



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

Titulación: **INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

Itinerario: **Tecnologías Energéticas**

PROYECTO FIN DE GRADO

DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA, INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
E INFORMÁTICA INDUSTRIAL

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN
EXCEDENTES

Rafael Domínguez Sueiro



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE MINAS Y ENERGÍA

Titulación: **GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

Itinerario: **Grado en Ingeniería de la Energía**

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN
EXCEDENTES CON MECANISMO ANTI-VERTIDO**

Realizado por:

Rafael Domínguez Sueiro

Dirigido por:

Luis Fernández Beites

Departamento: **automática, ingeniería eléctrica y electrónica e informática industrial**



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



ÍNDICE

1. OBJETIVOS Y ALCANCE	8
2. ANTECEDENTES	8
3. AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO	9
3.1 ¿Qué es el autoconsumo?	9
3.2 Autoconsumo fotovoltaico	9
3.3 Beneficios del autoconsumo.....	9
3.4 Obstáculos del autoconsumo	10
4. TIPOS DE SISTEMAS	10
4.1 Sistema fotovoltaico On Grid.....	10
4.2 Sistema fotovoltaico Off Grid	11
4.3 Sistema fotovoltaico híbrido	11
5. ELEMENTOS COMUNES EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	12
5.1 Paneles Solares Fotovoltáicos	12
5.2 Estructura de Montaje	12
5.3 Inversor Solar	14
5.4 Cables y Conexiones	14
5.5 Interruptores y Dispositivos de Protección	14
5.6 Medidor bidireccional	14
6. TECNOLOGÍA DEL MÓDULO SOLAR	14
6.1 Materiales Semiconductores	15
6.2 Estructura de las Células Solares	15
6.3 Encapsulación y Protección	15
6.4 Conexión y Ensamblaje.....	16
6.5 Innovaciones y Avances Futuros	16

7. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	16
8. ANÁLISIS ENERGÉTICO	17
8.1 Datos de partida.....	17
8.2 Energía generada fotovoltaica	19
8.3 Balance energético	22
9. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	23
9.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	23
9.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE	25
9.3 INVERSOR.....	26
9.4 SISTEMAS DE MEDIDA, MONITORIZACIÓN Y CONTROL.....	28
9.5 PROTECCIONES ELÉCTRICAS	31
9.5.1 Protecciones contra cortocircuitos	31
9.5.2 Protecciones contra contactos directos e indirectos	31
9.5.4 Caja de Protecciones de CC	31
9.5.5 Cuadro de Protecciones de CA.....	32
9.6 CABLEADO	32
9.6.1 Interconexión entre los módulos fotovoltaicos	32
9.6.2 Interconexión de series de módulos a Inversores.....	32
9.6.3 Interconexión Inversor fotovoltaico – Cuadro Protección (AC).....	33
9.6.4 Interconexión Cuadro Protección (AC) – Conexión a Red Interior.....	33
9.6.5 Cableado de tierra.....	33
9.7 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....	34
9.8. SOLUCION INYECCIÓN 0.....	34
10. CÁLCULOS.....	36
10.1 Tensión del cableado	36
10.2 Sección del cableado	37

10.2.1 Tramo de corriente continua (CC).....	37
10.2.2 Tramo de corriente alterna (CA)	39
10.3 DIMENSIONADO DE PROTECCIONES.....	41
10.3.1 Tramo de corriente continua (CC).....	41
10.3.2 Tramo de corriente alterna (CA)	41
10.4 DIMENSIONADO PUESTA A TIERRA	42
10.5 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	42
11. PRESUPUESTO.....	44
11.1 PRESUPUESTO MATERIAL	44
11.2 PRESUPUESTO MANO DE OBRA.....	44
11.3 RESUMEN DEL PRESUPUESTO	45
12. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	45
12.1 Tarifa 6.1TD	45
12.2 Análisis coste energético	46
12.3 Análisis viabilidad	47
13. CONCLUSIONES	49
14. PLIEGO DE CONDICIONES	50
14.1 Objeto y campo de aplicación	50
14.2 Condiciones generales.....	51
14.3 Reconocimiento de las obras.....	51
15. BIBLIOGRAFÍA.....	57
16.PLANOS	59
17. FICHAS TÉCNICAS	60

RESUMEN

Este proyecto de autoconsumo fotovoltaico sin vertido a la red consiste en la instalación de paneles solares en una vivienda o edificio para generar energía eléctrica y consumirla directamente en el lugar. Este tipo de instalación conectada a la red eléctrica sólo puede consumir energía, por lo que no hay vertido de energía sobrante. El objetivo es reducir la dependencia de la red eléctrica y disminuir la factura de la luz. Además, se contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y se fomenta el uso de energías renovables.

ABSTRACT

This photovoltaic self-consumption project with no discharge to the grid consists of the installation of solar panels on a house or building to generate electricity and consume it directly on site. This type of installation connected to the grid can only consume energy, so there is no discharge of excess energy. The objective is to reduce dependence on the electrical grid and reduce the electricity bill. In addition, it contributes to the reduction of greenhouse gas emissions and promotes the use of renewable energies.

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1. OBJETIVOS Y ALCANCE

Es objeto del presente proyecto establecer y justificar las condiciones técnicas y de ejecución que deberá cumplir la instalación fotovoltaica de 46,3 kW para Autoconsumo Individual en Red Interior SIN excedentes (Individual) con mecanismo anti-vertido ubicada sobre cubierta inclinada de teja ubicada en Las Tablas, Madrid, así como garantizar la seguridad de la instalación, tanto en su fase de montaje como en su futuro mantenimiento y explotación.

Así se pretende exponer, ante los Organismos Competentes, que la instalación reúne las condiciones y garantías exigidas por la reglamentación, así como su adecuado dimensionado, con el fin de obtener las autorizaciones y aprobaciones de los organismos pertinentes de la administración. En el mismo se incluyen las consideraciones de diseño, ejecución de los elementos requeridos por la instalación fotovoltaica, desde la generación eléctrica hasta la conexión a la red interior del edificio.

2. ANTECEDENTES

El sector eléctrico camina hacia un modelo distribuido y hacia el autoconsumo. Como apuesta por este modelo y para autogenerar la energía consumida en el establecimiento, se proyecta la instalación de una planta fotovoltaica que cubra parte del consumo eléctrico procedente de la red de distribución eléctrica, sin perjudicar dicha red de distribución. Esta planta mejorará la competitividad del cliente y supondrá una reducción significativa de emisiones de gases efecto invernadero.

3. AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

3.1 ¿Qué es el autoconsumo?

La norma parte de la definición de autoconsumo recogida en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, tras las modificaciones introducidas por el Real Decreto-ley 15/2018, según la cual se define el autoconsumo como "el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación próximas a las de consumo y asociadas a las mismas".

En relación con lo expuesto, el autoconsumo podrá ser individual, como lo era hasta el momento, o colectivo. Según esta nueva figura, varios consumidores podrán asociarse a una misma instalación de generación y comunicar de forma individual a la distribuidora como encargado de la lectura, un mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto del autoconsumo.

3.2 Autoconsumo fotovoltaico

En el caso del autoabastecimiento fotovoltaico solar, aprovechar la energía solar es una opción más y más común, ya que la tendencia es movernos hacia una energía verde, sin la necesidad de explotar los recursos naturales no renovables.

La solución es muy popular en España, puesto que en España contamos con aproximadamente 300 días de sol de 365, lo que significa una producción de energía casi ininterrumpida a lo largo del año.

3.3 Beneficios del autoconsumo

Los principales beneficios del autoconsumo son tales como:

- -Ahorro en la factura de energía
- -Se reduce la dependencia de las compañías eléctricas
- -Se reduce la dependencia energética del país con el exterior
- -Se evitan problemas para abastecer toda la demanda en hora punta
- -Se minimiza el impacto de las instalaciones eléctricas en su entorno.
- -Reducción de la huella de carbono
- -Ayudas para la inversión

3.4 Obstáculos del autoconsumo

El autoconsumo de energía renovable en España ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. Sin embargo, existen varios obstáculos que dificultan su desarrollo:

- Costes iniciales elevados: La instalación de sistemas de autoconsumo requiere una inversión inicial, lo que puede ser prohibitivo para algunas personas y empresas.
- Localización: No todos los lugares son adecuados para aprovechar el autoconsumo debido a condiciones climáticas o limitaciones espaciales.
- Desafíos técnicos y regulatorios: La tecnología y la normativa pueden presentar dificultades en la implementación y gestión de sistemas de autoconsumo.
- Dependencia del clima: El rendimiento de las instalaciones de autoconsumo está vinculado a las condiciones climáticas, lo que puede afectar la disponibilidad de energía.

4. TIPOS DE SISTEMAS

4.1 Sistema fotovoltaico On Grid

Un sistema conectado a la red es una instalación solar básica que utiliza un inversor conectado a la red eléctrica y no tiene almacenamiento de batería. Es perfecto para aquellos ya conectados a la red que desean agregar energía solar a sus casas o espacios. Los sistemas on grid son simples de diseñar y muy rentables porque tienen relativamente pocos componentes. El objetivo principal de un sistema conectado a la red es reducir su factura de energía y beneficiarse de los incentivos solares.

Tipos de Sistemas Fotovoltaico Conectado a la Red | On Grid | Interactivo

ilumin



Fig 1: Sistema On Grid

4.2 Sistema fotovoltaico Off Grid

Los sistemas fuera de la red son ideales para los clientes que no pueden conectarse fácilmente a la red. Esto puede deberse a la ubicación geográfica, zonas rurales o de difícil acceso, con alto costo de traer la fuente de alimentación.

A través del sistema off grid se puede ser totalmente autosuficiente en energía y alimentar lugares remotos lejos de la red.

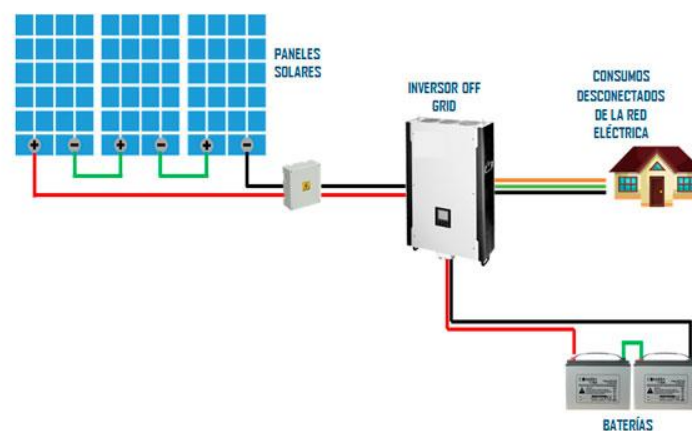


Fig 2: Sistema Off Grid

4.3 Sistema fotovoltaico híbrido

Un sistema fotovoltaico solar híbrido de red es una mezcla de la tecnología de la energía solar y la Red Pública Eléctrica, son sistemas interrelacionados a la red que también están conectados un sistema de respaldo de energía con el propósito de garantizar el abastecimiento continuo del fluido eléctrico incluso en cuestión de falla de la red.



Fig 3: Sistema Híbrido

5. ELEMENTOS COMUNES EN INSTALACIONES

FOTOVOLTÁICAS

Una instalación fotovoltaica individual consta de varios elementos esenciales que trabajan en conjunto para aprovechar la energía solar y convertirla en electricidad utilizable. Aquí tiene una descripción de cada uno de los componentes comunes.

5.1 Paneles Solares Fotovoltaicos

Son dispositivos compuestos por celdas solares que convierten la luz solar en electricidad. Estas celdas están hechas de materiales semiconductores, que generan corriente eléctrica cuando son expuestos a la luz solar.

5.2 Estructura de Montaje

La elección de la estructura ideal para paneles solares es un factor crucial para garantizar su eficiencia y durabilidad a lo largo del tiempo. Un enfoque comúnmente utilizado en la instalación de paneles solares es el uso de estructuras de montaje en soporte fijo o estructuras de seguimiento solar. Ambas opciones presentan ventajas y desventajas que deben ser consideradas en función de las necesidades y características del proyecto.

Las estructuras de montaje en soporte fijo son más simples y económicas. Estas se colocan en una posición fija y generalmente se inclinan a una cierta angulación para aprovechar al máximo la radiación solar. Este tipo de estructura es adecuada en casos donde la radiación solar es constante y no se requiere un seguimiento preciso del sol a lo largo del día. Además, ofrecen mayor estabilidad y resistencia a condiciones climáticas adversas.



Fig 4: Estructura en soporte fijo

Por otro lado, las estructuras de seguimiento solar son capaces de moverse a lo largo del día para seguir la trayectoria del sol y maximizar la captación de energía solar. Estas estructuras suelen ser más costosas y requieren un mantenimiento adicional debido a su complejidad mecánica. Sin embargo, son ideales en áreas con fluctuaciones en la intensidad y dirección de la radiación solar, ya que garantizan un mayor rendimiento energético.



Fig 5: Estructura de seguimiento solar

5.3 Inversor Solar

Este dispositivo convierte la corriente continua (CC) producida por los paneles solares en corriente alterna (CA) que se utiliza en la mayoría de los hogares y dispositivos eléctricos. Además de la conversión, algunos inversores también realizan funciones de monitoreo y control de la instalación.

5.4 Cables y Conexiones

Se utilizan cables eléctricos para conectar los paneles solares al inversor y del inversor al sistema eléctrico de la casa. Estos cables transportan la electricidad generada de manera segura y eficiente.

5.5 Interruptores y Dispositivos de Protección

Se instalan interruptores de circuito y dispositivos de protección contra sobretensiones para garantizar la seguridad del sistema y proteger contra daños eléctricos. Entre los elementos de protección eléctrica más comunes se encuentran los interruptores diferenciales, los dispositivos de protección contra sobrecargas, los fusibles, los interruptores termomagnéticos, los pararrayos y los dispositivos de protección contra sobretensiones.

5.6 Medidor bidireccional

Un medidor bidireccional registra tanto la energía consumida de la red eléctrica como la energía generada por el sistema fotovoltaico. Estos medidores son fundamentales para garantizar el rendimiento óptimo, maximizar la eficiencia y reducir costos en las instalaciones fotovoltaicas.

6. TECNOLOGÍA DEL MÓDULO SOLAR

Los paneles solares fotovoltaicos representan una de las tecnologías más prometedoras en el campo de la energía renovable. Su capacidad para convertir la luz solar en electricidad los ha convertido en una opción atractiva para la generación de energía limpia y sostenible. La tecnología detrás de estos paneles es fascinante y diversa, abarcando desde materiales semiconductores hasta técnicas de fabricación avanzadas.

6.1 Materiales Semiconductores

Los paneles solares fotovoltaicos se basan en el efecto fotovoltaico, que implica la generación de corriente eléctrica cuando la luz solar incide sobre ciertos materiales semiconductores. Los materiales más comúnmente utilizados en la fabricación de células solares son el silicio cristalino y el silicio amorfo. El silicio cristalino es altamente eficiente y se presenta en forma de lingotes o láminas delgadas, mientras que el silicio amorfo es más flexible y se puede aplicar en películas delgadas sobre sustratos diversos.

6.2 Estructura de las Células Solares

Las células solares, que son los componentes individuales de un panel solar, están compuestas por capas de materiales semiconductores dopados con impurezas para crear una estructura de tipo p-n. Esta estructura crea un campo eléctrico dentro de la célula que facilita la separación de los electrones y los huecos generados por la absorción de la luz solar. Los electrones liberados se canalizan a través de un circuito externo, generando así corriente eléctrica utilizable.



Fig 6: Célula fotovoltaica

6.3 Encapsulación y Protección

Para proteger las células solares de los elementos ambientales y garantizar su durabilidad a largo plazo, se utilizan técnicas de encapsulación. Las células individuales se encapsulan en materiales transparentes como el vidrio o polímeros especiales que protegen contra la

humedad, el polvo y los impactos mecánicos. Esta encapsulación también ayuda a mejorar la eficiencia al reducir las pérdidas por reflexión y absorción no deseada de la luz solar.

6.4 Conexión y Ensamblaje

Los paneles solares fotovoltaicos están compuestos por múltiples células solares interconectadas eléctricamente para aumentar la tensión y la corriente de salida. Estas células se sueldan o se conectan mediante técnicas de laminación para formar módulos solares, que luego se ensamblan en paneles solares más grandes. Los paneles pueden diseñarse en una variedad de configuraciones, desde paneles rígidos para instalaciones en tejados hasta paneles flexibles para aplicaciones en superficies curvas o portátiles.

6.5 Innovaciones y Avances Futuros

La investigación continua en el campo de la energía solar está impulsando constantemente innovaciones y avances en la tecnología de los paneles solares fotovoltaicos. Se están explorando nuevos materiales semiconductores, como las perovskitas y los materiales orgánicos, que prometen mejorar la eficiencia y reducir los costos de fabricación. Además, se están desarrollando técnicas de fabricación más eficientes y sostenibles, como la impresión de células solares y la fabricación en rollo, que podrían permitir una producción a gran escala a menor costo.

En resumen, la tecnología utilizada en los paneles solares fotovoltaicos es un campo dinámico y en evolución constante, con un potencial significativo para transformar el panorama energético global hacia una mayor sostenibilidad y resiliencia.

7. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La fotovoltaica es un equipamiento que no produce ningún impacto acústico y que, por lo tanto, no producirá ninguna molestia en el entorno. En concreto, para el presente proyecto, se han aprovechado las superficies existentes y su integración sobre los diferentes elementos constructivos del emplazamiento, suponiendo una mejora sustancial de las instalaciones actuales con un impacto visual mínimo o nulo.

La instalación se ejecutará sobre cubierta inaccesible inclinada de teja de las instalaciones situadas en Las Tablas, Madrid.



Fig 7: Emplazamiento de la instalación

8. ANÁLISIS ENERGÉTICO

8.1 Datos de partida

En este apartado se describirá la documentación necesaria para poder hacer un correcto estudio y análisis del proyecto, así como realizar una instalación fotovoltaica de autoconsumo adecuada al consumo de dicho emplazamiento.

A partir del consumo anual por periodo se construye la curva de carga del emplazamiento, por lo que se requieren las doce facturas anuales en las que aparece desglosado el consumo mensual por periodo del año, en este caso tendremos las relativas a el año 2020. Para este proyecto los datos obtenidos de estas facturas quedan reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 1: Consumos desglosados por periodo en el año 2020

	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)
ENERO	1627	5105	0	0	0	2779
FEBRERO	1944	5297	0	0	0	2331
MARZO	0	0	7167	1708	0	1813
ABRIL	0	0	0	5396	2471	3563
MAYO	0	0	0	4671	2452	3617
JUNIO	0	0	8904	3730	0	2098
JULIO	5519	11155	0	0	0	10237
AGOSTO	3600	10190	0	0	0	9891
SEPTIEMBRE	0	0	9382	4242	0	2440
OCTUBRE	0	0	0	7924	2125	3909
NOVIEMBRE	0	3202	8373	0	0	1447
DICIEMBRE	2681	3168	0	0	0	5065

A partir de estos datos se reconstruye una curva cuarto-horaria de carga que se compara con la curva de generación simulada mediante el software utilizado en este proyecto. Se considera un consumo total de 171.223 kWh anuales.

Los datos cuartohorarios son tratados para definir la potencia de la planta idónea maximizando la producción y minimizando el excedente producido.

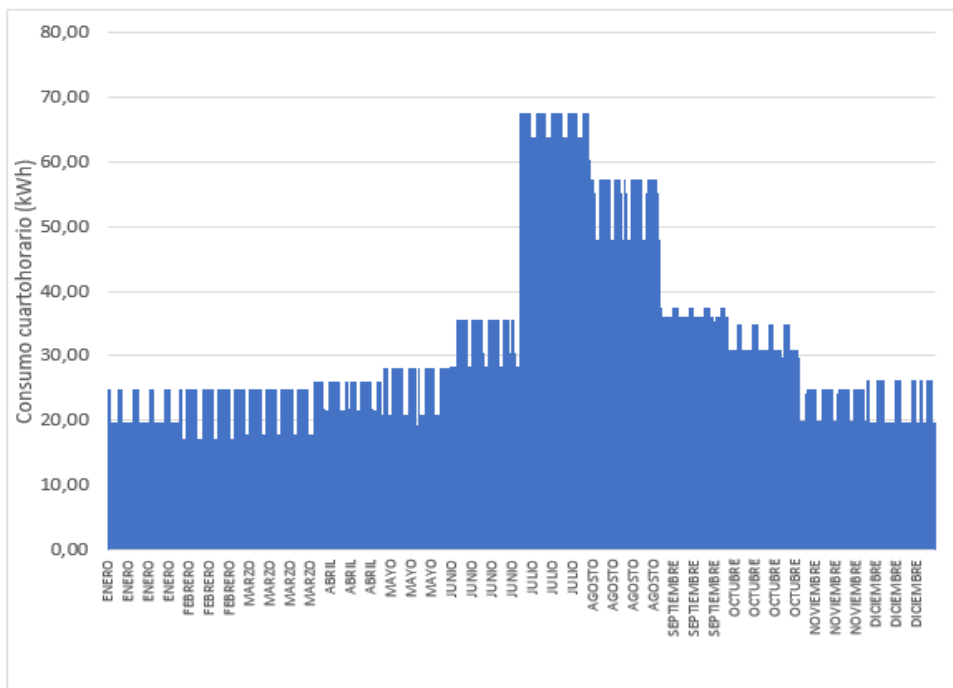


Fig 8: curva de carga consumo cuartohoraria

8.2 Energía generada fotovoltaica

A partir de los datos meteorológicos, se calcula la energía aportada por la instalación en base a la potencia instalada, la orientación de los módulos fotovoltaicos, su inclinación y otros factores que hacen disminuir el rendimiento de la instalación.

