



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación

Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

TRABAJO DE FIN DE GRADO

MARQUESINA FOTOVOLTAICA PARA APOYO DE PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Autor: Ignacio Cotrina Montoya

Tutor: D. Jorge Oswaldo Veintimilla Alcas

MÁLAGA, Mayo de 2023

RESUMEN

En los últimos años, la conciencia sobre el deterioro del medioambiente ha tomado una gran importancia en el día a día de las personas, tanto en el ámbito laboral como personal.

Por este motivo, se está viendo potenciado la búsqueda de nuevas soluciones gracias al uso de tecnologías de energías renovables, que nos permiten reducir el consumo de combustibles fósiles, tanto para la producción de energía eléctrica que se consume en viviendas y empresas, como en lo que respecta a la movilidad gracias al uso del vehículo eléctrico.

El objetivo principal de este TFG será el diseño de una instalación fotovoltaica ubicada sobre marquesina de aparcamiento de vehículos, para apoyo de energía a punto de recarga de vehículo eléctrico.

PALABRAS CLAVE

Fotovoltaica, Vehículo eléctrico, Movilidad, Energías Renovables, Energía Eléctrica

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dedicar este trabajo a mis padres Carlos y M^a José, por darme la oportunidad de realizar mis estudios, motivarme a finalizarlos y celebrar a mi lado cada logro conseguido, siendo además para mí, un ejemplo de esfuerzo y superación.

A mi tutor D. Jorge Oswaldo Veintimilla Alcas por todo su esfuerzo, dedicación y paciencia puesta para que este trabajo saliera a delante.

ÍNDICE GENERAL

- I. MEMORIA**
- II. ANEXOS DE CÁLCULO**
- III. PLANOS**
- IV. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**
- V. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- VI. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**
- VII. CONCLUSIONES**
- VIII. BIBLIOGRAFÍA**

MEMORIA

ÍNDICE DE MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Antecedentes	6
1.2. Orígenes y conceptos de la energía fotovoltaica	7
1.3. Componentes de una instalación fotovoltaica	9
1.3.1. Módulo / Panel fotovoltaico	9
1.3.1.1. Parámetros característicos de un panel fotovoltaico	9
1.3.2. Inversor fotovoltaico	10
1.3.3. Estructura o soporte	11
1.3.4. Cableado eléctrico (CC)	12
1.3.5. Protecciones eléctricas	12
1.4. Objeto y alcance	13
1.5. Normativa Legal	14
1.6. Programas de diseño y cálculo	15
2. DISEÑO	15
2.1. Dimensionado de la Instalación	16
2.2. Configuración Eléctrica de la Instalación	17
2.3. Diseño del Generador Fotovoltaico	17
2.3.1. Componentes y Materiales	17
2.3.1.1. Campo Solar	17
2.3.1.2. Inversor	18
2.3.1.3. Protecciones	19
2.3.1.4. Medidor de Energía	19
2.3.2. Red de Tierras	19
2.4. Justificación de los puntos del código técnico afectados por la instalación de fotovoltaica	20
2.4.1. Exigencia Básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	20
2.5. Cálculo de la Producción Anual Esperada	20
2.5.1. Localización y emplazamiento	21

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Desde comienzos del siglo XX se ha estudiado la posibilidad de desplazamiento de un vehículo mediante motores eléctricos. No es hasta los últimos años, y gracias al desarrollo de nuevas baterías con mayor autonomía y motores más eficientes, ha permitido que los vehículos eléctricos sean viables.

En la actualidad, el vehículo eléctrico es una alternativa más ecológica a los vehículos alimentados con combustibles fósiles, que hacen uso de fuentes de energía no renovables. En España, las matriculaciones de turismos eléctricos e híbridos durante el 2020 supusieron un total de 191.745 vehículos, un aumento del 26,2% con respecto al año anterior. De igual manera, si comparamos únicamente las matriculaciones de vehículos puramente eléctricos, en 2020 se matricularon un total de 19.949 vehículos lo que supuso un aumento del 65,5% con respecto al año 2019. (ANFAC).

Por otro lado, en el ámbito de la generación de energía eléctrica gracias a la tecnología fotovoltaica, en el siglo XIX el francés Alexandre Edmond Becquerel comprobó que la corriente en uno de los electrodos de una pila electrolítica aumentaba al ser expuesta al sol, sin embargo, no fue hasta el siglo XX cuando científicos de Bell Laboratories desarrollaron células solares de silicio capaces de proporcionar energía como para ser aprovechables en aplicaciones prácticas. Gracias a las nuevas tecnologías de células solares fotovoltaicas y al desarrollo de la electrónica, es posible el diseño de múltiples tipos de sistemas fotovoltaicos capaces de suministrar energía eléctrica a consumidores que la demandan.

En España, en el año 2021 la generación de energía eléctrica basada en solar fotovoltaica registró un total de 14.920 MW, lo que supone un 13,2% del total de la Red Eléctrica de España, con un incremento de potencia instalada de 27,66% frente al año 2020.

Estas tendencias y necesidades vienen motivadas, en primer lugar, por una sociedad más concienciada con el medio ambiente y demandante de nuevas tecnologías que optimicen y reduzcan el coste de la energía eléctrica y la movilidad.

1.2. Orígenes y conceptos de la energía fotovoltaica

En 1838, el físico francés Alexandre Edmond Becquerel, descubre el efecto fotovoltaico mientras experimentaba con una pila electrolítica con electrodos de platino. Cuando al exponer uno de estos electrodos a la luz comprobó que la corriente subía por uno de los electrodos.

No fue hasta el año 1873 cuando el ingeniero eléctrico inglés Willoughby Smith descubre el efecto fotovoltaico en sólidos, en este caso sobre el elemento Selenio.

Años más tarde, el científico británico inglés William Grylls Adams, junto con su alumno Richard Evans Day, crearon la primera célula fotovoltaica de selenio. Pese a este descubrimiento que marcaría un antes y un después de la historia de la fotovoltaica, la cantidad de energía que eran capaces de producir las células fotovoltaicas de selenio era muy reducida, llegando a ser descartadas para cualquier aplicación práctica.

En el año 1953 cuando Gerald Pearson de Bell Laboratorios, se encontraba realizando experimentos sobre las aplicaciones en la electrónica del silicio, fabricó de manera casi accidental una célula fotovoltaica con este material, que resultó ser mucho más eficiente que las anteriores realizadas en selenio. Gracias a este descubrimiento, otros dos científicos también de los laboratorios Bell, Daryl Chaplin y Calvin Fuller consiguieron perfeccionarlo y producir células solares de silicio funcionales con un 4% de eficiencia, que fue presentada el 25 de Abril de 1954 por los laboratorios Bell.

A partir de esta fecha se da el pistoletazo de salida a la producción de células fotovoltaicas con aplicaciones funcionales, que con el paso de los años mejoraron su eficiencia hasta el 20% que conocemos en nuestro día gracias a la aplicación de silicio en ellas y con múltiples aplicaciones que fueron desde iluminación, aeronaves, vehículos y un largo etc.

Se definen a continuación brevemente los principales conceptos de la fotovoltaica con el fin de hacer más sencillo entender el funcionamiento del sistema objeto del proyecto:

- Radiación solar: Es la energía que emite el Sol en todas direcciones a través del espacio en forma de ondas electromagnéticas.

- Irradiancia: Se define la irradiancia solar como la potencia de radiación solar que incide en un instante sobre una superficie de un plano dado. Se expresa en W/m^2 .
 - Irradiancia directa: Irradiancia que alcanza una superficie en la línea recta procedente del disco solar. Si la línea es perpendicular al plano del disco solar, la irradiancia solar recibida se llama directa normal.
 - Irradiancia difusa: Irradiancia procedente de toda la bóveda celeste a excepción de la procedente del disco solar.
 - Irradiancia reflejada: La radiación procedente de la reflexión de la radiación solar en el suelo y/u otros objetos. No se tiene en cuenta para el cálculo de producción de instalaciones solares fotovoltaicas.
 - Irradiancia global: Se considera como la suma de irradiancia directa y difusa sobre una superficie concreta, es decir, el total de radiación en W/m^2 que llega a un determinado punto.

- Irradiación: Se obtiene de integrar la irradiancia que incide sobre una superficie en un periodo de tiempo determinado. Se expresa en J/m^2 o Wh/m^2 como unidad de energía.

- Potencia nominal: Según la normativa vigente de aplicación, se considera la potencia nominal de la instalación fotovoltaica como la potencia capaz de entregar el inversor fotovoltaico encargado de inyectar la energía generada en la red eléctrica de corriente alterna.

- Potencia Pico: En una instalación fotovoltaica se considera la potencia pico de la misma como la máxima potencia capaz de entregar la suma de los módulos fotovoltaicos que la componen.

- (MPPT): Seguidor del punto de máxima potencia se define como el la capacidad de un inversor para trabajar en el punto de la curva característica de módulo fotovoltaico que depende de la irradiación y la temperatura en el que el generador solar es capaz de entregar la máxima potencia.

- Azimut: El azimut solar es el ángulo que forma la dirección sur y la proyección horizontal del sol, considerando la orientación sur con 0° , y considerando los

ángulos entre el sur y el noreste negativos y entre el sur y el noroeste positivos. De igual manera se hace uso del azimut para conocer la dirección u orientación con respecto al sur de los paneles fotovoltaicos.

- Latitud: Se define como la distancia angular que existe entre un punto de la superficie de la tierra y el Ecuador, tomando 0° en el Ecuador y hasta 90° en Polo Norte y hacia el polo sur. Se mide en grados minutos y segundos.

1.3. Componentes de una instalación fotovoltaica.

Cada una de las partes de una instalación solar fotovoltaica tiene un papel fundamental en la misma, es por ello que a continuación se definen con mayor extensión los principales componentes de las mismas:

1.3.1. Módulo / Panel fotovoltaico.

Los paneles fotovoltaicos están formados por células de silicio encapsuladas e interconectadas eléctricamente sobre una estructura que hace la función de soporte. La unión eléctrica de la células puede ser en serie, por lo cual se suma las tensiones unitarias de cada célula con una corriente fija, o en paralelo, donde la tensión es la que se mantiene fija y se suma las intensidades de cada célula conectada. Este conjunto de células fotovoltaicas se encapsula de forma que queda protegido de los agentes atmosféricos, proporcionándole a la vez rigidez mecánica y aislamiento eléctrico.

1.3.1.1. Parámetros característicos de un panel fotovoltaico.

Los módulos fotovoltaicos se caracterizan por una serie de parámetros eléctricos tomados a unas condiciones atmosféricas denominadas STC con el fin de normalizar los valores de potencia pico Wp, así como los valores de intensidad y voltaje de los mismos:

- Temperatura de célula: 25 °C
- Radiación solar: 1.000 W/m²
- Masa de aire: 1,5 AM

En la mayoría de los casos, las condiciones de temperatura y radiación ambiente serán distintas a las condiciones de STC, es por ello que el módulo fotovoltaico generará una potencia inferior a la de ficha de datos en la mayoría de los casos. Unos valores típicos

de radiación variará entre 500 y 800 W/m² mientras que la temperatura del módulo oscilará entre los 15 y 20°C superiores a la temperatura ambiente.

Los parámetros eléctricos que caracterizan a un módulo fotovoltaico se definen a continuación:

- Potencia máxima (P_{max}): También conocido como potencia pico, medida en vatios pico (W_p) es la máxima que puede proporcionar un módulo fotovoltaico.
- Intensidad en el punto de máxima potencia (I_{mpp}): es la corriente producida cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida según la curva característica del panel.
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}): es la tensión producida cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida según la curva característica del panel.
- Intensidad de cortocircuito (I_{cc}): Máxima corriente que se produce a tensión de 0 voltios, por lo que se puede medir directamente entre bornes del módulo con un amperímetro. Su valor varía según las condiciones atmosféricas.
- Tensión de circuito abierto (V_{oc}): Es la máxima tensión que proporciona el panel fotovoltaico si se dejan sus terminales sin conectar ninguna carga, de igual modo que la intensidad su valor variará según las condiciones atmosféricas.

Una vez definido los parámetros fundamentales que definen las características eléctricas de funcionamiento veamos el efecto de la irradiancia y la temperatura sobre el panel fotovoltaico:

La irradiancia solar afecta principalmente a la corriente y lo hace de una forma directamente proporcional, es decir, si la irradiancia en el módulo fotovoltaico es mayor, este generará una mayor intensidad. Por otro lado, las variaciones de temperatura influyen en su mayoría sobre el voltaje, teniendo una disminución del mismo al verse incrementada la temperatura, lo que se traduce en una pérdida de potencia en el panel. Este efecto vendrá recogido en la ficha de datos con los parámetros característicos del panel.

1.3.2. Inversor fotovoltaico.

El inversor solar fotovoltaico es el dispositivo encargado de transformar la corriente continua (CC) generada por los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna (CA), siendo

esta última la utilizada en la mayoría de cargas existentes en los hogares, comercios e industrias de nuestro día.

Es recomendable que la potencia del inversor sea inferior a la potencia pico de los paneles fotovoltaicos que se proyectan, para que de este modo se consiga la mayor eficiencia del conjunto.

Es importante tener en cuenta los valores para los cuales está diseñado el inversor en lo que respecta a intensidad y voltaje en las entradas del mismo. Ya que es posible contar con valores muy dispares que dependerán de las condiciones climáticas y las características propias del conjunto de paneles fotovoltaicos a instalar.

Aunque todos los inversores fotovoltaicos existentes tienen la función de convertir la corriente continua en corriente alterna, es posible distinguir distintas tecnologías con distintas aplicaciones a su vez:

- I. Inversor de String o cadenas: Es el más extendido, se hace uso de un único inversor al cual se conecta cadenas en serie de paneles solares fotovoltaicos, estos pueden disponer de una o varias entradas que permiten distintas distribuciones y orientaciones de cadenas. Se ha extendido esta tipología muchísimo debido a ser la opción más económica y capaz de sacar buenos valores de eficiencia en el sistema. Existen fabricantes que incorporan a este tipo de inversores los llamados optimizadores de potencia, es un accesorio o complemento que permite individualmente por panel conocer el punto de máxima potencia y mejorar la producción y por tanto la eficiencia total del sistema.
- II. Micro-inversores: Son un tipo de inversor considerado como “distribuido” al instalar uno por cada panel o pareja de paneles fotovoltaicos. Este tipo tienen una potencia menor que la tipología anterior pero son capaces de conseguir mayor eficiencia. Como punto en contra, son más caros que los anteriores, y punto a favor, es posible maximizar la producción en instalaciones con sombras o distintas orientaciones por las características propias de la cubierta o zona a instalar.

1.3.3. Estructura o soporte.

Existen dos tipos de estructura claramente diferenciadas: estructura fija o estática y estructura con seguidor.

Las estructuras solares con seguidor son estructuras articuladas capaces de orientarse conforme a la trayectoria solar, con la ventaja de mejorar el rendimiento en aproximadamente un 20% con respecto a una estructura estática.

Pese a estas ventajas, la estructura móvil tiene un precio elevado y un impacto visual sobre el tejado mayor, por lo que es común encontrar estructuras fijas en la mayoría de las instalaciones sobre todo a pequeña escala.

La estructura fija tiene permite servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos así como proporcionarles una inclinación y orientación adecuadas, para obtener un máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

1.3.4. Cableado eléctrico (CC).

Los cables para instalaciones solares fotovoltaicas han sido específicamente diseñados para soportar las condiciones más extremas y exigentes entre los paneles y el inversor en corriente continua de una instalación fotovoltaica.

Tienen la capacidad de resistir a los rayos ultravioletas, con una alta vida útil por encima de los 30 años a 90°C, extraordinaria flexibilidad y capacidad de estar sumergidos en agua permanentemente (AD8). Formados a partir de un conductor de cobre estañado con un aislamiento libre de halógenos y cubierta de goma también libre de halógenos (LSZH).

1.3.5. Protecciones eléctricas.

Es necesario proteger tanto los equipos del sistema fotovoltaico como al propio usuario, por ello en la parte de corriente continua se dispondrá de protección contra sobretensiones permanentes y transitorias, así como fusibles que limiten la intensidad por cortocircuito o fallo en el sistema , además en el lado de corriente alterna se dispondrá de interruptor magnetotérmico, interruptor diferencial y protección contra sobretensiones que de igual manera sean capaces de proteger tanto a la instalación como al usuario de la misma.

