



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Marzo 2016

Índice

- 0. Abstract**
- 1. Memoria**
- 2. Anexos**
 - 2.1. Cálculos**
 - 2.2. Estudio económico**
 - 2.3. Estudio impacto ambiental**
 - 2.4. Estudio Básico de Seguridad y Salud**
 - 2.5. Especificaciones técnicas de los componentes**
- 3. Planos**
- 4. Pliego de condiciones técnicas**
- 5. Presupuesto**
- 6. Conclusions**

0. Abstract

The continuous degradation of environment, due to the generation of energy by conventional processes, such as CO₂ emissions, have caused renewable energies and especially photovoltaic energy to proliferate enormously in the last decade in Europe, thanks mostly to the economic incentives they are put under.

A photovoltaic grid-connected power station of 150kW in the municipality of La Laguna, Tenerife has been designed. This installation has a fixed structure, and it is composed by a total of 480 photovoltaic modules of 315Wp each one, which is equivalent to a total peak power of 151200Wp.

The purpose of this facility is to feed five points of recharge for electric cars, which will be responsible for supplying ten parking spaces. We will provide the installation with five power suppliers of 16 amps and another five power suppliers of 32 amps.

The panels will be distributed throughout the parking, with an exception of 80 panels that will be installed on the Calabaza's roof floor. The panels will be mounted on two different structures: those that are located on the roof will be on floor structures; and those installed in the parking lot on structures that will provide shadow to the cars.

When the panels cannot produce enough energy to satisfy the demand (for example, first hour on the morning when there isn't enough solar radiation) we will put a Dynamic Power Control which will connect the grid.

After the calculation of the installation sizing and the electrical calculations, the calculation of the energy produced in kWh per year comes next. This will allow us to estimate the income generated annually, and therefore will let us know if the accomplishment of this installation FV is or not profitable.



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

I. MEMORIA

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Fecha: marzo 2016

Índice

1.- Aspectos Generales del Proyecto	3
1.1.- Objeto	3
1.2.- Alcance	3
1.3.- Peticionario	3
1.4.- Emplazamiento	4
1.5.- Normativa aplicable.....	5
1.5.1.- Normas de carácter estatal	5
1.5.2.- Normas de carácter autonómico.....	6
1.5.3.- Normas UNE.....	7
2.- Motivación	7
3.- Dimensionado del sistema y componentes.....	9
4.- Sistema fotovoltaico conectado a red.....	9
4.1.- Introducción general	9
4.2.- Componentes de la instalación	10
5.- Componentes de la instalación.....	11
5.1.- Módulos fotovoltaicos	12
5.2.- Soporte para los módulos	15
5.2.1.- Soporte para suelo.....	15
5.2.2.- Marquesinas para aparcamiento.....	16
5.3.- Inversores	16
5.3.1.- Caseta para los inversores	18
5.3.2.- Monitorización y comunicaciones	19
5.3.3.- Salida de los inversores.....	19
5.4.- Contador eléctrico	19
5.5.- Cableado	20
5.5.1.- Tramo placas solares – caja de protección de continua	20
5.5.2.- Tramo caja de protección de continua – inversores.....	21
5.5.3.- Tramo inversores- cuadro de protección de alterna.....	21
5.5.4.- Tramo cuadro de protección de alterna–contador.....	21

5.5.5.- Tramo contador – Cuadro General de Protección del CT.....	22
5.5.6.- Tramo cuadro de protección de alterna. – cuadro de protección de los puntos de recarga.....	22
5.5.7.- Tramo cuadro de protección de los puntos de recarga – puntos de recarga.....	22
5.6.- Protecciones Eléctricas	23
5.6.1.- Protecciones de corriente continua.....	23
5.6.2.- Protecciones de corriente alterna.....	24
5.7.- Puesta a tierra.....	26
5.8.- Puntos de recarga	26
5.8.1.- Modos de recarga	26
5.8.2.- Tipos de recarga	28
5.8.3.- Tipos de conectores	28
5.8.4.- Comunicaciones de los postes de recarga	32
5.9.- Control Dinámico de Potencia	33
5.9.1.-Conexiones del CDP-G	35
6.- Presupuesto.....	37
7.- Bibliografía.....	37

1.- Aspectos Generales del Proyecto

1.1.- Objeto

El objeto del presente proyecto es realizar el Trabajo Fin de Grado del grado universitario de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, y de poner en práctica los conocimientos que se han adquirido durante el mismo.

Se realizará el acondicionamiento del aparcamiento de la facultad de Física y Matemáticas de la sección de Ciencias de la Universidad de La Laguna, con el objetivo de instalar un generador fotovoltaico para abastecer 10 puntos de recarga para vehículos eléctricos.

Por tanto, los objetivos técnicos propuestos para este proyecto son los de definir, justificar, medir y presupuestar el diseño de la instalación fotovoltaica y demás componentes de la planta.

1.2.- Alcance

El alcance del proyecto se destina a la instalación de paneles solares para la captación de energía solar y el dimensionamiento de la instalación eléctrica de los mismos. Además, se realizara la instalación eléctrica de los puntos de recarga para vehículos eléctricos, y se estudiará la posibilidad de instalar un sistema de tarificación para los usuarios que utilicen dichas instalaciones.

1.3.- Peticionario

El petionario del presente proyecto es la Escuela de Ingeniería y Tecnología con domicilio en Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n, La Laguna.

1.4.- Emplazamiento

La instalación del generador fotovoltaico se realizará en el aparcamiento de la Facultad de Física y Matemáticas situado en la Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna, lugar claramente definido en el plano N° 1 que acompaña este Proyecto.

Se trata de un aparcamiento de 3000 m² y cuenta con 182 plazas de aparcamiento. El punto de conexión de la instalación fotovoltaica se encuentra en el mismo aparcamiento, en el centro de transformación que se encuentra en él.

En función de la irradiación media de los últimos años, España se divide en cinco zonas climáticas, como se puede observar en la siguiente figura:

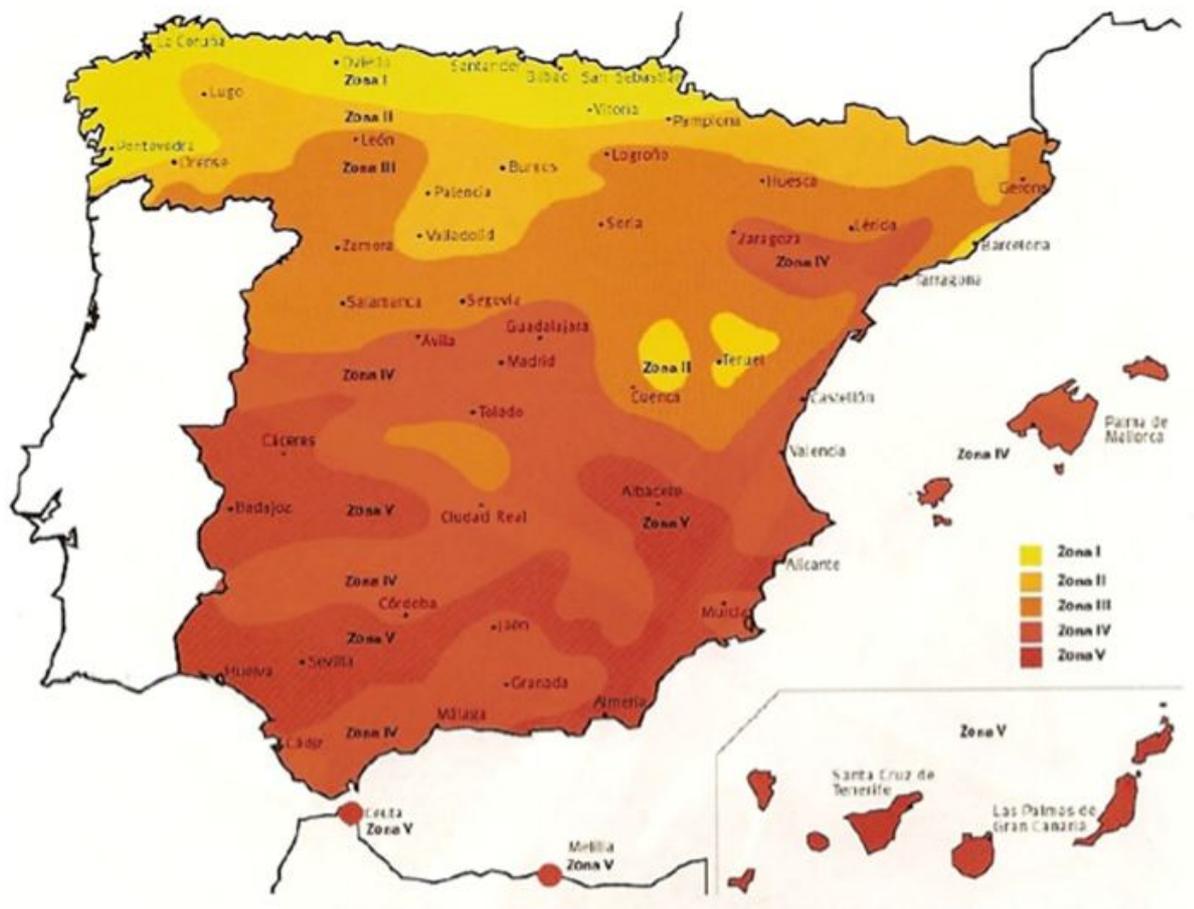


Figura 1 Zonas climáticas de España en función de la irradiación

Zona Climática	I	II	III	IV	V
Irradiación media diaria (kW·h/m ²)	< 3,8	3,8 – 4,2	4,2 – 4,6	4,6 – 5,0	> 5,0

