\ STC} \cdot 1,4$$

OFICINA CENTRAL Y FÁBRICA

SILICI, 67-69
08940 CORNELLA DE LLOBREGAT
BARCELONA
SPAIN
Tel. +34 93 377 85 85
Fax +34 93 377 82 82

VENTAS INTERNACIONAL

Tel. +34 93 475 08 64
Fax +34 93 480 07 75
export@dfelectric.es

VENTAS NACIONAL

Tel. 93 475 08 64
Fax 93 480 07 76
comercial@dfelectric.es

dfelectric.es



Los datos reflejados en esta ficha técnica están sujetos a la correcta instalación del producto de acuerdo con las instrucciones del fabricante, normas y reglamentos de instalación y conforme a las reglas profesionales, debidamente mantenido y utilizado en las aplicaciones para las que está previsto.

Los productos descritos en este documento han sido diseñados, desarrollados y ensayados de acuerdo a una normativa específica. Se consideran componentes que son integrados formando parte de una instalación, máquina o equipo. La garantía y responsabilidad del correcto funcionamiento general del conjunto corresponde al fabricante de la instalación, máquina o equipo.

DF ELECTRIC no puede garantizar las características de una instalación, máquina o equipo que ha sido diseñado por un tercero. Una vez que se ha seleccionado un producto, el usuario debe comprobar que es apropiado para su aplicación, mediante las verificaciones y/o ensayos que considere oportunos.

DF ELECTRIC se reserva el derecho a cambiar las dimensiones, especificaciones, materiales o el diseño de sus productos en cualquier momento sin previo aviso.



PROTECTING THE WORLD



Hoja de características del producto

Especificaciones



iID 4P 100A 300mA-S A-SI

A9R35491

Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iID40
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
NOmbre abreviado del equipo	iID
Número de polos	4P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	100 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	300 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Selectivo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo A-SI

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	Idm 1500 A Im 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Ajustable en clip

SopORTE de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	8
Altura	91 mm
Anchura	72 mm
Profundidad	73,5 mm
Peso del producto	0,37 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 10000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo1...35 mm ² rígido Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Certificaciones de producto	Generador
Grado de protección IP	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 (envolvente modular) conforming to IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 3000 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	7,5 cm
Paquete 1 Ancho	8,2 cm
Paquete 1 Longitud	9,8 cm
Paquete 1 Peso	351,0 g
Tipo de unidad de paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	27
Paquete 2 Altura	30,0 cm
Paquete 2 Ancho	30,0 cm
Paquete 2 Longitud	40,0 cm
Paquete 2 Peso	9,964 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
------------------------------------	------------------------

Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Información Logística

País de Origen	ES
-----------------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
----------------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor automático magnetotérmico C120N - 1P - 100A - curva C

A9N18358

Principal

Gama de producto	Dardo Plus
Gama	Acti 9
Nombre del producto	C120
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
NOmbre abreviado del equipo	C120N
Función	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	1P
Número de polos protegidos	1
[In] Corriente nominal	100 A en 30 °C
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	3 kA Icu en 380...415 V AC 50/60 Hz IT acorde a Icu 20 kA Icu en 130 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 15 kA Icu en 12 V corriente continua acorde a Icu 15 kA Icu en 125 V corriente continua acorde a Icu 10 kA Icu en <= 144 V corriente continua acorde a Icu 10 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 20 kA Icu en 12 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10000 A Icn en 230...400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1
Poder de seccionamiento	Sí acorde a En > 50 A

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V AC 50/60 Hz 125 V corriente continua <= 144 V corriente continua 12 V corriente continua 220...240 V AC 50/60 Hz 230...400 V AC 50/60 Hz 130 V AC 50/60 Hz 12 V AC 50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	15 kA 75 % acorde a Icu - 130 V AC 50/60 Hz 15 kA 100 % acorde a Icu - 125 V corriente continua 2,25 kA 75 % acorde a Icu - 380...415 V AC 50/60 Hz 15 kA 100 % acorde a Icu - 12 V corriente continua 10 kA 100 % acorde a Icu - <= 144 V corriente continua 7,5 kA 75 % acorde a Icu - 220...240 V AC 50/60 Hz 15 kA 75 % acorde a Icu - 12 V AC 50/60 Hz

Clase de limitación	3 acorde a Icu
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a Icu
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a Icu
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación de encendido/apagado
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN simétrico de 35 mm
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Sí
Pasos de 9 mm	3
Altura	81 mm
Anchura	27 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	0,205 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	5000 ciclos acorde a En > 50 A
Descripción de las opciones de bloqueo	Handle sealable with cable diameter 0.7mm in OFF or ON position
Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel 1...50 mm ² rígido Terminales de tipo túnel 1,5...35 mm ² flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	15 mm
Par de apriete	3,5 N.m
Protección contra fugas a tierra	Sin

Entorno

Normas	EN/IEC 60898-1 Icu
Certificaciones de producto	generador
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3 acorde a En > 50 A
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	7,4 cm
Paquete 1 Ancho	2,7 cm
Paquete 1 Longitud	8,5 cm
Paquete 1 Peso	192 g
Tipo de unidad de paquete 2	BB1
Número de unidades en el paquete 2	12
Paquete 2 Altura	8,6 cm
Paquete 2 Ancho	9,3 cm
Paquete 2 Longitud	33,3 cm
Paquete 2 Peso	2,38 kg
Tipo de unidad de paquete 3	S03
Número de unidades en el paquete 3	72
Paquete 3 Altura	30 cm
Paquete 3 Ancho	30 cm
Paquete 3 Longitud	40 cm
Paquete 3 Peso	14,767 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

EMETER-20



Easy to Use

- Quick plug-and-play installation
- Graphic visualization of current measured values in Sunny Portal and local web UI

Flexible

- Space-saving, top-hat rail mounting in household distribution thanks to compact enclosure
- Flexible use in applications > 63 A thanks to external current transformers

- Suitable for universal use regardless of existing energy meter

High Performance

- Fast three-phase, bidirectional reading for effective energy management*
- Ideal coordination with SMA devices to ensure control tasks are carried out stably