Todos estos dispositivos de protección se integrarán en un cuadro eléctrico situado en las proximidades del inversor.

Además, y no menos importante se ha disponer de una puesta a tierra de todos los elementos metálicos, la cual nos protegerá frente a contactos no deseados entre conductores y chasis o carcasas de los elementos de la instalación.

1.4. Objeto y alcance

El objeto del presente documento es definir de acuerdo con la Normativa vigente, la Instalación Fotovoltaica para apoyo de punto de recarga de vehículo eléctrico.

La instalación fotovoltaica proyectada estará destinada a autoconsumo, en punto de recarga de vehículo eléctrico monofásico conectado a red, con módulos fotovoltaicos instalados sobre una pérgola de aparcamiento, no objeto del presente proyecto, con medidas de 3,5 metros de ancho y 6 metros de largo.

En este caso, al ser la potencia nominal de la instalación de generación igual o menor de 15kW el usuario podrá verter los excedentes de la energía generada a la Red, sin necesidad de solicitar punto de conexión a la compañía, y pudiendo acogerse al modelo de conexión a red con compensación de excedentes simplificado según las especificaciones del RD 244/2019.

Se diseña la presente instalación para conseguir una reducción en el consumo de energía primaria no renovable del punto de recarga de vehículo eléctrico, contribuyendo al uso de energías limpias procedentes de fuentes renovables.

El alcance de este proyecto se concreta en definir completamente la Instalación Fotovoltaica para autoconsumo, consistente en el cálculo y diseño de:

- Selección del sistema fotovoltaico a implantar.
- Dimensionamiento de Campo de Paneles Fotovoltaico en Cubierta
- Dimensionamiento de Líneas de Conexión en CC desde los Paneles Fotovoltaicos al Regulador e Inversor de CC/AC.
- Dimensionamiento de Líneas de Conexión en CA desde el Inversor al Cuadro Eléctrico donde se realiza el punto de conexión de la instalación.
- Selección de equipamiento fotovoltaico necesario, y las protecciones eléctricas de circuitos.

El proyecto se compone de los siguientes apartados:

- Memoria descriptiva y técnica.

- Anexos de cálculo.
- Planos.
- Pliego de condiciones técnicas.
- Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Mediciones y Presupuesto.

Se realiza una simulación del sistema diseñado mediante el software de diseño de instalaciones fotovoltaicas PVsyst. Introduciendo como datos de entrada las características de la planta y los parámetros de diseño, y obteniendo gracias al software de diseño y simulación resultados más precisos de la generación de energía, así como de las pérdidas energéticas propias de la instalación.

1.5. Normativa Legal

En la definición y cálculos de las instalaciones, se han tenido en cuenta las normas que establecen los siguientes reglamentos en vigor:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Código Técnico de la Edificación. (C.T.E. en adelante), Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y las modificaciones/actualizaciones posteriores realizadas en el mismo.
- 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 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltáicas Conectadas a la Red, IDAE.
- Normas UNE de aplicación.

1.6. Programas de diseño y cálculo

Para la realización de este proyecto se han utilizado los siguientes programas de diseño y cálculo:

- PVsyst.
- AutoCAD.
- EXCEL.
- Presto.

2. DISEÑO

El Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, establece dos modalidades de autoconsumo:

- **Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes.**
- **Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes.**

En el caso de este proyecto, la instalación fotovoltaica proyectada se enmarca dentro de la modalidad de **Instalación para autoconsumo con excedentes**. Dentro de esta modalidad, según se recoge en el Real Decreto, se establece la posibilidad de acogerse al régimen de compensación de excedentes simplificado, para lo que se deberá firmar un contrato de compensación con la compañía en el que se establezcan las condiciones de dicha compensación.

Por otra parte, a nivel administrativo, se exige a las instalaciones de autoconsumo con excedentes de potencia menor o igual a 15kW, para las que el consumidor asociado ya disponga de permiso de acceso y conexión para consumo, de la necesidad de la obtención de los permisos de acceso y conexión de las instalaciones de generación.

2.1. Dimensionado de la Instalación

Dada las condiciones de la cubierta disponible en la pérgola de aparcamiento para vehículos, se diseña un campo solar compuesto por 1 sola rama o string, con 6 módulos fotovoltaicos de 455Wp cada uno, con lo que se consigue una generación en campo solar de 2,67 kW, adaptándose a la superficie disponible en la pérgola de 3,5 metros de ancho y 6 metros de largo.

Para su inyección a la red, se conectarán previamente cada campo solar a un inversor monofásico de 2,5 kW, que verterá la energía producida en el cuadro general del consumidor asociado a la instalación.

La instalación contará con un sistema de monitorización de la energía generada y de energía inyectada que permita tener el control energético de la instalación y distribución de las cargas conectadas a la misma.

Las características generales de la instalación diseñada son:

Instalación Fotovoltaica	
Uso y Tipo	Autoconsumo acogido a compensación simplificada de excedentes.
Ubicación	Pérgola de aparcamiento
Potencia Campo Solar	2,67 kWp
Potencia Nominal Inversor	2,5 kW
Inclinación	0°
Orientación	No necesario definir con inclinación 0°.
N° de Módulos / Modelo	6 x TRINA SOLAR TSM17-455 (II)

Nº de Strings	1
Nº de Inversor / Modelo	SMA SUNNYBOY 2.5

2.2. Configuración Eléctrica de la Instalación

Esta configuración eléctrica se basa en una agrupación de paneles fotovoltaicos encargados de producir una energía que, tras ser procesada, será autoconsumida, por lo que el usuario tendrá las funciones de productor y consumidor.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la instalación cumple la configuración descrita en la Instrucción Técnica de Baja Tensión 40 "Instalaciones generadoras de baja tensión" como generador conectado directamente a la red con instalación de consumo asociado.

En el **anexo 1 de Cálculos eléctricos** se incluye el dimensionamiento eléctrico de los conductores en cada tramo de la instalación.

2.3. Diseño del Generador Fotovoltaico.

2.3.1. Componentes y Materiales.

En el siguiente apartado de la memoria, se pretende describir los diferentes equipos que componen la instalación, subdivididos en los apartados que a continuación se detallan.

2.3.1.1. Campo Solar.

El campo solar fotovoltaico proyectados está compuesto por 1 rama, según las características definidas en el apartado anterior, que se ajusta a la superficie disponible en la cubierta de la pérgola de aparcamiento.

El módulo seleccionado tiene una potencia P_{max} de 455 Wp, las características completas del módulo seleccionado se pueden ver en el **anexo 2 de Dimensionamiento de la Instalación Fotovoltaica**.

Acorde a las características de la cubierta, se determina la inclinación más adecuada de los paneles, como se ha definido anteriormente se trata de una pérgola estándar de

aparcamiento con medidas de 3,5 x 6 metros sin inclinación alguna de la misma, con el fin de aprovechar lo máximo la superficie disponible se diseña un campo solar con los módulos coplanares a la cubierta con 0° de inclinación.

En cuanto a la separación entre paneles, y la distancia a obstáculos como son los petos en cubierta, se parte de los datos de las dimensiones del módulo seleccionado, la latitud del emplazamiento de la instalación, y la inclinación considerada.

En el **anexo 3 de Cálculo de Separación de Paneles**, se pueden ver los parámetros considerados.

2.3.1.2. Inversor.

Para la conversión de CC a CA e inyección de la energía generada en la red, es necesaria la instalación de un Inversor.

Los parámetros que se evalúan para seleccionar un inversor adecuado al campo solar previsto son:

- **Tensión máxima de entrada ($V_{ccm\acute{a}x}$):** Máxima tensión de entrada permitida en el inversor.
- **Tensión mínima de entrada ($V_{ccm\acute{i}n}$):** Tensión mínima a la cual el inversor es capaz de verter energía a la red.
- **Tensión de entrada de arranque ($V_{cc, arr}$):** Tensión de entrada a la cual el inversor empieza a funcionar.
- **Tensión nominal de entrada ($V_{cc,n}$):** tensión de entrada especificada por el fabricante, a la cual se refiere la información de la ficha técnica.
- **Tensión máxima del MPP ($V_{pmpm\acute{a}x}$):** tensión máxima a la cual el inversor puede transferir su potencia nominal.
- **Tensión mínima del MPP ($V_{pmpm\acute{i}n}$):** tensión mínima a la cual el inversor puede transferir su potencia nominal.
- **Corriente máxima de entrada:** máxima corriente a la cual puede funcionar el inversor. Si el inversor tiene múltiples MPPT (seguimientos del punto de máxima potencia), $I_{ccm\acute{a}x}$ se relaciona con cada una de las entradas individuales.

Se selecciona un inversor monofásico de 2,5kW, cuyas características se indican en el **anexo 2 de Dimensionamiento de la Instalación Fotovoltaica**.

2.3.1.3. Protecciones.

Para la protección de la instalación, se prevé un cuadro de protecciones en el lado de Corriente Continua (CC), antes de la entrada al inversor, con un seccionador, fusible y protector sobretensión tipo II por cada ramal o string.

En el lado de Corriente Alterna (CA), se prevé una caja de protecciones con diferencial de 300mA, protección magnetotérmica y protector sobretensión tipo II, dimensionados según **esquema unifilar del proyecto**.

2.3.1.4. Medidor de Energía.

El Medidor de Energía es un elemento de monitorización que permite analizar la energía generada en el campo solar y los consumos energéticos del consumidor asociado, con lo que el usuario podrá visualizar todos los parámetros de la instalación a través de un software para PC o app para smartphone o Tablet.

2.3.2. Red de Tierras.

Junto a los conductores activos de la instalación, se distribuye otro de la sección adecuada, marcado en su aislamiento con los colores amarillo y verde para la puesta a tierra de los elementos susceptibles de quedar en tensión.

Las masas de la estructura soporte de los módulos, inversores, y las cajas de protección se conectarán al conductor de puesta a tierra, de esta manera queda asegurada que forman una red equipotencial y se cumple lo indicado en el capítulo 2 de ITC-BT-24.

2.4. Justificación de los puntos del código técnico afectados por la instalación de fotovoltaica.

Las exigencias básicas del código técnico afectadas por la instalación de generación eléctrica son las siguientes:

- Exigencia Básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

2.4.1. Exigencia Básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

No se encuentra el presente proyecto dentro del ámbito de aplicación, al tratarse de una instalación voluntaria para una edificación existente, no tratándose de una reforma, rehabilitación o nueva construcción.

No obstante, se diseña la presente instalación para conseguir una reducción en el consumo de energía primaria no renovable y total del consumidor asociado, contribuyendo al cumplimiento de los límites establecidos en el CTE-DB-HE-0 y HE-4, ya que toda la energía producida por la instalación, pasará a poder considerarse procedente de fuentes de energías limpias.

2.5. Cálculo de la Producción Anual Esperada.

En el anexo de Producción Energética se incluye el informe de resultados completo de la simulación estudiada. En él se pueden ver los datos de irradiación en kWh/m², mes a mes y anual en el plano de los paneles, a partir de los datos de partida de la ubicación del campo solar, y su orientación e inclinación.

Y con los datos de potencia pico de la instalación, y las pérdidas previstas, se obtienen los valores de energía eléctrica generada mensual y anual en kWh de la instalación proyectada.

Es necesario definir una localización concreta de la instalación para poder llevar a cabo la simulación de la instalación proyectada y obtener unos resultados de producción, esta localización nos aporta unos valores ambientales de radiación solar, temperatura y masa de aire a lo largo de todo el año, y de esta manera es posible obtener una producción acorde a dicha localización y características de la instalación proyectada. Se define en el siguiente apartado la ubicación de la misma.

2.5.1. Localización y emplazamiento.

La instalación objeto de este proyecto estará situada en la provincia de Málaga en el término municipal de Mijas, en el área urbana de Las Lagunas, Urb. El Coto.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 36° 33' 22,7'' N

Longitud: 4° 38' 08,0 W

Se incluye en el apartado de planos la situación y emplazamiento de la ubicación seleccionada para llevar a cabo la simulación y cálculo de producción de la instalación proyectada según las características definidas con anterioridad mediante el programa de cálculo PVsyst que incluye la base de datos e interpolación de información climática Meteonorm 8.0, imprescindible para la obtención de datos climáticos fundamentales en la simulación de la instalación proyectada.

ANEXOS

ANEXO 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE DE ANEXO 1

1.	Anexo 1. Cálculos Eléctricos.....	25
1.1.	Introducción	25
1.2.	Formulas empleadas.....	25
1.3.	Cálculo de Puesta a Tierra.....	27
1.4.	Datos de dimensionamiento cableado.....	29
1.5.	Resultado dimensionamiento cableado.....	30

1. Anexo 1. Cálculos Eléctricos

1.1. Introducción

La instalación se divide en varios tramos de conexión entre los distintos equipos y cajas de conexión que la componen. Dichos tramos poseerán distintas secciones de cableado puesto que la carga que circulará por cada uno de ellos será distinta en función de los equipos que conecten y de las distancias de los mismos.

Se dividirá la instalación en 4 tramos distintos, 2 de ellos en corriente continua y los otros 2 en corriente alterna. Estos tramos comprenderán todo el recorrido desde el generador hasta el punto de conexión con la red establecido.

Las secciones de cables se calcularán de forma que:

- En ningún caso se sobrepasen las intensidades máximas admisibles determinadas por dicho reglamento en función del tipo de línea y del cable escogido.
- No se supere en ningún caso la máxima caída de tensión permitida que es:
 - 1,5 % para conducciones en corriente continua, entre los módulos fotovoltaicos y la conexión al inversor.
 - 2 % para conducciones en corriente alterna, a la salida del inversor y punto de conexión de la instalación.

Todos los circuitos se protegerán con los adecuados elementos de protección contra las sobrecargas.

Todos los circuitos de la instalación se protegerán contra los contactos indirectos, mediante el empleo de interruptores diferenciales.

1.2. Formulas empleadas

Para efectuar los distintos cálculos se emplearán las siguientes fórmulas:

- **Circuito trifásicos:**

Intensidad:

$$I = \frac{P}{U_c \sqrt{3} \cos\phi}$$

Siendo:

I: la intensidad de circulación en A.

P: la potencia de la instalación en W.

U_C : la tensión entre fases en V.

$\cos\varphi$: el factor de potencia.

Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{100}{56} \frac{P}{U_C^2} \frac{L}{s}$$

Siendo:

ΔU : la caída de tensión de la instalación en %.

P: la potencia de la instalación en W.

U_C : la tensión entre fases en V.

L: la longitud del circuito en m.

s: la sección del conductor en mm².

• Circuito monofásicos:

Intensidad:

$$I = \frac{P}{U_F \cos\varphi}$$

Siendo:

I: la intensidad de circulación en A.

P: la potencia de la instalación en W.

U_C : la tensión entre fases en V.

$\cos\varphi$: el factor de potencia.

Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{100}{56} \frac{P L}{U_F^2 s}$$

Siendo:

- ΔU : la caída de tensión de la instalación en %.
- P: la potencia de la instalación en W.
- U_C : la tensión entre fases en V.
- L: la longitud del circuito en m.
- s: la sección del conductor en mm².

Los resultados obtenidos en el cálculo de la instalación proyectada se muestran al final del anexo.

1.3. Cálculo de Puesta a Tierra

La puesta a tierra se establece con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material empleado.

La puesta a tierra se dimensionará de forma que cualquier defecto no ocasione una tensión de contacto superior a 24 V, y siendo la intensidad de defecto más desfavorable de los diferenciales de 300 mA. Con estos datos se determina que el electrodo de puesta a tierra no deberá presentar una resistencia de tierra mayor a $24 \text{ V} / 0,3 \text{ A} = 80 \Omega$.

Los conductores de protección unirán eléctricamente las diferentes partes metálicas de la estructura de soporte de los paneles, así como el inversor y las cajas de protección de la instalación al borne principal de tierra con la finalidad de asegurar protección contra contactos indirectos.

Para la toma de tierra se utilizarán electrodos formados por picas verticales de cobre de 15mm de diámetro y de 2m de longitud. Mediante la fórmula de la tabla 5 de la ITC BT 18 se determina el número de picas necesarias:

$$R = \rho / nL$$

Siendo:

- R = Resistencia del electrodo 80 Ω .
- ρ = Resistividad del suelo (Ωm). Arena arcillosa 265 Ωm
- L = Longitud de las picas. 2 m
- N = n° de picas

$$N = 1,65 \text{ (2 picas)}$$

En el caso de este proyecto, al estar la instalación sobre la cubierta del edificio, se adoptará una red de tierras compuesta por cable desnudo de cobre de 35 mm² de sección mínima que será conectada a la puesta a tierra general del edificio, siendo ésta independiente de la del neutro de la Red de Distribución Pública, tal y como se especifica en la ITC-BT-40 para el esquema de puesta a tierra TT.