Tabla 1 Irradiación según las zonas climáticas

Por tanto, nuestra instalación se encuentra en zona climática, lo que quiere decir que por cada metro cuadrado de placas solares que instalemos se tendrán más de 5 kW·h. Se puede deducir, que el emplazamiento escogido puede dar un buen rendimiento energético.

1.5.- Normativa aplicable

Para la ejecución de las instalaciones, se tendrán en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

1.5.1.- Normas de carácter estatal

- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y modificaciones posteriores.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo
- Real Decreto 773/97, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección personal
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Real Decreto 647/2011, de 9 de Mayo, por el que se regula la actividad del gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 <<Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos>>, del Reglamento Electrotécnico para baja tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, IDEA, de julio de 2011.

1.5.2.- Normas de carácter autonómico

- -Real Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se regula la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Orden de 16 de Abril de 2010, por el que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de ENDESA Distribución Eléctrica S.L.U y Distribuidora Eléctrica del Puerto de la Cruz S.A.U en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canaria.
- Ley 11/1997, de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario
- Decreto 161/2006, de 8 de noviembre, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

1.5.3.- Normas UNE

- UNE 21.1002: Cables de tensión asignada hasta 450/750V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.

- UNE-EN-50.102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos (código IK).

- UNE 21144-3-2: Cables eléctricos. Cálculos de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia

2.- Motivación

La idea de diseñar este proyecto ha surgido en apoyo a las energías renovables, de proyectar un sistema que, aunque en ciertos momentos no esté apoyado 100 % por energía limpia, durante el tiempo de vida de la instalación (alrededor de 25 años) fomente el uso de estas energías, al igual que el de los coches eléctricos, y proporcione beneficios a la empresa.

Para fomentar el uso de estas energías limpias, en este caso energía solar, se ha decidido instalar en el aparcamiento de la facultad de Física y Matemáticas, un sistema para que los usuarios puedan abastecer de energía sus vehículos eléctricos. Para ello, se emplearán módulos fotovoltaicos sobre pérgolas, que a la vez sirvan de protección para los coches en caso de lluvia, o que proporcionen sombra en caso de mucho sol. Además un conjunto de estos módulos se dispondrá sobre el tejado de uno de los edificios de la facultad para así aprovechar aún más la captación solar.

Se trata de un proyecto con vistas de futuro, ya que actualmente en Canarias, el coche eléctrico no está totalmente implantado y no será aún una fuente fiable de ingresos. A pesar de ello, se recogen datos estadísticos en los que se puede observar un aumento de ventas de estos vehículos en España.



Figura 2 Ventas de vehículos eléctricos en España

Como comprobamos en la figura 2, es un mercado en crecimiento y que aún necesita tiempo. Sin embargo, confiamos en su desarrollo, sobre todo, aquí en Canarias, donde los trayectos a realizar son muchos más cortos y su uso estaría más que justificado. Es en estos trayectos, en ciudad, con atascos, etc. donde se consume mayor cantidad de combustible y se emiten gran cantidad de gases contaminantes; y es en este punto donde el vehículo eléctrico tiene un impacto ambiental cero.

3.- Dimensionado del sistema y componentes

La instalación solar que se proyecta de 150 kW estará compuesta de 480 paneles fotovoltaicos, cada uno de ellos de 315 Wp. Estos paneles se agruparan para alimentar a 6 inversores de 25 kW. La potencia pico instalada por inversor será de 25,2 kW.

El objetivo de esta instalación es la de alimentar 5 puntos de recarga, que se encargarán de abastecer a 10 plazas de aparcamiento. Se dispondrán 5 tomas para carga lenta a 16 amperios, y otras 5 tomas para recarga semi-rápida que se realizará a 32 amperios.

Los paneles se distribuirán a lo largo del aparcamiento, a excepción de 80 paneles, que se instalarán en el suelo de la azotea del edificio Calabaza. Los paneles ocuparán una superficie total de 1282,6 m² distribuidos de la forma anteriormente descrita. Los paneles se montarán sobre dos estructuras diferentes: las que están ubicadas en la azotea del edificio Calabaza estarán sobre estructuras de suelo; y las que se instalan en el aparcamiento irán sobre pérgolas que servirán a la vez, de refugio para los coches.

Estos paneles tendrán un montaje general, lo que supone que tienen como único objetivo la producción energética mediante la tecnología fotovoltaica.

Cuando se dé la circunstancia de que los paneles no produzcan la energía que se solicita (por ejemplo, a primera hora de la mañana que aún no hay la suficiente radiación solar), se dispondrá a la salida de los inversores, un controlador dinámico de potencia que permitirá conectar la señal de la red eléctrica. En los casos en los que la producción fotovoltaica sea escasa, este controlador permitirá el paso de la red eléctrica. Si, por el contrario, se produce un excedente en la producción fotovoltaica, este dispositivo se encargará de inyectar esta energía a la red eléctrica.

4.- Sistema fotovoltaico conectado a red

4.1.- Introducción general

Una instalación fotovoltaica consiste en un conjunto de elementos capaces de transformar directamente la radiación solar en energía eléctrica. La corriente continua que aparece en las células fotovoltaicas se convertirá mediante un inversor en corriente alterna y, tras haber sido transformada se utilizará para la alimentación de los puestos de recarga de los vehículos eléctricos.

A continuación, se muestra un sistema fotovoltaico conectado a la red típico. En nuestro caso, en vez de conectarse a la red, la salida AC de los inversores se conectará con los puntos de recarga.

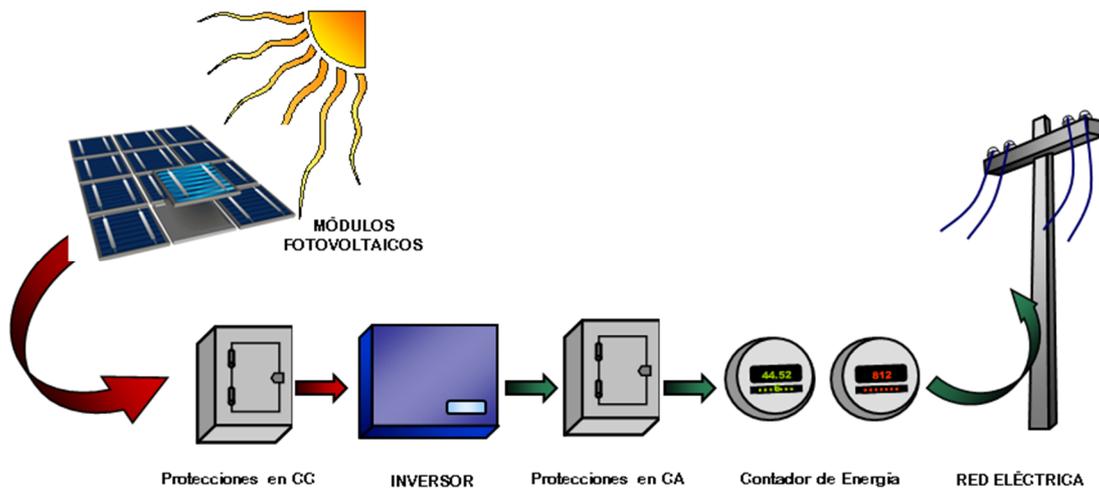


Figura 3 Sistema Fotovoltaico Conectado a Red

4.2.- Componentes de la instalación

Un sistema fotovoltaico de conexión a red está formado por:

- Generador fotovoltaico: está formado por un grupo de módulos fotovoltaicos que se asocian según las necesidades específicas de cada emplazamiento y, a su vez, cada módulo fotovoltaico está formado por componentes básicos que se denominan células fotovoltaicas.
- Inversor: este dispositivo es el encargado de transformar la tensión y corriente que reciben, de manera que los adaptan a los usos específicos a los que vaya destinado en cada caso. Por tanto, es el encargado de convertir la corriente continua (CC) que recibe de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna (AC).
- Protecciones de corriente continua: estas protecciones se sitúan dentro de los cuadros de protección, en los que se encuentran los fusibles y seccionadores necesarios para la protección de esta parte de la instalación.
- Estructura soporte: sirven para la instalación de los módulos fotovoltaicos. En este proyecto habrá de dos tipos: soporte para instalación en el suelo de las placas y

marquesinas para aparcamiento que tendrán dos funciones; por un lado, servirán como apoyo para las placas solares, y por otra dotarán de sombra al aparcamiento de la facultad.