SMA ENERGY METER

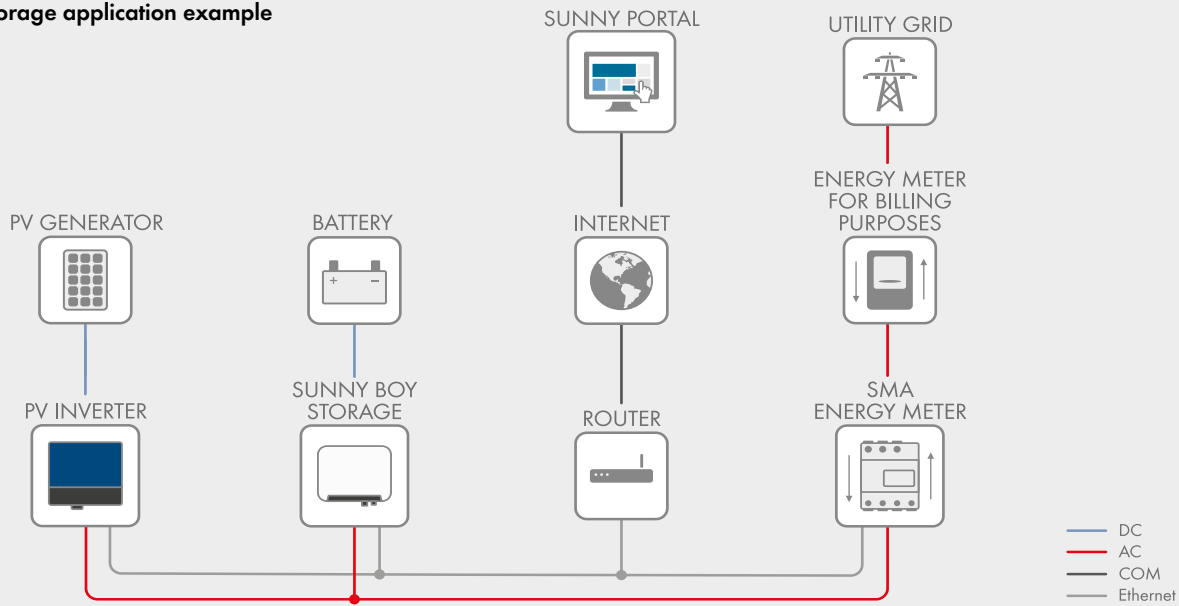
Universal recording of measured values for intelligent energy management

A high-performance measurement solution for intelligent energy management in PV systems with SMA devices. The SMA Energy Meter calculates phase-exact and balanced electrical measured values and communicates these via Ethernet in the local network. In this way, all data on grid feed-in and purchased electricity as well as PV generation by other PV inverters can be communicated to SMA systems frequently and with a high level of precision.

Integrating the SMA Energy Meter establishes, in all systems, an ideally coordinated system configuration that guarantees the highest performance and stability with the best cost savings and increased self-consumption.

* Can also be used in single-phase systems.

Storage application example



Technical Data	SMA Energy Meter
Communication	
Connection to the local router	via Ethernet cable (10/100 Mbit/s, RJ45 plug)
Inputs (voltage and current)	
Nominal voltage	230 V/400 V
Frequency	50 Hz/±5%
Nominal current / limiting current per line conductor	5 A/63 A (>63 A can be connected via external current transformers)
Start-up current	< 25 mA
Connection cross-section	10 mm ² to 16 mm ² ¹⁾ (for 63 A fusing)
Torque for screw terminals	2.0 Nm
Ambient Conditions in Operation	
Ambient temperature	-25 °C to +40 °C
Storage temperature range	-25 °C to +70 °C
Protection class (according to IEC 62103)	II
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP2X
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	5% to 90% ²⁾
Elevation above MSL	0 m to 2000 m
General Data	
Dimensions (W/H/D)	70 mm/88 mm/65 mm
Top hat-rail width units	4
Weight	0.3 kg
Mounting location	Switch or meter cabinet
Mounting type	Top-hat rail mounting
Status display	2 LEDs
Self-consumption	< 3 W
Measurement accuracy, measuring cycle	1%, 1000 ms
Features	
Warranty	2 years
Certificates and permits (more available upon request)	www.SMA-Solar.com
Last updated: January 2019	
1) Mechanical 1.5 mm ² to 25 mm ²	
2) 95% only on up to 30 days of the year	
Type designation	EMETER-20

FICHA TÉCNICA

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO:

Código	115187
Denominación	PICA TOMA DE TIERRA 1500 x 18,6 mm 300 MICRAS 1 ROSCA

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PRODUCTO

CODIGO	115187
LONGITUD (mm)	1500
ÁNGULO PUNTA	60°
ESPESOR DE COBRE (micras)	300
DIÁMETRO DE ACERO (mm)	17,70
DIÁMETRO TOTAL (mm)	18,30
SECCIÓN DE ACERO (mm ²)	246,06
SECCIÓN DE COBRE (mm ²)	16,96
SECCIÓN TOTAL (mm ²)	263,02
RESISTIVIDAD DEL COBRE A 20°C	1,7 E -8
RESISTIVIDAD DEL ACERO A 20°C	2 E -7
RESISTENCIA DEL COBRE (Ω)	1,50 E -3
RESISTENCIA DEL ACERO (Ω)	6,10 E -4
RESISTENCIA FINAL (Ω)	4,34 E -4

2. PROPIEDADES DEL ACERO EMPLEADO

Acero calibrado de calidad F1, que cumple con las siguientes condiciones:

COMPOSICIÓN QUÍMICA					DUREZA BRINELL
% C	% Si	% Mn	% P	% S	180-220
0,13	0,25	0,5	<0,04	<0,04	

3. MARCADO

Las picas con código 115187 llevan grabada en su parte superior la marca identificativa:



OBSERVACIONES:

2. Pliego de condiciones

2.1. Objeto

El objeto de este pliego de condiciones es el de describir las especificaciones técnicas de diseño, montaje y verificación que debe cumplir la instalación solar fotovoltaica interconectada a red de 52 kWp, en el techo de un edificio de oficinas situado en el barrio de la Carrasca, Valencia, dentro de la UPV.

Los elementos que conforman la instalación deberán cumplir unas condiciones mínimas en calidad final según a su rendimiento, producción e integración.

Las características de los equipos elegidos quedan detalladas en el capítulo 1: Memoria.

Queda excluido del presente pliego de condiciones toda instalación ajena al montaje o puesta en marcha, así como los posibles trabajos de albañilería necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto. Además, no se incluirá un estudio de seguridad y salud puesto que se queda fuera del ámbito de este trabajo académico.

El documento se ha basado en un documento de referencia elaborado por el IDEA llamado "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red" (PCT-C-REV - julio 2011).

2.2. Generalidades

El ámbito de aplicación del siguiente pliego recoge únicamente instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red pública, por tanto, quedarán excluidas las instalaciones aisladas de la red. Asimismo, este pliego podrá servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad equivalentes a su respectiva memoria del proyecto.

En cualquier caso, serán de aplicación todas las normativas que afectan a instalaciones fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Norma UNE-EN 62446-1:2017 Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- 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 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

2.3. Definiciones

2.3.1. 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 kW/m².
- Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

2.3.2. 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 disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.
- 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. También se denomina ondulator.
- 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.