1.4. Datos de dimensionamiento cableado.

DATOS										
Datos del circuito		Datos de la carga				Datos del cable de instalación				
Nombre	Descripción	Fases	f.d.p.	Pot. activa total (W)	Int. de circuito (A)	Longitud (m)	Material	Aislamiento cable	Unip./ Mang.	Tipo de instalación y método según UNE-HD 60364-5-52

Elemento terminal: Punto de conexión CA.
 Denominación: Líneas CA
 Elemento anterior: Inversor 25 m

Líneas de CA											
L2-AC1	Línea Inv. a cuadro CA	II	1,00	2500	10,9	5	Cu	RZ1-K(AS)	Mang.	06.-Sobre bandejas perforadas o rejillas	E
L2-AC2	Línea CA a punto de conex.	II	1,00	2500	10,9	20	Cu	RZ1-K(AS)	Mang.	06.-Sobre bandejas perforadas o rejillas	E
Potencia Total Instalada de Líneas de CA					2,5kW						

DATOS										
Datos del circuito		Datos de la carga				Datos del cable de instalación				
Nombre	Descripción	Fases	f.d.p.	Pot. activa total (W)	Int. de circuito (A)	Longitud (m)	Material	Aislamiento cable	Unip./ Mang.	Tipo de instalación y método según UNE-HD 60364-5-52

Elemento terminal: Inversor
 Denominación: Líneas CC Marquesina Aparcamiento
 Elemento anterior: Módulos fotovoltaicos
 N° de módulos : 6 41,2 V
11,06 A

Líneas de CC											
L2-DC1	Línea CS a cuadro CC	II	1,00	2734	11,06	12	Cu	H1Z2Z2-K	Unip.	05.-Sobre bandejas no perforadas	C
L2-DC2	Línea CC a inversor	II	1,00	2734	11,06	5	Cu	H1Z2Z2-K	Unip.	05.-Sobre bandejas no perforadas	C
Potencia Total Instalada de Líneas de CC					2.734						

1.5. Resultado dimensionamiento cableado.

RESULTADOS DE CÁLCULO																					
Dato	Datos del cable de instalación			Intensidad máxima con factores de corrección							Caida de tensión										
Nombre	Sección mínima fase (mm ²)	Sección seleccionada (mm ²)	Temperatura de operación (C°)	N° circuitos	Separación cables	F _{AGR}	F _{AMB}	F _{TOTAL}	Intensidad máxima (A)	Int. máx. corregida (A)	Línea (%)										
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Condiciones ambientales</th> </tr> <tr> <td>Terreno</td> <td>Local</td> </tr> <tr> <td>R (K·m/W)</td> <td>T° (°C)</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>35</td> </tr> </table>										Condiciones ambientales		Terreno	Local	R (K·m/W)	T° (°C)	2,5	35	<table border="1"> <tr> <td>ΔU_{max} de línea (%)</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> </table>		ΔU_{max} de línea (%)	2
Condiciones ambientales																					
Terreno	Local																				
R (K·m/W)	T° (°C)																				
2,5	35																				
ΔU_{max} de línea (%)																					
2																					
Líneas de CA																					
L2-AC1	2,5	6	22,26	1	Nula	1,00	0,96	0,96	63	60,5	0,14										
L2-AC2	2,5	6	22,26	1	Nula	1,00	0,96	0,96	63	60,5	0,57										

RESULTADOS DE CÁLCULO																						
Dato	Datos del cable de instalación			Intensidad máxima con factores de corrección							Caida de tensión											
Nombre	Sección por fase (mm ²)	Sección seleccionada (mm ²)	Temperatura de operación (C°)	N° circuitos	Separación cables	F _{AGR}	F _{AMB}	F _{TOTAL}	Intensidad máxima (A)	Int. máx. corregida (A)	Línea (%)											
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Condiciones ambientales</th> </tr> <tr> <td>Terreno</td> <td>Local</td> </tr> <tr> <td>R (K·m/W)</td> <td>T° (°C)</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>35</td> </tr> </table>										Condiciones ambientales		Terreno	Local	R (K·m/W)	T° (°C)	2,5	35	<table border="1"> <tr> <td>ΔU_{max} de línea (%)</td> </tr> <tr> <td>CC</td> </tr> <tr> <td>1,5</td> </tr> </table>		ΔU_{max} de línea (%)	CC	1,5
Condiciones ambientales																						
Terreno	Local																					
R (K·m/W)	T° (°C)																					
2,5	35																					
ΔU_{max} de línea (%)																						
CC																						
1,5																						
Líneas de CC																						
L2-DC1	6	6	22,76	1	Nula	1,00	0,96	0,96	58	55,7	0,37											
L2-DC2	6	6	22,76	1	Nula	1,00	0,96	0,96	58	55,7	0,16											

**ANEXO 2.
DIMENSIONAMIENTO DE LA
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED					
MÓDULO ELEGIDO	Módulo monocristalino TRINASOLAR 455W		INVERSOR ELEGIDO	SMA Sunny Boy 2.5	
Datos del módulo:			Datos del inversor:		
Umpp (25°C)	41,2	V	Pfvmax	5000	W
Impp (25°C)	11,06	A	Pccnom	2500	W
Uoc (25°C)	49,8	V	Vmppmin	260	V
Isc (25°C)	11,61	A	Vmppmax	500	V
alfaVoc	-0,25	V/°C	Vccmax	600	V
alfaisc	0,04	%/°C	Iccmppmax	10	A
alfaPmax	-0,34	%/°C	Vmin inicio	50	V
TONC	43	°C	Nº de MPPT inversor	2	Entradas
Cálculo de Temperatura de Trabajo			Configuración de paneles		
Ta (invierno)	-10	°C	Nº de módulos en serie max.	11,14	módulos en serie
I (invierno)	600		Nº de módulos en serie min.	7,66	módulos en serie
Tpmin	7,25	°C	Nº de módulos	11,06	módulos total
Ta (verano)	37	°C	CONFIGURACIÓN ELEGIDA:	1	ramas
I (verano)	800			6	módulos por rama
Tpmax	60	°C		6	módulos en total
Cálculo de la Tensión e Intensidad de trabajo			COMPROBACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN ELEGIDA		
			Vpmp(Tpmax)	203,77	CUMPLE
Voc (Tmin)	54,24	V	Vpmp(Tpmin)	269,23	CUMPLE
Isc (Tmax)	11,77	A	Voc (Tmin)	325,43	CUMPLE
Cálculo de Rango de Tensión en pmp			Voc (Tmin)	325,43	CUMPLE
alfaVpmp	-0,207	V/°C	Isc (Tmax)	11,77	CUMPLE
Vpmp(Tpmax)	33,96	V			
Vpmp(Tpmin)	44,87	V			

**ANEXO 3.
CÁLCULO DE SEPARACIÓN DE
PANELES**

CÁLCULO DE DISTANCIA ENTRE PANELES		
CUBIERTA PLANA (MARQUESINA FV)		
		$d = \frac{h}{\tan (61 - \text{latitud})} = k \cdot h$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $d = k \cdot h$ </div>
MÓDULO ELEGIDO	TRINASOLAR 455Wp	Módulo monocristalino OR10H545M
Datos del módulo:		
Ancho	1040	mm
Largo	2102	mm
Peso	24	kg
Latitud	36	°
Inclinación Óptima Diciembre	46,74	
Inclinación Óptima Julio	16,74	
Inclinación Óptima Anual	26,74	
Inclinación Elegida	0	°
Altura peto	0	m
Altura estructura módulos	0,1	m
Distancia entre filas de paneles		
h	0,00	m
k	2,145	
d	0,00	m
Distancia entre peto y primera fila de paneles		
h	0,00	m
k	2,145	
d	0,00	m

**ANEXO 4.
CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN
ENERGÉTICA**



Proyecto: INSTALACIÓN APOYO A PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

PVsyst V7.2.11
 VC0, Fecha de simulación:
 06/05/23 03:07
 con v7.2.11

Resumen del proyecto

Sitio geográfico San Francisco España	Situación Latitud 36.56 °N Longitud -4.64 °W Altitud 53 m Zona horaria UTC+1	Configuración del proyecto Albedo 0.20
Datos meteo San Francisco Meteonorm 8.0 (1996-2017), Sat=36% - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red	Marquesina Fovovoltaica		
Orientación campo FV plano horizontal	Sombreados cercanos Sombreados lineales		Necesidades del usuario Carga limitada (red)
Información del sistema			
Conjunto FV		Inversores	
Núm. de módulos	6 unidades	Núm. de unidades	1 unidad
Pnom total	2730 Wp	Pnom total	2500 W
		Proporción Pnom	1.092

Resumen de resultados

Energía producida	4281 kWh/año	Producción específica	1568 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.97 %
-------------------	--------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	1
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	2
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	3
Resultados principales	4
Diagrama de pérdida	5
Gráficos especiales	6



Proyecto: INSTALACIÓN APOYO A PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

PVsyst V7.2.11

VC0, Fecha de simulación:
06/05/23 03:07
con v7.2.11

Parámetros generales

Sistema conectado a la red	Marquesina Fotovoltaica	
Orientación campo FV	Configuración de cobertizos	Modelos usados
Orientación plano horizontal		Transposición Perez Difuso Perez, Meteorom Circunsolar separado
Horizonte	Sombreados cercanos	Necesidades del usuario
Horizonte libre	Sombreados lineales	Carga limitada (red)

Características del conjunto FV

Módulo FV		Inversor	
Fabricante	Trina Solar	Fabricante	SMA
Modelo	TSM-DE17M-II)-455	Modelo	Sunny Boy 2.5
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	455 Wp	Unidad Nom. Potencia	2.50 kWca
Número de módulos FV	6 unidades	Número de inversores	1 unidad
Nominal (STC)	2730 Wp	Potencia total	2.5 kWca
Módulos	1 Cadena x 6 En series	Voltaje de funcionamiento	50-480 V
En cond. de funcionam. (50°C)		Proporción Pnom (CC:CA)	1.09
Pmpp	2502 Wp		
U mpp	227 V		
I mpp	11 A		
Potencia FV total		Potencia total del Inversor	
Nominal (STC)	3 kWp	Potencia total	2.5 kWca
Total	6 módulos	Número de inversores	1 unidad
Área del módulo	13.1 m ²	Proporción Pnom	1.09
Área celular	10.5 m ²		

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC		Pérdida de calidad módulo				
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	337 mΩ	Frac. de pérdida	-0.8 %			
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC					
Uv (viento)	0.0 W/m ² K/m/s							
Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdidas de desajuste de cadenas						
Frac. de pérdida	2.0 % en MPP	Frac. de pérdida	0.1 %					
Factor de pérdida IAM								
Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel AR, n(vídrío)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



Proyecto: INSTALACIÓN APOYO A PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

PVsyst V7.2.11
VC0, Fecha de simulación:
06/05/23 03:07
con v7.2.11

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

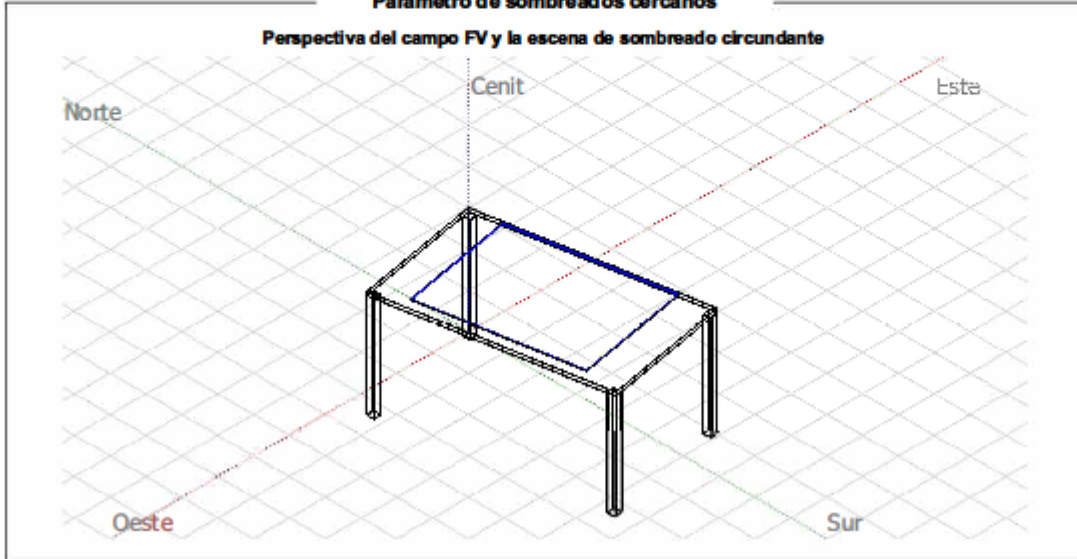
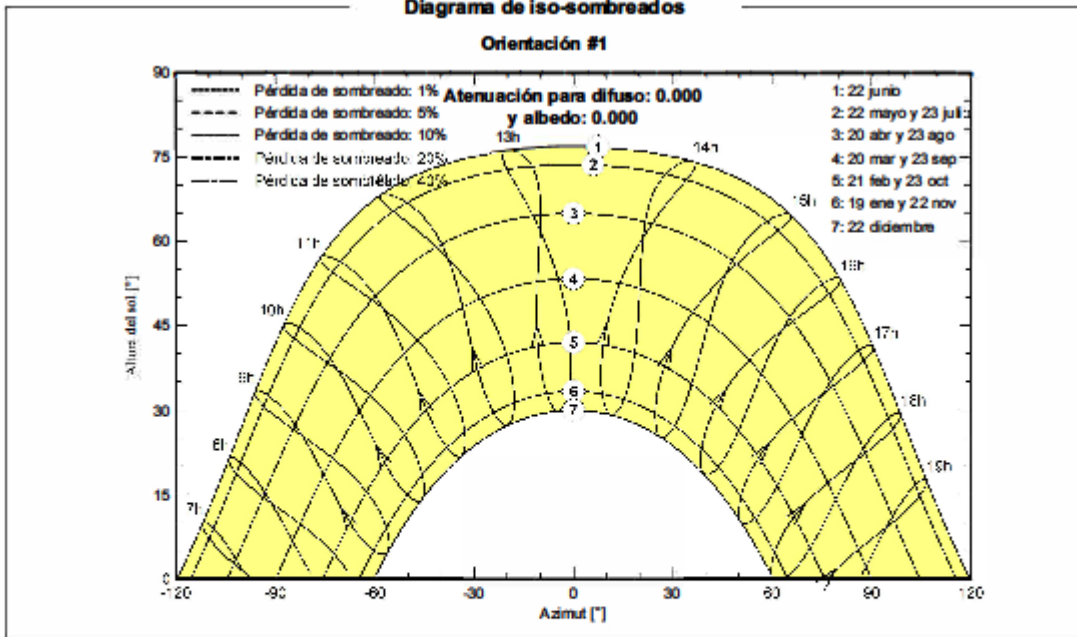


Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





Proyecto: INSTALACIÓN APOYO A PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

PVsyst V7.2.11

VC0, Fecha de simulación:
06/05/23 03:07
con v7.2.11

Resultados principales

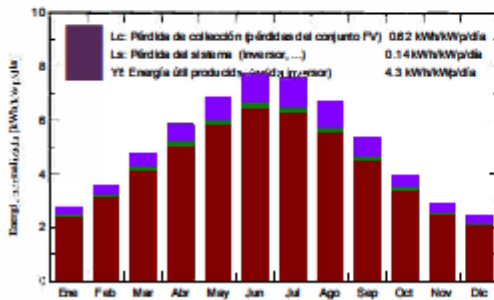
Producción del sistema
Energía producida

4281 kWh/año

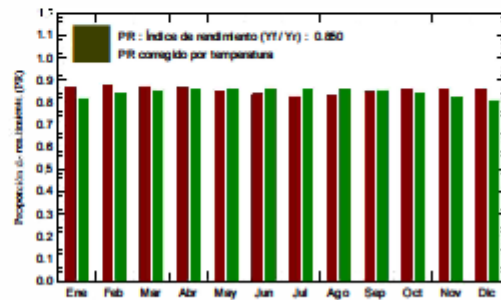
Producción específica
Proporción de rendimiento (PR)