- Protecciones de corriente alterna: estas protecciones se sitúan dentro de los cuadros de protección, en los que se encuentran los interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales.
- Control dinámico de potencia (CDP): tiene por objetivo ajustar el nivel de producción de energía de uno o varios inversores en una instalación fotovoltaica al consumo del usuario.
- Cableado: son los conductores necesarios para unir las distintas partes de la instalación. Se calculan en función de la intensidad que vaya a pasar a través de ellos, por tanto, tendrán la sección adecuada para dicha corriente.
- Tubos protectores: son los tubos necesarios donde se albergan los cables tanto de continua como de alterna. Su elección se hace en función del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y en particular, de su ITC-BT-21. La sección de éstos será la adecuada para el número y la sección de los cables.

5.- Componentes de la instalación

La planta de generación fotovoltaica que se quiere diseñar, posee una potencia nominal de 150 kW repartidos uniformemente en 6 inversores de 25 kW. A continuación, se puede ver una tabla resumen de las características de la instalación:

Características de la planta fotovoltaica	
Potencia Nominal	150 kW
Potencia pico o máxima	151,2 kW
Panales fotovoltaicos	Atersa A-315M
Número de paneles	480
Tipo de inversores	Sunny Tripower 25000TL
Número de inversores	6

Tabla 2 Características instalación fotovoltaica del parking de la Facultad de Física y Matemáticas

5.1.- Módulos fotovoltaicos

A la hora de elegir el modelo de panel solar que se va a instalar, se ha tenido en cuenta el rendimiento de los mismos. Por ello, el silicio amorfo se descarta por su bajo rendimiento. Barajamos la posibilidad de instalar placas de silicio monocristalino o policristalino, por tanto, decidimos instalar placas de silicio monocristalino pues nos ofrecen un mayor rendimiento en menos área de ocupación, ya que al tener mayor rendimiento que las de silicio policristalino, se necesitarán un número menor de paneles.

El módulo solar utilizado es el modelo A-315M ULTRA de 315 Wp, del fabricante ATERSA. Posee el marcado CE, protección clase II y garantía de calidad de 25 años. Permiten un rápido montaje gracias a una conexión sencilla de los cables eléctricos.



Figura 4 Módulo A-315M de ATERSA

Está formado por 72 células de silicio monocristalino de alto rendimiento. Las células están dispuestas entre dos láminas de etil vinilo acetato y una capa posterior de Tedlar-poliéster-Tedlar para garantizar el aislamiento eléctrico y a los agentes climáticos.

A continuación, se adjuntan las características técnicas del módulo solar utilizado:

Características físicas	Descripción
Células	72 de silicio monocristalino
Medidas	1965x990x40 mm
Peso	24 kg
Conectores	TYCO MC-04
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1200 mm

Tabla 3 Características físicas panel A-315M

Característica	Descripción
Temperatura máx del módulo	-40 °C a +85°C
Tensión máxima del sistema	1000 V
Carga máxima nieve	5400 Pa
Carga máxima viento	2400 Pa

Tabla 4 Características mecánicas panel A-315M

Valores límite	Descripción
Coefic. T ^a corriente cortocircuito	0,03% /°C
Coefic. T ^a tensión circuito abierto	-0,34% /°C
Coefic. T ^a potencia MPP	-0,43% /°C
TONC	47±2 °C

Tabla 5 Características térmicas panel A-315M

Datos eléctricos	Descripción
Potencia máxima admisible	315 W
Corriente cortocircuito	8,94 A
Tensión circuito abierto	45,72 V
Corriente MPP	8,45 A
Tensión MPP	37,3 V
Rendimiento	16,19 %

Tabla 6 Características eléctricas panel A-315M

Todos los datos eléctricos están medidos para condiciones estándar: 1000 W/m² de radiación y 25 °C de temperatura de célula.

Los paneles fotovoltaicos van a ser posicionados con un mismo ángulo de inclinación y orientación durante todo el año. Estarán sujetos por estructuras soporte que dependerán del sitio en que vayan a instalarse (en la azotea o en el aparcamiento).

5.2.- Soporte para los módulos

Es importante destacar que el diseño de las estructuras no entra dentro del objeto de este proyecto.

Con esta premisa, en esta instalación se tendrán dos tipos de soportes: uno de suelo que se instalará en la azotea del edificio Calabaza; y otro que serán marquesinas de aparcamiento especialmente diseñadas para albergar a las placas y dotar de sombra al aparcamiento.

Los fabricantes de dichas estructuras aseguran que los soportes aguantarán las cargas debidas al propio peso de los módulos y las cargas de viento características de la zona. Además, estas estructuras deberán satisfacer las especificaciones mínimas que establece el IDEA para este apartado.

5.2.1.- Soporte para suelo

En la azotea del edificio calabaza se instalarán 80 paneles sobre el soporte de suelo para superficie plana de TECHNO SUN. Harán falta 80 estructuras y los paneles se instalarán de forma horizontal, tal y como se refleja en el documento Planos.

Tiene unas dimensiones de 1642x994 mm y permite variar el ángulo de inclinación de las placas desde los 10 hasta los 60°.



Figura 5 Soporte para suelo

5.2.2.- Marquesinas para aparcamiento

Se dispondrán en el aparcamiento y servirán de soporte para 400 placas. Cada estructura está diseñada para cubrir dos plazas de aparcamiento, y sus dimensiones son de 5x5 metros; además, se pueden instalar hasta 15 placas por cada una de ellas. Por tanto, se necesitan 32 marquesinas, 16 para cada lado.

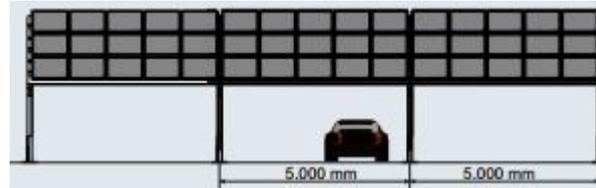


Figura 6 Dimensiones marquesinas

Esta estructura está fabricada en acero S235 y todos los elementos estructurales (así como la tornillería) son galvanizados en caliente por inmersión según UNE-EN ISO1461.

Los paneles se pueden instalar en cualquier posición, pero en este caso, por un motivo de espacio y para evitar las sombras, se ha decidido instalar en vertical.



Figura 7 Marquesinas

5.3.- Inversores

El modelo de inversor escogido es el SUNNY TRIPOWER 25000TL-30, de 25 kW y fabricado por SMA Solar Technology. Se conecta por un lado al conjunto de paneles fotovoltaicos de los que recibe la energía eléctrica en forma de tensión continua y, por otro lado, al cuadro de protección de corriente alterna.



Figura 8 Inversor Sunny Tripower 25000TL

El inversor SUNNY TRIPOWER 25000TL presenta las siguientes características:

Valores de entrada (DC)	
Rango de tensión MPP	390 – 600 V
Tensión máxima	1000 V
Corriente máxima	33 A
Número de entradas	2
Strings por entrada de MPP	3
Potencia máxima de CC	25500 W

Tabla 7 Características de entrada del inversor Sunny Tripower 25000TL

Valores de salida (AC)	
Potencia nominal	25000 W
Corriente máxima	36,2 A
Tensión nominal	400 V
Frecuencia nominal	50 Hz
Coseno de phi	1
Distorsión armónica (THD)	≤ 3%
Eficiencia máxima	98,3 %
Eficiencia europea	98,1 %
Autoconsumo nocturno	1 W

Tabla 8 Características de salida del inversor Sunny Tripower 25000TL

Como se puede ver, el inversor elegido trabaja con una potencia de entrada máxima de 25500 W y una tensión de entrada mínima de 390 V.