2.3.3. 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 W/m²
 - Distribución espectral: AM 1,5 G

- Temperatura de célula: 25 °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/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s

2.4. Condiciones de los componentes y materiales

2.4.1. Generalidades

En la mayoría de la instalación se ha de conseguir un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I, con excepción del cableado en la zona de corriente continua, que contará con aislamiento de clase 2 y un grado mínimo de protección IP65, es decir, defensa total ante polvo y chorros de agua de baja intensidad en todas direcciones. Cabe destacar que los elementos situados al aire libre estarán protegidos ante los efectos adversos que puedan producir la radiación solar o la humedad.

La instalación fotovoltaica contará con las características necesarias para no provocar averías, disminuciones o interrupciones del suministro en la red superiores a los límites establecidos por la normativa aplicable.

La puesta en marcha y uso del proyecto no podrá ser causa de condiciones peligrosas para el personal de mantenimiento y uso de la red de distribución. Para asegurar esto se harán uso de las protecciones necesarias dentro de la legislación vigente que garanticen la seguridad frente a contactos, cortocircuitos y sobrecargas.

La memoria incluirá todas las fichas técnicas proporcionadas por los fabricantes de los elementos que participen en la instalación.

2.4.2. Generador fotovoltaico

Las placas fotovoltaicas deberán contar con el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, en relación con la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Los módulos deberán cumplir con las normas UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos y la norma UNE-EN 61215 sobre módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

Deberá de verse de manera claramente visible el modelo y nombre y logotipo de la empresa fabricante, además del número de serie.

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.

El material elegido para los marcos laterales será aluminio o acero inoxidable. Por otro lado, la estructura de soporte de las placas y estas mismas estarán conectadas a tierra.

Sera importante una gran eficiencia de las células.

La potencia máxima y corriente de cortocircuito reales de los módulos respecto a las condiciones estándar deberán no variar más del $\pm 3\%$ del valor nominal de catálogo.

Se añadirán los elementos necesarios para la desconexión independiente y en ambos terminales de cada ramal del resto del generador que faciliten el mantenimiento y aumenten el grado de seguridad.

Los módulos estarán bajo una garantía de rendimiento de 25 años.

Se rechazará cualquier módulo que presente algún daño o defecto en cualquiera de sus piezas.

2.4.3. Estructura de soporte de placas

La estructura debe aguantar con los módulos ya instalados las sobrecargas de viento y nieve según el código técnico de la edificación y la normativa vigente.

El sistema de fijación y diseño de la estructura tendrá en cuenta la dilatación térmica. Se seguirán las instrucciones del fabricante.

Se instalarán los puntos de sujeción necesarios teniendo en cuenta la posición relativa y el área de apoyo de manera que no ocurran flexiones superiores a las indicadas por el fabricante.

La estructura será diseñada teniendo en cuenta la orientación y el ángulo de inclinación especificado, con posibilidad de sustitución de elementos.

El cálculo de diseño y disposición de las estructuras tendrá en cuenta la normativa vigente respecto a los agentes ambientales y la realización del taladrado se hará antes del tratamiento final, así como las posibles sombras generadas.

2.4.4. Inversores

Serán capaces de soportar la potencia de entrada variable que el generador fotovoltaico entregue a lo largo del 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.

Los inversores deberán cumplir las siguientes normas:

- 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.

Cada inversor tendrá señalizaciones necesarias para su correcto funcionamiento, así como controles automáticos que aseguren su adecuada supervisión y manejo que serán:

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

El inversor deberá proporcionar 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, 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 nivel de rendimiento será determinado según la norma UNEEN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Cuando el inversor se encuentre en “stand-by” o modo nocturno, el consumo 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.

El inversor tendrá que contar con un grado de protección mínima IP30 debido a que se encuentra en un lugar accesible del edificio.

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 5 años.

2.4.5. Cableado

Los conectores de los polos positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán en conductos separados y protegidos de acuerdo con 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

Para una correcta localización e identificación, los cables irán numerados conforma a la numeración especificada también en los planos o siguiendo lo establecido en la ITC-BT-19 con el siguiente código de colores:

- Fase: Color marrón, negro o gris
- Cableado neutro: Color azul claro
- Cableado de protección: Color verde o amarillos

Las conexiones interiores se encontrarán empotradas a las paredes de la nave industrial hasta el cuadro de conexiones general. Y los exteriores según lo definido en la parte del proyecto de instalación el corriente alterna

2.4.6. Cajas de empalme y derivación

Estos elementos deberán cumplir la normativa específica de la UNE 23328 y UNE 20324.

Estarán conformados por un material aislante (o el material es aislante o deben estar aisladas interiormente) y resistente frente a la oxidación.

Se prevendrá la salida de chispas mediante tapas y estará aislada para evitar que en caso de inflamación se propague.

Deberán estar dimensionadas para poder alojar todos los conectores en su interior de manera holgada y sin esfuerzos

Al cuadro general de derivación llegaran los conectores del inversor constituidos por tres conductores de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El armario dispondrá de 8 módulos con cierre y se ubicará en el entresuelo

del edificio. En dicho elemento se encontrarán los elementos de maniobra, mando y protección que no se encuentren ubicados o formando parte del inversor.

2.4.7. Conexión a red

Todas las instalaciones deberán cumplir con una serie de condiciones expuestas en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

Específicamente deberán cumplir las condiciones expuestas en el artículo 11 “Condiciones técnicas de carácter general” y en el artículo 12 “Condiciones de conexión” del Capítulo III “Condiciones técnicas de las instalaciones”.

2.4.8. Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el artículo 18 “Medida y facturación” del capítulo IV “Procedimiento de medida y facturación”, del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. Todo ello a excepción del artículo 18.3 el cual queda derogado por el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo

2.4.9. Protecciones

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.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 14 “Protecciones” del Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia a excepción de los apartados 1.d) el cual queda modificado por el Real Decreto 647/2020, de 7 de julio y del apartado 1.e) que es modificado en el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio.

2.4.10. Puesta a tierra

Todos los elementos de la instalación, tanto en la parte de continua como en la de alterna, estarán conectados a una única toma de tierra, que no coincidirá con la toma de tierra de la empresa distribuidora conforme se establece en el REBT.

El asilamiento entre la red de distribución y el generador fotovoltaico deberá ser galvánico y realizado mediante un transformador de aislamiento, en caso contrario se especificará en la memoria los elementos utilizados para alcanzar esta condición.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 15 “Condiciones de puesta a tierra de las instalaciones” del Capítulo III “Condiciones técnicas de las instalaciones” del Real Decreto 1699/2011, de

18 de noviembre.

2.4.11. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 “Armónicos y compatibilidad electromagnética” del Capítulo III “Condiciones técnicas de las instalaciones” del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre.

2.4.12. Medidas de seguridad

Se instalará un conjunto de protecciones en el generador fotovoltaico que garanticen la desconexión en caso de fallo de la red pública o interno, de manera que no se interrumpa el funcionamiento de las redes involucradas tanto en el uso diario como en el incidente.