1568 kWh/MWp/año
84.97 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción
Enero	86.5	29.11	10.53	86.4	80.8	211.8	204.8	0.868
Febrero	100.4	35.75	11.72	100.3	96.0	248.8	240.6	0.878
Marzo	147.5	55.24	14.49	147.4	142.5	362.1	350.9	0.872
Abril	175.6	69.05	16.86	175.6	171.1	427.8	414.7	0.885
Mayo	213.5	74.85	20.40	213.4	208.6	510.4	494.9	0.850
Junio	232.6	71.51	23.94	232.5	228.0	547.4	531.0	0.837
Julio	236.2	69.41	26.54	236.0	231.2	549.3	532.9	0.827
Agosto	208.2	69.22	26.75	208.2	203.4	486.2	471.7	0.830
Septiembre	160.5	57.85	22.87	160.5	155.8	382.6	370.8	0.846
Octubre	123.2	49.42	19.18	123.1	118.2	297.9	288.4	0.858
Noviembre	87.0	32.93	14.22	87.0	81.8	211.6	204.3	0.860
Diciembre	75.4	24.57	11.48	75.3	70.0	183.0	176.5	0.858
Año	1846.6	638.91	18.29	1845.7	1787.3	4419.1	4281.4	0.850

Leyendas

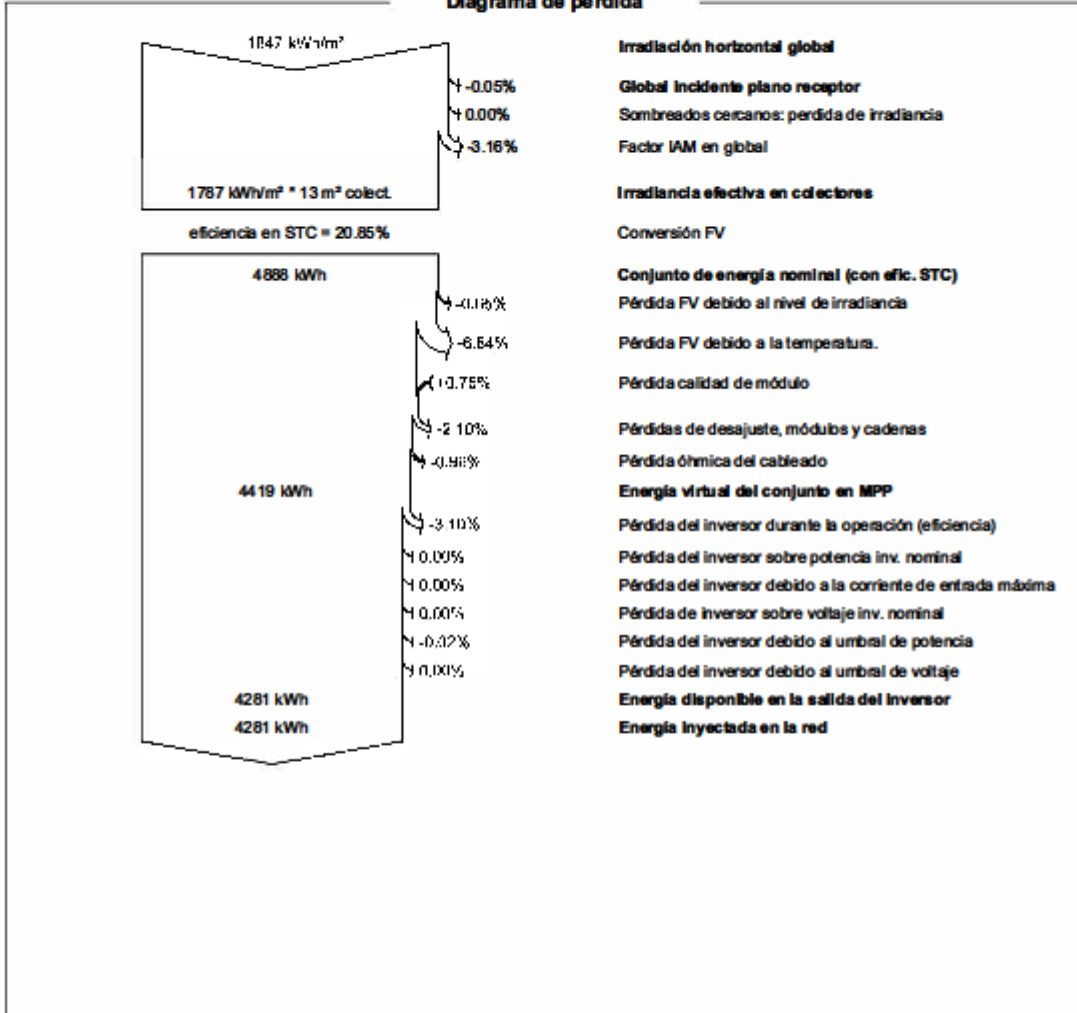
- GlobHor Irradiación horizontal global
- DiffHor Irradiación difusa horizontal
- T_Amb Temperatura ambiente
- GlobInc Global incidente plano receptor
- GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
- E_Grid Energía inyectada en la red
- PR Proporción de rendimiento



Proyecto: **INSTALACIÓN APOYO A PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO**

PVsyst V7.2.11
 VC0, Fecha de simulación:
 06/05/23 03:07
 con v7.2.11

Diagrama de pérdida



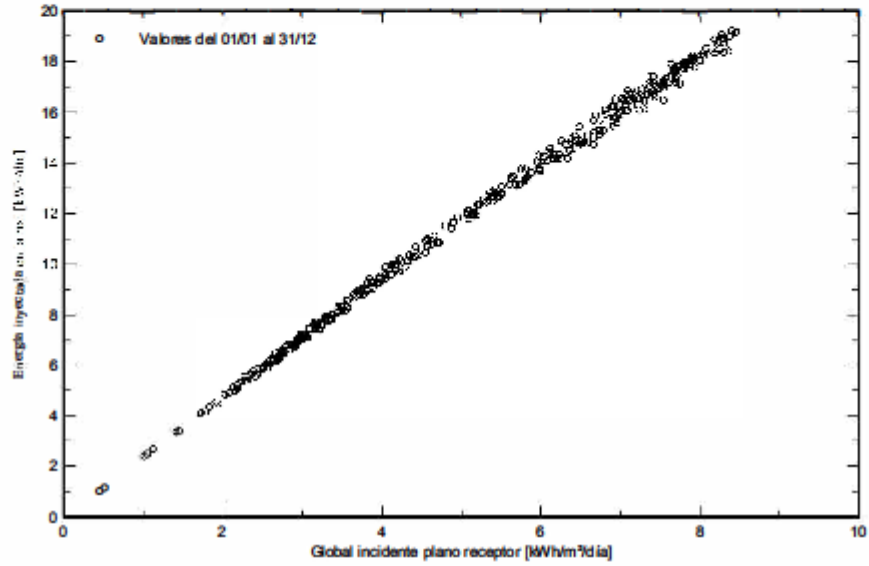


Proyecto: INSTALACIÓN APOYO A PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO

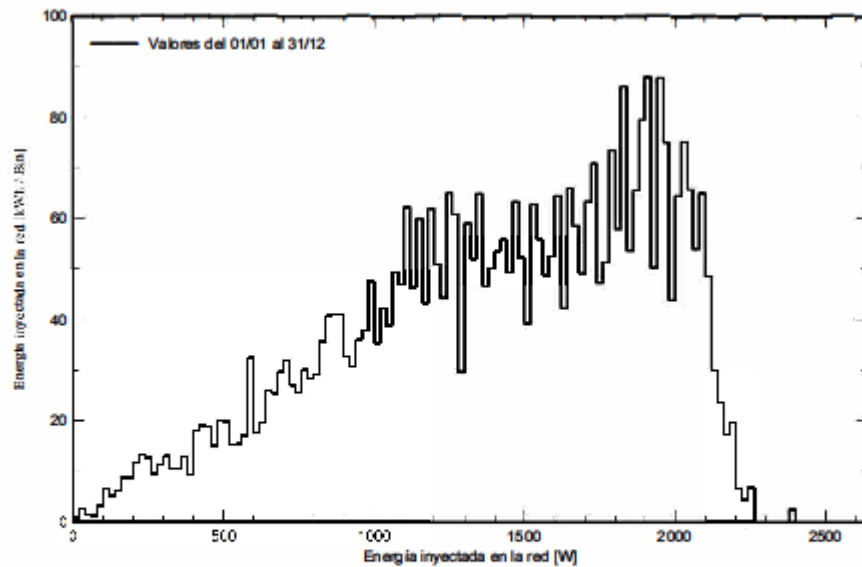
PVsyst V7.2.11
VC0, Fecha de simulación:
06/05/23 03:07
con v7.2.11

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria

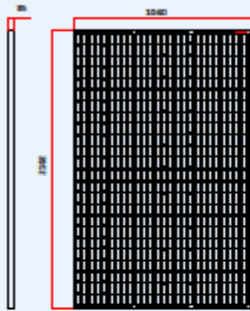


Distribución de potencia de salida del sistema



**ANEXO 5.
HOJA DE DATOS.
MÓDULO FOTOVOLTAICO**

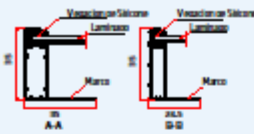
DIMENSIONES DEL MÓDULO (mm)



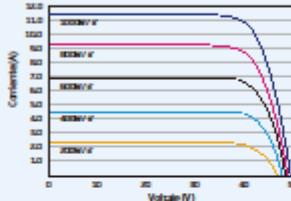
Vista Frontal



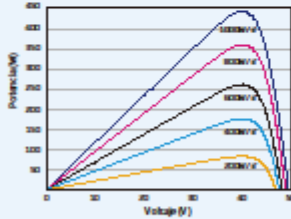
Vista Posterior



CURVAS I-V DEL MÓDULO (445W)



CURVAS P-V DEL MÓDULO (445W)



DATOS ELÉCTRICOS (STC)

Potencia Nominal-Pmax (Wp)*	440	445	450	455	460	465
Tolerancia de Potencia Nominal-Pmax (W)	0 ~ +5					
Tensión en Máxima Potencia-Vmpp (V)	40.7	40.8	41.0	41.2	41.3	41.8
Corriente en Máxima Potencia-Impp (A)	10.82	10.90	10.98	11.06	11.13	11.14
Tensión en Circuito Abierto-Voc (V)	49.2	49.4	49.6	49.8	50.0	50.0
Corriente de Corto Circuito-Isc (A)	11.39	11.46	11.53	11.61	11.68	11.69
Eficiencia η (%)	20.1	20.4	20.6	20.8	21.0	21.3

STC: Irradiación 1000W/m², Temperatura de Célula 25°C, Masa de Aire AM1.5
*Tolerancia de Medición: ±2%

DATOS ELÉCTRICOS (NMOT)

Potencia Máxima-Pmax (Wp)	332	336	340	344	347	351
Tensión en Máxima Potencia-Vmpp (V)	38.4	38.5	38.7	38.9	39.1	39.4
Corriente en Máxima Potencia-Impp (A)	8.66	8.71	8.77	8.84	8.89	8.90
Tensión en Circuito Abierto-Voc (V)	46.3	46.5	46.6	46.8	47.0	47.0
Corriente de Corto Circuito-Isc (A)	9.18	9.24	9.29	9.36	9.41	9.42

NMOT: Irradiación a 800W/m², Temperatura Ambiente 20°C, Velocidad del Viento 1m/s

DATOS MECÁNICOS

Células Solares	Monocrystalinas
Orientación de Células	144 células (6 × 24)
Dimensiones de Módulos	2102 × 1040 × 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 pulgadas)
Peso	24.0 kg (52.9lb)
Vidrio Frontal	3.2 mm (0.13 inches), alta transmisión, vidrio termotemperado con recubrimiento AR
Material Encapsulante	EVA
Lamina Anterior	Blanca
Molde	Alación de aluminio anodizado de 35mm (1.38 pulgadas)
J-Box	IP68
Cables	Cable Fotovoltaico 4.0mm (0.006 pulgadas ²), Retrato: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02 pulgadas) Paisaje: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 pulgadas)
Conector	MC4 EV02/TS4*

*Consulte el conector especificado en la hoja técnica regional.

TASAS DE TEMPERATURA

NMOT (Temp. de Operación Nominal del Módulo)	43°C (±2°C)
Coefficiente de Temperatura de Pmax	- 0.34%/°C
Coefficiente de Temperatura de Voc	- 0.25%/°C
Coefficiente de Temperatura de Isc	0.04%/°C

(Reconectar fusibles en la caja de conexiones con los cables en conexión posible)

LIMITES OPERACIONALES

Temperatura de Operación	-40 ~ +85°C
Tensión Máxima del Sistema	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Capacidad Máxima del Fusible	20A

GARANTÍA

12 Años de Garantía del Producto
25 Años de Garantía de Potencia Lineal
2% Degradación Primer Año
0.55% Degradación Anual

(Consulte la garantía de producto para más información)

CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

Módulos por caja: 31 unidades
Módulos por 40' container: 682 unidades

**ANEXO 6.
HOJA DE DATOS.
INVERSOR.**

SUNNY BOY 1.5 / 2.0 / 2.5 con SMA SMART CONNECTED



Compacto

- Montaje por parte de una sola persona gracias al bajo peso de 9,2 kg
- Mínima necesidad de espacio gracias a su diseño compacto

Cómodo

- Instalación 100 % plug & play
- Monitorización en línea gratuita por medio de SMA Energy App
- Servicio automatizado mediante SMA Smart Connected
- Extensión de la garantía del fabricante de 5 a 10 años de forma gratuita

De gran rendimiento

- Aprovechamiento de la energía sobrante por la limitación de la potencia activa dinámica
- Aumento del rendimiento sin trabajo de montaje gracias a la gestión de sombras integrada SMA ShadeFix

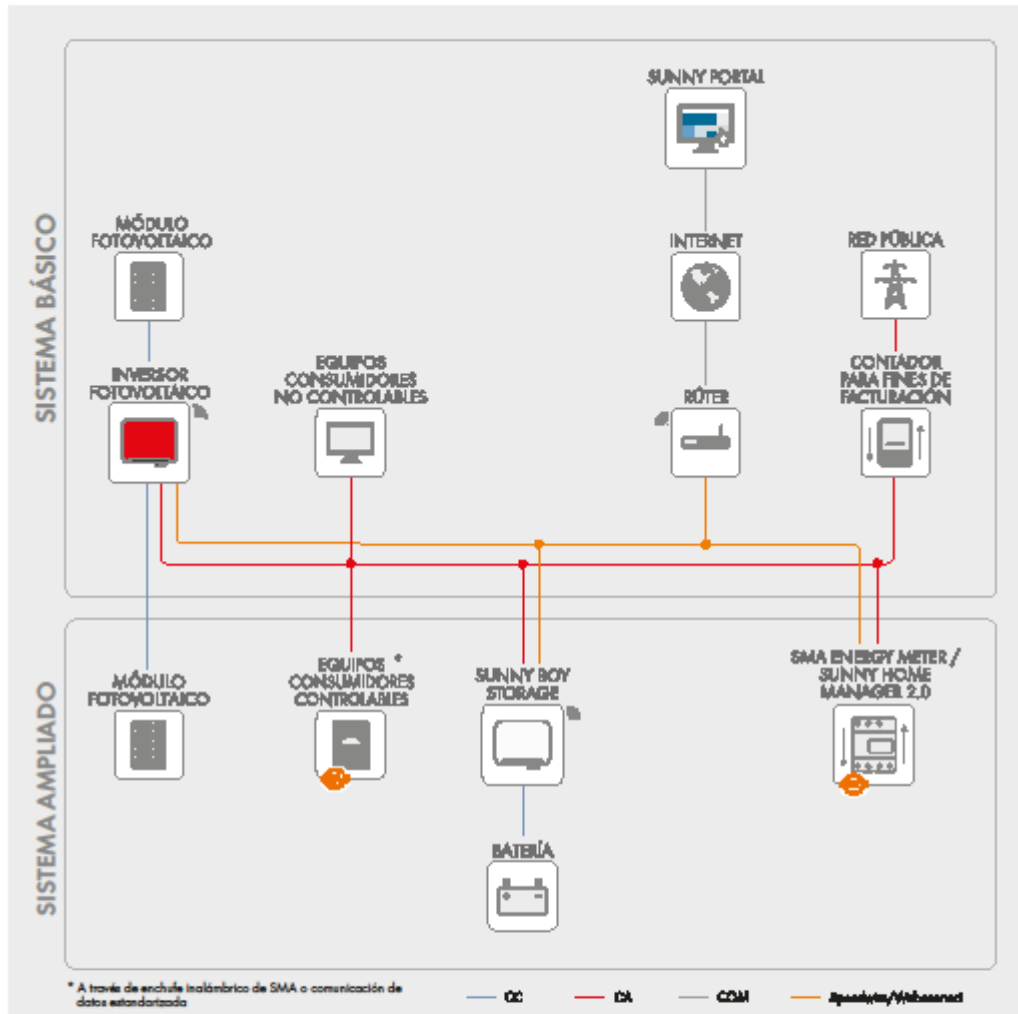
Combinable

- Amplio rango de tensión de entrada
- Ampliable en cualquier momento con gestión inteligente de la energía y soluciones de almacenamiento

SUNNY BOY 1.5 / 2.0 / 2.5

El nuevo modelo para las plantas fotovoltaicas pequeñas

El Sunny Boy 1.5 / 2.0 / 2.5 es el inversor perfecto para los clientes que tengan plantas fotovoltaicas de pequeño tamaño. Con su amplia zona de tensión de entrada que va de los 80 a los 600 V se puede utilizar en diversas situaciones, lo que le concede una elevada flexibilidad a la hora de elegir los módulos y es, además, muy fácil de instalar gracias a su reducido peso. Después de poner en marcha el Sunny Boy 1.5 / 2.0 / 2.5 de una manera muy cómoda a través de la interfaz de usuario integrada, el equipo puede llevar a cabo una monitorización local mediante su red inalámbrica o bien, en línea a través de la SMA Energy App. Con el servicio técnico integrado, SMA Smart Connected ofrece un confort absoluto a los operadores de la planta e instaladores. La monitorización automática de inversores por parte de SMA analiza el funcionamiento, avisa de irregularidades y proporciona unos tiempos de inactividad mínimos.