La instalación, como se definirá más adelante, estará compuesta por 85 módulos de 545 Wp cada uno, sumando una total la potencia de la planta de 46,3 kWp

Los paneles estarán instalados de forma Coplanar con una inclinación de 21° respecto al nivel de la base de asiento de la estructura, presentando un azimuth (ángulo que forma la dirección sur con la proyección horizontal del sol, hacia el norte por el noreste o por el noroeste) de 242° en la cubierta 1, y de igual manera, es decir, coplanar, con una inclinación de 40° y un azimuth de 152°, la cubierta 2.

A continuación, se muestra la potencia producida por la instalación, separada en dos campos, según donde se encuentren, su inclinación, su azimuth y la cantidad de módulos que encontramos en cada uno.

Tabla 2: Potencia de la instalación por cubierta

Field Segments									
Description	Racking	Orientation	Tilt	Azimuth	Intrarow Spacing	Frame Size	Frames	Modules	Power
Field Segment 1	Flush Mount	Portrait (Vertical)	40°	152.35753°	0.0 m	1x1	35	35	19.1 kW
Field Segment 2	Flush Mount	Portrait (Vertical)	21°	242.63574°	0.0 m	1x1	50	50	27.3 kW

En la siguiente imagen vemos de manera más detallada un Layout de la disposición de módulos según la cubierta.

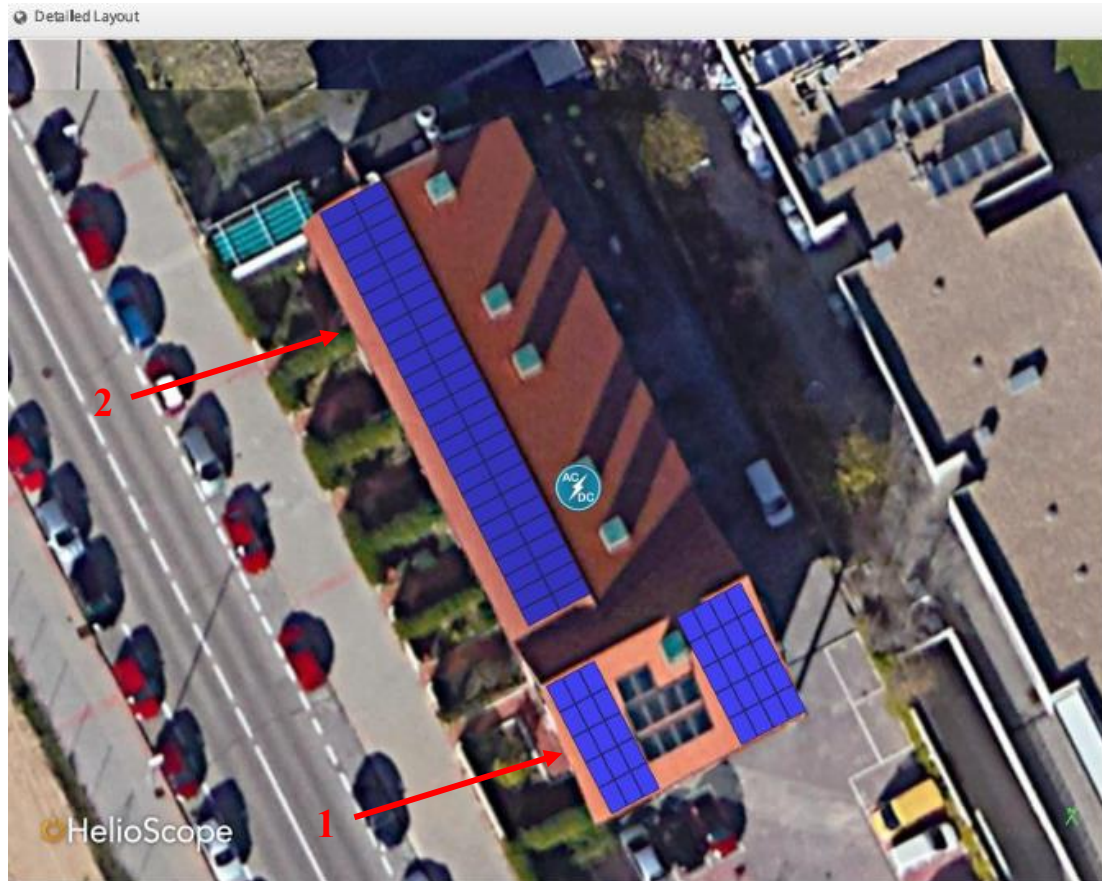


Fig 9: Layout Detallado

En cuanto a las pérdidas, dado el emplazamiento de la instalación, se hayan pérdidas, tales como las debidas por las sombras que los paneles reciben, pérdidas por reflexión de éstas, por suciedad y sobre todo debido al ‘Mismatching’ (mal emparejamiento) y a la temperatura.

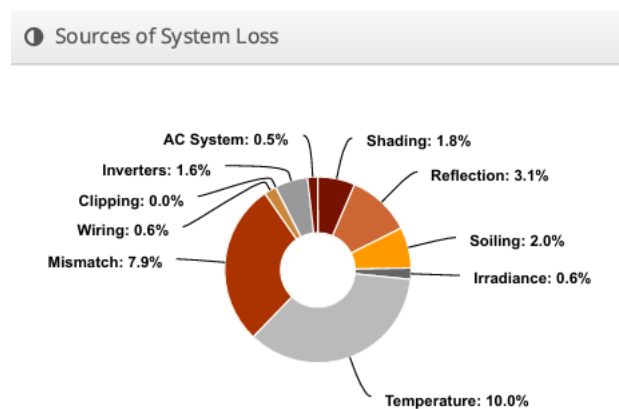


Fig 10: Gráfico de pérdidas del sistema

La siguiente tabla muestra la irradiación (kWh / m^2) y la energía producida (kWh) anualmente teniendo en cuenta las pérdidas mencionadas anteriormente.

Tabla 3: Estimación Producción anual

⚡ Annual Production			
	Description	Output	% Delta
Irradiance (kWh/m^2)	Annual Global Horizontal Irradiance	1,652.8	
	POA Irradiance	1,787.1	8.1%
	Shaded Irradiance	1,754.6	-1.8%
	Irradiance after Reflection	1,699.8	-3.1%
	Irradiance after Soiling	1,665.8	-2.0%
	Total Collector Irradiance	1,666.4	0.0%
Energy (kWh)	Nameplate	77,245.8	
	Output at Irradiance Levels	76,820.9	-0.6%
	Output at Cell Temperature Derate	69,129.5	-10.0%
	Output After Mismatch	63,655.1	-7.9%
	Optimal DC Output	63,270.2	-0.6%
	Constrained DC Output	63,269.9	0.0%
	Inverter Output	62,257.6	-1.6%
	Energy to Grid	61,946.3	-0.5%
Temperature Metrics			
	Avg. Operating Ambient Temp		18.2 °C
	Avg. Operating Cell Temp		36.8 °C
Simulation Metrics			
	Operating Hours		4608
	Solved Hours		4608

Dada la instalación propuesta, incluyendo las pérdidas dadas anteriormente se expone el gráfico estimado de producción mensual (kWh) obteniendo su mayor punto en los meses de Junio, Julio y Agosto y su menor producción en Diciembre y Enero.

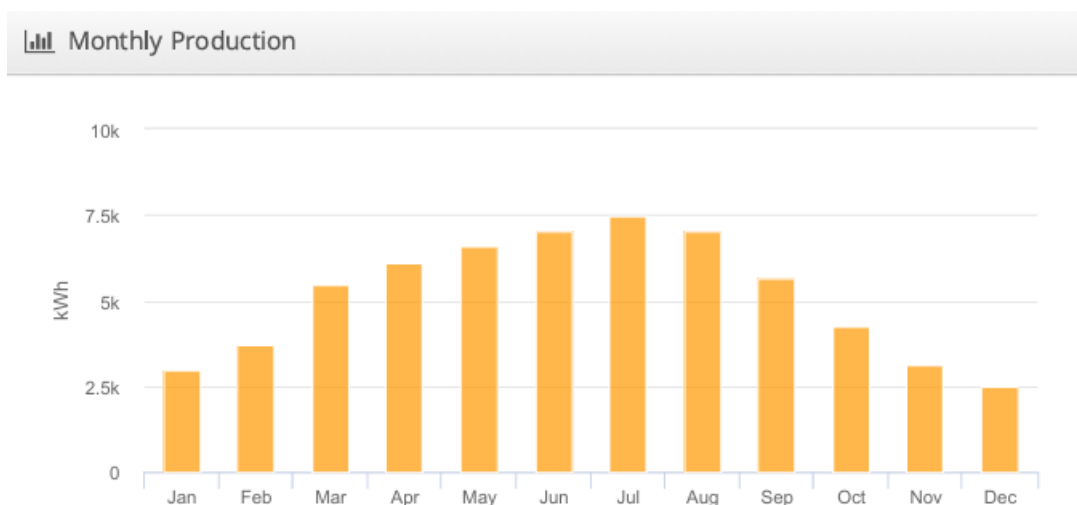


Fig 11: Producción mensual de la instalación

8.3 Balance energético

Tal y como queda reflejado en el apartado 8.1 ‘Datos de partida’, se estima un consumo anual de 171.223 kWh repartidos durante los meses del año 2020. A partir de estos datos se reconstruye la curva cuartohoraria simulada de carga de la instalación y se utiliza para comparar la curva cuartohoraria de generación fotovoltaica.

Esta curva de generación se obtiene mediante el software de energías renovables SAM (System Model Advisor). Mediante en número de paneles, orientación, inclinación y pérdidas que se han obtenido en el software Helioscope, se realiza una simulación y se obtiene la curva cuartohoraria de generación fotovoltaica.

Comparando estas dos curvas y enfrentando sus datos entre sí, se obtiene un autoconsumo del 98% de la energía generada.

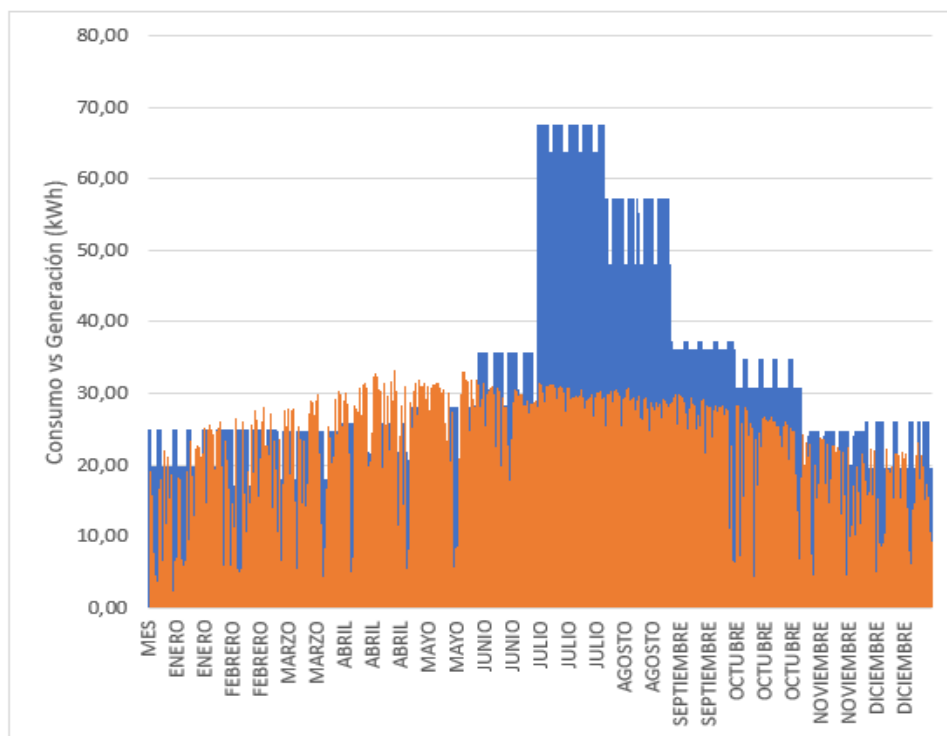


Fig 12: Gráfico consumo(azul) vs producción(naranja)

Se regularán los pocos excedentes que haya con el kit anti-vertido para que sean cero y no se inyecte a la red.

9. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La instalación proyectada es una instalación fotovoltaica de una industria en la modalidad de autoconsumo sin excedentes. En estas modalidades se deberá instalar un mecanismo anti-vertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, que será el sujeto consumidor.

La instalación fotovoltaica se compone de diversos equipos homologados que permiten una correcta transformación de la energía contenida en la radiación solar en electricidad apta para su inyección en la red interior del cliente. Principalmente, la instalación se compone de un conjunto de módulos sobre cubierta inaccesible inclinada de teja. Los paneles solares fotovoltaicos serán los encargados de transformar la energía solar en una corriente continua. Estos módulos estarán conectados entre ellos en serie, formando series o “strings”, de forma que eleven la tensión de trabajo a un rango adecuado.¹

Posteriormente se instala el inversor, equipo encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna a unos valores de tensión y frecuencia preestablecidos. Desde el inversor, se lleva el cableado hasta un cuadro corriente alterna de baja tensión específico para la instalación fotovoltaica, donde se disponen de las protecciones magnetotérmicas y diferenciales necesarias para la línea que conecta con el cuadro general de mando y protección de baja tensión de la red interior.

9.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos seleccionados para esta instalación son del fabricante Risen Solar con amplia presencia mundial. En concreto el modelo elegido será el RSM110-8545M°. Este panel posee algunas características, las cuales le hacen diferenciarse de otros fabricantes, como la tecnología bifacial, la cual permite la recolección de energía adicional desde la parte trasera (hasta un 30%), bajo coeficiente térmico de energía, además de estar fabricado con silicio monocristalino y aluminio anodizado, teniendo tecnología PERC.

La tecnología PERC (Passivated Emitter Rear Cell) se basa en la colocación de una capa reflectante de material dieléctrico entre el cristal y las partes metálicas del módulo. Esto permite de nuevo la reflexión en dicho material, permitiendo un mayor aprovechamiento de los fotones que atraviesan la célula, aumentando de esta forma la eficiencia total del panel.

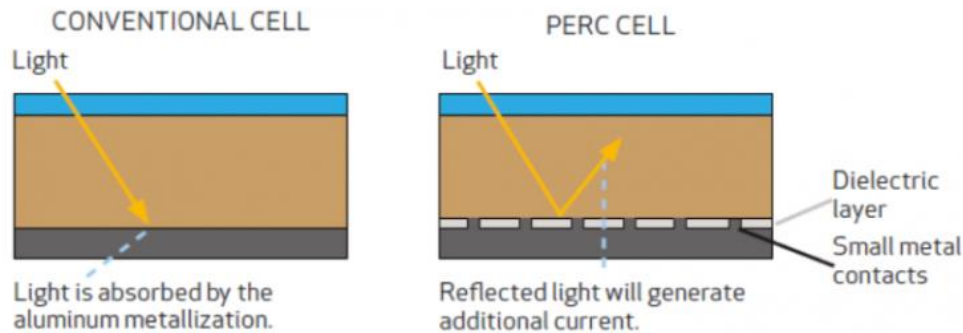


Fig 13: Diferencia módulos convencionales y módulos con tecnología PERC

Tabla 4: características físicas Risen RSM110-8545M°

Ancho (mm)	1096
Largo (mm)	2384
Grosor (mm)	35
Peso (kg)	29

Tabla 5: características eléctricas módulos Risen RSM110-8545M°

Potencia (Wp)	545
Corriente de cortocircuito (A)	18,28
Corriente de máxima potencia (A)	17,22
Tensión de circuito abierto (V)	38,02
Tensión de máxima potencia (V)	31,66

9.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE

La estructura es la encargada de asegurar una buena fijación de los paneles fotovoltaicos a la cubierta del edificio, facilitando el mantenimiento de los paneles y a la vez que proporciona la orientación necesaria y también el ángulo de inclinación idóneo para un mejor aprovechamiento de la radiación solar.

Debido a la disposición y composición de la cubierta del emplazamiento, para la instalación fotovoltaica proyectada se ha considerado el sistema estructural de disposición coplanar de rail continuo para teja.

Estos soportes tienen una junta de sellado para evitar el contacto del aluminio y la teja y, sobre todo, evitar las filtraciones de agua al interior del emplazamiento. Una vez instalados los soportes, los paneles se colocarán encima de estos y se fijarán para evitar el movimiento del panel en cualquier dirección.



Tejas compatibles con la fijación



- Soporte coplanar para anclaje a losa de hormigón y/o madera.
- Válido para todo tipo de tejas.
- Sin necesidad de desmontar la cubierta.
- La fijación incluye junta de estanqueidad.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

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

Materiales: 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.



Fig 14: Estructura coplanar de rail continuo para teja

9.3 INVERSOR

El equipo se conecta por su entrada en CC a un generador fotovoltaico, y por su salida CA a la red interior del edificio. El equipo dispone de sistema de aislamiento galvánico entre la parte CC y AC.

Dispone de un microprocesador encargado de garantizar una curva sinusoidal con una mínima distorsión. La lógica de control empleada garantiza un funcionamiento automático completo y el seguimiento del punto de máxima potencia (MPP) y evita las posibles pérdidas durante periodos de reposo (Stand-By). Así, pueden transformarse en corriente alterna y entregar a la red interior toda la potencia que el generador fotovoltaico produce en cada instante, funcionando a partir de un umbral mínimo de radiación solar.

El inversor será Trifásico dado que se trata de una industria, e incorpora los elementos necesarios para la detección de defecto a tierra, las protecciones de tensión y frecuencia, y la función de desconexión-conexión automática en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, de forma que se evite el funcionamiento en isla de la instalación, garantía de seguridad para los operarios de mantenimiento de la compañía eléctrica distribuidora.

También actúa como un controlador permanente de aislamiento para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de resistencia de aislamiento. Junto con la configuración flotante para el generador fotovoltaico, garantiza la protección de las personas.

El número de cadenas y número de módulos por cadena a conectar a cada inversor se realizará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, de manera que se procurará que los puntos de operación y rendimientos sean óptimos y acordes en cualquier caso a las recomendaciones y límites que fije el fabricante para el inversor en cuestión.



Fig 15: Inversor CC-CA

El inversor solar Huawei SUN2000-40KTL tienen varias ventajas en comparación con otros inversores solares del mercado:

- Alta eficiencia: tienen una eficiencia de hasta el 98,6%, lo que significa que seguramente convierten toda la energía solar en electricidad utilizable.
- Diseño inteligente: están diseñados para adaptarse a diferentes tipos de paneles solares y ofrecer un rendimiento óptimo en todo momento.
- Durabilidad: están fabricados con materiales de alta calidad y cuentan con una garantía de hasta 25 años, lo que garantiza una larga vida útil.
- Conectividad: cuentan con una amplia gama de opciones de conectividad, lo que facilita su integración con otros sistemas de energía renovable y la monitorización remota.

Según establece el fabricante, para llevar a cabo la instalación, entre la potencia pico de los paneles solares y la potencia máxima del inversor se debe respetar una relación máxima igual a '1,2'. Esto se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 6: Conversión CC-CA

POTENCIA	
POTENCIA PICO MÓDULOS (kWp)	46,3
POTENCIA INVERSORES (kW)	40
RELACION CC-CA	1,16

A continuación, se detallan las características del inversor seleccionado para la instalación:

Tabla 7: Características técnicas Inversor SUN2000-40KTL-M3

DATOS DE ENTRADA	SUN2000-40KTL-M3
Max. Eficiencia	98.6%
Eficiencia Europea	98.4%
Max. Tensión entrada	1100 V
Max. Corriente por MPPT	26 A
Max. Corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión Mínima de arranque	200 V
Rango de Operación MPPT	200-1000 V
Tensión de entrada nominal	600 V
Nº de entradas	20
Nº MPPT	10
DATOS DE SALIDA	
Potencia Nominal	100 kW
Max. Corriente de Salida	160,4 A
Tensión nominal	400 V, 3W + PE
Frecuencia	50 / 60 Hz
Factor de Potencia	0.8 LG – 0.8 LD
Max. Distorsión de armónicos	< 3%
PROTECCIONES	
Dispositivo de desconexión lado de entrada	SI
Protección Anti-Isla	SI
Protección AC sobreintensidad	SI
Protección DC polaridad inversa	SI
Protección sobrecargas lado AC y lado DC	SI
Detección aislamiento DC	SI
Unidad de monitorización de corriente residual	SI
Grado de protección	IP65
OTROS	
Dimensiones	1035 x 700 x 365 mm
Peso	90 kg
Temperatura de operación	- 25º C ~ 60º C
Certificados	
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE

9.4 SISTEMAS DE MEDIDA, MONITORIZACIÓN Y CONTROL

Se dispondrá únicamente de un contador bidireccional, ya existente en la instalación, y del que es propiedad la compañía distribuidora dado que la instalación no requerirá de la colocación de un contador adicional para la generación fotovoltaica tal y como se desprende del RD 244/2019.

Además, se realizará la monitorización del inversor a través de un Data Logger de la marca Huawei modelo SmartLogger 3000A, este dispositivo servirá para el envío y almacenamiento de datos, permitiendo así realizar posteriores análisis del correcto funcionamiento de la instalación generadora y aplicar medidas de mantenimiento correctivas en caso de obtener valores inusuales.