La central fotovoltaica no deberá trabajar en isla con parte de la red pública, en el caso de fallo de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de la red y actuar frente a esta dentro de los criterios determinados por la normativa vigente.

Por otro lado, la instalación contará con los elementos necesario que permitan una reconexión a la red de distribución sin que se produzca ningún daño, es decir, no aparecerán sobretensiones que puedan perjudicar otros equipos incluso en el transitorio de paso a isla. Además, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética

2.5. Pruebas y verificación

El contratista deberá componer un documento en el que se especifiquen los componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento se firmará por ambas partes y cada una conservará un duplicado.

El instalador dará el visto bueno a todos los materiales y elementos antes de su instalación. Este deberá, de manera individual, revisar en tres aspectos dichos materiales.

- En primer lugar, asegurarse de manera visual que los elementos no presenten ninguna grieta o defecto en su superficie que pueda afectar al funcionamiento de este.
- En segundo lugar, comprobar, en aquellos elementos que presenten pegatinas con características técnicas, que estas coincidan con lo especificado en la ficha técnica suministrada por el fabricante. En caso de no presentar estas identificaciones se deberá comprobar que presenten el nombre o logo del fabricante y su modelo.
- Asegurarse que cumplen con el Mercado CE conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

Los componentes de la instalación deberán haber superado las pruebas de

funcionamiento en fábrica y deberán contar con los certificados de calidad pertinentes antes de la puesta en marcha de la instalación.

Las pruebas a realizar por el contratista constarán como mínimo de 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.

En caso de algún fallo o que no se cumpla con alguna característica técnica proyectada se procederá a la realización de un estudio detallado de cada uno de los componentes para encontrar el fallo causante del problema. Una vez solucionado se deberán repetir las fases de verificación explicadas en el presente pliego de condiciones.

Una vez completadas las pruebas de verificación y puesta en marcha se procederá la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El acta de Recepción Provisional no se firmará sin haber comprobado que la instalación ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas y se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida y, como mínimo, la recogida en la norma UNE-EN 62446-1:2017, "Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección"
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero

Los elementos de la instalación contarán con una garantía de tres años, en el caso de los módulos fotovoltaicos de 10 años, frente a defectos. Igualmente ante cualquier futuro fallo procedente de un defecto oculto que pueda aparecer, que afecte al funcionamiento del sistema, el contratista se comprometerá a subsanar los fallos sin coste alguno. Siempre atendiendo a la legislación vigente.

2.6. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

2.6.1. 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 esta, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes

2.6.2. Programa de mantenimiento

Se van a definir las condiciones generales mínimas de mantenimiento a cumplir para la instalación fotovoltaica.

Se definen dos tipos de actuaciones para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento preventivo consiste en operaciones de inspección visual y verificación de actuaciones, que todas ellas aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Además, este incluirá, al menos, una visita anual 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.

El plan de mantenimiento correctivo consiste en todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Se incluyen:

- La visita a la instalación se realizará cada vez que el usuario lo requiera y, en caso de avería, será en un plazo máximo de una semana junto con la resolución de la misma en un tiempo máximo de 10 días extras.
- 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.

Se realizará un informe técnico en cada una de las visitas, por parte de personal cualificado bajo la responsabilidad del contratista, en que se detallará el estado de la instalación, las incidencias ocurridas y las operaciones de mantenimiento.

2.7. Garantías

2.7.1.Ámbito general

La instalación se reparará de acuerdo con las condiciones generales, sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, cuando haya sido causa de un defecto de montaje o de los componentes, siempre que se haya seguido el manual de instrucciones de uso.

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.

2.7.2.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 10 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.

2.7.3.Condiciones económicas

La garantía abarca tanto la reparación o reposición del material o elemento defectuoso, así como la mano de obra empleada durante la vigencia de la garantía.

También se incluirá gastos como el tiempo de desplazamiento, amortización de vehículos y herramientas o portes de recogida y devolución de los equipos. Asimismo, abarca la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación

Si en un periodo de tiempo aceptable el contratista no ha subsanado sus obligaciones relacionadas con la garantía, el comprador podrá establecer una fecha final, con notificación previa. Si no se cumpliera ese plazo, el comprador podría subsanarlo él mismo o contratar a un tercero sin perjuicio de reclamación por daños.

2.7.4.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.

2.7.5.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 10 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.

3.Presupuesto

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 Instalación fotovoltaica				
1.1	IEF001	Ud	<p>Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 400 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 68,80 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 6,08 A, tensión en circuito abierto (Voc) 75,60 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 6,58 A, eficiencia 22,60%, 136 células, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1690x1046x40 mm, resistencia a la carga del viento 244 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 550 kg/m², peso 19 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
	mt35sol026ff	1,000 Ud	Módulo solar fotovoltaico SunPower MA...	410,490
	mo009	0,376 h	Oficial 1ª instalador de captadores solar...	22,000
	mo108	0,376 h	Ayudante instalador de captadores sola...	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	426,390
		3,000 %	Costes indirectos	434,920
Precio total por Ud				447,97
Son cuatrocientos cuarenta y siete Euros con noventa y siete céntimos				
1.2	IEF020	Ud	<p>Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 55 kW, voltaje de entrada máximo 1100 Vcc, rango de voltaje de entrada de 570 a 950 Vcc, potencia nominal de salida 40 kW, eficiencia máxima 98,9%, dimensiones 810x645x235 mm, peso 53 kg, protección IP65, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
	mt35ifg050a	1,000 Ud	Inversor trifásico BG40KTR	4.630,280
	mo003	0,609 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo102	0,609 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4.656,040
		3,000 %	Costes indirectos	4.749,160
Precio total por Ud				4.891,63
Son cuatro mil ochocientos noventa y un Euros con sesenta y tres céntimos				
1.3	TFG1	Ud	<p>Pinza antivertido SMA Energy Meter. Contador universal de SMA que permite la medición de energía por fase, antivertido o inyección cero y es una fuente de datos necesarios para la gestión inteligente de energía y monitorización. Protección IP2X, máxima humedad de trabajo 90%, voltaje 230/400V.</p>	
	mo102	0,609 h	Ayudante electricista.	20,300
	INST1	1,000 Ud	Pinza Antivertido SMA Energy Meter	380,000
	mo003	0,609 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	405,760
		3,000 %	Costes indirectos	413,880
Precio total por Ud				426,30
Son cuatrocientos veintiseis Euros con treinta céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.4	IEC020	Ud	Suministro e instalación de caja de conexiones PV combiner Box Grand Glow. 13 entradas en paralelo, 1 salida. Protección IP65. 1000V max de entrada. Incluye: Instalación y correcto funcionamiento.	
	mt35cgp020aa	1,000 Ud	Caja de conexiones PV combiner Box G...	28,360
	mt35cgp040h	3,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm ...	5,440
	mt35cgp040f	3,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm ...	3,730
	mt35www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléct...	1,480
	mo003	0,500 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo102	0,500 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	78,500
		3,000 %	Costes indirectos	80,070
Precio total por Ud				82,47