Funciones del SISTEMA BÁSICO

- Puesta en marcha sencilla gracias a la interfaz WLAN y Speedwire integrada
- Transparencia máxima gracias a la visualización en Sunny Portal/SMA Energy App
- Seguridad de la inversión por medio de SMA Smart Connected
- Modbus como interfaz de tercero

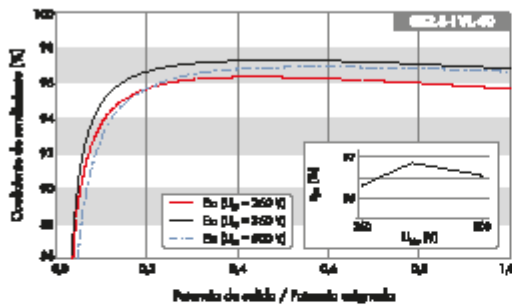
Funciones del SISTEMA AMPLIADO

- Funciones del sistema básico
- Reducción del consumo de la red y aumento del autoconsumo mediante el aprovechamiento de la energía fotovoltaica almacenada provisionalmente
- Máximo aprovechamiento de la energía con una carga basada en la previsión
- Autoconsumo ampliado gracias a una gestión de la carga inteligente
- Rendimiento máximo de la planta gracias a SMA ShadeFix

Con SMA Energy Meter

- Rendimiento máximo de la planta gracias a la limitación dinámica de la inyección a red entre el 0 % y el 100 %
- Visualización de los consumos energéticos

Curva de rendimiento



Datos técnicos	Sunny Boy 1.3	Sunny Boy 2.0	Sunny Boy 2.3
Entrada (CC)			
Potencia máx. del generador fotovoltaico	3000 Wp	4000 Wp	5000 Wp
Tensión de entrada máx.	600 V	600 V	600 V
Rango de tensión del MPP	160 V a 500 V	210 V a 500 V	260 V a 500 V
Tensión asignada de entrada		360 V	
Tensión de entrada mín. / de inicio		50 V / 80 V	
Máx. corriente de entrada útil (Icc max.) por string		10 A	
Corriente de cortocircuito máx. por string		18 A	
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP		1 / 1	
Salida (CA)			
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	1500 W	2000 W	2500 W
Potencia aparente asignada / potencia aparente máx.	1500 VA / 1500 VA	2000 VA / 2000 VA	2500 VA / 2500 VA
Tensión asignada / rango de tensión		220 V / 230 V / 240 V	
Rango de tensión nominal		180 V a 280 V	
Frecuencia de red/Rango		50 Hz, 60 Hz / -5 Hz a +5 Hz	
Frecuencia / tensión asignadas de red		50 Hz / 230 V	
Corriente de salida asignada / corriente de salida máx.	6,5 A / 7 A	9 A / 9 A	11 A / 11 A
Factor de potencia a potencia asignada		1	
Factor de desfase ajustable		0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	
Fases de inyección / fases de conexión		1 / 1	
Rendimiento			
Rendimiento máx. / europeo	97,2 % / 96,1 %	97,2 % / 96,4 %	97,2 % / 96,7 %
Dispositivos de protección			
Punto de desconexión en el lado de CC		●	
Monitorización de toma a tierra / de red		● / ●	
Protección contra polarización inversa de CC / resistencia al cortocircuito de CA / con separación galvánica		● / ● / -	
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal		●	
Clase de protección (según IEC 61140) / categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)		I/III	
Protección contra corriente inversa		No es necesario.	
Datos generales			
Dimensiones (ancho / alto / fondo)		460 / 357 / 122 mm (18,1 / 14,1 / 4,8 in)	
Peso		9,2 kg (20,3 lb)	
Rango de temperatura de funcionamiento		-40 °C a +60 °C [-40 °F a +140 °F]	
Emisión sonora, típica		< 25 dB	
Autoconsumo (nocturno)		2,0 W	
Topología		Sin transformador	
Sistema de refrigeración		Conexión	
Tipo de protección (según IEC 60529)		IP65	
Clase climática (según IEC 60721-3-4)		4K4H	
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)		100 %	
Equipamiento			
Conexión de CC/CA		SUNCLIX / conector de enchufe	
Visualización a través de teléfono inteligente, tablet o portátil		●	
Interfaces: WLAN / ethernet		● / ●	
Protocolos de comunicación		Modbus (SMA, Sunspec), Webconnect	
Gestión de sombras integrada SMA ShadeFix		●	
Garantía 5 / 10 / 15 años		● / ●* / ○	
Certificados y autorizaciones (otras a petición)		ABNT NBR 16149, AS4777, C10/11, CE, CEI0-21, Dansk Energy Typ A, DIN EN 62109-1/IEC 62109-1, DIN EN 62109-2/IEC 62109-2, EN50549-1:2019, G98/1-4, G99/1-5 Type A, IEC 61727, IEC 62116, NA/EEA-NE7 - CH 2020, NRS097-2-1, IEC compliant, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, VFR2014	
Disponibilidad de SMA Smart Connected en los países		AU, AT, BE, CH, DE, ES, FR, IT, LU, NL, UK	
Modelo comercial	SB1.5-1VL40	SB2.0-1VL40	SB2.3-1VL40

* De serie ○ Opcional - No disponible Datos en condiciones nominales Versión de 12/2022

* Al registrar el equipo a través de la página web de registro de productos de SMA (sma-service.com). Son aplicables las condiciones de la garantía del fabricante de SMA. Más información en SMA-Solar.com

**ANEXO 7.
HOJA DE DATOS.
ANALIZADOR DE CONSUMOS.**



SMA ENERGY METER



Sencillo

- Rápida instalación con el sistema plug & play
- Visualización gráfica de los valores de medición actuales en Sunny Portal y la interfaz web local

Flexible

- Formato de carcasa compacto que ahorra espacio en el montaje sobre carril DIN en la red de distribución de la casa
- Uso flexible en aplicaciones de > 63 A mediante transformadores de corriente externos

- Modo de uso universal, independiente de los contadores de energía existentes

Potente

- Registro trifásico rápido y bidireccional de los valores de medición para gestionar la energía de manera eficaz.*
- Perfecta coordinación con los equipos de SMA para una actividad de regulación estable

SMA ENERGY METER

Registro universal de los valores de medición para una gestión inteligente de la energía

Esta potente solución de medición garantiza una gestión inteligente de la energía en plantas fotovoltaicas con equipos de SMA. El SMA Energy Meter determina los valores de medición eléctricos de forma precisa para cada conductor de fase y en forma de valores saldados, y los comunica a través de ethernet en la red local. Esto permite transmitir todos los datos de inyección a red y consumo de red, e incluso los relativos a la generación de energía fotovoltaica de otros inversores fotovoltaicos, con una precisión y frecuencia elevadas a los sistemas de SMA.

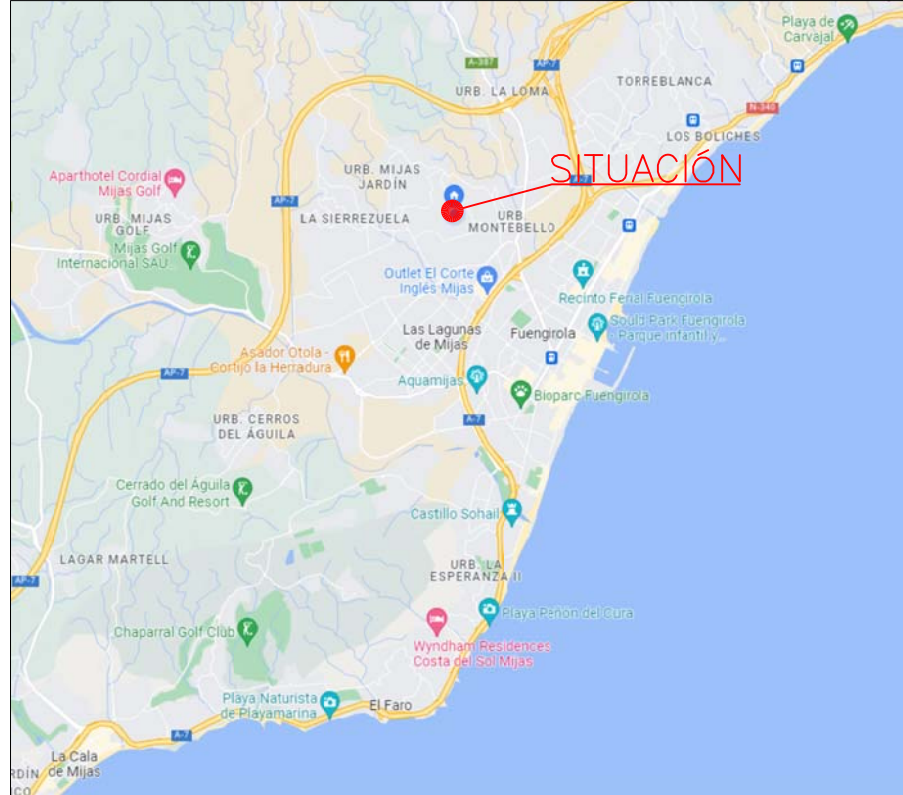
La combinación con el SMA Energy Meter supone en todos los casos una configuración de sistema perfectamente coordinada, la cual garantiza un mejor rendimiento y estabilidad para un ahorro de costes máximo y la optimización del autoconsumo.

* También se puede utilizar en sistemas monofásicos.

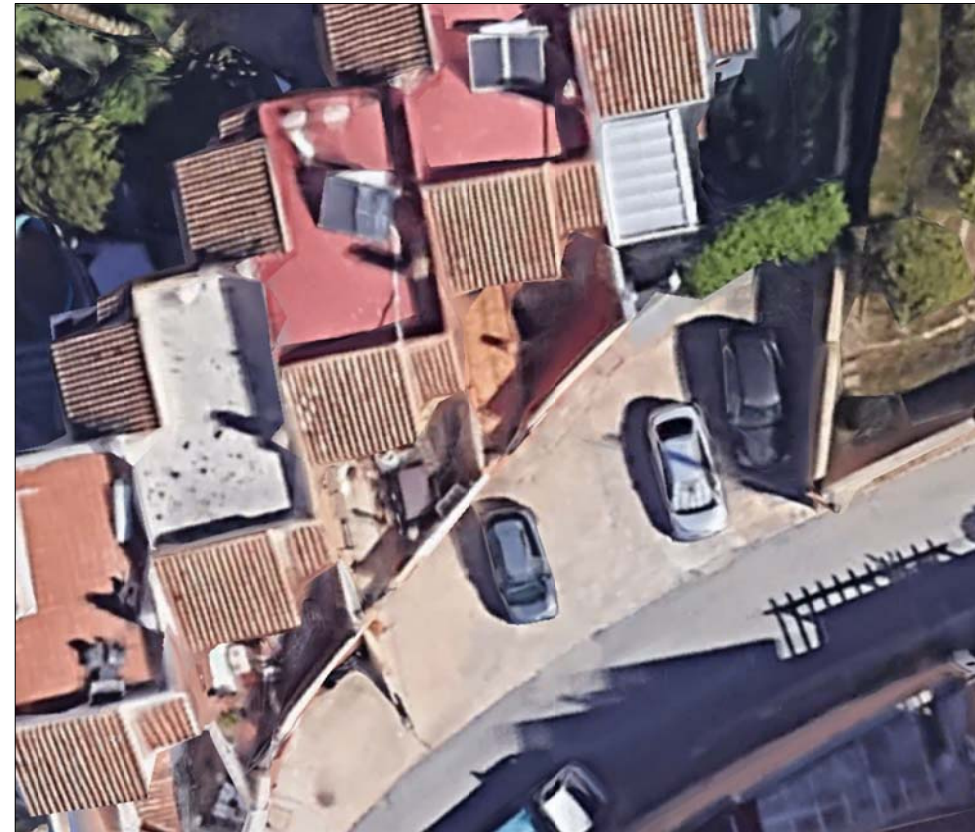
PLANOS

Índice de Planos

SI-01	Instalación fotovoltaica Plano de Situación y Emplazamiento
FV-01	Instalación fotovoltaica Plano de planta
FV-02	Instalación fotovoltaica Esquema unifilar



SITUACIÓN EN EL TÉRMINO MUNICIPAL



ORTOFOTO DE LA PARCELA

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 3770142UF5437S0001B0

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
CL CORZO DEL COTO 36 RESIDENCIAL EL CORZO
29649 MIJAS (MÁLAGA)

Clase: URBANO
Uso principal: Residencial
Superficie construida: 131 m²
Año construcción: 1999

Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m ²
VIVIENDA	153J01	45
OTROS JSOS	153J02	4
DEPORTIVO	153J03	3
OTROS JSOS	153J04	10
VIVIENDA	147J01	56
OTROS JSOS	147J02	2

PARCELA

Superficie gráfica: 59 m²
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo: Parcela construida sin d visión horizontal

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

Sábado, 6 de Mayo de 2023

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

MARQUESINA FOTOVOLTAICA PARA APOYO DE PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO 2,73 kWp.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
PLANO DE SITUACIÓN