La potencia total generada por nuestros módulos fotovoltaicos es de 151,2 kW, por lo que utilizando 6 inversores de los elegidos, se cumple con las especificaciones de los paneles. Por tanto, la potencia instalada de la instalación es de 150 kW.

Además los inversores vienen equipados con un ventilador inferior que evacúa 40 m³/h.

5.3.1.- Caseta para los inversores

Para albergar a los inversores se ha optado por instalar una caseta prefabricada. A la hora de elegir cual se quería instalar, se ha buscado que la caseta elegida tuviera una ventilación adecuada de la misma.

La caseta elegida es la CMT SOLAR 4800. Además, en este cuarto también irá alojado la caja de derivación y los dispositivos de protección de los 5 postes de recarga.

Para ver la situación del mismo, se dispone del plano nº 2.

5.3.2.- Monitorización y comunicaciones

Este inversor permite la comunicación vía puerto serie RS-485. Mediante este serial se conectará al Control Dinámico de Potencia, que será el encargado de gestionar la comunicación de la planta. Además, también se podrá transmitir las principales variables de funcionamiento de los inversores. Para más información, ver anexo I, cálculos.

5.3.3.- Salida de los inversores.

La salida de los seis inversores se llevará hasta el centro de transformación a un cuadro de protección que se dispondrá allí. En esta caja se conectarán los inversores en paralelo consiguiendo que las intensidades se sumen y se tenga a la salida la intensidad total de salida. Además a la salida de esta caja, se llevará a cabo la conexión de los inversores con la red eléctrica mediante un contador trifásico bidireccional.

5.4.- Contador eléctrico

Se dispondrá de un contador de producción de forma que se contabilice la energía que produce la instalación fotovoltaica. Estará ubicado en el centro de transformación del aparcamiento, seguido del cuadro de protección de los inversores. Estará a una altura de 1 metro con respecto al suelo.

Debido a la instalación objeto de estudio, y sus características eléctricas, se instalará un contador bidireccional, completamente independiente del contador ya instalado en el centro de transformación, situado en el último tramo de la instalación, es decir en la zona de corriente alterna, y de forma que tenga fácil acceso para el personal de la empresa a la que se venda la energía (UNELCO). Será bidireccional para garantizar la medición tanto de la salida de energía eléctrica, como la inyección a red.

Para ello, se ha elegido el contador bidireccional CIRWATT B 140D de la marca CIRCUTOR, para aplicaciones trifásicas.

Características del contador	
Tensión nominal	2x230 (400) V
Consumo	< 2 W
Frecuencia	50 – 60 Hz

Tabla 9 Características del Contador CIRWATT B 140D

5.5.- Cableado

Se deben dimensionar bien las secciones de los cables ya que según la ITC-BT-40, la caída de tensión permitida desde los generadores hasta el punto de conexión con la red de distribución no debe ser superior al 1,5 %.

5.5.1.- Tramo placas solares – caja de protección de continua

Esta parte de la instalación trabaja con corriente continua. Para determinar la sección del cableado, se tiene en cuenta la corriente máxima producida por los módulos fotovoltaicos, la caída de tensión máxima permitida y la longitud de cada tramo.

Para unir los módulos con las cajas de continua se utilizará el cable EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS), con aislamiento de elastómero termoestable libre de halógenos y cubierta de misma material; tensión asignada de 1,8 kV DC / 1 kV AC.

Este tramo estará formado por cables de secciones de 6 mm² para los generadores 1 y 2, de 10 mm² para los generadores 3, 4 y 5 y de 16 mm² para el generador 6, que es el más alejado.

El tramo de cableado de los generadores 1 y 5 irá fijado a la pared o sobre la cubierta de las marquesinas cuando proceda. El diámetro de los tubos será de 25 mm.

El tramo de cableado de los demás generadores (2, 3, 4 y 6) irá sobre cubierta hasta el punto de bajada a la zanja en tubos de 25 mm. Para el tramo enterrado la sección de los tubos protectores cambia a 63, 75, 75 y 90 mm, respectivamente.

5.5.2.- Tramo caja de protección de continua – inversores

En este tramo se ha utilizado el mismo cable y las mismas secciones que en el tramo anterior. Las salidas de las cajas de continua se llevarán en tubos fijados a la pared de la caseta de inversores mediante bridas diseñadas para tal efecto. El diámetro de los tubos protectores será de 20 mm para los generadores 1, 2 y 3; y de 32 mm para los demás.

5.5.3.- Tramo inversores- cuadro de protección de alterna.

Para la zona de conexión entre el inversor y el cuadro general de baja tensión del centro de transformación se utilizará el cable unipolar XZ1FA3-K (AS), también de EZXHELLENT SOLAR. Se trata de un cable con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de elastómero termoestable libre de halógenos.

Al contar con 6 inversores, las salidas de estos se llevarán a una caja en la que se conectarán los inversores en paralelo. Esta línea resultante es la que conectará con la alimentación de los puntos de recarga y con el contador eléctrico.

La sección de este cable se dimensionará teniendo en cuenta la distancia hasta el centro de transformación, que es de 118 metros; la intensidad que circula por el conductor es de 45,2 A y que la caída máxima de tensión será menor del 1 %.

En este tramo los conductores tendrán una sección de 95 mm², el neutro será de 50 mm² y el diámetro del tubo protector de 140 mm.

5.5.4.- Tramo cuadro de protección de alterna–contador

Este será el siguiente tramo a unir, cuya distancia es de 1 metro, ya que el contador se dispondrá lo más cerca posible del cuadro de protección.

Para el tramo del cuadro general de baja tensión hasta los puntos de recarga, se utilizará conductor POWERFLEX RV-K, de tensión asignada 0,6/1 kV, no propagación de la llama y de reducida emisión de halógenos.

La intensidad que circulará por este conductor es de 216,8 A y que la máxima caída de tensión es del 1 %, la sección que tendrá este cable será de 95 mm² para las fases y de 50 mm² para el neutro.

5.5.5.- Tramo contador – Cuadro General de Protección del CT.

El último tramo para conseguir la conexión a red es unir la salida del contador de energía con la CGP del centro de transformación, para verter la energía a la red.

La distancia entre el contador y el CGP es de 0,55 metros y el cableado irá entubado fijado a la pared del centro de transformación.

La sección de este cable debe dimensionarse teniendo en cuenta que la caída de tensión máxima es del 1 %, que la distancia entre los dispositivos es de 0,5 metros y que la intensidad que circula por la línea es de 216,8 A. Se obtiene una sección de 25 mm² para las fases, 16 mm² para el neutro y un diámetro para la canalización de 40 mm.

5.5.6.- Tramo cuadro de protección de alterna. – cuadro de protección de los puntos de recarga

Del cuadro de protección de los inversores también sale una línea que se encargará de alimentar a los puntos de recargas en el aparcamiento. Esta línea saldrá del cuadro de protección de los inversores situado en el centro de transformación hasta el cuadro de protección de los puntos de recarga que se situará en el cuarto de inversores. El tramo discurrirá enterrado bajo tubo en una zanja.

La sección de este cable se dimensionará conociendo la distancia hasta el cuadro de protección que es de 96.55 metros, la intensidad que circulará por la línea que es de 168,75 A y la caída de tensión máxima permitida para este tramo (1,5 %).

Por tanto el conductor tendrá una sección de 95 mm² para las fases y 50 mm² para el neutro. Este tramo irá hasta la caseta de inversores enterrado y el diámetro de la canalización es de 140 mm.

5.5.7.- Tramo cuadro de protección de los puntos de recarga – puntos de recarga

De este cuadro de protección saldrá cada uno de los circuitos que conectará con los postes de recarga. Para dimensionar esta sección se tiene que tener en cuenta la caída de tensión máxima que es del 3 %, la intensidad que circulará por cada línea (se adjunta tabla a continuación para cada punto de recarga) y la longitud de los mismos.