Son ochenta y dos Euros con cuarenta y siete céntimos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 Estructura soporte módulos				
2.1	TFG2	Ud	Kit de montaje para 6 módulos fotovoltaicos. Incorpora fijaciones atornilladas de anclaje, para sujección de perfiles de soporte y elementos de sujección de los módulos a la superficie de soporte. Válida para módulos de hasta 2279x1150mm.	
	EST1	24,000 Ud	Tornillería para uniones	0,170 4,08
	EST2	6,000 Ud	Perfil G1	5,870 35,22
	EST3	6,000 Ud	Unión para perfiles	1,800 10,80
	EST4	1,000 Ud	Estructura regulable 20-35°	400,000 400,00
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	450,100 9,00
		3,000 %	Costes indirectos	459,100 13,77
			Precio total por Ud	472,87
			Son cuatrocientos setenta y dos Euros con ochenta y siete céntimos	
2.2	TFG3	Ud	Kit de montaje para 2 módulos fotovoltaicos. Incorpora fijaciones atornilladas de anclaje, para sujección de perfiles de soporte y elementos de sujección de los módulos a la superficie de soporte. Válida para módulos de hasta 2279x1150mm.	
	EST1	8,000 Ud	Tornillería para uniones	0,170 1,36
	EST2	2,000 Ud	Perfil G1	5,870 11,74
	EST3	2,000 Ud	Unión para perfiles	1,800 3,60
	EST4	1,000 Ud	Estructura regulable 20-35°	400,000 400,00
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	416,700 8,33
		3,000 %	Costes indirectos	425,030 12,75
			Precio total por Ud	437,78
			Son cuatrocientos treinta y siete Euros con setenta y ocho céntimos	
2.3	TFG4	Ud	SUNFER S15 Kit de unión	
	mo003	0,150 h	Oficial 1ª electricista.	22,000 3,30
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	3,300 0,07
		3,000 %	Costes indirectos	3,370 0,10
			Precio total por Ud	3,47
			Son tres Euros con cuarenta y siete céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 Conexiones eléctricas y protecciones				
3.1	IEH010	m	Cable unipolar H1Z2Z2-K de tensión nominal 1,5 kV, con conductor de cobre estañado de 2,5 mm² de sección, aislamiento y cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos y un cable fase tierra de las mismas características. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35cun040ab	1,000 m	Cable Afumex class 1000V RZ1-K AS 2...	2,000
	mo003	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo102	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,420
		3,000 %	Costes indirectos	2,470
			Precio total por m	2,54
Son dos Euros con cincuenta y cuatro céntimos				
3.2	IEH010b	m	Cable unipolar H1Z2Z2-K de tensión nominal 1,5 kV, con conductor de cobre estañado de 10 mm² de sección, aislamiento y cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos y un cable fase tierra de las mismas características. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35cun040ab	1,000 m	Cable Afumex class 1000V RZ1-K AS 2...	2,000
	mo003	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo102	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,420
		3,000 %	Costes indirectos	2,470
			Precio total por m	2,54
Son dos Euros con cincuenta y cuatro céntimos				
3.3	IEH010c	m	Cable Afumex class RZ1-K AS 2X16 mm² de tensión nominal 0,6/1 kV, con conductor de cobre estañado de 10 mm² de sección. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta Afumex. Clase CPR Cca-s1b,d1,a1.Diseño según UNE 21123-4 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
	mt35cun040ab	1,000 m	Cable Afumex class 1000V RZ1-K AS 2...	2,000
	mo003	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo102	0,010 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,420
		3,000 %	Costes indirectos	2,470
			Precio total por m	2,54
Son dos Euros con cincuenta y cuatro céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.4	IEC010	Ud	Suministro e instalación de armario de protección y medida indirecta en B.T., saliente, con capacidad para un contador trifásico electrónico combinado + transformadores de intensidad tipo CAP CAP + bases BUC y neutro. Tensión y corriente asignada de 400 V y 300 A respectivamente. Protección IP55 y resistencia a los golpes IK10. Con base portafusibles y transformador de intensidad. Dimensiones 1545x750x310 mm. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.	
	mt35cgp010g	1,000 Ud	Caja de automáticos ABB Mistral65	70,100
	mt35cgp040h	3,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm ...	5,440
	mt35cgp040f	1,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm ...	3,730
	mt35www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléct...	1,480
	mo020	0,300 h	Oficial 1ª construcción.	21,410
	mo113	0,300 h	Peón ordinario construcción.	20,100
	mo003	0,500 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo102	0,500 h	Ayudante electricista.	20,300
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	125,230
		3,000 %	Costes indirectos	127,730
			Precio total por Ud	131,56
			Son ciento treinta y un Euros con cincuenta y seis céntimos	
3.5	TFG6	Ud	Protector sobretensiones transitorias PSM3-40/1000 PV	
	mo003	0,250 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	CON2	1,000 Ud	Protector sobretensiones transitorias P...	43,750
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	49,250
		3,000 %	Costes indirectos	50,240
			Precio total por Ud	51,75
			Son cincuenta y un Euros con setenta y cinco céntimos	
3.6	IEC010b	Ud	Caja de automáticos ABB Mistral65. Caja de automáticos de 36 módulos con puerta transparente para disponer las protecciones de corriente alterna, irá instalado al lado del inversor. Protección IP65 y resistencia a los golpes IK09. Máxima corriente admisible de 125 A. Dimensiones de la caja de 320x600x155 mm. Incluye su instalación y correcto funcionamiento.	
	mt35cgp010g	1,000 Ud	Caja de automáticos ABB Mistral65	70,100
	mt35www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléct...	1,480
	mo003	0,150 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	74,880
		3,000 %	Costes indirectos	76,380
			Precio total por Ud	78,67
			Son setenta y ocho Euros con sesenta y siete céntimos	
3.7	TFG5	Ud	Interruptor automático Schneider Dardo Plus Acti 9. Interruptor magnetotérmico general de 4 polos con intensidad nominal de 100 A, poder de corte de 10 kA con curva C. Incluye su instalación y comprobado correcto funcionamiento.	
	mo003	0,050 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	CON1	1,000 Ud	Interruptor automático Schneider Dardo ...	139,830
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	140,930
		3,000 %	Costes indirectos	143,750
			Precio total por Ud	148,06
			Son ciento cuarenta y ocho Euros con seis céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.8	TFG7	Ud	Fusible cilíndrico 10x38 gPV con una intensidad nominal de 20 A, una tensión asignada en corriente continua de 1000 V y poder de corte de 30 kA	
	mo003	0,050 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	CON4	1,000 Ud	Fusible cilíndrico 10x38 gPV	5,000
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	6,100
		3,000 %	Costes indirectos	6,220
			Precio total por Ud	6,41
			Son seis Euros con cuarenta y un céntimos	
3.9	TFG8	Ud	Interruptor diferencial Schneider Acti 9 iID	
	mo003	0,250 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	CON3	1,000 Ud	Interruptor diferencial Schneider Acti 9 iID	291,060
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	296,560
		3,000 %	Costes indirectos	302,490
			Precio total por Ud	311,56
			Son trescientos once Euros con cincuenta y seis céntimos	
3.10	IEP021	Ud	Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluye grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. Incluye: Replanteo. Excavación con medios manuales. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Hincado de la pica. Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Relleno del trasdós. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.	
	mt35tte010a	1,000 Ud	Electrodo para red de toma de tierra co...	16,000
	mt35ttc010b	0,250 m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².	2,810
	mt35tta040	1,000 Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	1,000
	mt35tta010	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno para toma de ti...	74,000
	mt35tta030	1,000 Ud	Puente para comprobación de puesta a ...	46,000
	mt35tta060	0,333 Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la...	3,500
	mt35www020	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de to...	1,150
	mo003	0,250 h	Oficial 1ª electricista.	22,000
	mo102	0,250 h	Ayudante electricista.	20,300
	mo113	0,002 h	Peón ordinario construcción.	20,100
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	150,640
		3,000 %	Costes indirectos	153,650
			Precio total por Ud	158,26
			Son ciento cincuenta y ocho Euros con veintiseis céntimos	