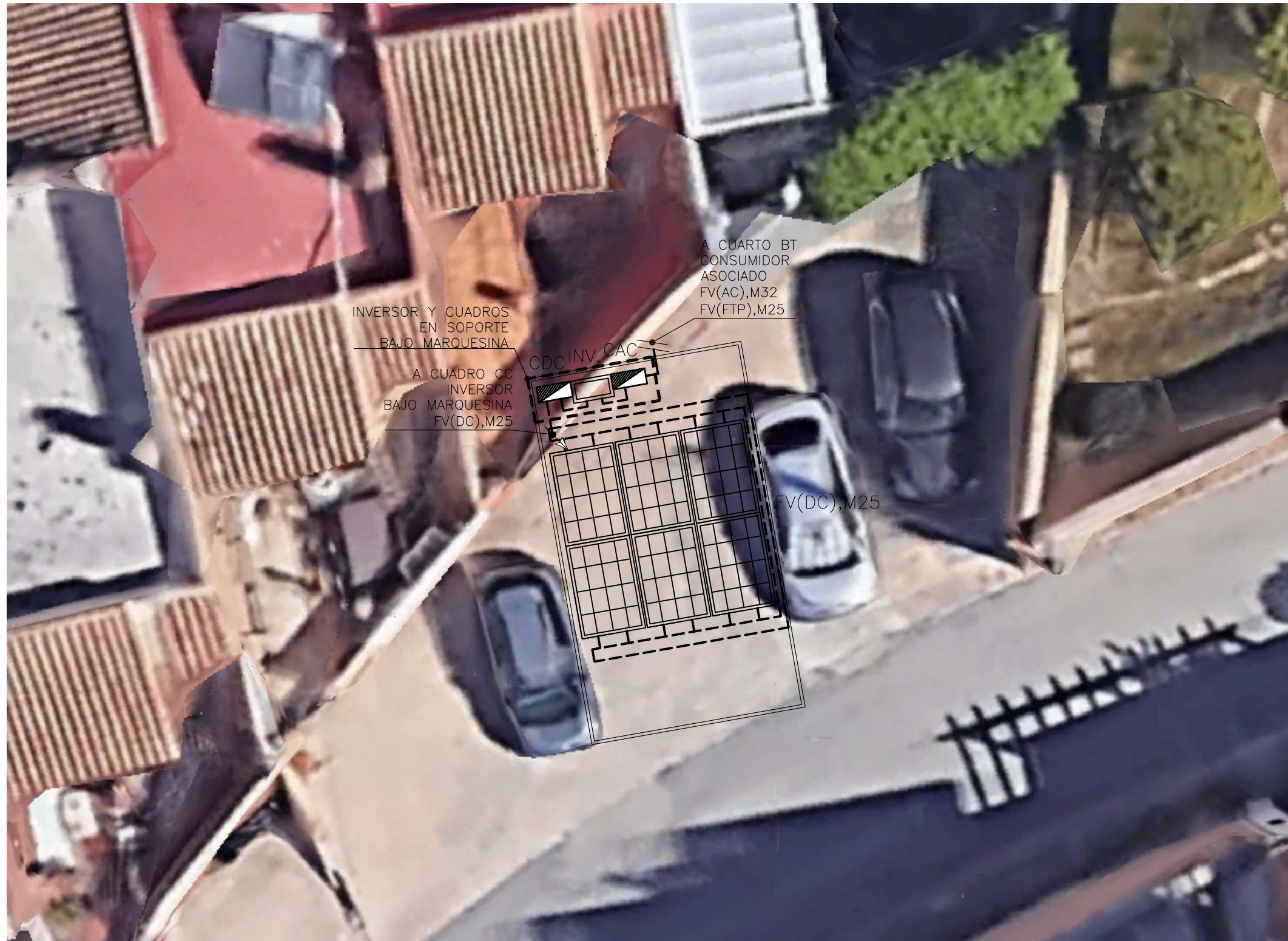
PROMOTOR:
IGNACIO COTRINA MONTOYA

ESCALA: S/E

PLANO Nº: SI-01

FECHA: MAYO 2023





LEYENDA



PUNTO DE BAJADA.



TUBO RIGIDO DE PVC CON CONEXIONES ESTANCAS M20, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.

NOTAS:

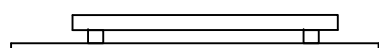
LA INSTALACIÓN BAJO TUBO SE EJECUTARÁ DE FORMA QUE NO SE TIENDAN MÁS DE DOS CIRCUITOS (2X(F+N+T)) POR TUBO.

LAS CANALIZACIONES TENDRÁN DESIGNACIÓN:

- FV(DC),MX : INST. DE FOTOVOLTAICA (TRAMO CORRIENTE CONTINUA).
- FV(AC),MX : INST. DE FOTOVOLTAICA (TRAMO CORRIENTE ALTERNA).

SE CONECTARÁN A TIERRA TODAS LAS MASAS METÁLICAS EXISTENTES.

CAMPO FOTOVOLTAICO SIN INCLINACIÓN DE MÓDULOS (0°) Y AZIMUT -10° (SE).



MARQUESINA FOTOVOLTAICA PARA APOYO DE PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO 2,73 kWp.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PLANO DE PLANTA

PROMOTOR:

IGNACIO COTRINA MONTOYA

ESCALA:

S/E

PLANO Nº:

FV-01

FECHA: MAYO 2023

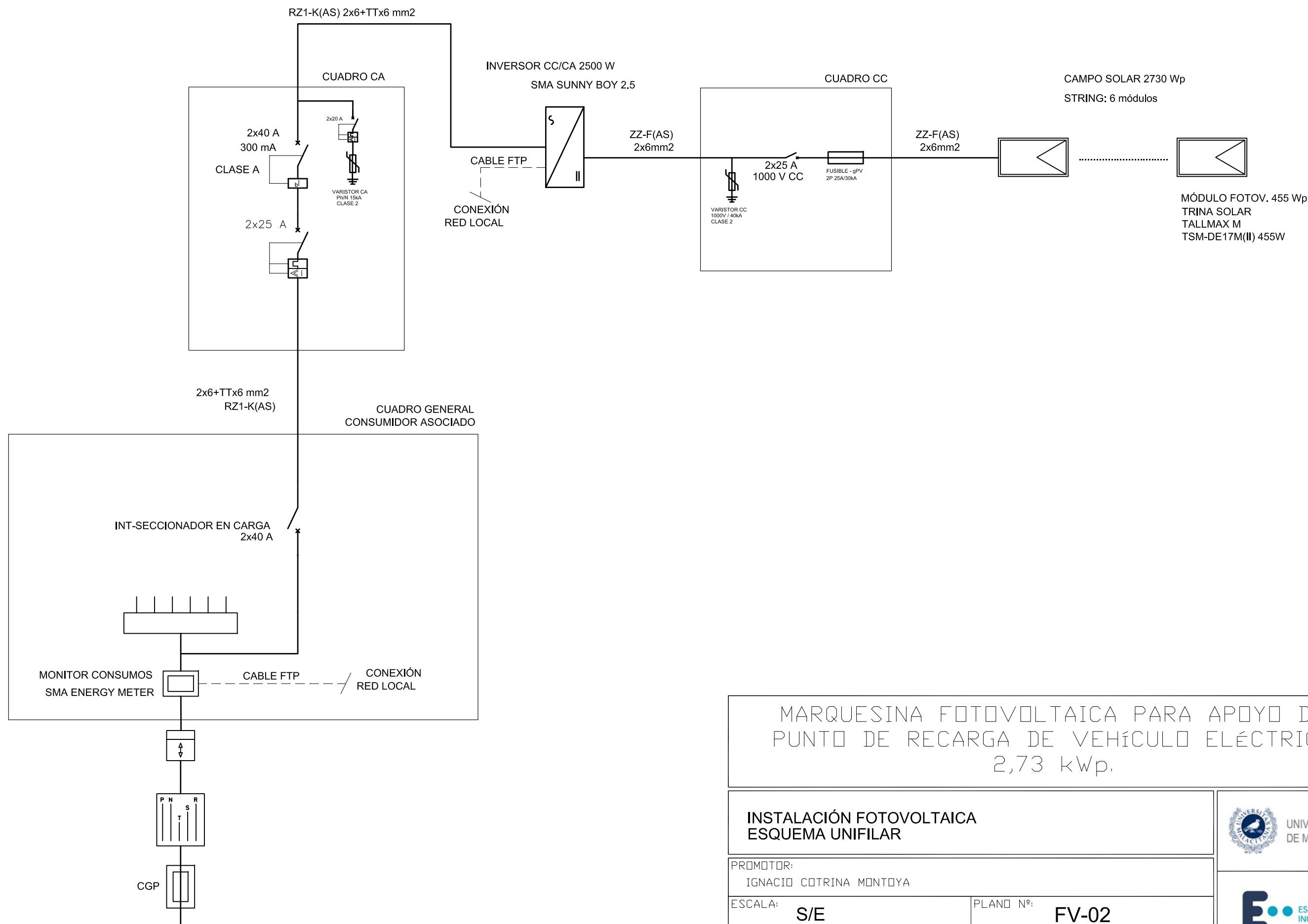


UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



ESQUEMA UNIFILAR

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2,73 kWp



MARQUESINA FOTOVOLTAICA PARA APOYO DE PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO 2,73 kWp.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ESQUEMA UNIFILAR	
PROMOTOR: IGNACIO COTRINA MONTOYA	
ESCALA: S/E	PLANO Nº: FV-02
FECHA: MAYO 2023	

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. Objeto.	56
2. Alcance.	56
3. Especificaciones técnicas de equipos y materiales.	56
4. Instalación eléctrica en baja tensión.	57
4.1. Generalidades.	57
4.2. Conductores eléctricos.	57
4.2.1. Circuitos interiores.	57
4.3. Conductores de neutro.	57
4.4. Conductores de protección.	58
4.5. Identificación de los conductores.	58
4.6. Tubos de protección.	59
4.6.1. Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos.	59
4.7. Normas de ejecución de las instalaciones. Colocación de tubos de protección.	59
4.7.1. Prescripciones generales.	59
4.7.2. Tubos en montaje superficial.	60
4.7.3. Tubos empotrados.	60
4.8. Cajas de empalme y derivación.	61
4.9. Aparatos de mando y maniobra.	62
4.10. Aparatos de protección.	62
4.10.1. Protección contra sobrintensidades.	62
4.10.2. Protección contra sobrecargas.	62
4.10.3. Protección contra cortocircuitos.	63
4.10.4. Protección contra corrientes de fuga o descarga eléctrica.	63
4.10.5. Ubicación y constitución de las protecciones.	63
4.10.6. Normativa aplicable a las protecciones eléctricas.	64
4.11. Instalación de puesta a tierra.	68
4.11.1. Materiales, características y secciones mínimas.	68
4.11.2. Tendido de los conductores.	69
4.11.3. Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra.	70
5. Libro de órdenes.	70
6. Certificados y documentación.	70

7.	Ejecución de la instalación.....	70
7.1.	Generalidades.	70
7.2.	Requisitos previos.....	71
7.3.	Protección, ayudas y varios.	72
7.4.	Modificaciones.	73
7.5.	Coordinación de los trabajos.....	73
7.6.	Materiales y sustituciones.	74
7.7.	Documentación gráfica de obra e instrucciones.	74
7.7.1.	Planos de obra.....	74
7.7.2.	Planos de obra acabada, señalización e instrucciones.....	74
8.	Puesta en marcha, pruebas y recepción.	75
8.1.	Generalidades.	75
8.2.	Recepción de la instalación.	75
8.3.	Documentos de recepción de la instalación.	75

1. Objeto.

El presente documento tiene por objeto establecer las condiciones y requisitos mínimos para el suministro, montaje e instalación, puesta en marcha e inspección de las instalaciones fotovoltaicas recogidas en el presente proyecto.

2. Alcance.

Es responsabilidad del Instalador que los mismos, estén de acuerdo con las técnicas más avanzadas y el cumplimiento de la Normativa aplicable, es por ello que no se recogerá cada componente de la instalación objeto.

Todos aquellos trabajos, materiales y componentes, que no se recojan expresamente en el presente documento será indicado e incluido por el Instalador pertinente. Además, estas descripciones o excepciones incluidas por el Instalador, deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

3. Especificaciones técnicas de equipos y materiales.

Las características técnicas de los equipos, cumplirán con lo que se especifica en los documentos del proyecto.

Los equipos se instalarán de acuerdo con las recomendaciones y prescripciones de cada fabricante. Además cada uno de los controles y dispositivos eléctricos, suministrados de acuerdo con este proyecto, estarán de acuerdo con las Normas vigentes.

Todo equipo que se instale deberá estar colocado en los espacios asignados para tal fin y se dejará un espacio acorde a lo necesario para su entretenimiento y reparación. El Instalador debe verificar el espacio requerido para todo el equipo propuesto y que en general, esté en consonancia con lo indicado en la Normativa vigente.

4. Instalación eléctrica en baja tensión.

4.1. Generalidades.

Todos los materiales empleados en la ejecución, tendrán las características especificadas en este Pliego de Condiciones como calidades mínimas, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

4.2. Conductores eléctricos.

4.2.1. Circuitos interiores.

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán de cobre aislados, siendo su tensión nominal de aislamiento de 1.000 V.

La sección mínima de estos conductores será la fijada por la instrucción ITC BT 19 y según los anexos de cálculo incluidos en el presente proyecto.

4.3. Conductores de neutro.

La sección mínima del conductor neutro para distribuciones interiores, se especifica según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2.

En instalaciones interiores, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio.

4.4. Conductores de protección.

Según la Instrucción ITC BT 26, en su apartado 6.1.2, los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos.

Se instalarán incluido en la misma canalización los conductores activos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.3.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes inflamables en el edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

4.5. Identificación de los conductores.

Los conductores de la instalación se identificarán por su aislamiento, según el color del mismo:

- Azul para el conductor de neutro.
- Negro, gris o marrón para los conductores de fase.
- Amarillo - verde para el conductor de tierra o protección.
- Rojo para el conductor positivo en el circuito de CC, así como Negro para el conductor negativo en circuito de CC de la instalación fotovoltaica.

4.6. Tubos de protección.

4.6.1. Diámetro de los tubos y número de conductores por cada uno de ellos.

Los diámetros exteriores y las características mínimas para los tubos de protección se definen según la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2, en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables que se prevé.

4.7. Normas de ejecución de las instalaciones. Colocación de tubos de protección.

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

4.7.1. Prescripciones generales.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí haciendo uso de los accesorios adecuados a su tipología y que aseguren la continuidad a los conductores.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2.

Se facilitará la introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, además podrán servir estos registros como cajas de derivación o empalme.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación y sea necesaria su mecanización para ser instalados, se les aplicará pintura antioxidante en estas partes.

Cuando se haga la conexión de puesta a tierra de los tubos metálicos, se garantizará su continuidad eléctrica. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

En ningún caso podrá hacerse uso de tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

4.7.2. Tubos en montaje superficial.

Además de las prescripciones anteriores, cuando los tubos se coloquen en montaje superficial deberán cumplir las siguientes condiciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se deberán colocar adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan. Es conveniente disponer, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberá interrumpirse la continuidad del mismo, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

4.7.3. Tubos empotrados.

De igual modo, cuando los tubos se prevean en una instalación empotrada, además de las prescripciones generales se tendrán en cuenta las siguientes particularidades:

Se llevará a cabo la instalación de tubos empotrados cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo realizarse el enlucido o revoque final posterior a la instalación de los mismos.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor en tramos rectos y 0,5 cm en ángulos y curvas, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o accesorios apropiados, siendo necesario en este último caso, los provistos de tapas de registro que serán accesibles y desmontables una vez terminada la obra.

4.8. Cajas de empalme y derivación.

Las conexiones entre conductores ya sean para empalme o derivación se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión y puesta a tierra correspondiente.

Sus dimensiones permitirán alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se requiera que las entradas de los tubos a las cajas de empalme y derivación sean estancas, deberán emplearse prensaestopas adecuados para tal uso.

Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación. En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple enrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.

4.9. Aparatos de mando y maniobra.

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarían la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones y características tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Serán de calidades tal que permita su accionamiento de unas 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en un lugar visible para el usuario.

4.10. Aparatos de protección.

4.10.1. Protección contra sobreintensidades.

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades motivadas por sobrecargas o cortocircuitos en la instalación.

4.10.2. Protección contra sobrecargas.

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte (magnetotérmicos).

4.10.3. Protección contra cortocircuitos.

Se incorporará dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y/o mecánicos producidos en los conductores y conexiones entre ellos y los distintos aparatos.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

4.10.4. Protección contra corrientes de fuga o descarga eléctrica.

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de fuga o descarga eléctrica que pueda existir en la instalación antes de que pueda provocar una descarga tal capaz de producir un daño a los equipos de la instalación y sus proximidades así como al propio usuario.

Se admiten como dispositivos de protección contra corrientes de fuga el interruptor diferencial con un sistema de corte según una curva característica y una capacidad de detección tal acorde a la normativa vigente.

4.10.5. Ubicación y constitución de las protecciones.

Se instalarán lo más cerca posible del punto de entrada de la instalación fotovoltaica a la edificación donde se realizará la conexión.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

4.10.6. Normativa aplicable a las protecciones eléctricas.

- **Pequeños interruptores automáticos (PIA).**

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A. Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20,25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible,de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B,C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

- **Interruptores automáticos de baja tensión.**

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (I_n).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

- **Fusibles.**

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

- **Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual.**

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

- **Características principales de los dispositivos de protección.**

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad – tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo

contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar. En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

- **Protección contra contactos directos e indirectos.**

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- Vc: Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

4.11. Instalación de puesta a tierra.

La instalación de puesta a tierra se compone de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

4.11.1. Materiales, características y secciones mínimas.

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm² si disponen de protección mecánica y de 4 mm² si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

4.11.2. Tendido de los conductores.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, tendrá la menor longitud posible y sin cambios bruscos de dirección. Estos no se verán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión.