Circuito	Sección (mm²)
PR1 (2 x 3,6 kW)	25
PR2 (2 x 3,6 kW)	25
PR3 (1x3,6 kW y 1x7,2 kW)	25
PR4 (2 x 7,2 kW)	25
PR5 (2 x 7,2 kW)	25

Tabla 10 Secciones de los cables de los puntos de recarga

Por tanto, para este tramo, la sección de las fases será de 25 mm² y la del neutro de 16 mm².

5.6.- Protecciones Eléctricas

Toda instalación eléctrica debe llevar una serie de protecciones para evitar que ninguna persona o equipo puedan sufrir daño alguno. Estas protecciones son diseñadas acorde con el REBT. En la presente instalación, se van a distinguir los siguientes tipos de protecciones:

- Protecciones de corriente continua DC
- Protecciones de corriente alterna AC en baja tensión

5.6.1.- Protecciones de corriente continua

Es necesario instalar una serie de protecciones en la parte de continua, es decir, entre los módulos fotovoltaicos y los inversores, con el fin de obtener un grado de protección adecuado. Estas protecciones estarán alojadas en cajas de conexión en la caseta de inversores. La caja será del fabricante CAHORS, y todos los elementos irán instalados en su interior, y se necesitarán 6 cajas (una por generador).

Los elementos que conforman cada caja son:

- 10 fusibles de 16 A cilíndrico de 10x38 mm y tensión asignada 900 V
- 1 interruptor general de generador de tensión nominal 750 V y 55 A

Las dimensiones de las cajas de protección son: 500x400x200 mm y su grado de protección es IP66.



Figura 9 Caja de protección DC

5.6.2.- Protecciones de corriente alterna

El conjunto de protecciones referentes a corriente alterna engloba al total de las protecciones del tramo inversor-centro de transformación. Estas protecciones se pueden dividir en dos grupos:

- Protecciones generales
- Protecciones de los puntos de recarga

Todos los elementos de protección van a ser integrados en el cuadro general de baja tensión que se encuentra en el centro de transformación. Los cuadros donde se van a integrar las protecciones cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN-60439.1.

5.6.2.1.- Protecciones generales

La línea de los inversores hasta el cuadro de protección de alterna se protege con los siguientes dispositivos: interruptor magnetotérmico de 4 polos, intensidad nominal 63 A y poder de corte de 6 kA; e interruptor diferencial con una sensibilidad de 300 mA e intensidad nominal 63 A. Ambos serán de la marca Schneider Electric.

5.6.2.2.- Protecciones de los puntos de recarga

Las protecciones de los puntos de recarga se limitan a una serie de interruptores magnetotérmicos y diferenciales de la marca Schneider Electric como puede observarse en los esquemas unifilares correspondientes. Se instalarán las siguientes protecciones:

Protecciones de los puntos de recarga	
Denominación	Unidades
Interruptor Control de Potencia 100 A, poder de corte 6 kA.	1
Interruptor diferencial 4P 80 A; 300 mA	1
Interruptor magnetotérmico 2P, 40 A, poder de corte 6 kA	2
Interruptor magnetotérmico 2P, 63 A, poder de corte 6 kA.	1
Interruptor magnetotérmico 2P, 80 A, poder de corte 6 kA.	2
Interruptor diferencial 2P, 40 A; 30 mA	2
Interruptor diferencial 2P, 63 A; 30 mA	1
Interruptor diferencial 2P, 80 A; 30 mA	2

Tabla 11 Dispositivos de protección de los puntos de recarga

Estas protecciones se alojarán en una caja de distribución, de tipo superficial que se instalará en la caseta de inversores. El modelo elegido es GOLF VS de 24 módulos, del fabricante HAGER.



Figura 10 Caja donde se alojarán las protecciones de los puntos de recarga

5.7.- Puesta a tierra

Es imprescindible disponer de una instalación de puesta a tierra para proteger tanto a las personas como a los equipos ante un posible riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto accidental con masas puestas en tensión.

La puesta a tierra del campo fotovoltaico tiene la misión de proteger a la instalación frente a sobretensiones producidas por descargas atmosféricas. La puesta a tierra del campo fotovoltaico se ha calculado en base a que la resistencia final no supere los 80 Ω .

A esta tierra se conectarán todos los elementos del sistema fotovoltaico: placas solares, estructuras, inversores, etc.

La instalación de puesta a tierra se realizará en un terreno pedregoso cubierto con césped y se conseguirá gracias a 10 picas recubiertas de cobre de 2 metros de longitud conectadas en paralelo.

5.8.- Puntos de recarga

Para la elección de los puntos de recarga, primero se he realizado un estudio de los modos y tipos de recarga. En primer lugar, se presentan los modos de recarga.

5.8.1.- Modos de recarga

- Modo 1: Infraestructura de recarga en toma tipo “Schuko” (toma doméstica) sin comunicaciones entre infraestructura de carga y vehículo eléctrico.



Figura 11 Modo 1 de recarga

- Modo 2: Infraestructura de recarga en toma tipo “Schuko” en pared, con sistemas de función piloto incluidos en el cable. El cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto que sirve para verificar la correcta conexión del vehículo a la red.



Figura 12 Modo 2 de recarga

- Modo 3: Infraestructura de recarga en toma tipo “Mennekes” con hilo piloto de comunicación integrado. Los dispositivos de control y protecciones ya se encuentran dentro del propio punto de recarga.



Figura 13 Modo 3 de recarga

- Modo 4: Infraestructura de recarga con inversor a corriente continua. Sólo aplica a recarga rápida.



Figura 14 Modo 4 de recarga

Además, para el estudio de los puntos de recarga, también se ha tenido que tener en cuenta los tipos de recarga.

5.8.2.- Tipos de recarga

- Recarga convencional (16 Amperios): la recarga convencional aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 8 horas aproximadamente.

La carga convencional monofásica emplea la intensidad y voltaje eléctricos del mismo nivel que la propia vivienda, es decir, 16 amperios y 230 voltios. Esto implica que la potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 3,6 kW.

- Recarga semi-rápida (32 Amperios): la recarga semi-rápida aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 4 horas aproximadamente.

La carga semi-rápida emplea 32 amperios de intensidad y 230 VAC de voltaje eléctrico. Esto implica que la potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 7,2 kW.

- Recarga rápida: la recarga rápida emplea una mayor intensidad eléctrica y, además, entrega la energía en corriente continua, obteniéndose una potencia de salida del orden de 50 kW.

Esta solución es la que, desde el punto de vista del cliente, se asemeja a sus hábitos actuales de repostaje con un vehículo de combustión. Las exigencias a nivel eléctrico son mayores que en la recarga convencional. Lo que puede implicar la necesidad de adecuación de la red eléctrica existente.

5.8.3.- Tipos de conectores

Los tipos de conectores todavía no están estandarizados a nivel mundial. La norma IEC 62196-2:2011 recoge los distintos tipos de conectores existentes, sin embargo la 62196-2 solo contempla la recarga en corriente alterna, la recarga en corriente continua (Tipo 4) está recogida en el IEC 62196-3. A continuación se detallan los conectores utilizados:

- Conector doméstico tipo Schuko, responde al estándar CEE 7/4 Tipo F y es compatible con las tomas de corriente europeas. Tiene dos bornes y toma de tierra y soporta corrientes de hasta 16 A, sólo para recarga lenta y sin comunicación integrada. Lo podemos encontrar en múltiples electrodomésticos.

- Tipo 1 o Conector SAE J1772, a veces conocido también como Yazaki. Es un estándar norteamericano, y es específico para vehículos eléctricos. Mide 43 mm de diámetro. Tiene cinco bornes, los dos de corriente, el de tierra, y dos complementarios, de detección de proximidad (el coche no se puede mover mientras esté enchufado) y de control (comunicación con la red).
 - o Nivel 1: Hasta 16 A, para recarga lenta y normal.
 - o Nivel 2: Hasta 80 A, para recarga rápida.



Figura 15 Conector tipo 1

- Tipo 2 o Conector Mennekes, es un conector alemán de tipo industrial, VDE-AR-E 2623-2-2, a priori no específico para vehículos eléctricos. Mide 55 mm de diámetro. Tiene siete bornes, los cuatro para corriente (trifásica), el de tierra y dos para comunicaciones. Puede trabajar tanto en monofásico como en trifásica, con intensidades de hasta 63 A.



Figura 16 Conector tipo 2

- Tipo 3 o Conector Scame, también conocido como EV Plug-in Alliance, principalmente apoyado por los fabricantes franceses. Tiene cinco o siete bornes, ya sea para corriente monofásica o trifásica, tierra y comunicación con la red. Admite hasta 32 A (para recarga semi-rápida).