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 Instalación fotovoltaica

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1	<p>Ud. Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 400 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 68,80 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 6,08 A, tensión en circuito abierto (Voc) 75,60 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 6,58 A, eficiencia 22,60%, 136 células, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1690x1046x40 mm, resistencia a la carga del viento 244 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 550 kg/m², peso 19 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					130,000	447,97	58.236,10
1.2	<p>Ud. Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 55 kW, voltaje de entrada máximo 1100 Vcc, rango de voltaje de entrada de 570 a 950 Vcc, potencia nominal de salida 40 kW, eficiencia máxima 98,9%, dimensiones 810x645x235 mm, peso 53 kg, protección IP65, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					1,000	4.891,63	4.891,63
1.3	<p>Ud. Pinza antivertido SMA Energy Meter. Contador universal de SMA que permite la medición de energía por fase, antivertido o inyección cero y es una fuente de datos necesarios para la gestión inteligente de energía y monitorización. Protección IP2X, máxima humedad de trabajo 90%, voltaje 230/400V.</p>					1,000	426,30	426,30
1.4	<p>Ud. Suministro e instalación de caja de conexiones PV combiner Box Grand Glow. 13 entradas en paralelo, 1 salida. Protección IP65. 1000V max de entrada.</p> <p>Incluye: Instalación y correcto funcionamiento.</p>					1,000	82,47	82,47

Total presupuesto parcial nº 1 ... 63.636,50

PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 Estructura soporte módulos

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	Ud. Kit de montaje para 6 módulos fotovoltaicos. Incorpora fijaciones atornilladas de anclaje, para sujección de perfiles de soporte y elementos de sujección de los módulos a la superficie de soporte. Válida para módulos de hasta 2279x1150mm.					20,000	472,87	9.457,40
2.2	Ud. Kit de montaje para 2 módulos fotovoltaicos. Incorpora fijaciones atornilladas de anclaje, para sujección de perfiles de soporte y elementos de sujección de los módulos a la superficie de soporte. Válida para módulos de hasta 2279x1150mm.					5,000	437,78	2.188,90
2.3	Ud. SUNFER S15 Kit de unión					20,000	3,47	69,40

Total presupuesto parcial nº 2 ... 11.715,70

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 Conexiones eléctricas y protecciones

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1	M. Cable unipolar H1Z2Z2-K de tensión nominal 1,5 kV, con conductor de cobre estañado de 2,5 mm2 de sección, aislamiento y cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos y un cable fase tierra de las mismas características. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					40,000	2,54	101,60
3.2	M. Cable unipolar H1Z2Z2-K de tensión nominal 1,5 kV, con conductor de cobre estañado de 10 mm2 de sección, aislamiento y cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos y un cable fase tierra de las mismas características. Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					50,000	2,54	127,00
3.3	M. Cable Afumex class RZ1-K AS 2X16 mm2 de tensión nominal 0,6/1 kV, con conductor de cobre estañado de 10 mm2 de sección. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta Afumex. Clase CPR Cca-s1b,d1,a1.Diseño según UNE 21123-4 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.					5,000	2,54	12,70
3.4	Ud. Suministro e instalación de armario de protección y medida indirecta en B.T., saliente, con capacidad para un contador trifásico electrónico combinado + transformadores de intensidad tipo CAP CAP + bases BUC y neutro. Tensión y corriente asignada de 400 V y 300 A respectivamente. Protección IP55 y resistencia a los golpes IK10. Con base portafusibles y transformador de intensidad. Dimensiones 1545x750x310 mm. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.					1,000	131,56	131,56
3.5	Ud. Protector sobretensiones transitorias PSM3-40/1000 PV					1,000	51,75	51,75
3.6	Ud. Caja de automáticos ABB Mistral65. Caja de automáticos de 36 módulos con puerta transparente para disponer las protecciones de corriente alterna, irá instalado al lado del inversor. Protección IP65 y resistencia a los golpes IK09. Máxima corriente admisible de 125 A. Dimensiones de la caja de 320x600x155 mm. Incluye su instalación y correcto funcionamiento.					1,000	78,67	78,67
3.7	Ud. Interruptor automático Schneider Dardo Plus Acti 9. Interruptor magnetotérmico general de 4 polos con intensidad nominal de 100 A, poder de corte de 10 kA con curva C. Incluye su instalación y comprobado correcto funcionamiento.					1,000	148,06	148,06
3.8	Ud. Fusible cilíndrico 10x38 gPV con una intensidad nominal de 20 A, una tensión asignada en corriente continua de 1000 V y poder de corte de 30 kA					26,000	6,41	166,66

Suma y sigue ... 818,00

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 Conexiones eléctricas y protecciones

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.9	Ud. Interruptor diferencial Schneider Acti 9 iID					1,000	311,56	311,56
3.10	Ud. Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 1,5 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. Incluye: Replanteo. Excavación con medios manuales. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Hincado de la pica. Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Relleno del trasdós. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.					1,000	158,26	158,26

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	63.636,50
CAPITULO ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS	11.715,70
CAPITULO CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PROTECCIONES	1.287,82
REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	<u>76.640,02</u>

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS SETENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS CUARENTA EUROS CON DOS CÉNTIMOS.