Tabla 8: Características Data Logger

GESTIÓN DEL DISPOSITIVO	
Máximo nº de dispositivos	Hasta 80 inversores
Interfaz de comunicación	3 x RS485
Máximo rango de alcance	1.000 m
INTERFAZ	
Ethernet	10 / 100 M, Modbus – TCP,
RS485	Modbus – RTU
USB	Si

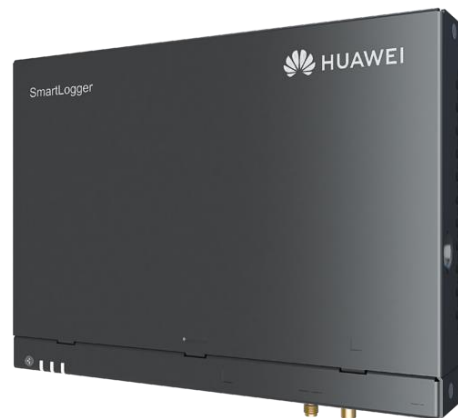


Fig 16: Huawei SmartLogger 3000^a

Así mismo, se instalará un contador (watímetro) propio para la fotovoltaica, modelo Socomec Countis E43, que servirá de monitorización del consumo en tiempo real, a fin de establecer el mecanismo de control en el sistema anti-vertido a la red. Dicho contador, ubicado en el CGBT del emplazamiento, se comunicará a través de cable de comunicaciones RS485 al SmartLogger 3000A.

Tabla 9: Características Countis E43

GESTIÓN DEL DISPOSITIVO	
Voltage Nominal	230 V AC / 400 V AC
Rango de corriente de medida	0 - 12000 A
Alimentación de red	3P4W ó 3P3W
Relación de transformación (CT)	(0-12000)A / 5 A



Fig 17: Countis Socomec E43

Los toroidales proyectados en la instalación se dimensionan acorde a la intensidad máxima admisible que puede circular por los cables del punto de instalación de la medida, viniendo determinada por el interruptor general de corte de la instalación.

Tabla 10: Características transformador de corriente

Interruptor de corte general	630
Modelo Transformadores de corriente	TQ - 8 __ 700/5



Fig 18: Transformador TQ-8 700/5 A

9.5 PROTECCIONES ELÉCTRICAS

9.5.1 Protecciones contra cortocircuitos

El cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, ya que la corriente está limitada a un valor muy cercano a la máxima de operación normal del mismo. El cortocircuito puede, sin embargo, ser perjudicial para el inversor. Para las personas es peligrosa la realización / eliminación de un cortocircuito franco en el campo generador, por pasar rápidamente del circuito abierto al cortocircuito, lo que produce un elevado arco eléctrico, por la variación brusca en la corriente. Como medida de protección a las personas frente a este caso es, sin embargo, recomendable, la conducción separada del positivo y del negativo. Así se evita la realización /eliminación accidental de un cortocircuito producido por daños en el aislamiento del cable.

9.5.2 Protecciones contra contactos directos e indirectos

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante el aislamiento clase II de los módulos fotovoltaicos, cables e inversores, protección activa contra derivaciones, integrada en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones en la parte de corriente continua o un interruptor diferencial instalado en el cuadro de baja tensión que protegerá la parte de corriente alterna.

9.5.4 Caja de Protecciones de CC

Desde cada polo positivo y negativo de las series de paneles, se traza un cable (final de serie) hasta el Cuadro de Protecciones de Corriente Continua (CC), antes de llegar al inversor. El cuadro de CC se encuentra en el interior del edificio, en la sala que alberga el cuadro de baja tensión para facilitar su accesibilidad y mantenimiento. El cuadro de protecciones CC se compone de un fusible para cada final de serie positivo y uno para cada final de serie negativo con su portafusibles correspondiente, correctamente dimensionados en el apartado de cálculos.

9.5.5 Cuadro de Protecciones de CA

Desde el inversor sale una línea trifásica (fases, neutro y tierra) que llega a la caja de protecciones de Corriente Alterna (CA). El inversor queda protegido con un diferencial y magnetotérmico tetrapolar adecuado a la intensidad que evacuará y el dimensionamiento del cableado descrito. Además de esta protección, también se dispone de un interruptor general automático (IGA). Del cuadro de protecciones en CA sale una línea que se conectará al Cuadro General de Mando y Protección de baja tensión existente en la instalación.

9.6 CABLEADO

9.6.1 Interconexión entre los módulos fotovoltaicos

La unión entre paneles fotovoltaicos se realiza mediante un cable unipolar de cobre de 1000 VDC de 4 mm² de sección, con doble capa aislante, libre de halógenos y resistente a la radiación ultravioleta. Debido al tipo de corriente que circula por ellos, corriente continua, se dispondrá de dos polos de unión. Este cableado viene de fábrica con los paneles.

9.6.2 Interconexión de series de módulos a Inversores

Irán dispuestas bajo canalización superficial de intemperie hasta las conexiones de corriente continua del inversor. El tipo de conductor a emplear será tipo ZZ-F 0,6/1 kV de cobre, no propagador del incendio, con baja emisión de humos y libre de halógenos. La sección más adecuada se justificará en el apartado de cálculos.



Fig 19: Cable ZZ-F 0,6/1 kV

9.6.3 Interconexión Inversor fotovoltaico – Cuadro Protección (AC)

De los inversores trifásicos saldrán líneas trifásicas dispuestas bajo canalización superficial. Éstas se dirigirán al cuadro de protección de alterna que contendrá las correspondientes protecciones. El conductor a emplear en las líneas de baja tensión será tipo RZ1-K 0,6/1 kV de cobre con aislamiento XLPE. La sección más adecuada se justificará en el apartado de cálculos.



Fig 20: Cable RZ1-K 0,6/1 kV

9.6.4 Interconexión Cuadro Protección (AC) – Conexión a Red Interior

Del cuadro de corriente alterna del inversor saldrá una línea trifásica dispuesta bajo canalización superficial. Esta se dirigirá al interruptor general de la instalación interior donde se conectará. El conductor a emplear en las líneas de baja tensión será tipo RZ1-K 0,6/1 kV de cobre con aislamiento XLPE. La sección más adecuada se justificará en el apartado de cálculos.

9.6.5 Cableado de tierra

las instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos.

Establece que los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas.

La configuración eléctrica de la instalación será flotante en la parte de CC, es decir, con ambos polos del generador fotovoltaico aislados de tierra, garantizándose la protección frente a contactos indirectos mediante la utilización de cableado, cajas y conexiones de clase II y un vigilante de aislamiento que incorpora el inversor.

Mediante latiguillos de sección de $Cu \geq 4 \text{ mm}^2$ se conectarán cada uno de los bastidores de los módulos fotovoltaicos, las estructuras, y partes metálicas de la instalación. Las estructuras de cada serie de módulos se conectarán mediante conductor de protección de Cu de 4 mm^2 . El sistema contará con un conductor de protección troncal de Cu al cual acometerán todas las ramificaciones procedentes de las estructuras de las series fotovoltaicas.

9.7 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

El cableado entre paneles fotovoltaicos se dispone bridado por el interior del propio perfil de aluminio a la intemperie, ya que sus características técnicas son adecuadas para este tipo de instalación. El cableado de CC que transcurre desde los finales de series hasta el cuadro CC transcurrirá a través de tubo rígido de PVC en la parte exterior de la cubierta fijado en superficie y una vez se produce su entrada por el techo al interior de la nave, irá bajo bandeja de PVC fijada en superficie a la pared hasta el cuadro de CC, todo ello de dimensiones de acuerdo con normativa y que facilite la instalación y mantenimiento del mismo.

Desde el cuadro de CC hasta el inversor y de este hasta el cuadro de CA y el CGMP de la instalación se empleará también bandeja de PVC fijada en superficie por la pared.

9.8. SOLUCION INYECCIÓN 0

Un sistema de anti-vertido fotovoltaico es el mecanismo que algunas instalaciones de autoconsumo solar tienen mediante el cual se controla el excedente de energía para que sea cero y no se vuelque a la red eléctrica. De esta forma se evita que se vierta energía eléctrica a la red de distribución cuando el consumo de la instalación es inferior a la producción de la planta fotovoltaica. Estos sistemas de anti-vertido fotovoltaico se encuentran dentro de la instalación.

Los sistemas de inyección cero o anti-vertido miden la producción solar y el consumo eléctrico de una instalación en tiempo real, vigilando que, en el caso de que la producción solar supere al consumo, el sistema anti-vertido disminuya automáticamente la producción solar para evitar la generación de KW excedentarios que se verterían en la red eléctrica. Por lo tanto, se instalará por tanto un equipo de medida (Smart Meter) compatible con la marca de inversores instalada que cumpla con lo especificado

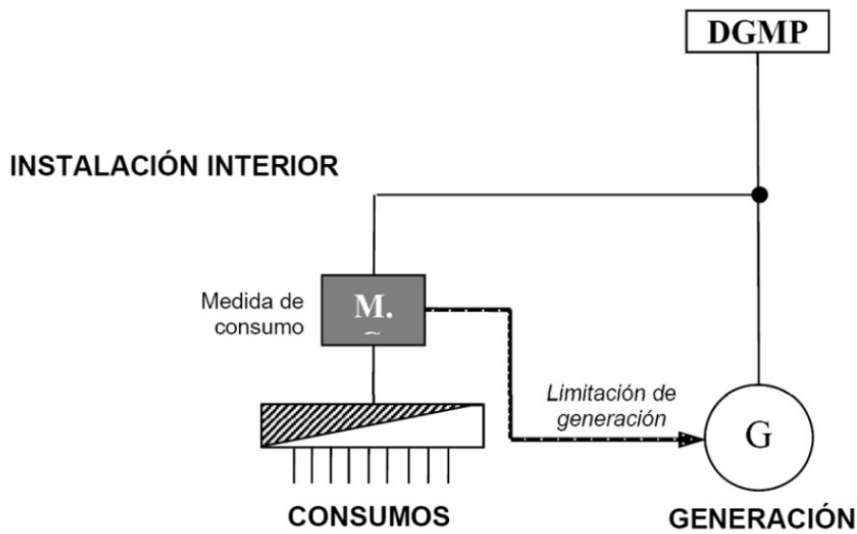


Fig 21: Esquema Sistema anti-vertido

El Real Decreto 244/2019, instauró una nueva definición de las modalidades de autoconsumo, reduciéndolas a dos: autoconsumo con o sin excedentes, según si las instalaciones pueden o no, realizar vertidos de energía a las redes de distribución y transporte.

Para las instalaciones en modalidad “sin excedentes”, el RD las eximió de la necesidad de obtener un permiso de acceso y conexión, lo que simplifica los trámites y acorta los plazos de ejecución normalmente. Pero para que una instalación de autoconsumo se pueda acoger a esta modalidad, es necesario que se disponga de un mecanismo anti-vertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución.

Por lo que una gran ventaja de instalación sin excedentes respecto de la instalación con excedentes es que garantizando un vertido cero a la red, nos ahorramos los trámites con la comercializadora eléctrica, los impuestos de generación y el peaje de acceso a la red por la energía excedentaria.

10. CÁLCULOS

10.1 Tensión del cableado

En el presente apartado se va a calcular y definir la distribución eléctrica de los módulos fotovoltaicos a colocar en los strings de entrada al inversor. Se va a buscar la configuración eléctrica óptima para compatibilizar los componentes de la instalación fotovoltaica y así asegurar su funcionamiento como generador.

La configuración de los strings (serie de módulos conectados en cadena) viene determinada por los valores de voltaje y corriente máximos y mínimos de entrada al inversor.

Estos valores varían a su vez por la temperatura a la que se encuentren funcionando los módulos.

La comprobación en los rangos de temperatura mínima y máxima evalúa el correcto funcionamiento del sistema elegido. Se determinará la evolución de los parámetros I_{mpp} , V_{mpp} , I_{sc} y V_{oc} en función de la temperatura según la siguiente fórmula:

$$V_{mpp_T} = V_{mpp_N} \cdot [1 + (T - T_N) \cdot \beta]$$

$$I_{pp_T} = I_{m\ pp_N} \cdot [1 + (T - T_N) \cdot \alpha]$$

Siendo α y β coeficientes de variación característicos del módulo proporcionados por el fabricante.

Las líneas en paralelo en cada MPPT deben tener las mismas características (nº de módulos, inclinación, orientación, etc.) para que el MPPT pueda funcionar con eficiencia óptima. Se calculan los valores para el caso más desfavorable por posibles modificaciones de conexión en inversor en obra que respondan a facilitar la instalación.

A continuación se muestran los valores de entrada del inversor proyectado:

Tabla 11: Valores de entrada del inversor

MODELO	HUAWEI SUN2000-40KTL-M3
POTENCIA AC INVERSOR	40000,0
POTENCIA MÁXIMA DC	60000,0
TENSIÓN DE ENTRADA MÁXIMA	1100,0
VOLTAJE ÓPTIMO MPPT	600,0
INTENSIDAD MÁXIMA DE SALIDA	63,8
RATED OUTPUT VOLTAGE [V]	400,0
RATED OUTPUT CURRENT [A]	57,8
Nº ENTRADAS	8
Nº MPPT	4

A continuación se muestran los valores de tensión y corriente para las diferentes temperaturas de operación a las que se encuentra sometida la planta, comprobándose que se cumplen los criterios técnicos de los inversores tanto en valores de intensidad como de tensión en las peores condiciones climatológicas y de operación.

Los valores de temperatura máximos y mínimos reflejados en la siguiente tabla han sido obtenidos de la base de datos histórica de AEMET.

Tabla 12: Valores por string

RANGO DE OPERACIÓN STRINGS PARA EL INVERSOR

MAGNITUDES	TEMPERATURA	Nº DE MÓDULOS x STRING		
		18	17	16
Vmp	25	569,88	538,22	506,56
Vmp	-14	645,06	609,22	573,39
Imp	25	17,22	17,22	17,22
Imp	75	17,56	17,56	17,56
Voc	25	684,36	646,34	608,32
Voc	-14	775,11	732,04	688,98
Isc	25	18,28	18,28	18,28
Isc	75	18,65	18,65	18,65

10.2 Sección del cableado

10.2.1 Tramo de corriente continua (CC)

En este apartado se elegirá el cableado desde cada string de paneles a los seguidores MMPT del inversor. Se ha optado por cable unipolar de doble aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) y caucho de etileno-propileno (EPR), que son materiales poliméricos termoestables adecuados para soportar la acción de la intemperie.

En función de lo especificado, el conductor será de doble aislamiento. La determinación de la sección de los conductores se ha hecho en base a dos criterios:

- Criterio intensidad máxima admisible:

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible, se utilizará el valor de referencia que marca el fabricante en la ficha técnica del panel, que en este caso para el panel propuesto de 545 W, a la máxima potencia es de 17,22 A.

Además, a este valor se le aplicará un coeficiente según la ITC-BT-40, punto 5, en el que dice que los cables deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima del generador, por lo que, aplicando dicho valor a la intensidad de referencia, la intensidad máxima que puede dar del generador es de 16,29 A.

Por tanto, para un sistema de instalación tipo B1, para cable monofásico y tipo XLPE o EPR, el cable necesario sería de 1,5mm², ya que soporta hasta 20 A.

La sección instalada será finalmente de 4 mm², para minimizar pérdidas por caídas de tensión.

- Criterio de caída de tensión:

Para el cálculo de caída de tensión se empleará la siguiente fórmula:

$$U_{dc} = \frac{2 \times L \times I}{K \times S}$$

Donde:

- L: longitud del conductor (m).
- I: intensidad (A).
- K: conductividad del conductor que para el cobre a 70°C es de 48 m/Ω mm²
- S: sección del conductor (mm²).

A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos según el número de paneles por string, mostrándose los casos más desfavorables para cada uno de ellos, cumpliendo así por tanto para el resto:

Tabla 13: Valores más desfavorables por string

String	Sección	L (m)	I _n	I _{max}	Tensión	I _{adm_C}	dV (V)	AV (%)
16	4	45,12	17,22	23,92	506,56	38	8,54	0,017
17	4	59,52	17,22	23,92	538,22	38	11,26	0,021
18	4	79,92	17,22	23,92	569,88	38	15,12	0,027

10.2.2 Tramo de corriente alterna (CA)

En este apartado se elegirá el cableado desde cada string de paneles a los seguidores MMPT del inversor. Se ha optado por cable unipolar de doble aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) y caucho de etileno-propileno (EPR), que son materiales poliméricos termoestables adecuados para soportar la acción de la intemperie.

La determinación de la sección de los conductores se ha hecho en base a dos criterios:

- Criterio intensidad máxima admisible:

De la misma forma que en el Tramo CC, se realiza el dimensionamiento de las líneas frente al fenómeno de calentamiento de conductores, se determinará la intensidad máxima admisible para cada tipo de conductor, corregida por las condiciones de la instalación.

A partir de la siguiente fórmula se determina la intensidad que va a circular por la línea:

$$I = \frac{P_c}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi}$$

Donde:

- P = Potencia en W

- V = 400 V

- $\cos\phi = 1$

los cables deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima del generador, por lo que, aplicando dicho valor a la intensidad de referencia, la intensidad máxima que puede dar del generador es de 72,5 A.

La corriente máxima que circulará por el tramo del inversor al cuadro de alterna y del cuadro de alterna a CGBT es de 80,28 A siendo la mayor corriente de admisible por el cable de 100A.

- Criterio de caída de tensión:

Para calcular la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida se aplicará la siguiente fórmula simplificada, dado que el suministro de corriente diseñado para la gestión de la energía producida se realizará en sistema trifásico, a la tensión de 400/230 voltios para los inversores:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U^2}$$

Donde:

S= Sección del conductor en mm².

P= Potencia medida en W.

L= Longitud total del cable en m.

γ = Conductividad del conductor (m/ Ω mm²).

U= Tensión en V.

Teniendo en cuenta el valor para la conductividad del cobre de 48m/ Ω mm² en condiciones de 70° C. En la tabla mostrada a continuación, se detallan de forma resumida los valores obtenidos al realizar los cálculos anteriormente descritos, aplicando los criterios anteriores. En estas se puede observar que para las secciones dimensionadas, se cumplen en todo momento el criterio de intensidad máxima admisible y de caída de tensión, establecidos en el ITC-BT-40, en el cual se indica que la caída de tensión máxima permitida entre el generador y el punto de conexión debe ser inferior al 1,5%.

De los valores obtenidos se obtienen, para el caso más desfavorable una caída de tensión del 0,95%.

Tabla 14: Valores caída de tensión del cableado

Descripción	INV - 1	Acometida común
SECCIÓN	25	25
L (m)	5	43
I_n	57,80	57,8
Nº_CxF	1	1
Tensión	400	400
I_{adm}	80,27777778	80,27777778
I_{adm_C}	100	100
dV (V)	0,44	3,78
AV (%)	0,11%	0,95%

10.3 DIMENSIONADO DE PROTECCIONES

10.3.1 Tramo de corriente continua (CC)

Los fusibles de la caja de protecciones de CC de las líneas provenientes de los módulos deberán dimensionarse en función de las intensidades máximas de acuerdo con la Normativa aplicable.

Por tanto, y por recomendación del fabricante para evitar corrientes inversas, se colocarán en ambos polos fusibles cilíndricos de tamaño 10x38 de 20 A y 1000 VDC gPV normalizados con su correspondiente portafusibles unipolar de carril din.

La decisión técnica de colocar fusibles en ambos polos responde únicamente a incrementar la seguridad contra sobreintensidades, siendo igualmente válido colocarlos solo en el polo positivo.

Adicionalmente, se deben instalar descargadores de sobretensión para al menos sobretensiones de Tipo II. En este caso, dado que el inversor utilizado incorpora estos descargadores en el lado de CC para cada uno de los MPPT, se consideran suficientemente protegidos contra problemas derivados de eventos meteorológicos muy desfavorables que originen estas subidas de tensión. Además, el inversor incorpora seccionadores en cada uno de los inputs, por lo que el mantenimiento de las líneas se podrá realizar de forma segura y adecuada.

10.3.2 Tramo de corriente alterna (CA)

Los inversores incorporan descargadores de sobretensiones Tipo II en el lado de CA, por lo que no será necesaria la instalación de dispositivos adicionales. Para las protecciones de la

línea de corriente alterna se tendrá en cuenta la máxima intensidad que pueden generar los inversores para el dimensionamiento de las protecciones.

A continuación se detallan las protecciones dimensionadas por línea e inversor:

Tabla 15: Protecciones línea e inversor

Descripción		INV - 1	Acometida común
Secc_C	Secc_C [mm ²]	25	25
Nº_CxFase	Nº_CxFase	1	1
I_n	I_n [A]	57,80	57,80
Protección	Protección [A]	63	63
I_adm_C	I_adm_C [A]	100	100

Descripción protecciones

Prot. general	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO IC60N 4P 63A CURVA-C
Prot. Diferencial INV - 1	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IDD 4P 63A 300MA CLASE-A-SI SELECTIVO

10.4 DIMENSIONADO PUESTA A TIERRA

El objetivo de la puesta a tierra es limitar la tensión respecto a tierra que puede aparecer en las masas metálicas por un defecto de aislante (tensión de contacto); y asegurar el funcionamiento de las protecciones.

Los valores que consideren admisibles para el cuerpo humano son en locales húmedos de 24 V y en locales secos 50 V.

La tensión de la puesta a tierra será de 15 V. Siendo inferior a los 24 V que nos proporciona el reglamento como valor máximo para un local húmedo.

10.5 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Para obtener la capacidad portante de la cubierta se ha realizado la correspondiente comprobación a partir de los valores mínimos de carga admisibles establecidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE) para el dimensionado de los elementos constructivos.

La instalación proyectada está compuesta por 80 módulos solares con las siguientes cargas permanentes:

- Kit estructural (fijación de módulos a cubierta): 29 kg/módulo
- Kit estructural (fijación de módulos a cubierta): 2,755 Kg/módulo

La carga total de la estructura y los módulos solares es de 2.540,40 kg.

La obtención del valor de carga por unidad de superficie viene determinada por la carga total de la estructura y módulos solares entre la superficie ocupada por los módulos sobre la cubierta.

Los módulos solares son de dimensiones 2,384x1,096 m, lo que hace una superficie de 2,612864 m^2 por módulo.