Tipo 3 ó Scame**Figura 17 Conector tipo 3**

- Conector CHAdeMO, es el estándar de los fabricantes japoneses (Mitsubishi, Nissan, Toyota y Fuji, de quien depende Subaru). Está pensado específicamente para recarga rápida en corriente continua. Tiene diez bornes, toma de tierra y comunicación con la red. Admite hasta 200 A de intensidad de corriente (para recargas ultra-rápidas). Es el de mayor diámetro, tanto el conector como el cable.

Lamentablemente sigue sin existir un estándar establecido y cada fabricante utiliza sus conectores, dependiendo sobre todo de a qué mercado esté destinado el vehículo, ya que Japón y América del Norte utilizan redes de 100-120/240 V mientras que Europa y el resto del mundo disponen de 230/400 V.

Teniendo en cuenta estas premisas y haciendo un estudio de los tipos de conectores que llevan los diferentes vehículos eléctricos que existen en el mercado se ha decidido:

- Instalar 10 plazas de aparcamiento para vehículos eléctricos
- Instalar 5 puntos de recarga lenta a 16 amperios con conector tipo Schuko
- Instalar 5 puntos de recarga semi-rápida a 32 amperios con conector tipo 2 o Mennekes

Para ello, se han elegido 3 tipos de poste diferentes:

1. 2 tipo RVE-2 de CIRCUTOR: se trata de un poste de recarga lenta para exterior con dos tomas tipo Schuko.
2. 2 tipo RVE-PM3 de CIRCUTOR: se trata de un poste de recarga lenta para exterior con dos tomas tipo Mennekes.
3. 1 tipo RVE-PM-MI de CIRCUTOR: poste de recarga lenta para exterior con una toma tipo Schuko y otra tipo Mennekes.

Se han escogido estos postes pues poseen lector de tarjetas por proximidad y bus de comunicaciones RS-485.



Figura 18 Postes de Recarga RVE2 y RVE3

A continuación, se presentan las principales características de los postes de recarga.

Poste de recarga para exterior RVE-2 IP	
Tensión de entrada	230 V
Tolerancia	10 %
Frecuencia de entrada	50 – 60 Hz
Tensión de salida	230 V
Corriente máx. de salida	16 A por toma
Medida de corriente	Contador integrado
Protección / protección mecánica	IP 54/ IK8

Tabla 12 Características poste de recarga RVE-2IP

Poste de recarga para exterior RVE-P	
Tensión de entrada	230 V
Tolerancia	10 %
Frecuencia de entrada	50 – 60 Hz
Tensión de salida	230 V
Corriente máx. de salida	16 A/32 A según toma
Medida de corriente	Contador integrado
Protección / protección mecánica	IP 54/ IK10

Tabla 13 Características poste de recarga RVE-P

5.8.4.- Comunicaciones de los postes de recarga

Los postes de recarga se conectarán mediante bus RS-485 con el centro de comunicaciones que se encuentra en la planta baja del edificio de Física. Con esto se quiere desarrollar un sistema de gestión del consumo de los usuarios, con el fin de ofrecer a los consumidores un sistema en el que poder tener su historial de recargas, el tiempo de carga restante o información referente a las tarifas.

El cable de comunicación discurrirá en tubo de diámetro 25 mm bajo zanja hasta el centro de comunicaciones que se encuentra en la planta baja del edificio de Física y Matemáticas.

Los postes de recarga instalados al igual que los inversores seleccionados en la instalación, tienen para su gestión diversos puertos de comunicación. Los estándares empleados para ello son el RS-485 y Ethernet.

El estándar RS-485 define un bus para la transmisión serie multipunto, donde, en un instante, puede haber un equipo transmitiendo y varios recibiendo. La comunicación es semiduplex, de forma un equipo puede enviar y recibir, pero no a la vez. El cableado básico consiste en un par de hilos de cobre trenzados sobre el que se transmite una señal diferencial para enviar los bits de datos, que es bastante inmune a las interferencias y admite largas

distancias. Además del par trenzado para datos, pueden usarse líneas de 0V y 5V para alimentar dispositivos del bus. Los bits se transmiten mediante una trama asíncrona.

1. Conexión del cable trenzado Rs-485:

Terminal A (marrón) = (+)
Terminal B (blanco) = (-)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL Rs-485	
Velocidad	57600bps
Dirección por defecto	A98
Nº de nodos por defecto	98
Bit de Stop	8n1

El número de nodos se tiene que cambiar cuando se integre en la red, por defecto viene configurado de fábrica en 98.

Figura 19 Características técnicas del RS-485 para los postes de recarga

5.9.- Control Dinámico de Potencia

El CDP es un controlador dinámico de potencia que permite regular el nivel de generación de un inversor en una instalación fotovoltaica, en función del consumo del usuario. El CDP tiene por objetivo ajustar el nivel de producción de energía de uno o varios inversores en una instalación fotovoltaica al consumo del usuario. Además, permite monitorizar y registrar el consumo de energía del usuario y mediante un analizador de redes externo y un transformador toroidal, monitorizar y gestionar la producción de energía fotovoltaica y el consumo (o inyección) de la red eléctrica.

La conexión que realizaríamos sería similar a la que se presenta a continuación:

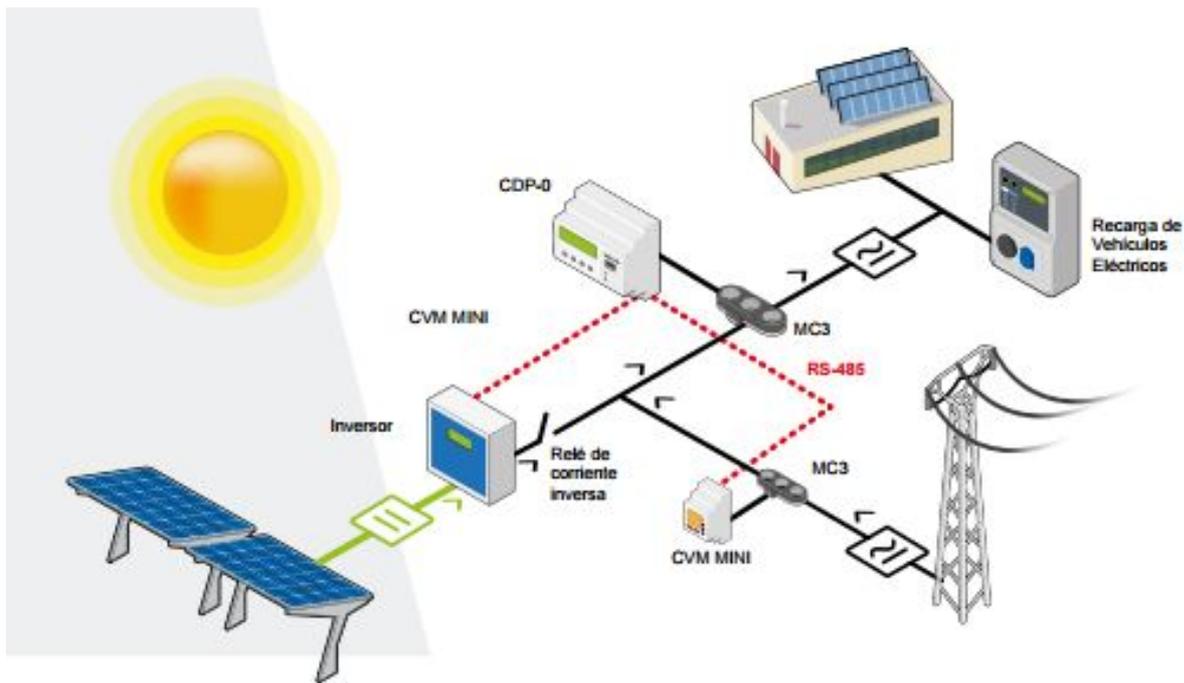


Figura 20 Configuración del Control Dinámico de Potencia

El sistema CDP se conectará mediante bus de comunicaciones RS-485 a los 6 inversores y al analizador de redes CVM-Mini. El CDP detecta cuando el usuario inicia el consumo y manda un aviso a los inversores para que éstos maximicen la producción energética. Si la energía que proporcionan los inversores es insuficiente para satisfacer el consumo del usuario (recarga coches eléctricos), abrirá el paso a la red eléctrica para completar la demanda del usuario. Si, por el contrario, no se está consumiendo nada en los puntos de recarga, el CDP se encargará de abrir la red eléctrica para que la producción fotovoltaica sea inyectada a la red.