Proyecto: INSTALACION FOTOVOLTAICA

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Instalación fotovoltaica	63.636,50
Capítulo 2 Estructura soporte módulos	11.715,70
Capítulo 3 Conexiones eléctricas y protecciones	1.287,82
Presupuesto de ejecución material	76.640,02
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Suma	76.640,02
21% IVA	16.094,40
Presupuesto de ejecución por contrata	92.734,42

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVENTA Y DOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

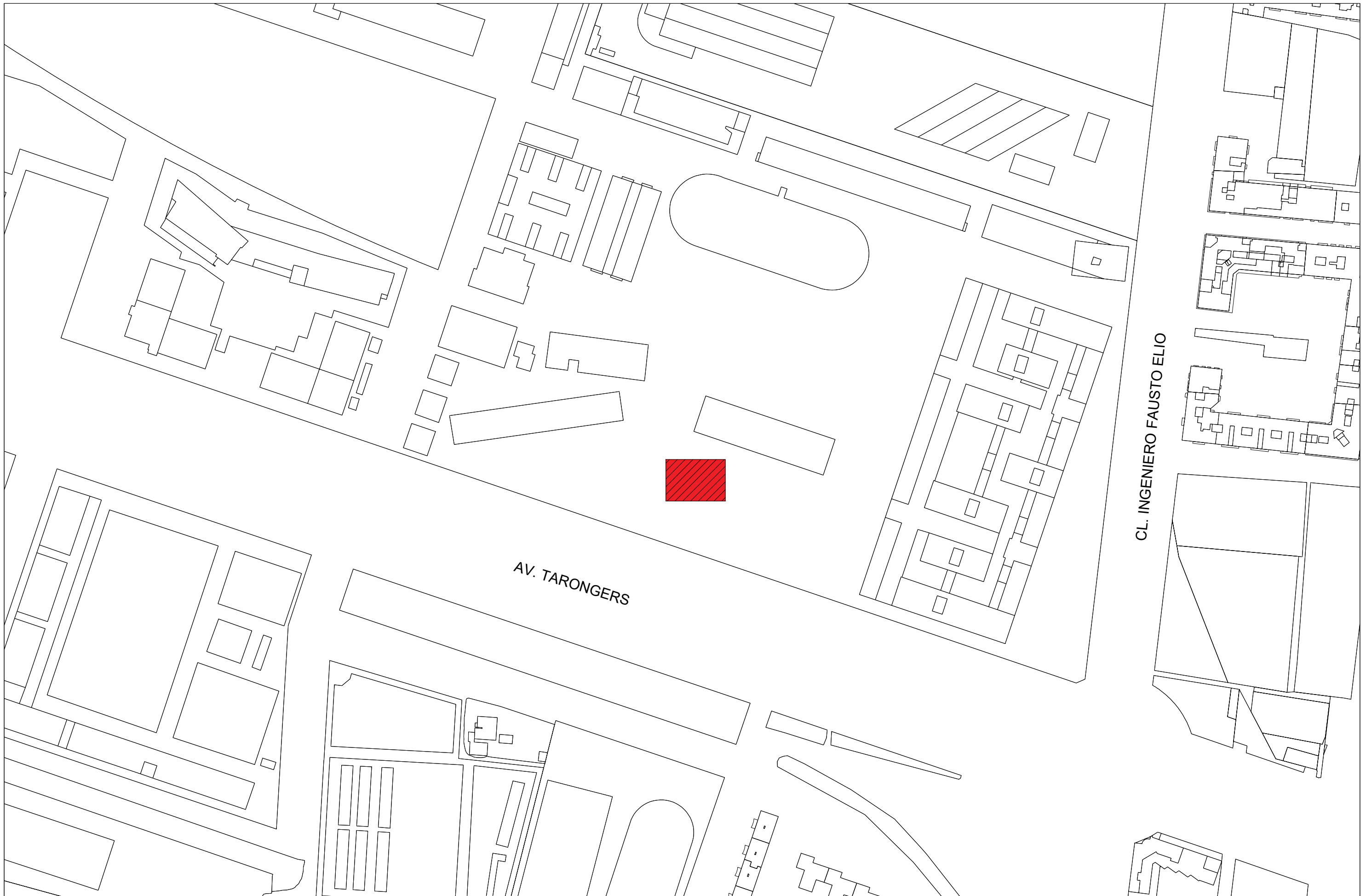
4.PLANOS

Índice de planos:

N.º 01: Plano de situación y emplazamiento

N.º 02: Plano de distribución general módulos

N.º 03: Plano de esquema unifilar



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



Proyecto: **INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN EDIFICIO DE OFICINAS**

Plano: **SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**
Autor: **Joan Romero Sánchez**