Por lo consiguiente, la carga sobre la cubierta debida a la instalación de los módulos solares es de 12,153 kg/m^2 .

La capacidad portante mínima permitida de la cubierta viene determinada por la tabla 3.1 del CTE DB SE-AE (Acciones sobre la Edificación), en la que se establecen las sobrecargas de uso mínimas en función de la categoría de uso de la cubierta.

Tabla 16: Valores de sobrecargas de uso

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Puesto que la cubierta actual se trata de una Cubierta ligera accesible únicamente para conservación sobre correas (sin forjado) subcategoría G1 la carga portante mínima uniforme es de: $0,4 \text{ kN/m}^2$, lo que equivale a $40,82 \text{ kg/m}^2$.

Puesto que la sobrecarga de uso que soporta la cubierta es superior a la sobrecarga provocada por la instalación fotovoltaica, queda debidamente justificada la capacidad portante de la cubierta.

11. PRESUPUESTO

11.1 PRESUPUESTO MATERIAL

A continuación, se expone en una tabla los diferentes materiales necesarios y sus correspondientes precios.

Tabla 17: Material necesario para la instalación

MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
Paneles RISEN RSM110-8-545M	Ud	136,25 €	85,00	11.581,25 €
Estructura Coplanar Rail Teja	Ud	38,25 €	85,00	3.251,25 €
Inversor Huawei SUN2000 40KTL-M3	Ud	2.504,96 €	1,00	2.504,96 €
Smartlogger 3000A	Ud	391,92 €	1,00	391,92 €
Countis E43	Ud	101,66 €	1,00	101,66 €
Trafos TQ-8 700/5	Ud	110,00 €	3,00	330,00 €
Cable unipolar H1Z2Z2-K 4mm2	m	0,60 €	380,40	228,24 €
Cable unipolar H07Z1-K 4mm2 amarillo-verde	m	0,42 €	100,00	42,00 €
Cable unipolar RZ1-K 0,6/1 KV 16 mm ²	m	1,83 €	140,00	256,20 €
Cable unipolar RZ1-K 0,6/1 KV 25 mm ²	m	2,29 €	210,00	480,90 €
Canalización tubo PVC- DN32	m	1,43 €	40,00	57,20 €
Canalización tubo PVC- DN50	m	2,88 €	60,00	172,80 €
Canalización tubo Acero - DN50	m	12,09 €	60,00	725,40 €
Canalización Cajas de Registro	Ud	11,01 €	4,00	44,04 €
Interruptor Diferencial IDD 4P 63A 300MA CLASE-A-SI Selectivo	Ud	132,98 €	1,00	132,98 €
Interruptor Automático Magnetotérmico IC60N 4P 63A Curva-C	Ud	114,64 €	1,00	114,64 €
Base Portafusible PMX 10X38 1P	Ud	2,19 €	16,00	35,04 €
Fusible UTE 6A 10X38 GL-GG T-0 500V	Ud	0,37 €	4,00	1,48 €
Fusible UTE 20A 10X38 GL-GG T-0 500V	Ud	0,38 €	12,00	4,56 €
IC60N 2P 16A C	Ud	18,71 €	1,00	18,71 €
IID 2P 25A 30MA AC	Ud	52,72 €	1,00	52,72 €
Caja IP65 Superficie 3x12 Módulos ABS	Ud	60,23 €	1,00	60,23 €
Pequeño material electrico	KWp	0,50 €	46,30	23,15 €
			TOTAL	20.611,33 €

11.2 PRESUPUESTO MANO DE OBRA

En esta tabla se estimará todo lo referente a mano de obra, tanto de ingeniería como de instalación para la ejecución del proyecto.

Tabla 18: Presupuesto de mano de obra

TAREA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	TOTAL (€)
Visados Proyecto & obra	KWp	46,30 €	4,00	185,20 €
Medios elevacion camion-grua	h	100,00 €	8,00	800,00 €
Medios elevacion plataforma elevadora	día	150,00 €	8,00	1.200,00 €
Trabajos Instalacion y montaje sistemas anticaida	Ud	2.550,00 €	1,00	2.550,00 €
Redaccion Proyecto técnico	Ud	1.000,00 €	1,00	1.000,00 €
Trabajos Pedidos, planificacion, legalizacion	Ud	1.000,00 €	1,00	1.000,00 €
Trabajos Permisos, licencias, legalizacion	Ud	400,00 €	1,00	400,00 €
Trabajos Configuracion comunicaciones y sistemas	Ud	250,00 €	1,00	250,00 €
Desplazamientos Ingenieria	Km	0,19 €	80,00	15,20 €
Trabajos Instalacion electrica y PRL	Horas	20,00 €	212,50	4.250,00 €
Desplazamientos Instaladores	Km	0,19 €	600,00	114,00 €
			TOTAL	11.764,40 €

11.3 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

A continuación, se expone el presupuesto resumido por partidas, viendo el total de coste de la instalación.

Tabla 19: Resumen presupuesto total instalación

PARTIDA	CAPÍTULO	CANTIDAD	IMPORTE	IVA	IMPORTE TOTAL
1.	Módulos Fotovoltaicos	85	11.581,25 €	2.432,06 €	14.013,31 €
2.	Inversores de conexión a red	1	2.504,96 €	526,04 €	3.031,00 €
3.	Estructura soporte	85	3.251,25 €	682,76 €	3.934,01 €
4.	Material eléctrico	1	3.355,72 €	704,70 €	4.060,42 €
5.	Comunicación, control y medida	1	823,58 €	172,95 €	996,53 €
6.	Ingenieria y gestión	1	2.850,50 €	598,61 €	3.449,11 €
7.	Obra Civil	-		-	-
8.	Instalación y mano de obra		8.914,00 €	1.871,94 €	10.785,94 €
		TOTAL	33.281,26 €	6.989,06 €	40.270,32 €

12. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

12.1 Tarifa 6.1TD

Para el análisis de consumo, dado que el precio de energía y de consumo por periodo va modificándose, se considera unos precios estimados dada la fecha de consulta de la factura.

Estos datos pertenecen a la tarifa 6.1 TD, la cual a diferencia de las inferiores, consta de 6 periodos (P1, P2, P3, P4, P5 y P6) y precios, tanto para la energía como para la potencia.

Este es un peaje que ha surgido de la Circular 3/2020 de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) y establece que la potencia de un periodo no puede ser inferior a la del periodo anterior.

Es decir, puedes contratar una potencia diferente para cada periodo, pero cada uno de ellos tiene que ser mayor o igual que el periodo anterior: $P1 \leq P2 \leq P3 \leq P4 \leq P5 \leq P6$. Los periodos se asignan dependiendo de factores como tu localización, mes del año y hora del día.

Algunas de las características de esta tarifa 6.1 TD son:

- No hay una limitación de potencia mínima.
- Destinada a tensiones entre 1kV y 30kV.
- El año se divide en 4 temporadas: alta, media-alta, media y baja.
- El territorio español queda dividido en tres: Península, que engloba Ceuta y Melilla, Baleares y Canarias.
- Sábados, domingo y festivos contienen el precio de la luz y de la potencia más barato.

12.2 Análisis coste energético

Tabla 20: Precio potencia y energía

6.1TD		
PERIODO	POTENCIA (€/kW día)	ENERGIA (€/kWh)
P1	0,059201	0,151481
P2	0,058704	0,144612
P3	0,031953	0,136712
P4	0,024241	0,121003
P5	0,001897	0,106942
P6	0,001701	0,108068

Multiplicando el valor de energía consumida por su correspondiente precio, así como el de la potencia, se añade el impuesto eléctrico (5,113%)

Tabla 21: Potencia contratada

POTENCIA CONTRATADA (KW)					
P1	P2	P3	P4	P5	P6
70	70	70	70	70	90

Tabla 22: Consumo energía

CONSUMO ENERGÍA						
P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)	Total (kWh)
15.371	38.117	33.826	27.671	7.048	49.190	171.223

Tabla 23: Perfil de consumo

PERFIL DE CONSUMO					
P1	P2	P3	P4	P5	P6
9%	22%	20%	16%	4%	29%

Tabla 24: Coste energía

COSTE ENERGÍA						
P1 (€)	P2 (€)	P3 (€)	P4 (€)	P5 (€)	P6 (€)	Total (€)
2.448 €	5.794 €	4.861 €	3.520 €	793 €	5.588 €	23.004 €

Tabla 25: Coste potencia

COSTE POTENCIA						
P1 (€)	P2 (€)	P3 (€)	P4 (€)	P5 (€)	P6 (€)	Total (€)
1.590 €	1.577 €	858 €	651 €	51 €	65 €	4.792 €

Tabla 26: Coste total

COSTE TOTAL						
P1 (€)	P2 (€)	P3 (€)	P4 (€)	P5 (€)	P6 (€)	Total (€)
4.038 €	7.371 €	5.719 €	4.171 €	844 €	5.653 €	27.795 €

Tal y como se recoge en esta tarificación, la facturación anual en energía eléctrica sería de 27.795 €.

12.3 Análisis viabilidad

Una vez cotejados todos los datos se procede a realizar el estudio de viabilidad de la planta fotovoltaica propuesta en el proyecto.

Partiendo de la curva cuarto-horaria de generación, se obtiene la energía generada en cada periodo. Una vez sabido esto se puede obtener el ahorro anual que el consumidor tendrá una vez esté en funcionamiento la planta fotovoltaica. Los datos del ahorro por parte de la planta quedan reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 27: Producción fotovoltaica

PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA						
P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)	Total (kWh)
6740	7123	8973	11994	4693	16897	56421

Tabla 28: Perfil producción

PERFIL PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA					
P1	P2	P3	P4	P5	P6
12%	13%	16%	21%	8%	30%

Tabla 29: Ahorro fotovoltaica

AHORRO FOTOVOLTAICA						
P1 (€)	P2 (€)	P3 (€)	P4 (€)	P5 (€)	P6 (€)	Total (€)
1.021 €	1.030 €	1.227 €	1.451 €	502 €	1.826 €	7.057 €

Se establece por lo tanto un ahorro anual de 7.057 € por la energía auto consumida por la planta fotovoltaica. Esto supone una reducción de su factura eléctrica en un 25% anual.

Tabla 30: Flujo de caja

Año	COMPRA DE LA INSTALACIÓN	FLUJO DE CAJA	ACUMULADO
	-40.270 €		-40.270 €
1		7.273 €	-32.997 €
2		7.378 €	-25.619 €
3		7.484 €	-18.136 €
4		7.591 €	-10.544 €
5		7.701 €	-2.844 €
6		7.811 €	4.968 €
7		7.924 €	12.892 €
8		8.038 €	20.930 €
9		8.154 €	29.083 €
10		8.271 €	37.354 €
11		8.390 €	45.744 €
12		8.511 €	54.255 €
13		8.633 €	62.888 €
14		8.757 €	71.645 €
15		8.883 €	80.529 €
16		9.011 €	89.540 €
17		9.141 €	98.681 €
18		9.272 €	107.953 €
19		9.406 €	117.359 €
20		9.541 €	126.900 €

Por lo que, con estos valores, se establece un TIR del 19% con una amortización de la planta en 5,2 años. Se ha estimado un IPC anual de la energía del 2%.

13. CONCLUSIONES

La implementación de un proyecto de autoconsumo fotovoltaico con mecanismo anti-vertido cuya amortización se realiza en un periodo de 5,2 años, demuestra ser una inversión altamente beneficiosa desde múltiples perspectivas. A continuación, se presentan las conclusiones clave de este proyecto en los siguientes aspectos:

- Retorno de la Inversión (ROI) y Viabilidad Económica:

Esta amortización indica un rápido retorno de la inversión, haciendo que el proyecto sea financieramente atractivo.

Tras el período de amortización, los usuarios pueden disfrutar de energía prácticamente gratuita, lo que incrementa significativamente el ahorro a largo plazo en las facturas de electricidad.

- Eficiencia Energética y Sostenibilidad:

La generación de energía a partir de fuentes solares reduce la dependencia de combustibles fósiles y disminuye la huella de carbono, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

El mecanismo anti-vertido garantiza que toda la energía generada sea utilizada eficientemente en el consumo interno, optimizando el uso de los recursos energéticos disponibles.

- Impacto Económico Positivo:

La rápida amortización fomenta la adopción de tecnologías fotovoltaicas, impulsando el crecimiento del mercado de energías renovables y creando empleos en la instalación, mantenimiento y operación de estos sistemas.

La inversión en energías renovables contribuye al desarrollo económico local y regional, promoviendo una economía más sostenible y resiliente.

- Cumplimiento Normativo y Adaptabilidad:

La implementación de un mecanismo anti-vertido asegura el cumplimiento de las normativas locales que regulan la inyección de excedentes a la red, evitando posibles sanciones y problemas regulatorios.

Los sistemas pueden adaptarse a futuros cambios en las normativas, facilitando su actualización y escalabilidad.

- Contribución a la Reducción de Emisiones:

La producción de energía limpia reduce la emisión de gases de efecto invernadero, ayudando a mitigar el cambio climático y mejorando la calidad del aire.

14. PLIEGO DE CONDICIONES

14.1 Objeto y campo de aplicación

Este pliego de condiciones técnicas determina las condiciones que se deberán tener en cuenta para la ejecución de las obras correspondientes a la instalación fotovoltaica de autoconsumo industrial sin vertido a red.

Se realiza este apartado con la finalidad de cumplir con los siguientes objetos:

1. Fijar las condiciones técnicas mínimas que se deben cumplir en las instalaciones solares fotovoltaicas sin vertido a red. Pretende ser usado de guía tanto para instaladores como para fabricantes de equipos, explicando los mínimos requerimientos que deben cumplir en la instalación para asegurar su calidad.
2. Se valorará la calidad al final de la ejecución de la obra cuando su rendimiento, producción e integración sean suficientemente buenas.
3. El ámbito de aplicación de este pliego de condiciones técnicas se extiende a todos los sistemas mecánicos (estructuras y soportes), eléctricos (cableado y generación) y electrónicos (regulación y vertido cero) que forman todas las instalaciones.
4. En determinados supuestos, para el proyecto se podrá adoptar otras medidas no recogidas en este pliego de condiciones técnicas siempre y cuando estén suficientemente justificada su necesidad y no implique una bajada de calidad de la instalación.

14.2 Condiciones generales

En el siguiente pliego de condiciones técnicas se especifica las normas que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales.

Las medidas, a lo largo de la instalación, tienen el carácter de recepción provisional. En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar dañar cualquier tipo de material de aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. No se podrá golpear tornillo para que entren en su correspondiente orificio. Toda la tornillería quedara bien apretada para evitar cualquier tipo de aflojamiento.

Los instaladores deberán de usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos.

14.3 Reconocimiento de las obras

Generalidades

1. Todos los módulos serán del mismo modelo, indicado en la memoria de este proyecto y el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos, evitando cualquier tipo de efecto negativo.
2. En el caso de utilizar módulos no cualificados, se deberán de realizar una justificación y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos.

Orientación, inclinación y sombra

La orientación e inclinación del módulo fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la siguiente tabla.

Tabla 31: Pérdidas por sombra según pliego de condiciones técnicas de IDEA

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

1. En el caso de que se obtenga un mayor porcentaje de sombras, quedara reflejado en la memoria del proyecto.
2. Se deberá evaluar las perdidas por orientación e inclinación del módulo y sombras.

Diseño del sistema de monitorización y control

1. Los mínimos valores que se podrán extraer del sistema de monitorización instalado en el proyecto serán:
 - Tensión y corriente continua de entrada por MPPT.
 - Tensión de fase a la salida del inversor.
 - Potencia activa de salida del inversor.
 - Energía generada
 - Temperatura ambiente
2. Los datos se presentan en medias horarias.

Componentes y materiales

1. Toda la instalación deberá cumplir con los requisitos y exigencias de protecciones y seguridad en las personas dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
2. Se deberá asegurar un grado de aislamiento eléctrico mínimo de clase I para equipos y materiales.
3. Se deberán incluir todos los medios de seguridad para proteger a cualquier persona frente a contactos directos e indirectos, especialmente en las instalaciones que tengan mayor tensión de operación de 120 V. La recomendación es utilizar equipos y materiales aislantes de clase II.
4. Se incluyen todas las protecciones necesarias para proteger la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
5. Los equipos que queden expuestos a la intemperie tendrán un mínimo grado de protección IP65. En cambio, los de interior bastarán con IP20.

6. Los equipos electrónicos de la instalación deberán cumplir con las normas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética.
7. En este proyecto se incluirán las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante.
8. Como medida de seguridad y operación de equipos, toda la información por parte de cualquier equipo estará en español.

Módulos fotovoltaicos

1. Los módulos fotovoltaicos deberán cumplir todas las especificaciones marcadas en los datos de los equipos, al inicio de este documento. Estos requisitos se justificarán presentando la documentación correspondiente.
2. Los módulos vendrán identificados de manera legible, tanto el modelo, como el número de serie, permitiendo su identificación individual.
3. Los módulos utilizados serán los descritos en este documento y de haber modificaciones deberá quedar reflejado.
4. Los módulos llevarán diodos de derivación que evite las corrientes de retorno, así como averías de las células. A su vez, tendrán un grado de protección IP65
5. Los marcos laterales de los módulos serán de aluminio.
6. Se realizarán medidas en cada uno de los módulos fotovoltaicos asegurando que se cumplen las condiciones marcadas en las fichas técnicas. Se permitirá un margen de un $\pm 5\%$. Esta comprobación se realizará también tras el conexionado de los módulos en paralelo.
7. Serán rechazados todos los módulos que tengan desperfectos, ya sea bien por su fabricación o por su transporte.
8. Todas las estructuras y los marcos del generador estarán conectadas a una toma de tierra.
9. El inversor dispone de elementos de corte de la parte de correspondiente a cada string, aunque de no ser así, se deberán instalar elementos externos que permitan este corte.
10. Se colocarán señales de riesgo eléctrico cada 7 metros y se hará en lugares visibles.

Estructura soporte

1. Las estructuras soporte deberán cumplir todo lo descrito en este documento. Será de obligado cumplimiento el Código Técnico de la Edificación.
2. Todas las estructuras deberán soportar los esfuerzos y cargas producidos por el viento y la nieve, tal y como se ha justificado en los cálculos en este documento.
3. La estructura soporte tendrá cierto margen permitiendo la dilatación y contracción de los módulos fotovoltaicos debido a la temperatura.
4. La sujeción del módulo será la adecuada, teniendo en cuenta el área del apoyo y posición relativa.
5. La estructura deberá cumplir en todo momento con la orientación e inclinación con la que se ha realizado el consecuente proyecto.
6. La estructura soporte tendrá una protección frente a los agentes ambientales, todo tipo de agujeros realizados en esta será siempre anterior a su galvanizado o momento de aplicación de la correspondiente protección.
7. La tornillería se realizará en acero inoxidable.
8. La propia estructura se colocará de tal forma que no genere ningún tipo de sombra a otros módulos.
9. Para el caso de las estructuras coplanares ancladas a cubierta se asegurará la estanqueidad de los orificios realizados sobre la misma.
10. El almacenaje se realizará en lugares cubiertos, protegidos del agua, humedad e impactos, y a su vez, no estará en contacto con el suelo.

Inversor

1. Los requisitos del siguiente apartado se aplicarán a los inversores utilizados para realizar la instalación del proyecto de este documento con valores fijos de tensión y frecuencia de salida.
2. Tanto la tensión como la corriente a la salida del inversor será una onda sinusoidal pura.
3. Los inversores se conectarán a la caja de protecciones de corriente alterna, siendo este, el paso previo de conexión hacia la red interior.
4. Deberá disponer de las correspondientes protecciones ya descritas en este documento, siendo para este proyecto, incluidas en el propio inversor.

5. El inversor funcionara siempre en el correcto margen de operación de tensiones del sistema.
6. La tensión y la frecuencia de salida del inversor estará siempre dentro de estos márgenes: $V_{NOM} \pm 5\%$ siendo $V_{NOM} = 230 \text{ V}$
7. El inversor permitirá la entrega constante de la potencia nominal, siempre que la potencia de entrada se lo permita.
8. El inversor no limitara ningún tipo de aparato de la instalación que requiera mucha corriente al arranque.
9. El consumo del inversor estando apagado será menor al 2% de la potencia nominal de salida.
10. Los inversores deberán tener los siguientes datos de manera física en alguna etiqueta:
 - Potencia nominal (kW)
 - Tensión de entrada (V)
 - Tensión de salida (V)
 - Frecuencia de salida (Hz)
 - Fabricante y número de serie
 - Polaridad y terminales

Cableado

1. Todo tipo de cableado deberá cumplir con la legislación vigente
2. Los conductores dispondrán de las secciones calculadas en este documento teniendo la previsión de la intensidad máxima admisible, así como de la caída de tensión.
3. Los cables al exterior estarán protegidos de la intemperie.

Protecciones y puesta a tierra

1. Las instalaciones que tengan valores nominales de tensión superiores a 48 V tendrán una toma de tierra conectada, que estará conectada al a correspondiente pica de tierra de la instalación.
2. Todas las protecciones aseguran la protección de personas frente a cualquier tipo de contacto, tanto directo como indirecto. Al realizarse la instalación en una ya existente, no se hará ningún tipo de modificación de esta.
3. La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones según lo descrito en este documento.