Se utilizará el control dinámico de potencia CDP-G del fabricante CIRCUTOR. Los equipos CDP permiten regular el nivel de generación del inversor en función del consumo del usuario.



Figura 21 Controlador dinámico de potencia CDP-(G)

A continuación se presentan algunas de sus principales características:

Alimentación CDP	
Tensión nominal	230 V
Tolerancia	80 – 115 %
Frecuencia	50 – 60 Hz
Consumo	6 VA

Tabla 14 Características eléctricas del Controlador Dinámico de Potencia

Características Físicas	
Peso	250 g
Material	Plástico UL94
Dimensiones	105x70x90 mm

Tabla 15 Características físicas del Controlador Dinámico de Potencia

5.9.1.-Conexiones del CDP-G

Como ya hemos dicho, el CDP es el encargado de gestionar nuestra instalación. Para ello, contará además, con 2 transformadores de corriente toroidales que se conectarán con sendos analizadores de redes CVM-Mini.

Las comunicaciones se realizarán por medio del puerto de comunicaciones RS-485, del que estudiamos sus características más importantes en el anexo I Cálculos.

La comunicación con los inversores se realizará también por medio del serial RS-485. Circutor ofrece una guía técnica específica para la conexión de los inversores del fabricante SMA con el CDP. El esquema para conectar los inversores con el CDP se realizará en cadena como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 22 Conexión en cascada de los inversores con el CDP

Finalmente, el CDP y los analizadores de redes estarán dispuestos en el mismo centro de transformadores, teniendo por tanto que traer el cable de comunicaciones desde la caseta de inversores entubado bajo zanja en un tubo de diámetro de 25 mm.

6.- Presupuesto

A continuación se presenta el resumen del presupuesto de la instalación, que se encuentra detallado y desglosado en el documento PRESUPUESTO.

Secciones	Total (Euros)
2.1 Instalación fotovoltaica	263.336,11 €
2.2 Material eléctrico	30.175,13 €
2.3 Canalizaciones	7.649,48 €
2.4 Obra civil	4.197,94 €
2.5 Otros gastos	1.448,48 €
Beneficio Industrial (6 %)	18.408,14 €
Gastos Generales (16 %)	49.089,14 €
I.G.I.C (7 %)	26.201,33 €
Total	400.506,04 €

Tabla 16 Resumen del presupuesto del proyecto

Por tanto, para poder llevar a cabo este proyecto se necesitaría realizar una inversión de 400.506,04 €.

7.- Bibliografía

- Energía solar fotovoltaica. Autores: Javier María Méndez Muñiz y Rafael Cuervo García.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. IDAE.
- Instalaciones Solares Fotovoltáicas – Castejón & Santamaría
- Guía fotovoltaica del Gobierno de Canarias
- Documento básico de movilidad Eléctrica del IDAE.



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

Anexo I.- Cálculos

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Índice

1.- Objeto.....	3
2.- Dimensionado de la planta.....	3
2.1.- Criterios generales de dimensionado	3
2.2.- Localización.....	3
2.3.- Cálculo de pérdidas.....	4
2.3.1.- Pérdidas por orientación e inclinación	5
2.3.2.- Pérdidas por sombreado.....	9
2.3.3.- Pérdidas por temperatura.....	9
2.3.4.- Dispersión del módulo fotovoltaico	12
2.3.5.- Pérdidas en el cableado.....	13
2.3.6.- Pérdidas por suciedad	13
2.3.7.- Rendimiento del inversor	13
2.4.- Performance Ratio (PR).....	13
2.5.- Estimación del consumo	16
2.6.- Cálculo del número de paneles	20
2.7.- Cálculo de los inversores	22
2.8.- Disposición de los paneles en el aparcamiento.....	25
2.9.- Distancia mínima entre filas de paneles.....	25
2.10.- Caseta para inversores.....	27
3.- Cálculo instalación eléctrica	27
3.1.- Cálculo del cableado de continua	28
3.1.1.- Tramo 1: módulos fotovoltaicos – caja de protección continua.....	28
3.1.2.- Tramo 2: caja de continua – inversor.....	31
3.1.3.- Cálculo de protecciones.....	32
3.2.- Cálculo del cableado de alterna	33
3.2.1.- Tramo 3: inversores – cuadro de protección de los inversores en el centro de transformación	33
3.2.2.- Cálculo de protecciones de alterna tramo 3.....	36
3.2.3.- Tramo 4: cuadro de protección salida de inversores – contador.....	37
3.3.- Puesta a tierra.....	38
3.3.1.- Características del suelo.....	38

3.3.2.- <i>Cálculo de la puesta a tierra</i>	38
3.4.- <i>Canalizaciones</i>	39
3.4.1.- <i>Líneas de las series a la caja de continua</i>	39
3.4.2.- <i>Líneas desde la caja de continua hasta el inversor</i>	42
3.4.3.- <i>Líneas trifásicas desde los inversores hasta el cuadro de protección de los inversores</i> ...	42
3.4.4.- <i>Líneas trifásicas desde el cuadro de protección de los inversores al cuadro de protección de los puntos de recarga</i>	45
3.4.5.- <i>Líneas desde el cuadro de protección de los puntos de recarga hasta los puntos de recarga</i>	45
3.4.6.- <i>Cálculo de las zanjas</i>	45
4.- <i>Elección postes de recarga</i>	46
4.1.- <i>Estudio sobre utilización del parking</i>	46
4.2.- <i>Elección postes de recarga</i>	47
4.3.- <i>Instalación eléctrica</i>	49
4.3.1- <i>Cuadro de protección de los inversores – Cuadro Puntos de recarga</i>	49
4.3.2.- <i>Cálculo de protecciones de alterna tramo 5</i>	50
4.3.3.- <i>Cuadro de protección de los Puntos de recarga</i>	50
4.3.4.- <i>Cálculo de protecciones de alterna de los puntos de recarga</i>	51
4.4.- <i>Sistema de comunicación RFID</i>	52
4.5.- <i>Sistema de tarificación</i>	53
4.6.- <i>Solución adoptada</i>	53
5.- <i>Comunicaciones</i>	54

1.- Objeto

Con el presente documento de memoria justificativa se pretende exponer las razones, métodos y fundamentos que han llevado a la propuesta técnica, además de a la exposición de posibles alternativas y cálculos llevados a cabo para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

Además, se adjuntan los planos, donde se puede observar gráficamente todos los resultados obtenidos analíticamente.

2.- Dimensionado de la planta

2.1.- Criterios generales de dimensionado

La tipología de la instalación del proyecto, generará la potencia a través de las placas fotovoltaicas y mediante el uso de inversores se permitirá la carga directa de los vehículos eléctricos. Cuando se dé el momento en que el generador fotovoltaico no genere todo lo que se demanda, se dispondrá de un controlador dinámico de potencia (CDP), que permitirá el paso de la señal de la red eléctrica, desde el centro de transformación, ubicado en el aparcamiento de la facultad de física, hasta los puntos de recargas.

El principal criterio de dimensionado es realizar un estudio de la energía disponible en el emplazamiento para distinguir las zonas parcialmente sombreadas y las irradiadas dependiendo de la época del año. También se estudiará cual es la orientación e inclinación óptima para la planta fotovoltaica.

2.2.- Localización

- Latitud: 28° 28' 57'' Norte
- Longitud: 16° 19' 15'' Oeste
- Elevación: 550 metros sobre el nivel del mar

El aparcamiento no está orientado hacia el sur, si no que tiene un ángulo de azimut (α) de 45° hacia el oeste.

2.3.- Cálculo de pérdidas

Cualquier sistema de producción energética está sometido a un conjunto de pérdidas en las diferentes etapas de transporte de la energía que afectan al global de la energía producida.