La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que se unirán los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

4.11.3. Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra.

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra que permita medir los valores de resistencia de la toma de tierra.

5. Libro de órdenes.

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

6. Certificados y documentación.

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín de instalación firmado por un Instalador Autorizado.

Antes de la recepción de cada instalación se entregará al Director Facultativo el correspondiente informe detallado, realizado por una OCA en caso de ser necesariamente obligatoria, en el que se exprese el cumplimiento de estos criterios, así como la normativa vigente para su uso.

La empresa instaladora se encargará obligatoriamente de realizar todos los trámites necesarios para la instalación y legalización de la instalación fotovoltaica, redactando los documentos necesarios, estudios o certificados inherentes a tales actuaciones.

7. Ejecución de la instalación.

7.1. Generalidades.

Todo el trabajo se realizará por personal cualificado y especializado, de acuerdo con las prácticas recomendadas y las de los fabricantes del equipo y materiales en cuestión.

Se seguirán, en todos sus puntos, la legislación española y la de otros cuerpos gubernamentales, con jurisdicción al respecto, en especial el Reglamento e Instrucciones de Media y Baja tensión.

El Contratista se pondrá de acuerdo con las otras profesiones para el adecuado desenvolvimiento y coordinación del trabajo.

Todo el trabajo se hará de una forma limpia y bien acabada y el recinto permanecerá y se dejará limpio y libre de residuos.

7.2. Requisitos previos.

Siempre que se indique, sea necesario o sea solicitado, el Contratista deberá presentar, para ser aprobado por la Dirección, lo siguiente:

- Planos constructivos de detalles complementarios a los de este proyecto.

En cualquier momento de la Obra, la Dirección podrá solicitar del Contratista planos constructivos de cualquier parte de la instalación, aplicando las normas contenidas en este proyecto.

- Catálogos completos con croquis, tablas, curvas y dibujos de todos los elementos de la instalación.
- Instrucciones de los fabricantes para instalación, funcionamiento y servicio de todos y cada uno de los equipos.
- Proforma de los pedidos a los distintos fabricantes o suministradores, antes de 30 días después de efectuado el encargo.
- Manguitos, anclajes y cualquier otro elemento que deba ser colocado en la construcción.
- Serán por cuenta del Contratista todos los trabajos (rozas, perforaciones, etc.) debidos al deficiente cumplimiento de los puntos antes citados.

7.3. Protección, ayudas y varios.

- Rozas, cortes y perforaciones

Todo el trabajo se replanteará cuidadosamente, por anticipado, y cualquier corte, roza o perforación que sea necesario realizar se hará únicamente con la autorización previa de la Dirección Facultativa.

- Protección de equipo y materiales

Todo el equipo se cubrirá cuidadosamente para protegerlo del polvo y golpes.

Todos los extremos de conductos y tubería abierta, se protegerán con tapones durante todo el tiempo que dure la Obra.

Será responsabilidad del Instalador la limpieza y conservación de todo el equipo de la Obra e igualmente de la buena presencia de la misma.

A la terminación de la Obra, se limpiarán todos los equipos y materiales, debiéndose entregar toda la instalación en perfectas condiciones.

- Interferencias

Se pondrá especial cuidado, al desarrollar este proyecto, en evitar toda clase de interferencias; por lo tanto, será normal que, si no hay ningún cambio, no aparezca ninguna en la realización de esta instalación.

Antes de la instalación de los conductos y/o tuberías, se revisarán las de fontanería, eléctricas, planos de arquitectura y dibujos de estructura, para prever posibles interferencias con las otras instalaciones existentes o previstas.

Cuando aparezcan interferencias, el Instalador consultará estas con los otros oficios afectados y se llegará a un acuerdo previo, para situar los cambios necesarios para obtener la aprobación de la Dirección.

- Bases de hormigón

El Instalador deberá comprobar los detalles de bases que aparezcan en los planos y deberá facilitar toda posible información adicional procedente de los fabricantes de los distintos equipos, con relación a las bases necesarias.

Aunque el Instalador no tiene incluida la ejecución de las bases de hormigón, deberá controlar su emplazamiento, alineación y nivel; así mismo, deberá suministrar los anclajes y herrajes que deben quedar en el hormigón.

7.4. Modificaciones.

Solo serán admitidas modificaciones a lo recogido en el proyecto por alguna de las siguientes causas:

Cuando así lo decida la Propiedad se reserva el derecho a introducir modificaciones en el Proyecto. Cuando esto ocurra, los boletines, órdenes de modificación, planos, especificaciones o instrucciones relativas a esos cambios se remitirán por la Propiedad y la Dirección Técnica al Contratista, para que tome todas las medidas que resulten necesarias, con el fin de evitar errores en los trabajos.

Mejoras en la calidad, cantidad o montaje de los diferentes componentes de la instalación, siempre y cuando no quede afectado el presupuesto o en todo caso sea disminuido.

Modificaciones de envergadura en la arquitectura del edificio o terreno. En este caso la variación de instalaciones será exclusivamente la que defina la Dirección de Obra o en su caso el Contratistas con la aprobación de la misma.

7.5. Coordinación de los trabajos.

El Contratista coordinará y pondrá los medios necesarios para que esta coordinación tenga la efectividad consecuente tanto con la empresa constructora, como los diferentes oficios o instaladores de otras especialidades que concurran en los montajes del edificio.

En aquellos puntos concurrentes entre dos oficios o instaladores y que por lo tanto pueda ser conflictiva la delimitación de la frontera de los trabajos y responsabilidades correspondientes a cada uno, el Contratista se atendrá al dictamen que sobre el particular indique la Dirección de Obra.

Todas las terminaciones de los trabajos deberán ser limpias, estéticas y dentro del acabado arquitectónico del edificio, esmerando principalmente los trazados de las redes y soportarías de forma que respeten las líneas geométricas y planimétricas de suelos, techos, falsos techos, paredes y otros elementos de construcción e instalaciones conjuntas.

7.6. Materiales y sustituciones.

Cualquier elemento, máquina, material y en general cualquier concepto en el que pueda ser definible una calidad, será el indicado en el proyecto bien determinado por una marca comercial, o por una especificación concreta. Si no estuviese definida una calidad, la Dirección podrá elegir la que corresponda en el mercado a niveles de primera calidad.

Si el Contratista propusiese una calidad similar, exclusivamente la Dirección de Obra definirá si es o no similar.

7.7. Documentación gráfica de obra e instrucciones.

7.7.1. Planos de obra.

El Contratista reflejará en copia de los planos de este proyecto, todas las modificaciones que se consideren necesarias para ser sometidas a la aprobación o rechazo de la Dirección Facultativa. Además una vez realizada la obra deberá modificar los planos de proyecto acorde a estas modificaciones realizadas como planimetría final de obra.

Debe tenerse bien presente que las únicas modificaciones que se podrá haber en la Obra, serán las que ordenen o apruebe la Dirección Facultativa.

7.7.2. Planos de obra acabada, señalización e instrucciones.

Fundamentalmente, los planos de obra, serán los mismos a los de este proyecto, con la adición de las modificaciones que hubiere durante la ejecución de la Instalación.

El Contratista reunirá todas y cada una de las instrucciones de servicio y mantenimiento de cada fabricante de los equipos y materiales instalados, debiendo entregar ejemplares de cada uno al finalizar la obra; asimismo, preparará unas instrucciones de servicio y funcionamiento del conjunto del que deberá entregar también a la dirección Facultativa y Propiedad.

8. Puesta en marcha, pruebas y recepción.

8.1. Generalidades.

La Recepción de la instalación tendrá como objeto, el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de confortabilidad, exigencias de uso racional de la energía, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del Director de Obra, el cual dará fe de los resultados por escrito.

8.2. Recepción de la instalación.

Una vez realizadas las pruebas pertinentes, se procederá a comprobar el funcionamiento de la instalación mediante las operaciones que indique la Dirección Facultativa y recomendaciones de fabricante, para que a su juicio, se pueda considerar la instalación en condiciones de perfecto funcionamiento.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados se dará por terminada la relación contractual adquirida.

8.3. Documentos de recepción de la instalación.

Una vez cumplimentados los requisitos previstos, se realizará el acto de Recepción en el que la firma instaladora, entregará a la Propiedad, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

- Resultados de las pruebas.
- Manual de Instrucciones y recomendaciones.
- Proyecto de ejecución, en la que junto a una descripción de la instalación, se relacionarán todas las unidades y equipos empleados.

**ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD**

ÍNDICE DE EBSS

1.	Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	78
1.1.	Introducción.....	78
1.2.	Objeto del presente estudio.....	78
1.3.	Descripción de las obras.....	80
1.4.	Generalidades	80
1.4.1.	Organización de los trabajos	80
1.4.2.	Personal cualificado y formación en materia de SyS	80
1.4.3.	Instalaciones generales de higiene en la obra.....	81
1.4.4.	Botiquín y primeros auxilios.....	81
1.4.5.	Identificación de riesgos.....	81
1.4.6.	Riesgos profesionales.....	82
1.4.7.	Riesgos de daños a terceros	85
1.5.	Protecciones.....	85
1.5.1.	Protecciones individuales.....	85
1.5.2.	Protecciones colectivas	86
1.5.3.	Protección de daños a terceros	86
1.6.	Normas Generales de Seguridad y Salud	87
1.7.	Legislación Básica Aplicable	88
1.8.	Obligaciones de Contratistas y Subcontratistas	89
1.9.	Consideraciones finales.....	90

1. Estudio Básico de Seguridad y Salud

1.1. Introducción

Aprobada la Ley 31/1995, de 8 de diciembre, de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, queda determinado el marco legal de actuación bajo el amparo de la legislación nacional de la ya existente legislación comunitaria, directiva 92/57/CEE, para la ejecución de cualquier obra de construcción o de ingeniería civil, ya sea pública o privada, asegurando en todo momento la salud de los trabajadores y la eliminación y minoración de los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

1.2. Objeto del presente estudio

Según el art. 4 del R.D. 1627/97 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se fijan cuatro supuestos que delimitan la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud o un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Así pues, será preceptivo redactar el primero en proyectos de obras que se den alguno de los siguientes supuestos:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 Euros (75 millones de pesetas).
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El presupuesto de Ejecución por Contrata de la obra proyectada asciende a la cantidad de:

P.E.C. = 5.034,35 Euros.

El plazo de ejecución de las obras previsto es de 2 días.

La influencia de la mano de obra en el costo total de la misma se estima en torno al 15%, y teniendo en cuenta que el costo medio de operario pueda ser del orden de 27.600 Euros/año por operario (2.300 Euros/mes x operario), obtenemos un total en punta de operarios de:

$$\text{N}^\circ \text{ Operarios} = (5.034,35 \times 0,15) / (2.300 \times 0,1) \cong 3 \text{ operarios}$$

No estando incluida la obra del “*Instalación fotovoltaica en marquesina de aparcamiento para apoyo de punto de recarga de vehículo eléctrico.*” en ninguno de los casos a los que se refiere el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, no es obligatoria la elaboración de un Estudio de Seguridad y Salud, por lo que se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

En él se recogen todos y cada uno de los riesgos profesionales y daños a terceros a los que pudiera dar lugar el desarrollo de los trabajos. Así mismo, se contemplarán las medidas necesarias para la eliminación o minoración de dichos riesgos mediante protecciones individuales y colectivas. Y se relacionarán los documentos de la legislación vigente de aplicación en materia de seguridad y salud en la obra de referencia.

Este Estudio establece por tanto las directrices básicas destinadas a la empresa constructora o instaladora para la puesta en práctica de sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales.

Finalmente, su elaboración y presentación es condición indispensable tanto para el visado colegial como para la obtención de la licencia municipal de obras y demás autorizaciones y trámites exigibles por las distintas administraciones públicas.

1.3. Descripción de las obras

Propiedad/Promotor	Trabajo de Fin de Grado propiedad de Ignacio Cotrina Montoya
Denominación:	<i>Marquesina fotovoltaica para apoyo de punto de recarga de vehículos eléctricos.</i>
Centros de asistencia médica:	Centro de Salud Las Lagunas, Mijas 2,3km. Hospital Benalmádena 14,2km.
Presupuesto:	7.248,96 euros de ejecución (incluido IVA, Gastos Generales y Beneficio Industrial).
Plazo de Ejecución:	2 días
Mano de Obra Empleada:	3 trabajadores en punta de actividad.
Relación resumida de los trabajos a realizar:	Instalación de Fotovoltaica para autoconsumo en punto de recarga de vehículos eléctricos privado.

1.4. Generalidades

1.4.1. Organización de los trabajos

Será necesaria la correcta organización de las distintas tareas y tajos, llevando a cabo una correcta programación de la obra donde se optimicen los recursos disponibles, asignando en cada momento el personal y maquinaria idóneos para la consecución de los objetivos con el menor riesgo posible.

1.4.2. Personal cualificado y formación en materia de SyS

En el lugar en que se desarrollen las obras habrá permanentemente personal cualificado de la empresa con capacidad suficiente para obrar en materia de seguridad y salud, que será el responsable directo del debido cumplimiento de las normas básicas de seguridad.

En el momento de ingreso en la obra, todo el personal recibirá instrucciones adecuadas sobre el trabajo a realizar y los riesgos que pudiera entrañar, así como las normas

de comportamiento que deban exigirse desde el punto de vista de la seguridad y la higiene. Deberán impartirse cursillos de socorrismo y primeros auxilios a las personas más cualificadas de manera que en todo momento haya en el tajo algún socorredor.

Antes del comienzo de nuevos trabajos específicos se instruirá a las personas que en ellos intervengan, sobre los riesgos probables con los que se vayan a enfrentar y el modo de evitarlos.

1.4.3. Instalaciones generales de higiene en la obra

En la obra está prevista una media de 3 trabajadores, por lo que no está prevista la instalación de caseta provisional para vestuario y retretes. Para estos menesteres, se usarán los vestuarios y servicios de la propia fábrica, previa aprobación del coordinador de seguridad y salud.

1.4.4. Botiquín y primeros auxilios

Se dispondrá de un botiquín con el contenido de material especificado en la normativa vigente. Se informará al inicio de la obra, de la situación de los diferentes centros médicos a los cuales deberán trasladar a los accidentados; Es conveniente disponer en la obra y en lugar bien visible, de una lista con teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar el rápido traslado de los posibles accidentados.

1.4.5. Identificación de riesgos

Se analizarán a continuación, teniendo presente las particulares características de la obra objeto del proyecto, aquellas actividades, operaciones o tareas que pudieran ser, por la forma de ejecutarse, potencialmente peligrosas para los trabajadores involucrados en las mismas o para terceros que se pudieran ver afectados de forma accidental.

1.4.6. Riesgos profesionales

Instalación eléctrica:

a) Durante la instalación:

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por uso de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.

b) Durante las pruebas de conexiónado y puesta en servicio de la instalación:

- Electrocutión o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutión o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores, diferenciales, etc.).
- Electrocutión o quemaduras por conexiónados directos sin clavijas macho-hembra.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Conexión a la red eléctrica:

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.

- Electrocuci3n.
- Contactos el3ctricos directos e indirectos, derivados esencialmente de:
 - Trabajos con tensi3n.
 - Intentar trabajar sin tensi3n pero sin cerciorarse de que est3 efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protecci3n.
 - Usar equipos inadecuados o deteriorados.
 - Mal comportamiento o incorrecta instalaci3n del sistema de protecci3n contra contactos el3ctricos indirectos en general y de la toma de tierra en particular. Caídas a distinto nivel.

Maquinaria de obra:

a) Maquinas herramientas generales:

- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyecci3n de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía el3ctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.

b) Herramientas manuales:

- Golpes en las manos y los pies.

- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

Uso de medios auxiliares:

a) Andamios:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.
- Caída de objetos.
- Sobreesfuerzos.

b) Escaleras de mano:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo.
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montaje peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras cortas para la altura a salvar, etc.).

1.4.7. Riesgos de daños a terceros

Vendrán dados por el acceso de un tercero ajeno a las obra a la zona afectada por la misma. En ese caso se podrán producir caídas, atropellos, heridas punzantes,... y en definitiva todos y cada uno de los accidentes anteriormente citados acentuados por la falta de preparación y conocimiento del sujeto pasivo.