Recepción y pruebas

1. Todos los materiales tendrán su correspondiente albarán de entrega, en el que se encuentre el listado de todo lo utilizado en la instalación.
2. Las pruebas a realizar, independientemente de lo indicado en este pliego de condiciones técnicas serán:
 - Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
 - comprobación del funcionamiento de todas las protecciones existentes.
 - Regulación del sistema de generación en función de la curva de carga.
3. Una vez realizada las correspondientes comprobaciones se realizarán pruebas durante las siguientes 240 horas seguidas. A su vez, se retirará todo el material sobrante y se limpiarán todas las zonas ocupadas.
4. Todos los elementos instalados estarán protegidos frente a cualquier tipo de fallo por su fabricación durante al menos tres años. Los módulos deberán de permitir una garantía de al menos 8 años.
5. Una vez vencida la garantía, el instalador quedara obligado a la reparación de cualquier desperfecto provocado por fallos de funcionamiento o de instalación.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 52.
- 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 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Norma UNE 21144-3-2: cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- UNE 20.324: grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP).
- UNE 20460-7-712 Instalaciones eléctricas en edificios. Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV)
- UNE 21.030: conductores aislados cableados en haz de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución y acometidas.
- UNE 21.123: cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV.
- UNE 21.150: cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de polipropileno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV.

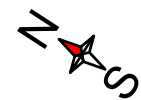
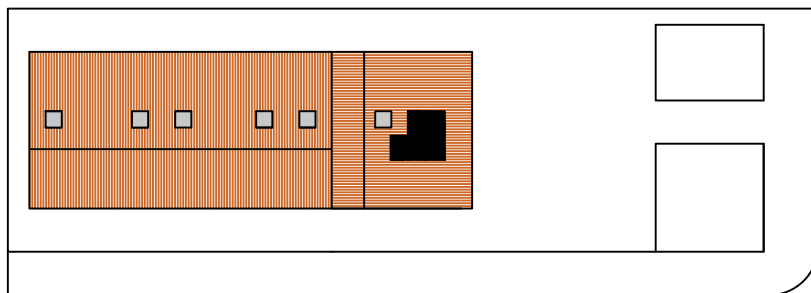
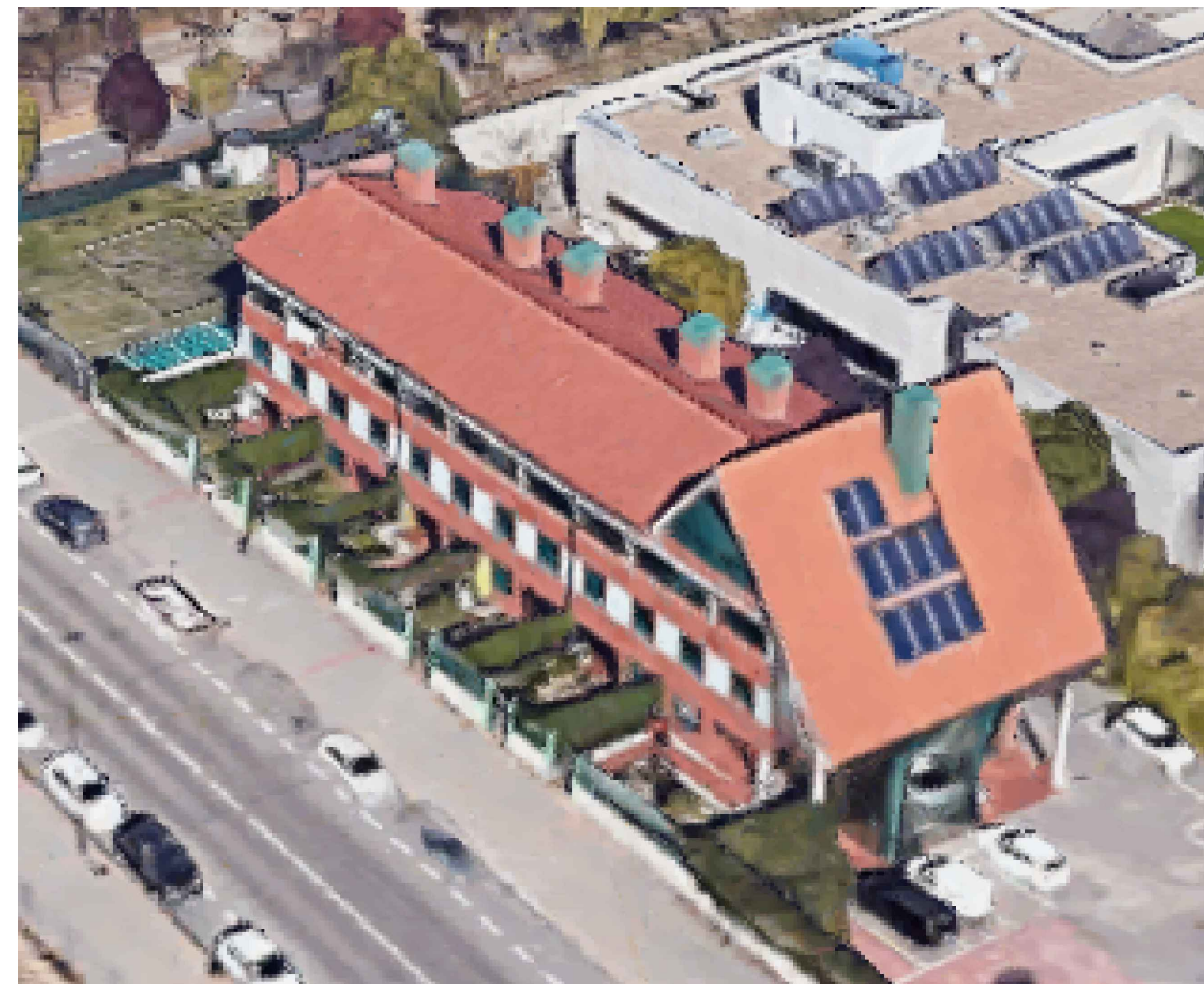
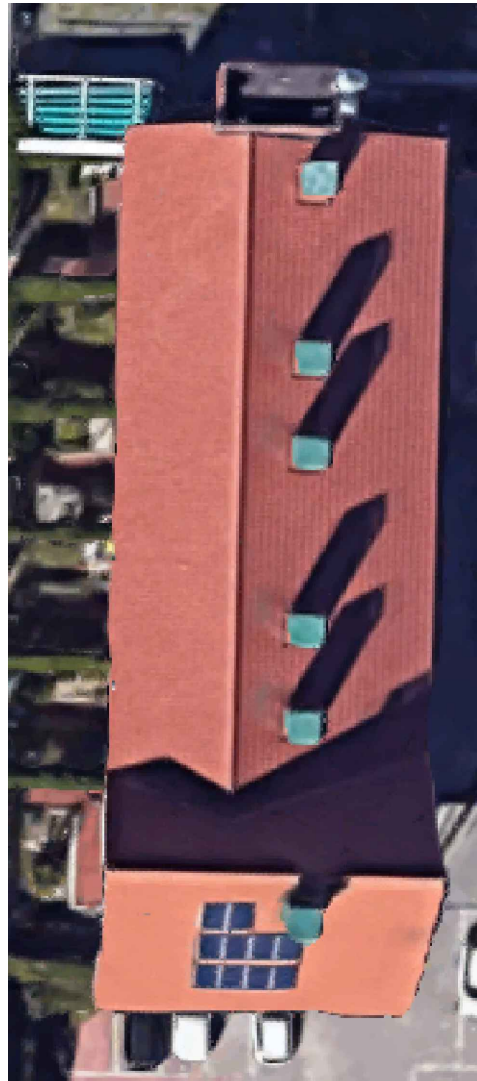
- Circular 3/2020 de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)
- <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/ventajas-desventajas-energia-solar#:~:text=Requiere%20de%20instalaciones%20importantes%20para,mediante%20el%20almacenamiento%20de%20energ%C3%ADa.>
- <https://www.otovo.es/blog/autoconsumo/autoconsumo-fotovoltaico-todo-lo-que-tenes-que-saber/>
- <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/oficina-de-autoconsumo/que-es-el-autoconsumo#:~:text=El%20autoconsumo%20el%C3%A9ctrico%20permite%20a,otros%20sistemas%20de%20generaci%C3%B3n%20renovable>
- [Inversor Huawei SUN2000-40KTL-M3 Trifásico 40kW | al Mejor Precio \(autosolar.es\)](#)
- [RSM110-8-535-560M IEC1500V-35mm 2023H1-1-Spanish.pdf \(risenenergy.com\)](#)
- [Huawei SmartLogger 3000A | al Mejor Precio \(autosolar.es\)](#)
- [COUNTIS-E43-E44_INSTALLATION-AND-OPERATING-MANUAL_2021-12_547981_ES.pdf \(socomec.es\)](#)
- [documentos_5654_FV_Pliego aisladas de red_09_d5e0a327.pdf \(idae.es\)](#)



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

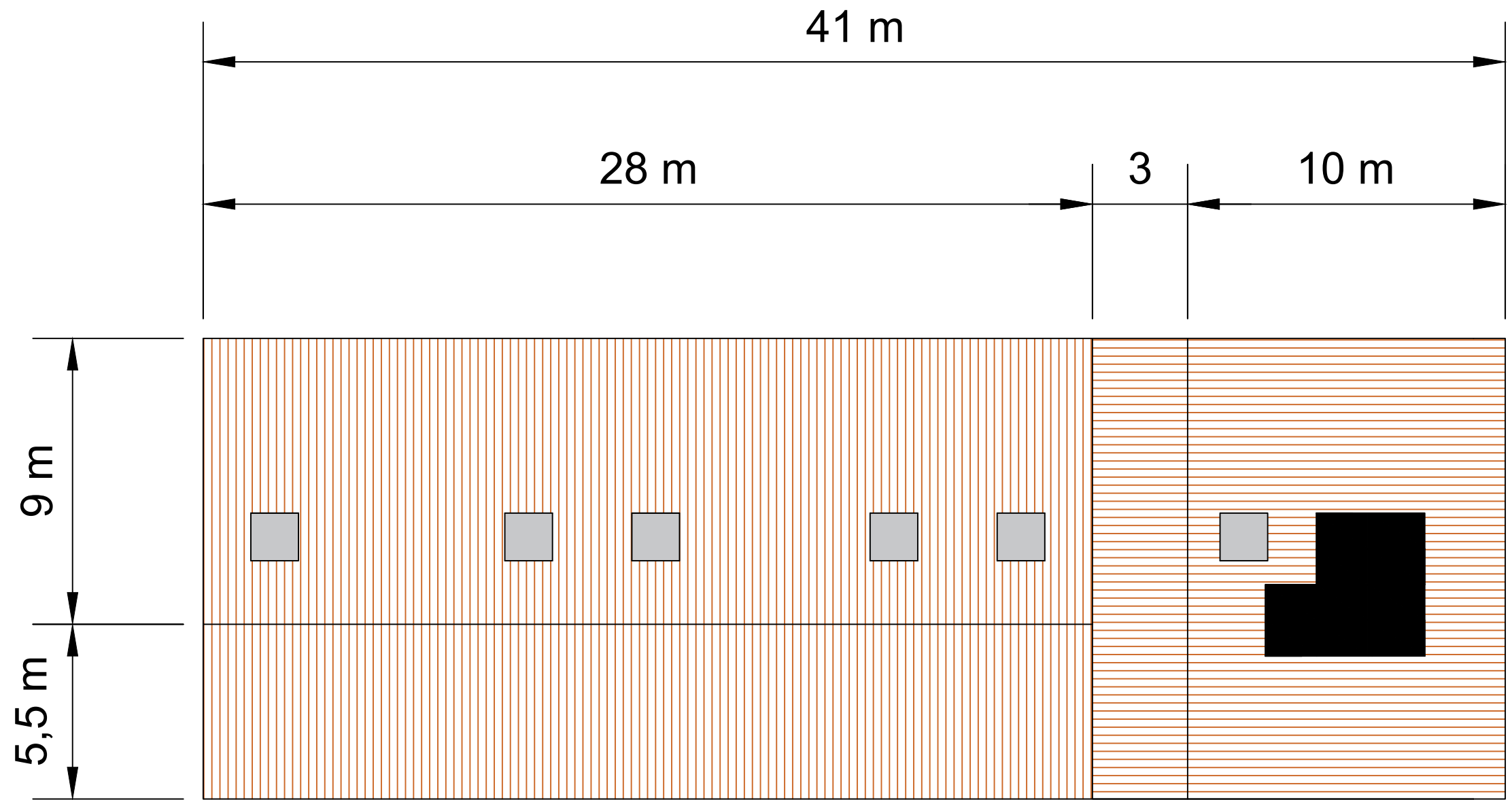


16.PLANOS



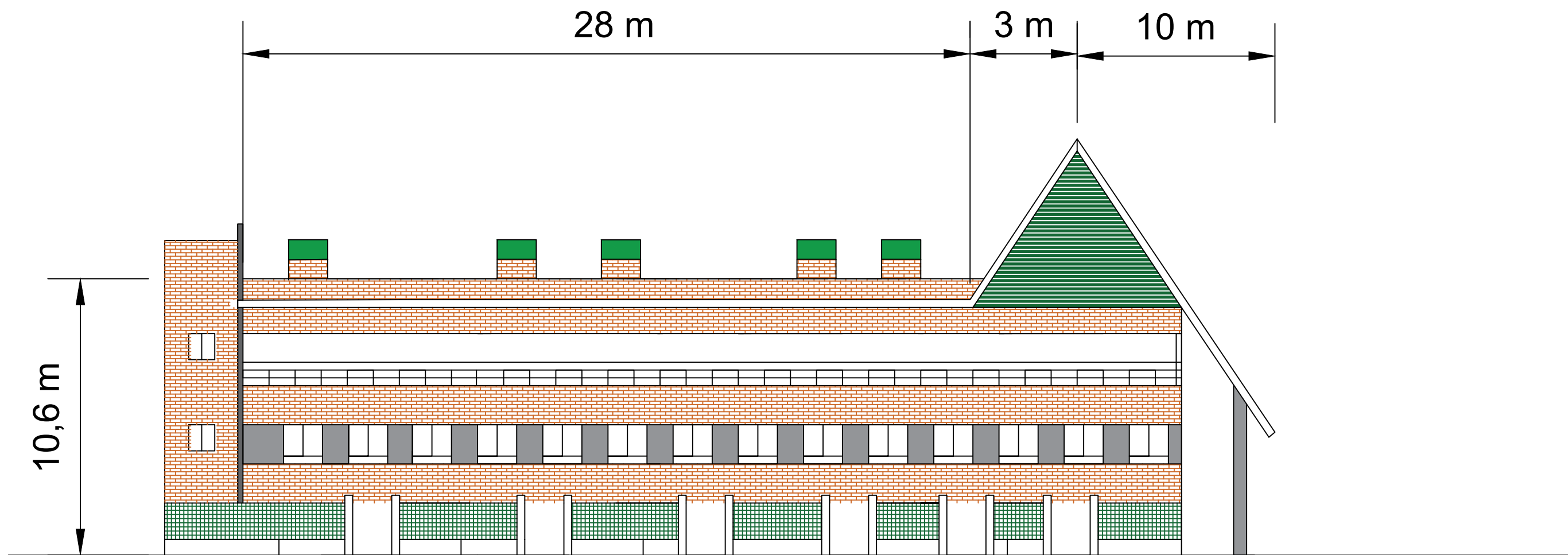
TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : EMPLAZAMIENTO



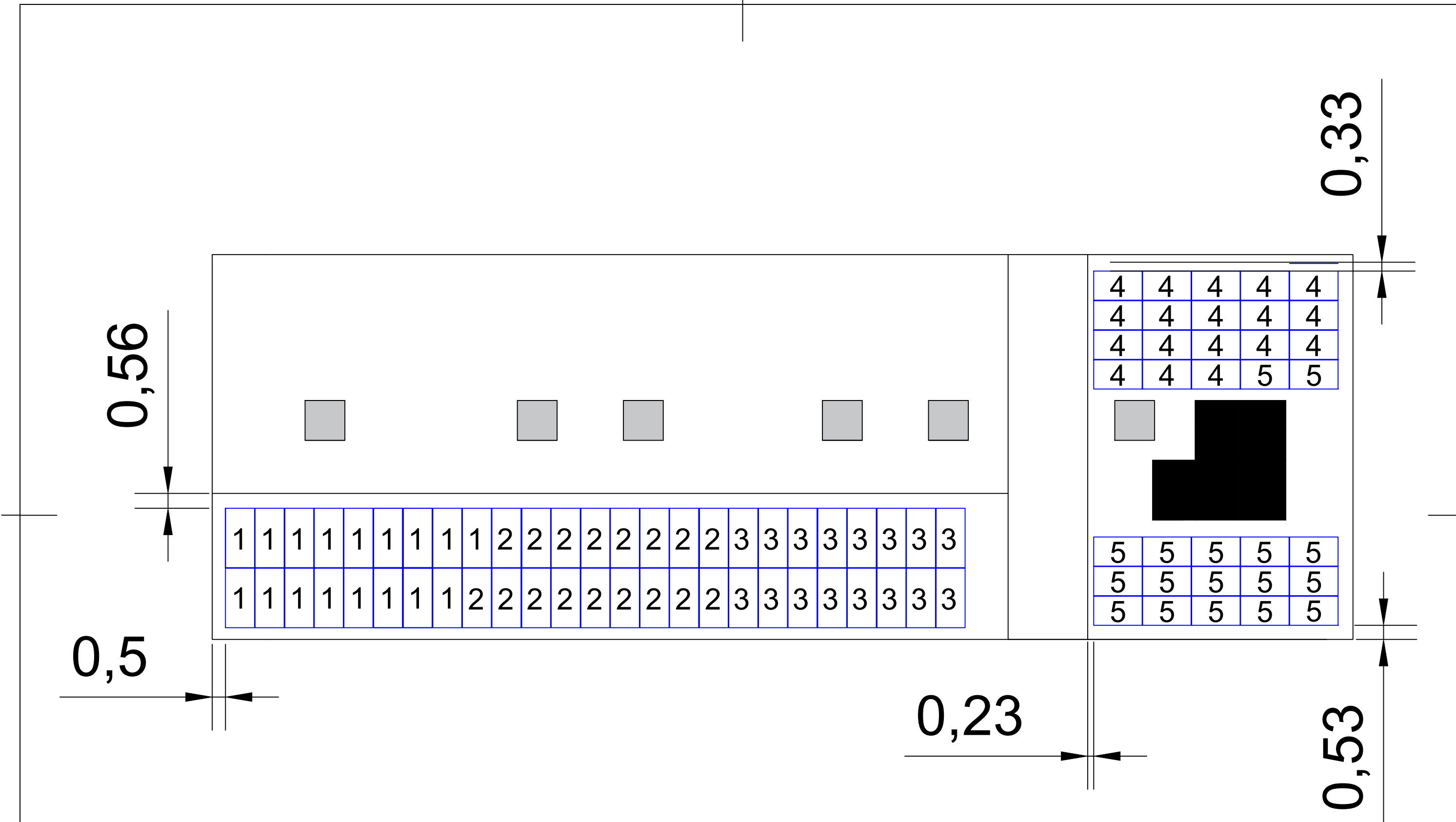
TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : ACOTADO CUBIERTA



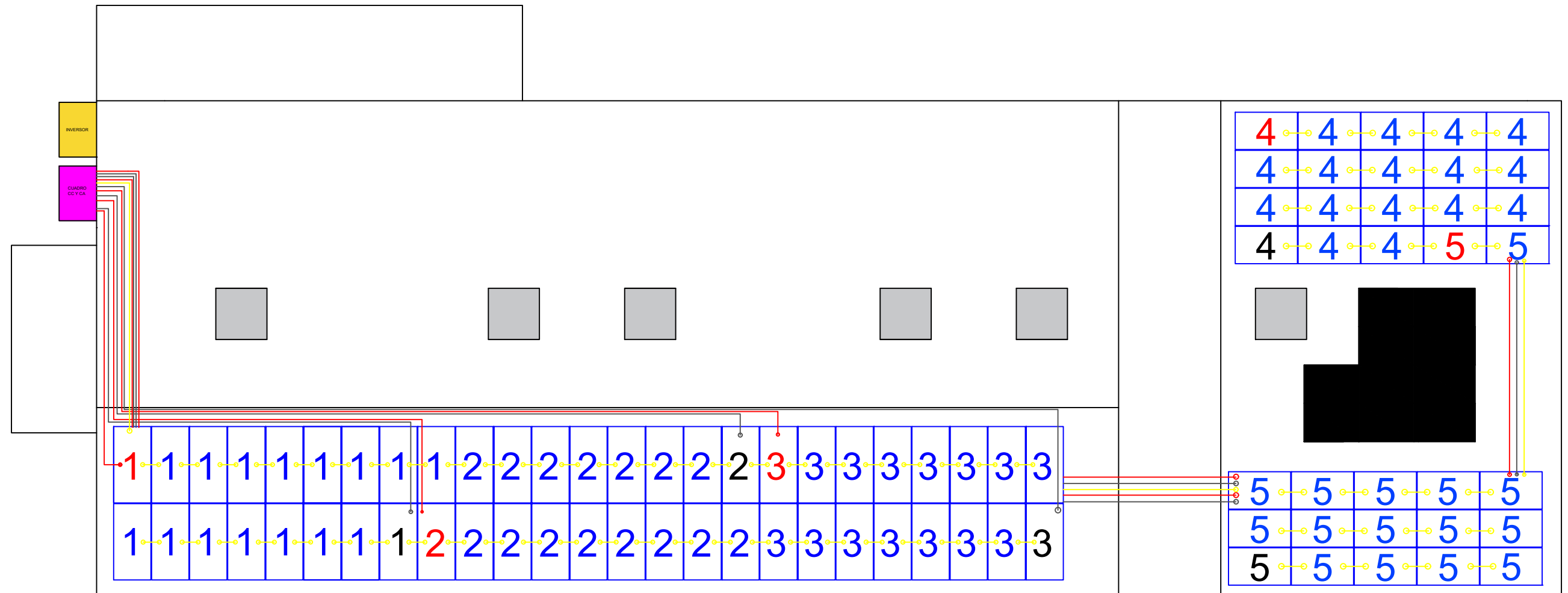
TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : ACOTADO ALZADO



TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : DISPOSICIÓN DE MÓDULOS



TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN CUBIERTA

INVERSOR

CUADRO
CYCA

Tubo PVC 50 mm²
10x4mm + 1x4 mm (T)

Tubo PVC 32
mm (2X4 mm
+ 1x4 T)

Tubo PVC 32
mm (4X4 mm
+ 1x4 T)

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

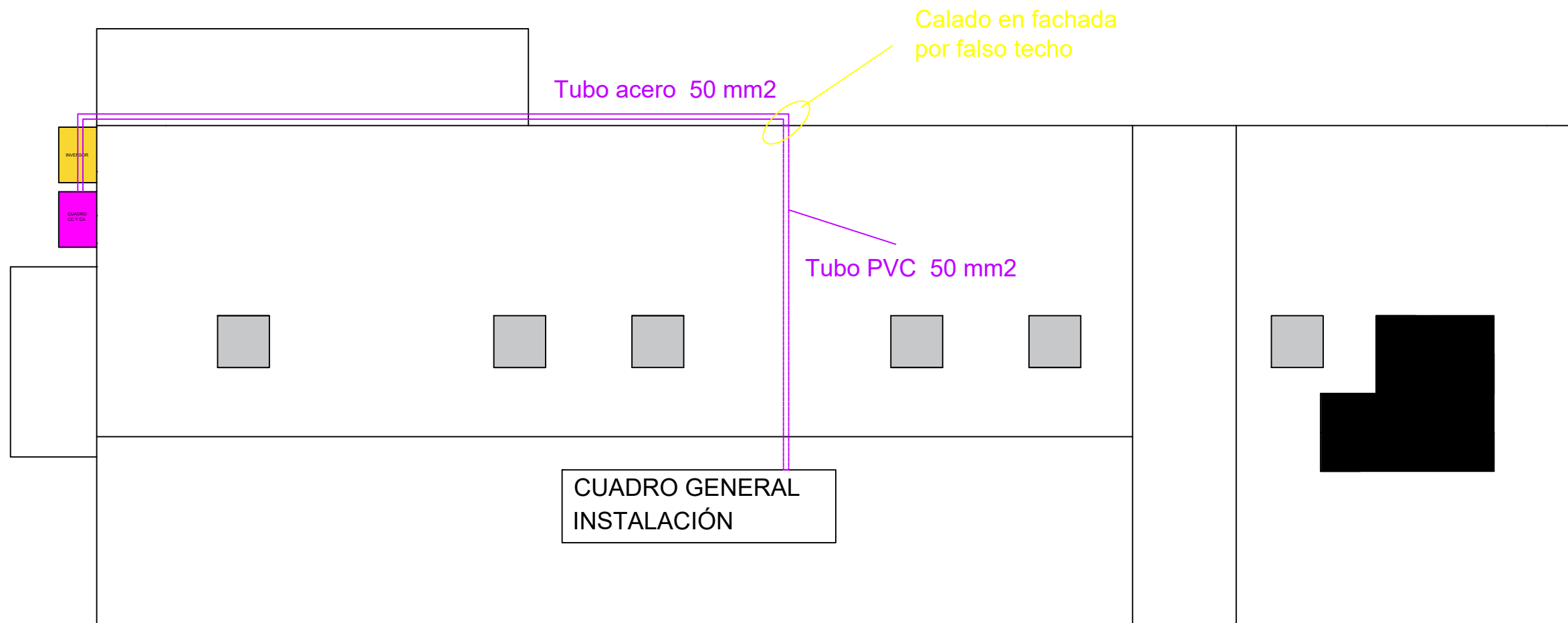
4	4	4	4	4
4	4	4	4	4
4	4	4	4	4
4	4	4	5	5

5	5	5	5	5
5	5	5	5	5
5	5	5	5	5



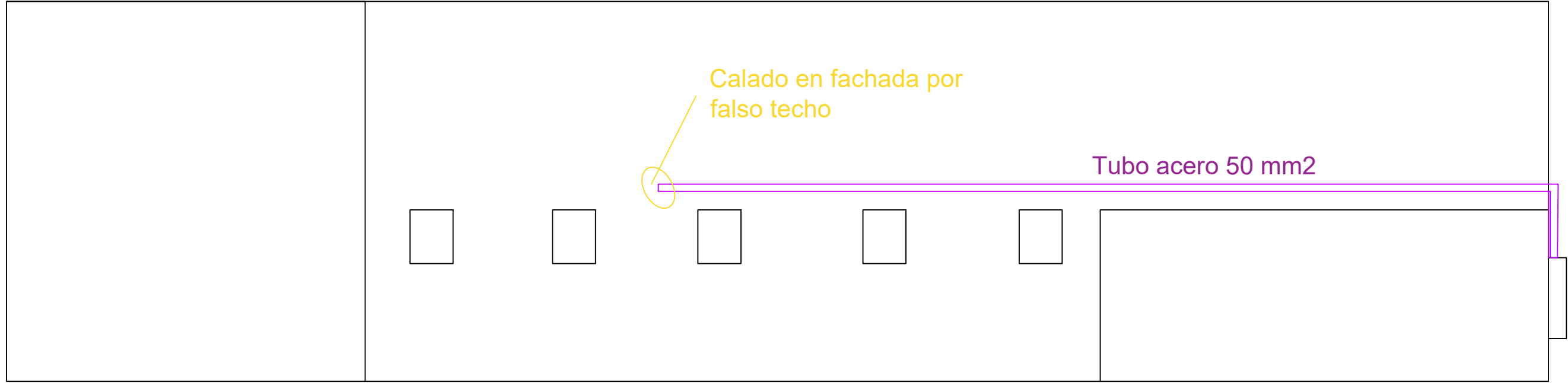
TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : CANALIZACIÓN CUBIERTA



TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

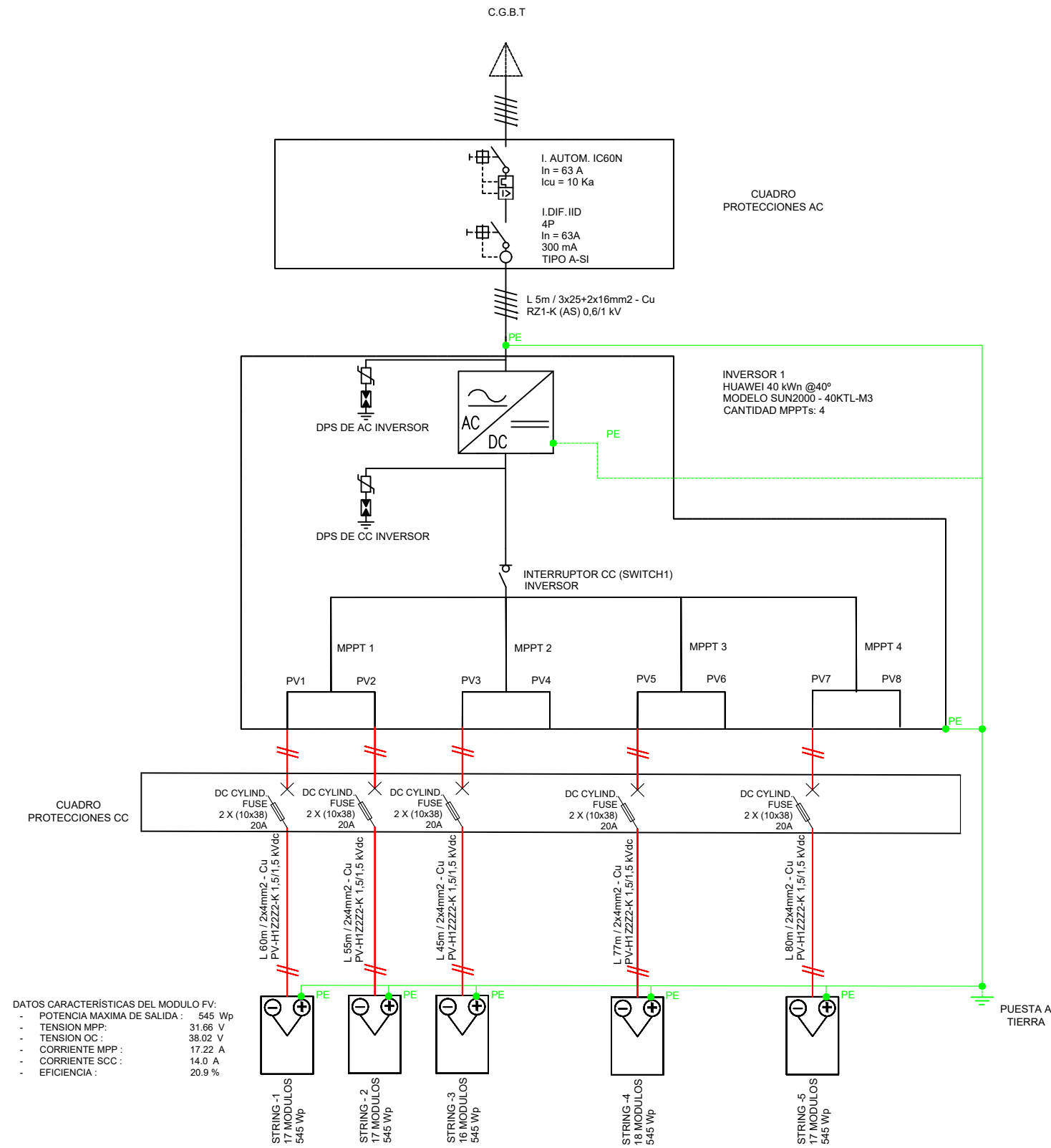
PLANO : CANALIZACIÓN A CGBT CUBIERTA



TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : CANALIZACIÓN A CGBT FACHADA

LEYENDA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	STRING MÓDULO FOTOVOLTAICO
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INVERSOR
	FUSIBLE
	INTERRUPTOR CC INVERSOR
	DESCARGADOR SOBRETENSIONES
	SECCIONADOR
	PUESTA A TIERRA
	CONEXIÓN PUESTA A TIERRA
	CABLE H07Z1-K
	CABLE RZ1-K









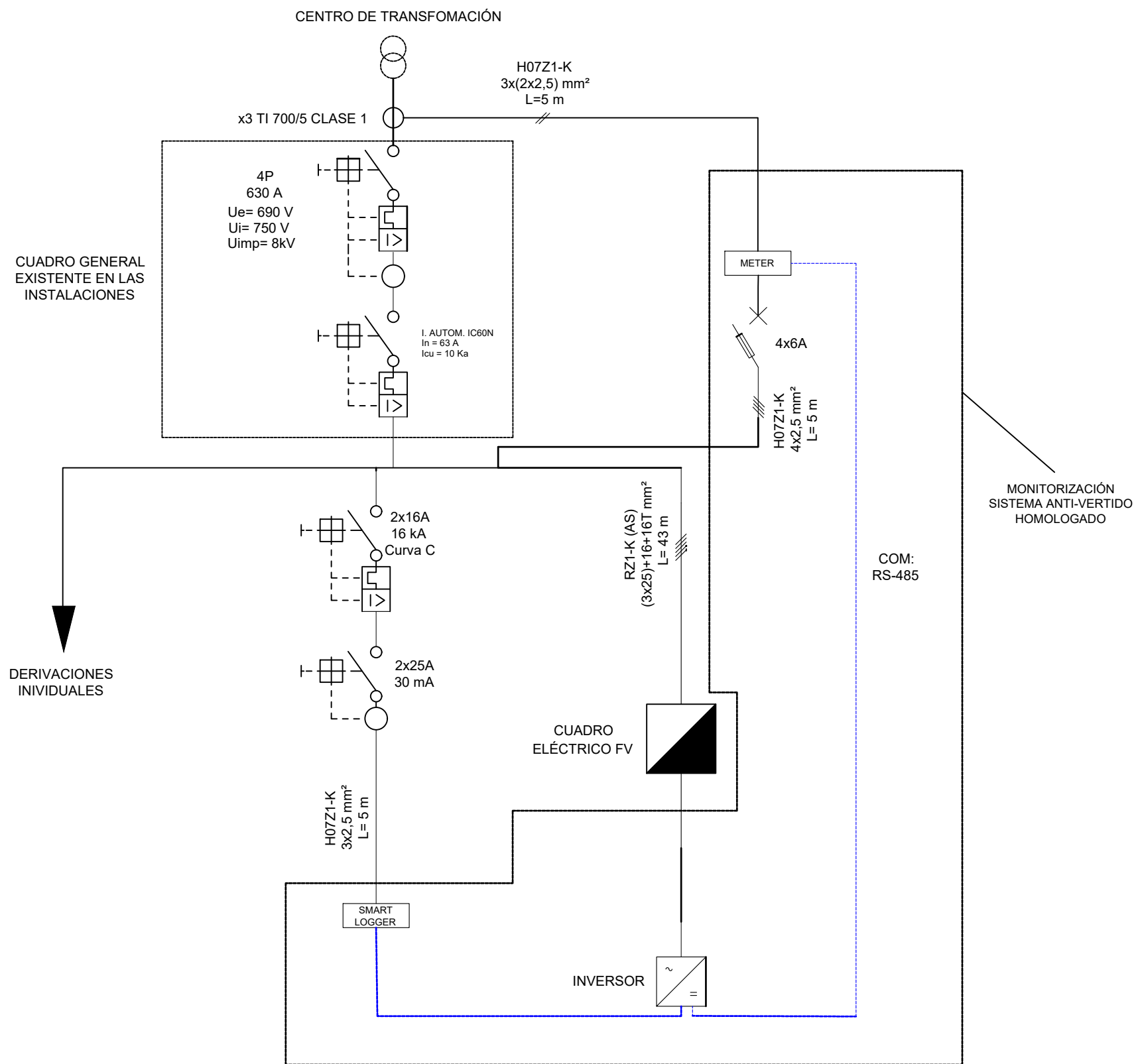
DATOS CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO FV:

- POTENCIA MÁXIMA DE SALIDA : 545 Wp
- TENSION MPP: 31.66 V
- TENSION OC : 38.02 V
- CORRIENTE MPP : 17.22 A
- CORRIENTE SCC : 14.0 A
- EFICIENCIA : 20.9 %

TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : UNIFILAR

	CONTADOR DE GENERACIÓN
	COM: RS-485
	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INVERSOR
	FUSIBLE



TITULO : INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO INDIVIDUAL SIN EXCEDENTES

PLANO : CONEXIÓN CGBT



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



17. FICHAS TÉCNICAS



**HIGH PERFORMANCE
MONOCRYSTALLINE PERC MODULE**



RSM110-8-530M-550M

110 CELL Mono PERC Module	530-550Wp Power Output Range
1500VDC Maximum System Voltage	21.0% Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES

- Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
- Industry leading lowest thermal co-efficient of power
- Industry leading 12 years product warranty
- Excellent low irradiance performance
- Excellent PID resistance
- Positive tight power tolerance
- Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product
- Module Imp binning radically reduces string mismatch losses
- Excellent wind load 2400Pa & snow load 5400Pa under certain installation method
- Comprehensive product and system certification
 - ◆ IEC61215:2016; IEC61730-1/-2:2016;
 - ◆ ISO 9001:2015 Quality Management System
 - ◆ ISO 14001:2015 Environmental Management System
 - ◆ ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management System



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Risen Energy sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

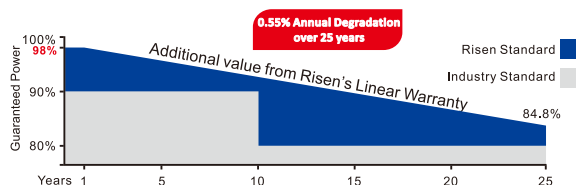
RISEN ENERGY CO., LTD.

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

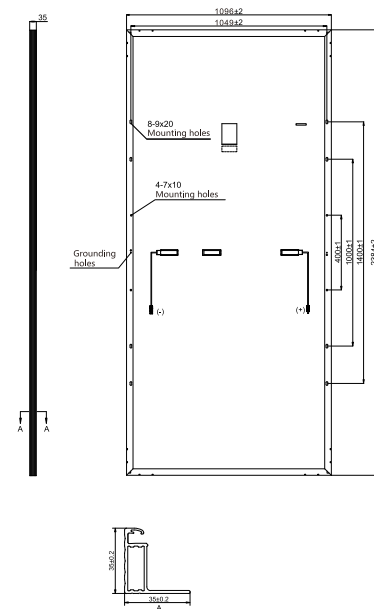
12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty



* Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd



Dimensions of PV Module Unit: mm



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM110-8-530M	RSM110-8-535M	RSM110-8-540M	RSM110-8-545M	RSM110-8-550M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage-Voc(V)	37.38	37.58	37.78	38.02	38.24
Short Circuit Current-Isc(A)	18.08	18.13	18.18	18.23	18.28
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	31.06	31.26	31.46	31.66	31.86
Maximum Power Current-Impp(A)	17.07	17.12	17.17	17.22	17.27
Module Efficiency (%) *	20.3	20.5	20.7	20.9	21.0

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM110-8-530M	RSM110-8-535M	RSM110-8-540M	RSM110-8-545M	RSM110-8-550M
Maximum Power-Pmax (Wp)	401.5	405.3	409.0	412.8	416.7
Open Circuit Voltage-Voc (V)	34.76	34.95	35.14	35.36	35.56
Short Circuit Current-Isc (A)	14.83	14.87	14.91	14.95	14.99
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	28.82	29.01	29.19	29.38	29.57
Maximum Power Current-Impp (A)	13.93	13.97	14.01	14.05	14.09

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	110 cells (5×11+5×11)
Module dimensions	2384×1096×35mm
Weight	29kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

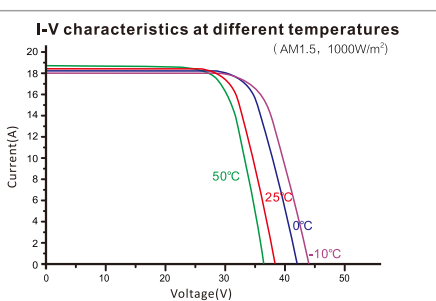
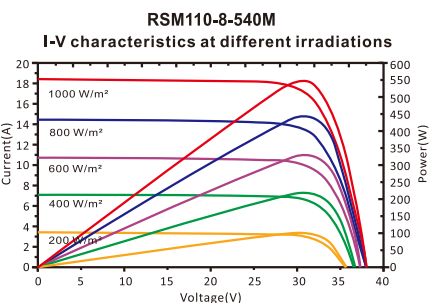
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	30A
Limiting Reverse Current	30A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	620
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	20
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	2401×1115×1235
Box gross weight[kg]	950

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

©2021 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice. No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.

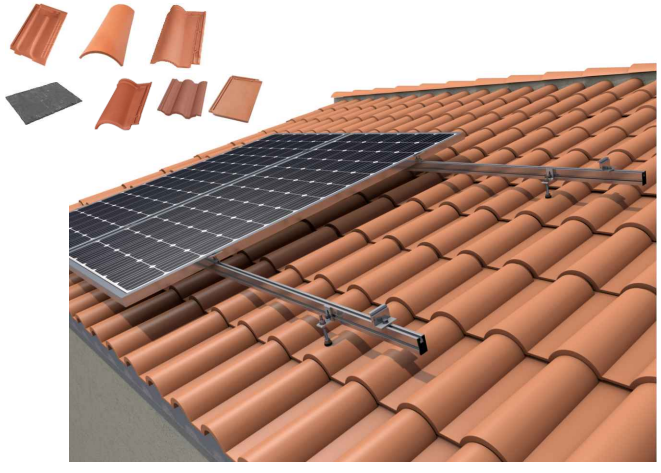


Our Partners:

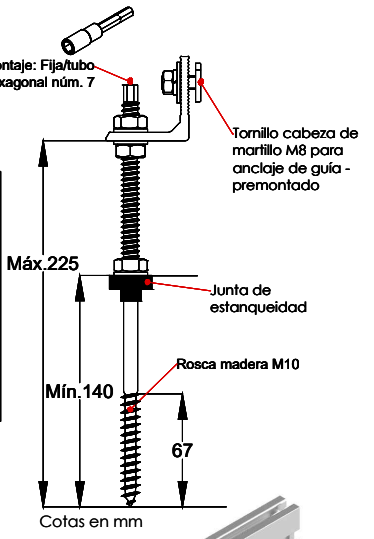
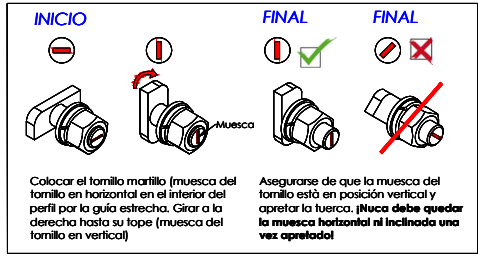
Ficha técnica

Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

01V



Viga hormigón: consultar ficha técnica taco utilizado
 Viga madera: broca N°9



- Soporte coplanar para anclaje a losa de hormigón y/o madera.
- Válido para todo tipo de tejas.
- Sin necesidad de desmontar la cubierta.
- La fijación incluye junta de estanqueidad.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

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

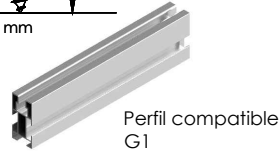
Materiales: Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6
 Tornillería de acero inoxidable A2-70

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
 Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

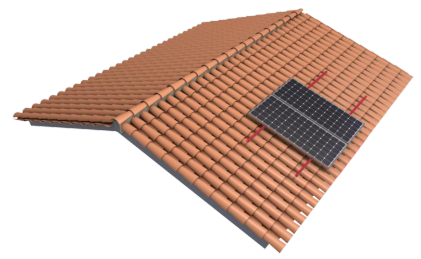
Carga de nieve: 40 kg/m²



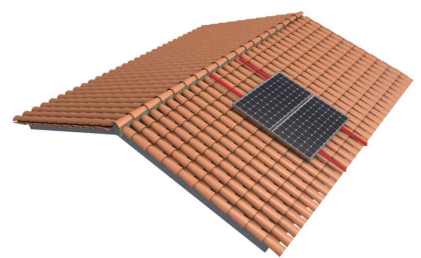
Nota
 La fijación L no se debe montar hasta haber fijado el anclaje.