Fecha: **Julio 2023**
Escala: **1:2000**

Nº Plano: **1**

27.196 m

LEYENDA

CABLE

PLACA

CAJA CONEXIONES GENERADOR

INVERSOR

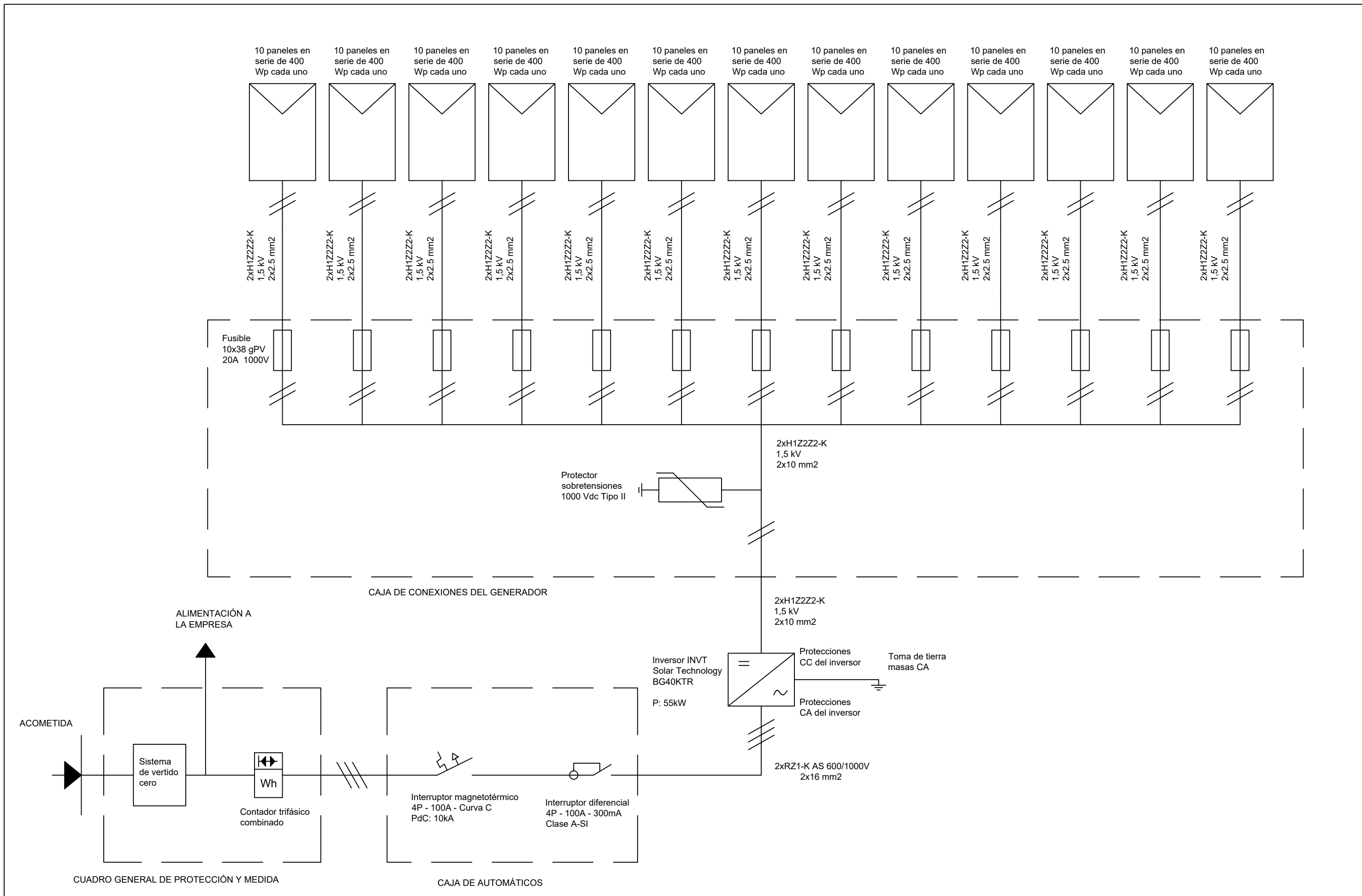
CUADRO GENERAL EDIFICIO


CUADRO GENERAL PROTECCIÓN Y MEDIDA

3.784 m

1.690 m

1.046 m



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Proyecto: INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN EDIFICIO DE OFICINAS	Plano: ESQUEMA UNIFILAR	Fecha: Julio 2023	Nº Plano: 3
		Autor: Joan Romero Sánchez	Escala: S/N	

BIBLIOGRAFIA

<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/los-10-paneles-solares-mas-eficientes-del-mercado/>

<https://shop.arentio.com/shop/product/panel-sunpower-maxeon-3-400w-spr-max3-400-res-4471?category=76#attr=>

<https://renovablesdelsur.com/inversores-conexi-n-a-red/718-inversor-invt-50kw-trifasico.html>

https://www.educo.org/blog/Que-son-los-17-Objetivos-de-Desarrollo-Sostenible?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=educobranddsa&utm_term=kw&utm_content=text&tc_alt=64115&n_o_pst=n_o_pst&n_okw=c_103267085027&qad=1&qclid=CjwKCAjwtuOIBhBREiwA7agf1pmfXbabPWxW5PU_ft19c7hVRMcRiG2ypbJ3QDwqlgAyLYuUx73NuhoCQ1sQAvDBwE

[https://areatecnologia.com/electricidad/perdidas-fotovoltaica.html#Distancia M%C3%ADnima entre Paneles y Objeto](https://areatecnologia.com/electricidad/perdidas-fotovoltaica.html#Distancia_M%C3%ADnima_entre_Paneles_y_Objeto)

<https://www.energynews.es/pvgis/>

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

<https://www.rebacas.com/estructuras-paneles-solares/1365-estructura-regulable-6-paneles-solares-20-35-suelo.html>

<https://www.rebacas.com/estructuras-paneles-solares/1361-estructura-regulable-2-paneles-solares-20-35-suelo.html>

<https://www.enersum.es/es/kit-de-union-para-modulos-en-vertical-compatibles-con-los-siguientes-kits-08v-09v-10v-11v-12v-13v>

<https://lumisolar.es/topsolar-pv-h1z2z2-k-1x6-1500v-rojo-negro-cca-r1000-1000m>

<https://es.prysmiangroup.com/centro-de-productos/construction-and-infrastructures/Prysmian-Afumex-Class-1000V-AS-RZ1-K-Cca-s1b-d1-a1>

<https://www.amazon.es/AFUMEX-CLASS-1000V-RZ1-K-3G1-5/dp/B07TV8CMSZ>

https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/Guia_bt_40_sep13R1.pdf

<https://www.censolar.org/normativa-fotovoltaica-2022/>

<https://espasolar.com/normativa/>

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf

http://www.grandglow.net/products_77/727.html

https://www.alibaba.com/product-detail/12-Stings-in-1-out-Solar_1600892997858.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.165.495f2921sBj551

[https://www.alibaba.com/product-detail/Grandglow-Factory-PV-1000VDC-
junction-
Box_1600806264750.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.7.495f745c7Yme34](https://www.alibaba.com/product-detail/Grandglow-Factory-PV-1000VDC-
junction-
Box_1600806264750.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.7.495f745c7Yme34)

<https://www.verelectrico.com/cuadros-electricos/centralizaciones-para-contadores-iberdrola/caja-proteccion-medida-iberdrola-300e-11278.html>

<https://eriacomponentes.es/wp-content/uploads/2019/03/f-caja-medida-transformador-cmt-300e-if-fusible-superficie.pdf>

<https://www.dfelectric.es/wp-content/uploads/2022/06/10x38-CIL-gPV-fusibles-fotovoltaicos.pdf>

<http://www.cirprotec.com/es/Sobretensiones/Protectores-contrasobretensiones-transitorias-DPS/Red-electrica-segun-IEC-carril-DIN/Tipo-2-Clase-II/Formato-desenchufable/PSM-PV/PSM3-40-1000-PV>

<https://www.se.com/es/es/product/A9N18358/interruptor-autom%C3%A1tico-magnetot%C3%A9rmico-c120n-1p-100a-curva-c/>

https://www.cadenzaelectric.com/interruptor-diferencial-iid-4p-100a-300ma-clase-a-si-ref-a9r35491-schneider-electric_p9406288.htm

<https://www.suministroselectricos.es/material-electrico/armarios-cuadros-de-distribucion-y-cajas/cuadros-estancos/cuadros-estancos-abb/caja-abb-para-36-modulos-estanca-ip65-modelos-mistral-1sl1206a00>

<https://suministrodelsol.com/es/accesorios-fotovoltaica/633-pinza-antivertido-sma-energy-meter.html>

<https://www.industriasmora.com/productos/pica-1500x18-mm-300-micras-1-rosca/>

<https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/gas-luz/informe/precio-luz>