1.5. Protecciones

Para la prevención y minoración de cuantos riesgos pudiesen darse durante y tras la ejecución de las obras se procederá al establecimiento de los procedimientos de construcción adecuados primando en todo momento los principios de orden, limpieza y buena ejecución propias de la profesión.

Además se dispondrá de cuantas protecciones individuales y colectivas fuesen necesarias, entre las que pueden citarse las siguientes:

1.5.1. Protecciones individuales

- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Guantes de piel y lona.
- Guantes de látex anti corte.

- Botas antideslizantes.
- Gafas de seguridad anti proyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas anti polvo.
- Cinturón o arnés de seguridad.

1.5.2. Protecciones colectivas

- Vallas de delimitación y prohibición.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cintas de balizamiento.
- Jalones de señalización.
- Extintores.
- Pasarelas sobre zanjas.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.

1.5.3. Protección de daños a terceros

Será obligatoria la señalización de forma continua y adecuada de todos los tajos activos de la obra, impidiendo el acceso a la misma del personal no autorizado. Incluso cuando sea procedente, se evitará el paso de tercero mediante la instalación, además, de vallas de delimitación y prohibición.

1.6. Normas Generales de Seguridad y Salud

Las consideraciones generales aplicables durante la ejecución de la obra serán:

- El mantenimiento de la obra en buenas condiciones de orden y limpieza.
- La correcta elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en marcha y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

1.7. Legislación Básica Aplicable

Serán de aplicación las siguientes normas, decretos y demás figuras legislativas que sean aplicables a la obra de referencia y que tengan como objeto el aseguramiento de la salud y la eliminación o minoración de los riesgos laborales.

- Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Las Obras De Construcción (Real Decreto 337/2010 De 19/03/10).
- Ley De Prevención De Riesgos Laborales (Ley 31/95 De 8/11/95).
- Reglamento De Los Servicios De Prevención (R.D. 39/97 De 17/01/97).
- Orden De Desarrollo Del R.S.P. (Orden Tin/2504/2010 De 20/09/2010).
- Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Los Lugares De Trabajo (R. D. 486/97 De 14/04/97)
- Disposiciones Mínimas En Materia De Señalización De Seguridad Y Salud En El Trabajo (R. D. 485/97 De 14/04/97).
- Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud Relativas A La Manipulación De Cargas Que Entrañen Riesgos, En Particular Dorso lumbares, Para Los Trabajadores (R. D. 487/97 De 14/04/97).
- Protección De Los Trabajadores Contra Los Riesgos (R. D. 286/2006 De 10/03/2006).
- Relacionados Con La Exposición A Agentes Biológicos Durante El Trabajo (R. D. 664/97 De 12/05/97).
- Protección De Los Trabajadores Contra Los Riesgos Relacionados Con La Exposición A Agentes Cancerígenos Durante El Trabajo (R. D. 665/97 De 12/05/97).
- Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud Relativas A La Utilización Por Los Trabajadores De Equipos De Protección Individual (R. D. 773/97 De 30/05/97).
- Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud Para La Utilización Por Los Trabajadores De Los Equipos De Trabajo (R. D. 1215/97 De 18/07/97).
- Reglamento General De Seguridad E Higiene En El Trabajo.
- Ordenanza General De Seguridad E Higiene En El Trabajo (O.M. De 31/01/1940).
- Ordenanza Laboral De La Construcción, Vidrio Y Cerámica (O.M. 28/08/70).
- Reglamento Electrotécnico De Baja Tensión (R. D. 842/2002 De 2/08/2002).

- Reglamento De Aparatos De Elevación Y Manutención De Los Mismos (R. D. 2291/1985 De 8/11/85).
- Protección De Los Trabajadores Frente A Los Riesgos Derivados De La Exposición Al Ruido Durante El Trabajo (R. D. 1316/1989 De 27/10/89).
- Reglamento Sobre Protección Sanitaria Contra Radiaciones Ionizantes (R. D. 783/2001 De 6/07/2001).
- Normas Básicas De La Edificación – Cte.
- Normas Une Sobre Equipos De Protección.
- Convenio Colectivo Provincial De La Construcción.
- Demás Disposiciones Oficiales Relativas A La Seguridad, Higiene Y Medicina Del Trabajo, Que Puedan Afectar A Los Trabajos Que Se Realicen En La Obra.

1.8. Obligaciones de Contratistas y Subcontratistas

Los Contratistas y subcontratista estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la «Ley de Prevención de Riesgos Laborales».
- Cumplir y hacer cumplir al personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud confeccionado a partir de este Estudio.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, así como las disposiciones mínimas expresadas en este Estudio.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las circunstancias del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o en su caso, de la Dirección Facultativa.

1.9. Consideraciones finales

El contratista estará obligado al cumplimiento de todo lo especificado en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, así como a asumir la filosofía del mismo que tiene como fin último la eliminación o minoración de los riesgos que pudieran producirse y así como sus consecuencias.

Para ello deberá conservar en todo momento la obra en un buen estado de limpieza y orden, ejecutando los trabajos de forma adecuada y planificada, asignando a los mismos el personal suficientemente preparado y formado, debiendo poner los medios para que en el desempeño de su oficio los trabajadores se encuentren correctamente equipados y protegidos.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	-----	----------	-----------	----------	--------	---------

CAPÍTULO FV FOTOVOLTAICA

SUBCAPÍTULO FV-01 EQUIPAMIENTO FOTOVOLTAICO

21FVPFTS455	Ud Módulo Fotovoltaico TRINASOLAR 455 Wp Módulo Fotovoltaico monocristalino de 455 Wp, TRINASOLAR TSN455-DE17M(II) o equipo de calidad y prestaciones equivalentes aprobados por la Dirección Facultativa. Incluyendo conexión multicontact, puente de conexión entre paneles de 4 mm ² con conectores Multi-Contact, p.p. de material complementario, pequeño material y mano de obra de montaje. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV	.					
	CS	6		6,00			
					6,00	196,45	1.178,70
20FVES3V	Ud Estructura coplanar de 3 paneles Estructura para instalación coplanar de aluminio anodizado para paneles fotovoltaicos, o similar a aprobar por la D.F., para instalación en cubierta plana de 3 paneles en formato vertical de 60/72 células, para instalación sin inclinación. Incluido p.p. contrapesos y anclajes homologados, material complementario, pequeño material y mano de obra de montaje. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV	.					
	CS	2		2,00			
					2,00	217,80	435,60
20FVEQIN25KWM	Ud Inversor Monofásico SMA 2.5kW Inversor monofásico para autoconsumo conectado a red, de 2,5 kW con 1 seguidor MPPT. SMA SUNNY BOY 2.5 o equipo de calidad y prestaciones equivalentes aprobados por la Dirección Facultativa. Con kit de comunicación integrado de serie con registro de datos, monitorización de instalaciones y Webserver, para visualización y control desde portal solar gratuito y solar App. Incluso material complementario, pequeño material y mano de obra de montaje. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV	.					
	INVERSOR	1		1,00			
					1,00	1.150,30	1.150,30
TOTAL SUBCAPÍTULO FV-01 EQUIPAMIENTO FOTOVOLTAICO							2.764,60

SUBCAPÍTULO FV-02 PROTECCIONES Y MANDO

20FVEQCPC01	Ud Caja de Protecciones circuitos CC. 1 string Caja de Conexiones de circuitos de corriente continua, (CC.), para 1 string FV, marca TOSCANO o similar a aprobar por las D.F., formada por caja de superficie IP-66 para montaje exterior, con tapa atomillada dotada de junta de sellado, prensaestopas para entrada y salida de cables, material complementario, pequeño material y mano de obra de montaje. Incluido seccionador+fusible+protector sobretensión tipo II Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV	.					
	CUADRO CC	1		1,00			
					1,00	470,26	470,26

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
20FVEQCPCA01	Ud Caja de Protecciones circuitos CA. Caja de Conexiones de circuitos de corriente alterna, (CA.), para 1 inversor FV, marca HAGER, SCHNEIDER ELECTRIC o equivalente a aprobar por la Dirección Facultativa, formada por caja de superficie IP-55 para montaje interior o exterior, con tapa atornillada dotada de junta de sellado, prensaestopas para entrada y salida de cables, material complementario, pequeño material y mano de obra de montaje. Según elementos en esquema unifilar. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV						
	CUADRO CC	1		1,00			
					1,00	695,66	695,66
20FVEQEMPA	Ud Medidor trifásico de energía para instalación fotovoltaica Analizador de consumo y generación para instalación fotovoltaica de autoconsumo trifásica, incluso pinzas amperimétricas de medida indirecta, marca SMA modelo SUNNY ENERGY METER 2.0 o similar a aprobar por la Dirección Facultativa, compatible con inversor fotovoltaico de la instalación, permite la monitorización de parámetros en portal web y App. Incluso material complementario, protecciones, pequeño material y mano de obra de montaje. Medida la unidad instalada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV						
	MONITOR CONSUMOS	1		1,00			
					1,00	570,89	570,89
TOTAL SUBCAPÍTULO FV-02 PROTECCIONES Y MANDO							1.736,81

SUBCAPÍTULO FV-03 CABLEADO Y CANALIZACIONES

20FVCETHFTP	m Cable Ethernet, tipo FTP Cable Ethernet, tipo U/FTP, categoría 6, de 4 pares trenzados con conductores de cobre rígido, cubierta de poliolefina termoplástica, de tipo Z1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos., o equivalente a aprobar por la Dirección Facultativa, instalado bajo tubo o en bandeja. Incluye pequeño material y mano de obra. Medida la longitud ejecutada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV						
	CONEX. A RED LOCAL	1	6,00	6,00			
					6,00	5,90	35,40
20FVCCCS6	m Cable solar FLEX-SOL 6mm2 (70A) Unidad de metro lineal de cable solar FLEX-SOL de 6 mm2 (70A) Negro o rojo, para instalación de paneles fotovoltaicos. Incluso material complementario, pequeño material y mano de obra de montaje. Medida la longitud ejecutada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV						
	CABLEADO CC	1	24,00	24,00			
					24,00	2,99	71,76

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
20BTCERZ36	<p>m Manguera 3x6 mm² RZ1-K (AS) 0,6/1kV Manguera de 3x6 mm² RZ1-K (AS), 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado, marca GENERAL CABLE o equivalente a aprobar por la Dirección Facultativa, de características constructivas según norma UNE 21123 (clase mínima CPR Cca-s1b,d1,a1), no propagador de incendio y exento de halógenos. Incluye pequeño material y mano de obra. Medida la longitud ejecutada. INSTALACIÓN FV</p>						
	CABLEADO CA	1	6,00	6,00			
					6,00	5,62	33,72
20BTTP25R	<p>m Canalización rígida PVC de diámetro M25 Canalización para conductores eléctricos de diámetro M25, realizada en tubo rígido de P.V.C. Marca AISCAN o similar a aprobar por la Dirección Facultativa. Incluye parte proporcional de cajas de PVC, piezas especiales, soportes, elementos de fijación, pequeño material y montaje. Instalado según R.E.B.T. Medida la longitud ejecutada. INSTALACIÓN FV</p>						
	CABLEADO CONEX. A RED LOCAL	1	6,00	6,00			
	CABLEADO CC	1	14,00	14,00			
					20,00	1,87	37,40
20BTTP32R	<p>m Canalización rígida PVC de diámetro M32 Canalización para conductores eléctricos de diámetro M32, realizada en tubo rígido de P.V.C. Marca AISCAN o similar a aprobar por la Dirección Facultativa. Incluye parte proporcional de cajas de PVC, piezas especiales, soportes, elementos de fijación, pequeño material y montaje. Instalado según R.E.B.T. Medida la longitud ejecutada. INSTALACIÓN FV</p>						
	CABLEADO CA	1	6,00	6,00			
					6,00	2,35	14,10
TOTAL SUBCAPÍTULO FV-03 CABLEADO Y CANALIZACIONES							192,38
SUBCAPÍTULO FV-04 RED DE TIERRA							
20FVCCRT	<p>PA Red de tierra de instalación fotovoltaica Puesta a tierra de instalación fotovoltaica, compuesta por cable de cobre aislado RZ1-K de sección según esquema unifilar del proyecto, instalado bajo tubo de PVC de 25 mm de diámetro, hasta conexión con red de tierra general del edificio. Incluso material complementario pequeño material, mano de obra de montaje, ayudas de albañilería. Medida la unidad totalmente ejecutada, probada y en funcionamiento. INSTALACIÓN FV</p>						
	RED DE TIERRA	1		1,00			
					1,00	340,56	340,56
TOTAL SUBCAPÍTULO FV-04 RED DE TIERRA.....							340,56
TOTAL CAPÍTULO FV FOTOVOLTAICA							5.034,35
TOTAL.....							5.034,35

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
FV	FOTOVOLTAICA	5.034,35	100,00
-FV-01	- EQUIPAMIENTO FOTOVOLTAICO	2.764,60	
-FV-02	- PROTECCIONES Y MANDO	1.736,81	
-FV-03	- CABLEADO Y CANALIZACIONES	192,38	
-FV-04	- RED DE TIERRA.....	340,56	
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	5.034,35	
	13,00 % Gastos generales	654,47	
	6,00 % Beneficio industrial	302,06	
	SUMA DE G.G. y B.I.	956,53	
	21,00% I.V.A.....	1.258,08	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	7.248,96	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	7.248,96	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SIETE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

, a Mayo de 2023.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En el presente proyecto se ha llevado a cabo el diseño de una instalación fotovoltaica tipo conectada a red para servir de apoyo a un punto de recarga de vehículo eléctrico. Para el caso que definimos a modo ejemplo, al no tener datos concretos sobre perfil de carga y consumo de dicho punto de recarga, se ha adaptado la instalación a máximos permitidos por la superficie de cubierta de una marquesina de aparcamiento individual para vehículo, con unas medidas estándar de 3,5 metros de ancho y 6 metros de largo, sobre la cual se proyecta la ubicación de los paneles fotovoltaicos.

A la vista de los resultados obtenidos sería posible tener un control de amortización si conociéramos tarifa de la compañía eléctrica y perfiles de consumo del consumidor asociado a la instalación, con un coste de instalación acorde a los precios del mercado actual donde se ha tenido en cuenta un sistema llave en mano para el cliente final.

Para el desarrollo del proyecto se ha optado por materiales de alta calidad, denominados como “Premium” dentro del sector fotovoltaico, que nos permiten disponer de un mejor rendimiento y vida útil de la instalación según datos en fichas técnicas aportada por los propios fabricantes. Si bien sería de gran utilidad realizar el mismo estudio, seleccionando materiales con otras características para poder realizar una comparativa de los resultados de producción fotovoltaica así como del estudio económico de presupuesto y amortización final de la instalación proyectada con uno y otros materiales.

Por último, es posible extraer de los resultados obtenidos que el diseño objeto del presente documento alcanza los objetivos que se esperaban, con una instalación capaz de generar una energía eléctrica a la salida del conjunto de aproximadamente 4.281 kWh. A modo ejemplo, si tomamos los datos de consumo energético de entre 15 y 25kWh/100km de un vehículo eléctrico, según la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), y con unos desplazamiento promedio de 300km/semana, se obtiene un kilometraje total de 15.600 km/año, lo que supone un gasto total de energía eléctrica anual estimada de entre 2.340 y 3.900 kWh/año. Siendo por tanto muy beneficioso para la instalación de recarga de vehículo eléctrico, disponer de una instalación fotovoltaica de apoyo que aminore el consumo de red energía eléctrica de la misma, sin tener en cuenta perfiles de carga así como características propias del punto de recarga.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento de instalaciones en edificios RITE (RD: 1218/2002).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT (RD: 842/2002).
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a Red, IDAE.
- Catálogos comerciales de fabricantes (SMA, TRINA SOLAR, HAGER, SCHNEIDER ELECTRIC, SOFAR SOLAR, SUNFER)

Páginas web consultadas:

- Blog sobre la historia de la fotovoltaica Solfy, www.solfy.net/placas-solares/historia-del-panel-solar/
- Agencia Andaluza de la Energía, mesa de autoconsumo, www.agenciaandaluzadelaenergia.es/
- Definición de los parámetros típicos de una instalación fotovoltaica, <http://www.tecnosolab.com/>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, <http://www.energia.gob.es>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), <http://www.idae.es>
- Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), <http://www.anfac.com>
- Red Eléctrica de España, <http://www.ree.es>
- Confederación de Consumidores y Usuarios (CECU), <http://www.cec.eu>