Tipos de montaje



Perfiles paralelos a la cumbrera

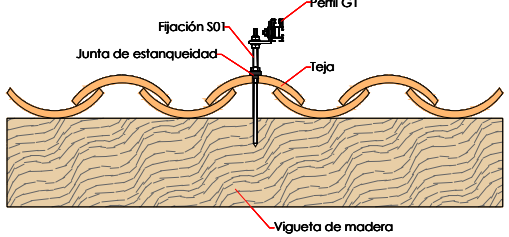
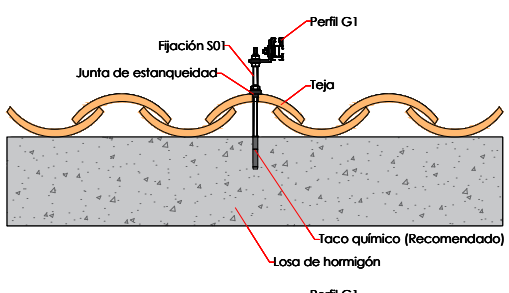


Perfiles perpendiculares a la cumbrera

Carga de nieve: 40 kg/m²



- Dos opciones:**
- Para módulos de hasta 2279x1150 - **Sistema Kit**
- 2279x1150 **Kit** (Ver página 2)
- Para módulos de hasta 2400x1350 - **Sistema PS**
- 2400x1350 **PS** (Ver página 3)



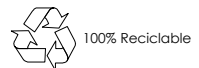
Par de apriete:

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

Herramientas necesarias:



Seguridad:



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

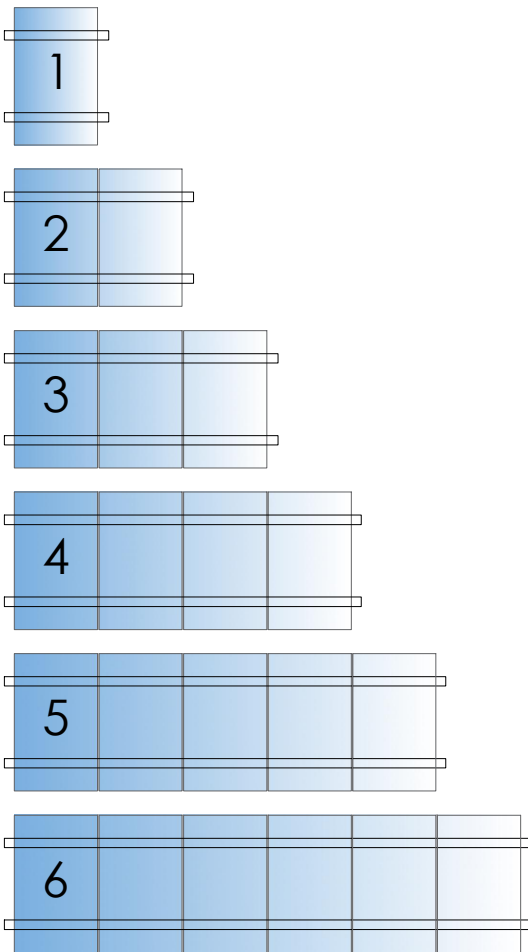


Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT

2279x1150

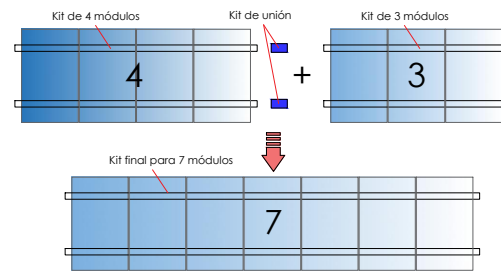


Kits disponibles:

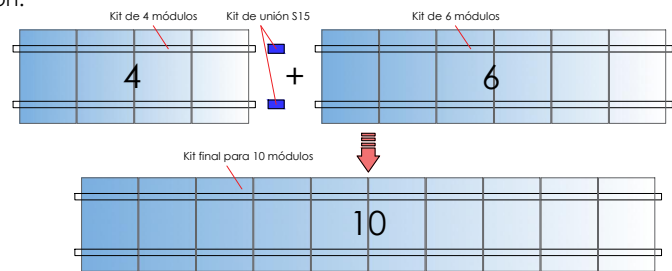


EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

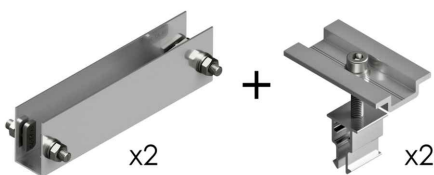
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



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



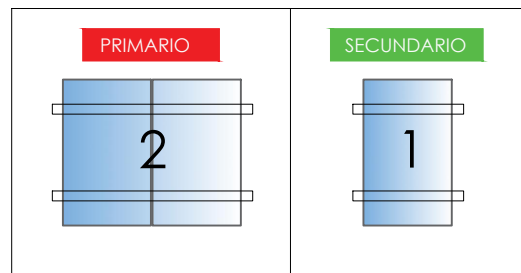
Kits disponibles:

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 COPLANARES COMPATIBLES CON EL SISTEMA PS

01V



01.1V



02V



02.1V



02.2V



03V

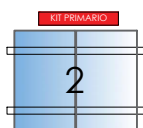


04V

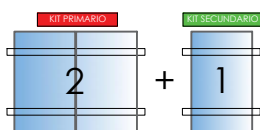


EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

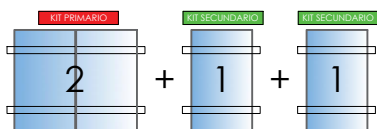
2 Mód.



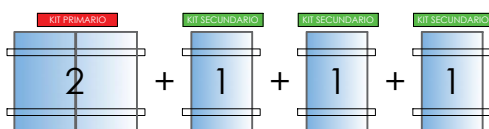
3 Mód.



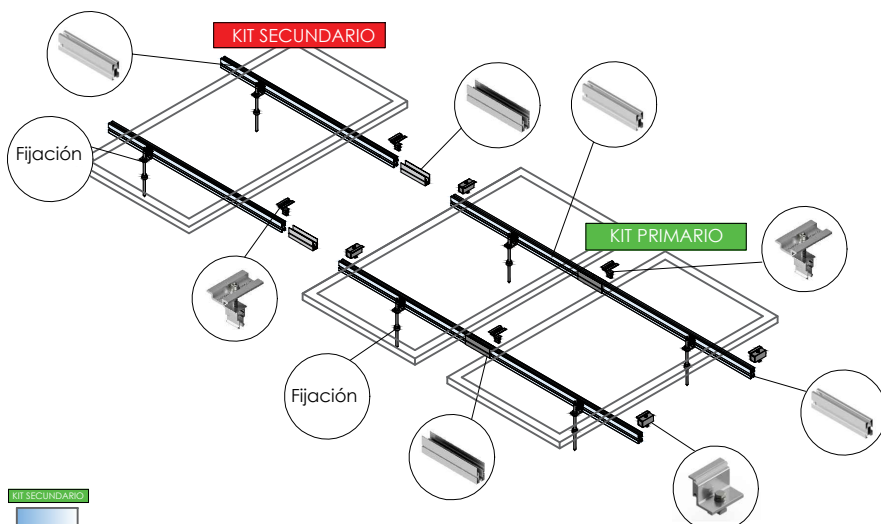
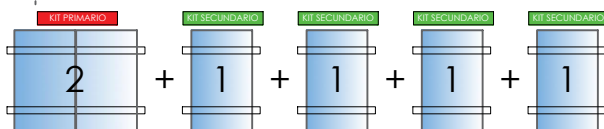
4 Mód.



5 Mód.



6 Mód.



* 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.

Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

01V

Sistema kit



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



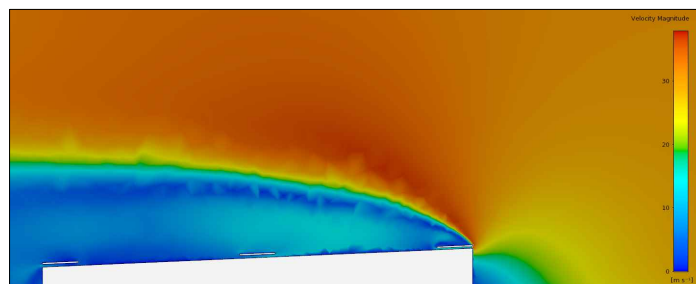
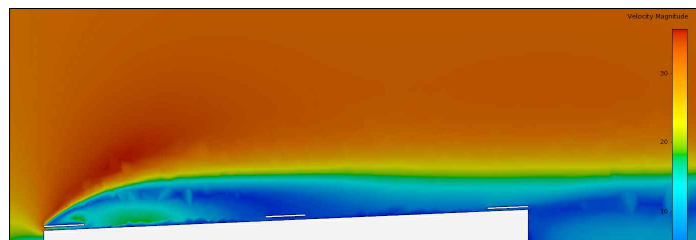
 Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento								
Tamaño del módulo 	1	2	3	4	5	6	nº de módulos	
2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h	
2279x1150	150	150	150	150	150	150		

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

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

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

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



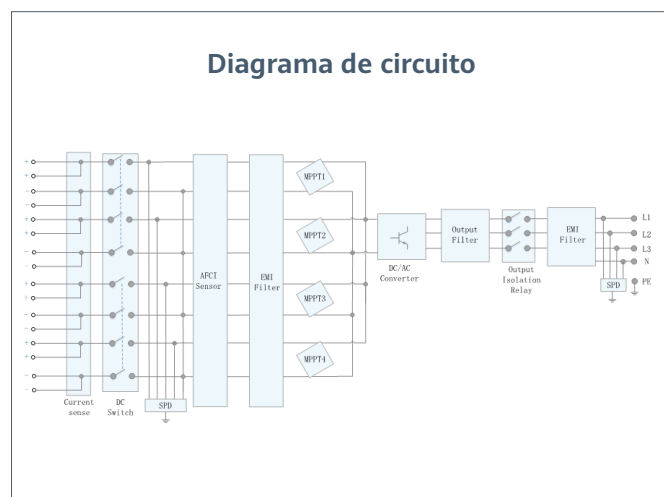
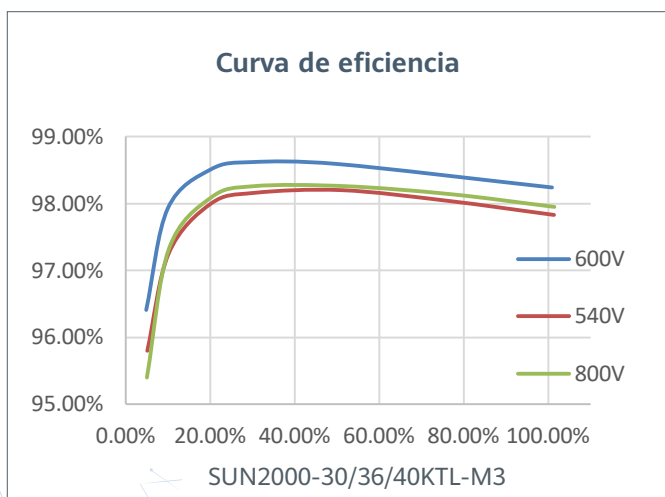
Seguro

Diseño sin fusibles



Confiable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
---------------------------	------------------	------------------	------------------

Eficiencia

Máxima eficiencia	98.7%
Eficiencia europea ponderada	98.4%

Entrada

Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Rango de tensión de operación ²	200 V ~ 1000 V
Tensión nominal de entrada	600 V
Cantidad de entradas	8
Cantidad de MPPTs	4

Salida

Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		

Características y protecciones

Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobretensión de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada ³	Sí

Comunicación

Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
RS485	Sí
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

Especificaciones generales

Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)
Nivel de Ruido	< 46 dB
Rango de temperaturas en operación	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Ventilación	Convección natural
Max. Altitud de operación	0 - 4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de Protección	IP 66
Tipología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W

Compatibilidad con optimizador

Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-450W-P
------------------------------------	----------------

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA

1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

3. SUN2000-30-40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERT, HIT)



Inteligente

Diseño de control de exportación inteligente cero



Seguro

Fácil de instalar en el sitio



Fiable

Protección contra sobretensiones

Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A03EU	SmartLogger3000A01EU
Gestión de dispositivos		
Max. Número de dispositivos manejables	80	
Interfaz de comunicación		
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps	
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps	
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps, 1000 m	
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC	No apoyo
2G / 3G / 4G ¹	LTE(FDD) : B1,B2,B3,B4,B5,B7,B8,B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS : 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz ²	
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4	
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)	
Protocolo de comunicación		
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104	
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645	
Interacción		
LED	LED Indicator x 3 – RUN, ALM, 4G	
WEB	Web incrustada	
USB	USB 2.0 x 1	
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio	
Ambiente		
Rango de temperatura de operación	-40°C ~ 60°C	
Temperatura de almacenaje	-40°C ~ 70°C	
Humedad relativa (sin condensación)	5% ~ 95%	
Max. Altitud de operación	4,000 m	
Alimentación		
Fuente de alimentación de CA	100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz	
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V	
Consumo de energía	Típico 8 W, Max. 15 W	
Datos generales		
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)	
Peso	2 kg	
Grado de protección	IP20	
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de mesa	

¹ Al poner dentro de la caja de metal, se necesitará antena extendida.

² Para recomendada lista y datos de portadores en frecuencias compatibles, póngase en contacto con los distribuidores locales.



COUNTIS E4x

Contadores de energía activa trifásico - vía CT hasta 12000 A



COUNTIS E44 - MID

Función

El **COUNTIS E4x** es un contador de energía eléctrica modular que muestra las energías (kWh, kVAh y kVA) y otras medidas directamente en su pantalla LCD retroiluminada. Se ha diseñado para la medida de carga trifásica con conexión vía CT y es adecuado para aplicaciones de hasta 12000 A. COUNTIS E42, E44, E46 y E48 tienen certificación MID.

Características comunes

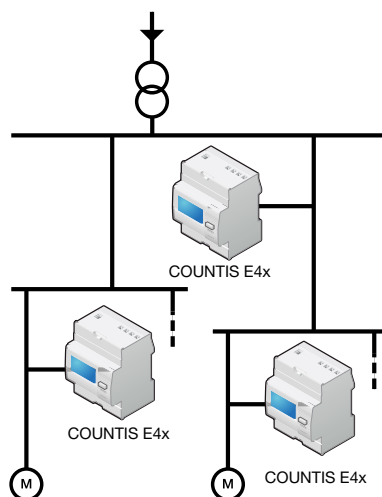
- Precisión de medida: 1 % / 0,5% (MID).
- Pantalla LCD retroiluminada.
- Múltiples medidas disponibles en la pantalla.

Ventajas

RS-485 (MODBUS), M-BUS, Ethernet salidas de comunicación o de impulsos

Para permitir la generación remota de informes de consumo, los dispositivos COUNTIS E4x tienen una salida de impulsos, una RS-485 (MODBUS), M-BUS o una salida de comunicación Ethernet Modbus TCP. Además de sus funciones de generación de informes, COUNTIS E4x con RS-485 y Ethernet puede configurarse de forma remota y permitir el acceso a valores de medida múltiples.

Diagrama principal



count_226_a_1_x_cat.eps

Módulo B+D con certificación MID

Los productos COUNTIS E con certificación MID proporcionan la precisión garantizada requerida para aplicaciones en las que es necesaria una subfacturación de la energía eléctrica consumida. La certificación como "Módulo B+D" garantiza que el proceso de diseño y fabricación de los productos ha sido aprobado por un laboratorio acreditado.

Medida bidireccional

Esta función es para medir la producción o el consumo de energía.

Multimedida y curva de carga

Visualización de valores eléctricos (I, U, V, P, Q, S, PF) y curva de carga en un periodo de 3 días mediante comunicación.

La solución para

- > Industria
- > Infraestructuras
- > Centro de datos
- > Cargadores EV



Puntos fuertes

- > Salidas RS-485 (MODBUS), M-BUS, Ethernet o impulsos
- > Multitarifa
- > Módulo B+D con certificación MID
- > Medida bidireccional
- > Multimedita y curva de carga

Certificación MID

- > COUNTIS E cumple la directiva MID que garantiza precisión y fiabilidad de las medidas, una función indispensable para aplicaciones de facturación de energía.
- > COUNTIS E MID dispone de componentes a prueba de manipulación para evitar fraudes.



Conformidad con las normas

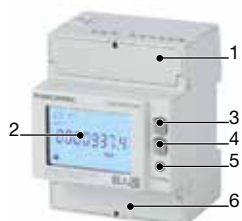
- > IEC 62053-21 clase 1
- > IEC 62053-23 clase 2
- > IEC 62053-31
- > IEC 62053-11
- > EN 50470-1
- > EN 50470-3



Modelos	Funciones principales
E41	Doble tarifa + salida de impulsos
E42	Doble tarifa + salida de impulsos + MID
E43	Doble tarifa + salida de impulsos + comunicación RS-485 MODBUS
E44	Doble tarifa + salida de impulsos + comunicación RS-485 MODBUS + MID
E45	Doble tarifa + salida de impulsos + comunicación M-BUS
E46	Doble tarifa + salida de impulsos + comunicación M-BUS + MID
E47	Doble tarifa + salida de impulsos + Ethernet
E48	Doble tarifa + salida de impulsos + Ethernet + MID

Panel frontal

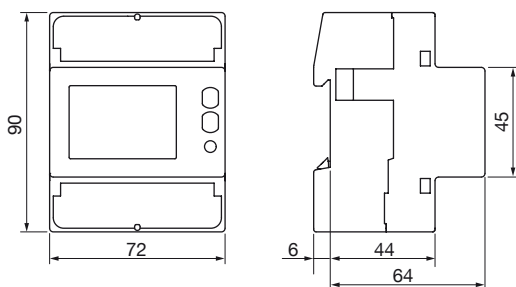
count_347x_b_1_cat.eps



1. Cubrebornes (COUNTIS E42, E44, E46 y E48).
2. Pantalla LCD retroiluminada.
3. Botón de navegación.
4. Tecla ENTER.
5. LED de metrología.
6. Corriente, terminales de tensión y cubrebornes (COUNTIS E42/ E44/E46/E48).

Dimensiones (mm)

count_378_a_1_x_cat.ai

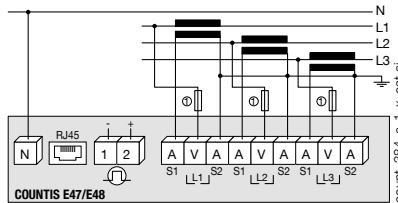
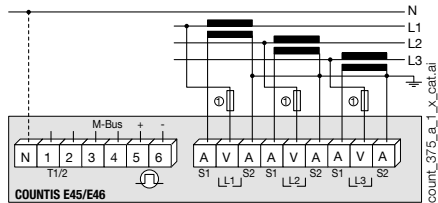
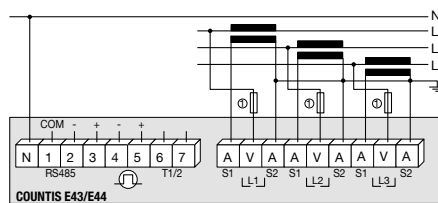
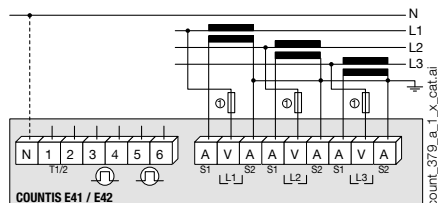


Tipo	modular
Número de módulos	4
Dimensiones A x L x F	72 x 90 x 64 mm
Grado de protección de la caja	IP20
Grado de protección frontal	IP51
Tipo de pantalla	LCD retroiluminada de 8 dígitos
Sección del cable rígido	1,5 ... 6 mm ²
Sección del cable flexible	1,5 ... 6 mm ²
Peso	322 g

Conexión

Recomendación:

- Para los sistemas de conexión a tierra de IT, se recomienda que el secundario de TC no esté conectado a tierra.
- Cuando se desconecte el COUNTIS, el secundario de cada transformador de corriente se debe cortocircuitar. Esta operación puede realizarse automáticamente con un PTI SOCOMEC, un accesorio que se incluye en este catálogo. Consulte con nosotros.



1. Fusibles 0,5 A gG / 0,5 A clase CC.

Referencias

Tipo	COUNTIS E41 Referencia	COUNTIS E42 Referencia	COUNTIS E43 Referencia	COUNTIS E44 Referencia	COUNTIS E45 Referencia	COUNTIS E46 Referencia	COUNTIS E47 Referencia	COUNTIS E48 Referencia
Vía CT - Doble tarifa	4850 3063							
Vía CT - Doble tarifa + MID		4850 3064						
Vía CT - Doble tarifa + comunicación MODBUS vía RS-485 ⁽¹⁾			4850 3065					
Vía CT - Doble tarifa + comunicación MODBUS vía RS-485 + MID ⁽¹⁾				4850 3066				
Vía CT - Doble tarifa + comunicación M-Bus ⁽¹⁾					4850 3067			
Vía CT - Doble tarifa + comunicación M-Bus + MID ⁽¹⁾						4850 3068		
Vía CT - Doble tarifa + comunicación Ethernet Modbus TCP ⁽¹⁾							4850 3056	
Vía CT - Doble tarifa + Ethernet Comunicación Modbus TCP + MID ⁽¹⁾								4850 3057

Especificaciones eléctricas

Medida de corriente

Tipo	trifásico en CT1 y 5A hasta 12000 A
Consumo de las entradas	0,5 VA máx. por fase
Corriente de arranque (I _{st})	1 mA - Clase C
	2 mA - Clase 1
Corriente mínima (I _{mín})	10 mA
Corriente de transición (I _{tr})	50 mA
Corriente de referencia (I _{ref})	1 A
Sobrecarga permanente (I _{máx})	6 A
Sobrecarga intermitente	120 A durante 0,5 s

Medida de tensión

Intervalo de la medida	230 ... 240 V ± 20 %
Consumo (VA)	7,5 VA máx. (0,5 W) por fase E41/E42/E45/E46 3,5 VA máx. (1 W) por fase E43/E44/E47/E48
Sobrecarga permanente	290 V fase-neutro / 500 V fase-fase

Precisión de energía

Activa (según IEC 62053-21)	Clase 1
Activa (según IEC 50470)	Clase C
Reactiva (según IEC 62053-22)	Clase 2

Fuente de alimentación

Autoalimentado	Sí
Frecuencia	50 / 60 Hz

Salida (impulsos)

Número	2 (E41/E42) 1 (E43 ... E48)
Tipo de optoaislamiento	250 VCA/CC - 100 mA (E41/E42) 27 VCC - 27 mA (E43 ... E48)
Peso de impulso	1 Wh ⇒ CT = 1 ... 4 5 Wh ⇒ CT = 5 ... 24 25 Wh ⇒ CT = 25 ... 124 125 Wh ⇒ CT = 125 ... 624 1000 Wh ⇒ CT = 625 ... 3124 10000 Wh ⇒ CT = 3125 ... 12000
Duración de impulsos	50 ± 2 ms tiempo ACTIVADO 30 ± 2 ms tiempo DESACTIVADO

Condiciones de funcionamiento

Temperatura de funcionamiento	-25 ... +55 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 ... +75 °C
Humedad relativa	80 %

Comunicación	COUNTIS E43/E44	COUNTIS E45/E46	COUNTIS E47/E48
Enlace	RS-485	Cableado	RJ45
Tipo	2 a 3 semidúplex	2 semidúplex	Full dúplex
Protocolo	MODBUS RTU	M-BUS	MODBUS TCP, HTTP, NTP, DHCP
Velocidad	1200 ... 115200 baudios	300 ... 9600 baudios	10/100 Mbps



TQ-8

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
CURRENT TRANSFORMER
TRANSFORMATEUR DE COURANT
STROMWANDLER



Este manual es una guía de instalación del **TQ-8**. Para más información, se puede descargar el manual completo en la página web de **CIRCUITOR**: www.circuitor.com

¡IMPORTANTE!

Antes de efectuar cualquier operación de instalación, reparación o manipulación de cualquiera de las conexiones del equipo debe desconectar el aparato de toda fuente de alimentación, tanto alimentación como de medida. Cuando sospeche un mal funcionamiento del equipo póngase en contacto con el servicio posventa. El diseño del equipo permite una sustitución rápida en caso de avería.

El fabricante del equipo no se hace responsable de daños cualesquiera que sean en caso de que el usuario o instalador no haga caso de las advertencias y/o recomendaciones indicadas en este manual ni por los daños derivados de la utilización de productos o accesorios no originales o de otras marcas.



1. DESCRIPCIÓN

El **TQ-8** es un transformador de corriente de núcleo partido, que permite obtener la medida de corriente en instalaciones eléctricas desde 300 hasta 1000 A.

2. INSTALACIÓN

Al ser un transformador de núcleo partido, su instalación no necesita seccionar ningún cable o pletina, sin tener que interrumpir el suministro de la instalación.
TQ-8 está diseñado para montaje en mural o carril DIN mediante accesorio.

¡IMPORTANTE!

Tener en cuenta que con el equipo conectado, los bornes pueden ser peligrosos al tacto, y la apertura de cubiertas ó eliminación de elementos puede dar acceso a partes peligrosas al tacto. El equipo no debe ser utilizado hasta que haya finalizado por completo su instalación

No exponga el **TQ-8** a ambientes agresivos o explosivos.

Para medidas sobre conductores no aislados utilice el equipo de protección personal apropiado y necesario.



3. CONEXIONADO

El **TQ-8** es un transformador de tipo barra pasante, donde el cable conductor que se quiere medir debe pasar por la ventana interior del transformador.

Puentear los secundarios de tensión S1 y S2 por uno de los dobles bornes, para prevenir daños durante la instalación.

El cable conductor que viene de la acometida debe introducirse en el transformador por la cara P1 y salir por la cara P2 hacia la carga de la instalación que se quiere medir.

Una vez conectado el primario, cablear el secundario del transformador (S1 y S2) al equipo de medida y eliminar el puente realizado anteriormente.

Si no se conecta ningún equipo en el secundario, mantener el puente para prevenir daños en la instalación.



This manual is a **TQ-8** installation guide. For further information, please download the full manual from the **CIRCUITOR** web site: www.circuitor.com

IMPORTANT!

The device must be disconnected from its power supply sources (power supply and measurement) before undertaking any installation, repair or handling operations on the unit's connections. Contact the after-sales service if you suspect that there is an operational fault in the device. The device has been designed for easy replacement in case of malfunction.

The manufacturer of the device is not responsible for any damage resulting from failure by the user or installer to heed the warnings and/or recommendations set out in this manual, nor for damage resulting from the use of non-original products or accessories or those made by other manufacturers.



1. DESCRIPTION

The **TQ-8** is a split-core current transformer, which allows current measurement in electrical installations from 300 to 1000 A.

2. INSTALLATION

As it is a split-core transformer, no cable or flat strip/busbar needs to be cut, so there is no need to switch off the installation's power supply.
TQ-8 is designed for wall-mounting or DIN-rail assembly with an accessory for installation.

IMPORTANT!

Take into account that when the device is connected, the terminals may be hazardous to the touch, and opening the covers or removing elements may provide access to parts that are dangerous to the touch. Do not use the device until it is fully installed

Do not expose the **TQ-8** to aggressive or explosive environment.

For measurements on non-insulated conductors, use the appropriate, required personal protective equipment.



3. CONNECTION

TQ-8 is a bar type current transformer, the wire which current must be measured must pass through the opening of the transformer.

Bridge the S1 and S2 secondary currents using one of the double terminals to prevent damage during installation.

The conductive cable coming from the connection must be inserted into the transformer on the P1 side and emerge on the P2 side towards the load of the installation to be measured.

Once the primary voltage is connected, wire the transformer's secondary voltage (S1 and S2) to the measuring device and disconnect the jumper installed previously.

If no device is connected to the secondary voltage, leave the jumper in place to avoid damaging the installation.



Ce manuel est un guide d'installation du **TQ-8**. Pour une plus ample information, le manuel complet peut être téléchargé sur le site web de **CIRCUITOR** : www.circuitor.com

IMPORTANT!

Avant d'effectuer toute opération de installation, réparation ou manipulation de l'une quelconque des connexions de l'équipement, vous devez déconnecter l'appareil de toute source d'alimentation, tant d'alimentation que de mesure. Lorsque vous suspectez un mauvais fonctionnement de l'équipement, contactez le service après-vente. La conception de l'équipement permet son remplacement rapide en cas de panne.

Le fabricant de l'équipement ne se rend pas responsable de tous dommages qui se produiraient dans le cas où l'utilisateur ou l'installateur n'aurait pas respecté les avertissements et/ou recommandations indiqués dans ce manuel ni des dommages dérivés de l'utilisation de produits ou d'accessoires non originaux ou d'autres marques.



1. DESCRIPTION

Le **TQ-8** est un transformateur de courant à noyau divisé qui permet de mesurer le courant dans les installations électriques de 300 à 1000 A.

2. INSTALLATION

Étant un transformateur à noyau divisé, son installation ne doit couper aucun câble ou ruban, sans avoir à interrompre l'alimentation de l'installation.
Le **TQ-8** est conçu pour être monté sur un mur ou un rail DIN au moyen d'un accessoire.

IMPORTANT!

Prendre en compte que, avec l'équipement connecté, les bornes peuvent être dangereuses au toucher, et l'ouverture de capots ou l'élimination d'éléments peut donner accès aux parties parties dangereuses au toucher. L'équipement ne doit pas être utilisé avant que son installation ne soit complètement terminée.

N'exposez pas le **TQ-8** à des environnements agressifs ou explosifs.

Pour les mesures sur des conducteurs non isolés, utilisez l'équipement de protection individuelle approprié et nécessaire.



3. CONNECTION

Le **TQ-8** est un transformateur de type barre passante, où le câble conducteur à mesurer doit passer à travers la fenêtre intérieure du transformateur.

Court-circuiter les courant secondaires S1 et S2 à travers l'une des doubles bornes afin d'éviter les dommages lors de l'installation.

Le câble conducteur provenant du branchement doit être introduit dans le transformateur du côté P1 et sortir du côté P2 en direction de la charge de l'installation à mesurer.

Une fois le primaire connecté, connecter le secondaire du transformateur (S1 et S2) à l'appareil de mesure et éliminer le pontage précédemment réalisé.

Si aucun équipement n'est branché au secondaire, conserver le pontage pour éviter d'endommager l'installation.

Nota : Las imágenes de los equipos son de uso ilustrativo únicamente y pueden diferir del equipo original.

Note : Device images are for illustrative purposes only and may differ from the actual device.



Diese Anleitung ist eine kurze Installationsanleitung des **TQ-8**. Für zusätzliche Informationen können sie die vollständige Anleitung von der **CIRCUTOR** Webseite herunterladen: www.circutor.com

WICHTIG!

Vor Wartungsarbeiten, Reparaturen oder Arbeiten an den Geräteschlüssen muss das Gerät von allen Stromquellen, sowohl Stromversorgung als auch Messstrom, getrennt werden. Setzen Sie sich bitte bei Verdacht auf Störungen mit dem Kundendienst in Verbindung. Die Bauweise des Gerätes ermöglicht im Falle von Störungen einen schnellen Austausch.



Der Hersteller des Gerätes haftet für keinerlei Schäden, die entstehen, wenn der Benutzer oder Installateur die Warnhinweise und/oder Empfehlungen in dieser Anleitung nicht beachtet und nicht für Schäden, die sich aus der Verwendung von nicht originalen Produkten oder Zubehör oder von anderen Herstellern ergeben.

1. BESCHREIBUNG

Der **TQ-8** ist ein Split-Core Stromwandler, der die Messung von Strom in elektrischen Anlagen von 300 bis 1000 A ermöglicht.

2. INSTALLATION

Als Stromwandler mit geteiltem Kern müssen bei der Installation keine Kabel oder Platinen geschnitten werden und die Versorgung der Anlage muss nicht unterbrochen werden.

Der **TQ-8** ist für Wandmontage oder auf einer DIN Schiene durch ein Zubehörtteil entworfen.

WICHTIG!

Es ist zu beachten, dass bei angeschlossenem Gerät durch die Klemmen, das Öffnen der Abdeckung oder die Herausnahme von Teilen eine Berührung mit gefährlichen Teilen möglich ist. Das Gerät ist erst einzusetzen, wenn seine montage vollständig abgeschlossen ist.

Setzen Sie den **TQ-8** nicht aggressiven oder explosiven Umgebungen aus.

Verwenden Sie für Messungen an nicht isolierten Leitern die geeignete und erforderliche persönliche Schutzausrüstung.

3. ANSCHLÜSSE

Der **TQ-8** ist ein Kreuzschienen-Transformator, bei dem das zu messende Leiterkabel durch das Innenfenster des Transformators geführt werden muss.

Überbrücken Sie die Sekundärströme S1 und S2 mit einer Doppelklemmen, um Schäden bei der Installation zu vermeiden.

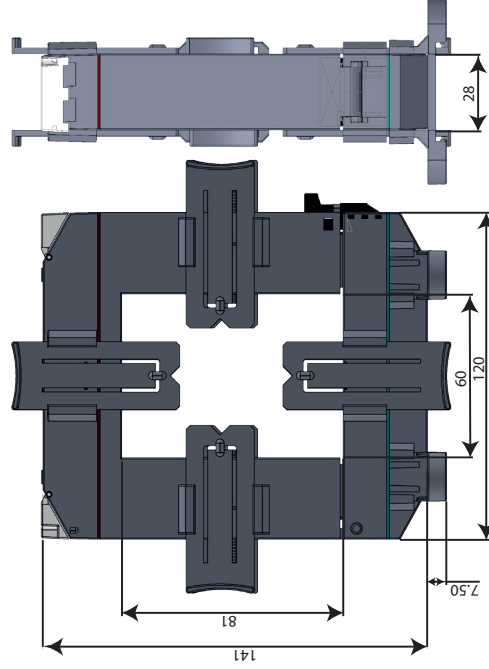
Das von dem Anschluss kommende Leiterkabel muss auf der Seite P1 in Richtung der Ladung der zu messenden Anlage abgehen.

Sobald die Primärwicklung angeschlossen ist, verdrahten Sie die Sekundärseite des Transformators (S1 und S2) mit dem Messgerät und entfernen Sie die zuvor hergestellte Brücke. Wenn keine Ausrüstung an die Sekundärseite angeschlossen ist, bewahren Sie die Brücke auf, um Schäden an der Installation zu vermeiden.

Características técnicas / Technical features / Caractéristiques techniques / Technische Merkmale

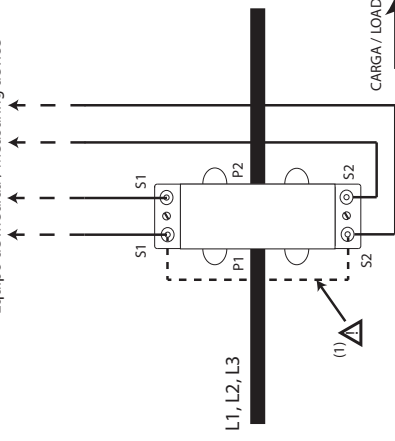
Características eléctricas		Electrical features	
Tipo	Barra pasante / Bar	Type	Monofásico / Single-phase
Corriente primario	300 ... 1000 A	Primary current	300 ... 1000 A
Corriente secundario (In)	... / 5A, ... / 1A y and ... / 250mA	Secondary current (In)	... / 5A, ... / 1A y and ... / 250mA
Corriente térmica de cortocircuito (Ith)	60 In	Thermal short-circuit current (Ith)	60 In
Corriente dinámica (Idyn)	2.5 Ith	Dynamic current (Idyn)	2.5 Ith
Frecuencia	50 Hz - 60 Hz	Frequency	50 Hz - 60 Hz
Tensión máxima de trabajo	0.72 kV ~	Maximum operating voltage	0.72 kV ~
Tensión de aislamiento	3 kV	Insulation voltage	3 kV
Clase	0.5, 1, 3	Class	0.5, 1, 3
Límite de precisión	1.2 In	Accuracy limit	1.2 In
Sobrecarga continua	1.2 In	Continuous overload	1.2 In
Potencia de precisión	0.1 ... 16 VA	Precision power	0.1 ... 16 VA
Características ambientales		Environmental features	
Temperatura de trabajo	-5 °C ... 40 °C	Operating temperature	-5 °C ... 40 °C
Temperatura de almacenamiento	-40°C ... 85°C	Storage temperature	-40°C ... 85°C
Humedad relativa (sin condensación)	15 ... 85 %	Relative humidity (non-condensing)	15 ... 85 %
Altitud máxima	1000 m	Maximum altitude	1000 m
Clase térmica	B(130°)	Thermal class	B(130°)
Grado de protección	IP 20	Protection degree	IP 20
Factor de seguridad	FS10	Safety factor	FS10
Características mecánicas		Mechanical features	
Bornes		Terminals	
S1, S2	4 mm ²	S1, S2	≤ 0.6 Nm Pozidriv Z1
Dimensión de la ventana	60 x 80 mm	Window size	60 x 80 mm
Diámetro máximo del conductor	Ø 60 mm	Max. conductor diameter	Ø 60 mm
Dimensiones	120 x 148.5 x 28 mm	Dimensions	120 x 148.5 x 28 mm
Peso	600 g.	Weight	600 g.
Envoltorio	UL94 Plástico V0 autoextinguible UL94 Self-extinguishing V0 plastic	Enclosure	UL94 Plástico V0 autoextinguible UL94 Self-extinguishing V0 plastic
Normas / Standard		Normas / Standard	
UNE-EN 61869-1, UNE-EN 61869-2		UNE-EN 61869-1, UNE-EN 61869-2	

Dimensiones / Dimensions / Dimensions / Dimension

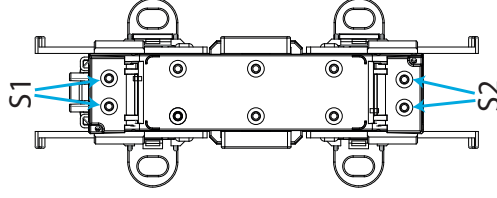


Conexiones / Connections

Equipo de medida / Measuring device



(1) Una vez cableado el secundario del transformador (S1 y S2) al equipo de medida, eliminar el puente realizado entre los secundarios de tensión. / Once the secondary of the transformer (S1 and S2) is wired to the measuring device, disconnect the jumper installed between the secondary current.



Marcado de bornes Terminal connections designations	
S1	Secundario del transformador.
S2	Secundario del transformador.

Rango de corriente / Rated current											
I (A)	CL 0.5	CL 1	CL 3	I (A)	CL 0.5	CL 1	CL 3	I (A)	CL 0.5	CL 1	CL 3
300/250m	0.1 VA	0.2 VA	300/1	1 VA	2 VA	4 VA	300/5	1 VA	2 VA	4 VA	4 VA
400/250m	0.1 VA	0.2 VA	400/1	1.5 VA	2 VA	4 VA	400/5	1.5 VA	2 VA	4 VA	4 VA
500/250m	0.1 VA	0.2 VA	500/1	3 VA	4 VA	8 VA	500/5	3 VA	4 VA	8 VA	8 VA
600/250m	0.1 VA	0.2 VA	600/1	3 VA	4 VA	8 VA	600/5	3 VA	4 VA	8 VA	8 VA
700/250m	0.1 VA	0.2 VA	700/1	5 VA	8 VA	16 VA	700/5	5 VA	8 VA	16 VA	16 VA
750/250m	0.1 VA	0.2 VA	750/1	5 VA	8 VA	16 VA	750/5	5 VA	8 VA	16 VA	16 VA
800/250m	0.1 VA	0.2 VA	800/1	5 VA	8 VA	16 VA	800/5	5 VA	8 VA	16 VA	16 VA
1000/250m	0.1 VA	0.2 VA	1000/1	5 VA	8 VA	16 VA	1000/5	5 VA	8 VA	16 VA	16 VA

Servicio técnico / Technical service / Service technique / Kundendienst

CIRCUTOR SAT: 902 449 459 (SPAIN) / (+34) 937 452 919 (out of Spain)

Vial Sant Jordi, s/n

08232 - Viladecavalls (Barcelona)

Tel: (+34) 937 452 900 - Fax: (+34) 937 452 914

e-mail: sat@circutor.com

PRYSUN H1Z2Z2-K

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

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



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



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



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



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



Nº DoP 1009483



MÁXIMA RESISTENCIA AL AGUA (AD7)



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA AL OZONO



RESISTENCIA AL CALOR HÚMEDO



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN

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

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión continua máxima: 1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Eca**. 8secciones desde 1x4 a 1x25.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

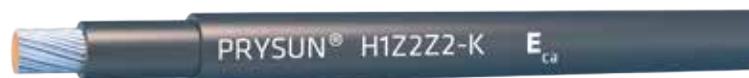
PRYSUN

H1Z2Z2-K

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

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre estañado.

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

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C, por 20 000 h)

Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

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

CUBIERTA

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

Colores: negro, rojo o azul.

APLICACIONES

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

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

DATOS TÉCNICOS

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

(1) Valores aproximados.

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

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

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

Tensión asignada: 0,6/1 kV (1,2/1,2 kVac máx./1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



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



NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO
 EN 50399
 EN 60332-3-24
 IEC 60332-3-24



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-2
 EN 60754-1
 IEC 60754-2
 IEC 60754-1



Cca-s1b,d1,a1

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



Nº DoP 1003875



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
 EN 60754-2
 NFC 20454
 DEF-STAN 02-713



BAJA EMISIÓN DE HUMOS
 EN 50399



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



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



ALTA SEGURIDAD



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
 EN 60754-2
 IEC 60754-2
 NFC 20453



BAJA EMISIÓN DE CALOR
 EN 50399



REDUCIDO DESPRENDIMIENTO DE GOTAS/PARTÍCULAS INFLAMADAS
 EN 50399



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.

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

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

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

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

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre electrolítico recocido.

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

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

AISLAMIENTO

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

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

ELEMENTO SEPARADOR

Capa especial antiadherente.

RELLENO

Material: mezcla LSOH libre de halógenos.

CUBIERTA

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

Color: verde.

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, túneles ferroviarios y 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.

- Indicado también el lado de corriente alterna en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.
- 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).

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

Tensión asignada: 0,6/1 kV (1,2/1,2 kVac máx./1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DÍAMETRO 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
1 x 1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1 x 2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1 x 4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1 x 16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1 x 50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1 x 400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2 x 1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3 G 1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	16	486	1,91	78	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3 x 50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18

(1) Valores aproximados.

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

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 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 (1,2/1,2 kVac máx./1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: UNE 21123-4
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm	DIÁMETRO EXTERIOR mm	PESO kg/km	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (1) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) γ (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	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	35,2	2969	0,38	174	138	-	-

(1) Valores aproximados.

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

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 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.



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