Para un óptimo diseño de la planta fotovoltaica se deberán tener en cuenta los siguientes tipos de pérdidas:

- Pérdidas por orientación e inclinación
- Pérdidas por sombreado
- Pérdidas por temperatura
- Dispersión en el módulo FV
- Pérdidas en el cableado
- Pérdidas de suciedad
- Rendimiento del inversor

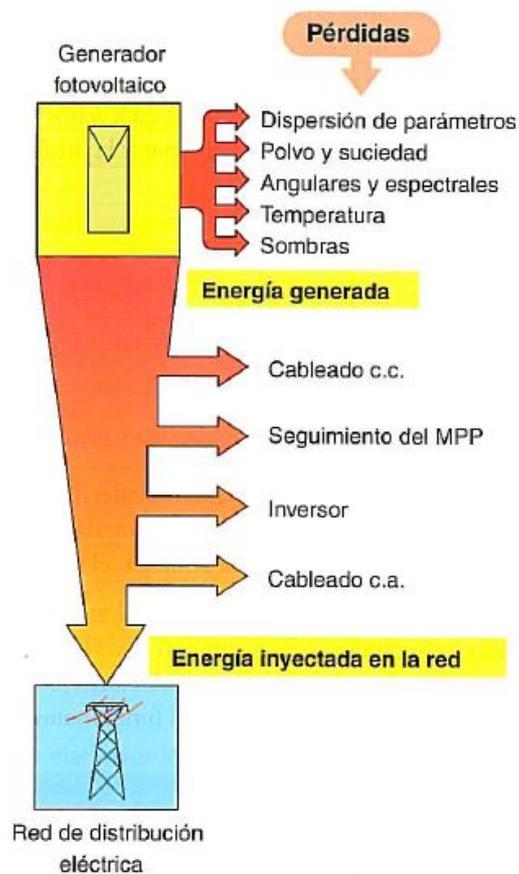


Figura 1 Diagrama de pérdidas de sistemas fotovoltaicos

En la figura 1, se puede observar en que etapa se produce cada pérdida. A continuación, se procederá al estudio individual de cada uno de ellos.

2.3.1.- Pérdidas por orientación e inclinación

Los sistemas fotovoltaicos presentan unas pérdidas con respecto a su producción que varía con respecto a la latitud del lugar. Por ello, es muy importante conocer bien el emplazamiento.

Para instalaciones que se realizan en el hemisferio norte, como es el caso, la orientación óptima de las placas sería aquella que apunte hacia el sur. Como en muchas ocasiones no se puede seguir este criterio, se desplazan las instalaciones un ángulo con respecto al sur, conocido como azimut, lo que provoca que el sistema tenga unas pérdidas.

En nuestro caso, la instalación no se puede orientar hacia el sur, puesto que el parking no tiene dicha orientación sino una orientación de 45° hacia el oeste.

En primer lugar, se definen los ángulos de inclinación y azimut según el IDAE:

- Ángulo de inclinación (β), se define como el ángulo que se forma entre la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura).
- Ángulo azimut (α), se define como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura).

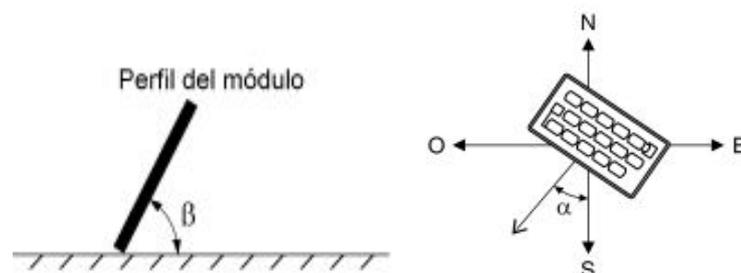


Figura 2 Inclinación y orientación de los módulos

Según el Código Técnico de la Edificación (CTE), en su sección HE 5-2, se considera como orientación óptima el sur, y como inclinación óptima de los paneles la latitud del lugar menos 10°. Por tanto, la inclinación óptima de las placas será de 18°, que en la práctica se redondea a 20° para una instalación más cómoda.

A continuación se proporciona una gráfica realizada en la página web PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), donde se observa, para nuestra latitud, la irradiancia óptima:

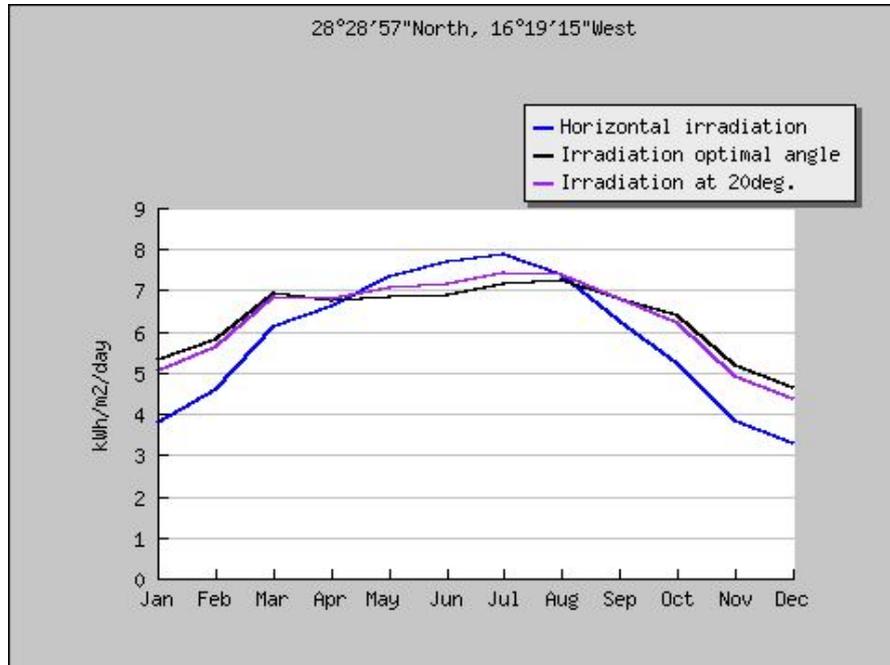


Figura 3 Radiación en diferentes ángulos

Como se observa en la figura, la irradiación en la inclinación escogida (20°) y pintada en color violeta, tiene prácticamente el mismo trazo que la gráfica de la irradiación del ángulo óptimo (trazo negro), por lo que podemos concluir que las placas tienen un buen ángulo de inclinación.

Para el cálculo de las pérdidas por orientación de los módulos, el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE establece tres supuestos:

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

Tabla 1 Pérdidas máximas permitidas por orientación y sombras del IDAE

Para esta aplicación fotovoltaica, se ha escogido el caso general, pues las placas se albergarán en una estructura específica y éstas tendrán uso exclusivo para producir energía. Por ello, las pérdidas máximas permitidas por orientación e inclinación son del 10 %.

Para calcular las pérdidas de este sistema, se conoce el ángulo de azimut que es 45° hacia el oeste ($\alpha = +45^\circ$) y con una inclinación de 20° , como se ha indicado previamente.

Con el azimut, se determinan en la siguiente figura los límites para la inclinación en el caso de $\phi = 41^\circ$.

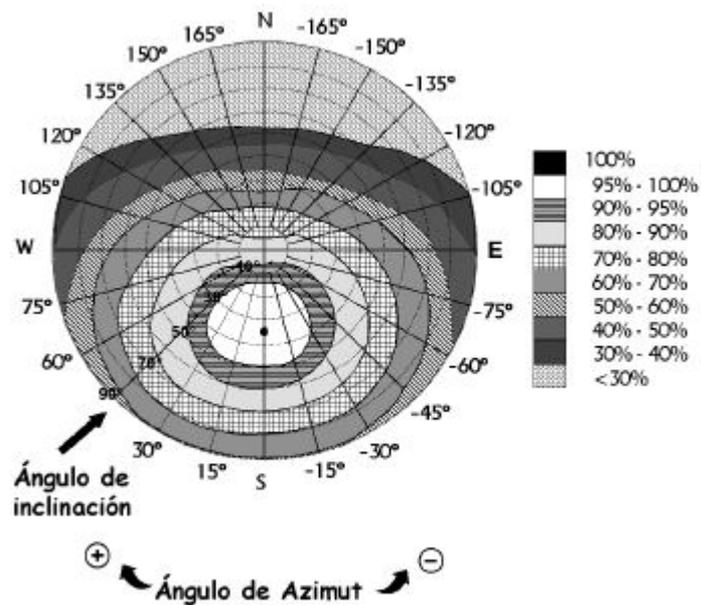


Figura 4 Diagrama para calcular pérdidas por orientación e inclinación

Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10% (borde exterior de la región 90% - 95%), que es lo que permite el caso general, con la recta de azimut 45° proporciona los valores de inclinación máxima y mínima. Los valores que se obtienen son para la latitud $\phi = 41^\circ$, por lo que posteriormente deben corregirse para nuestra latitud específica.

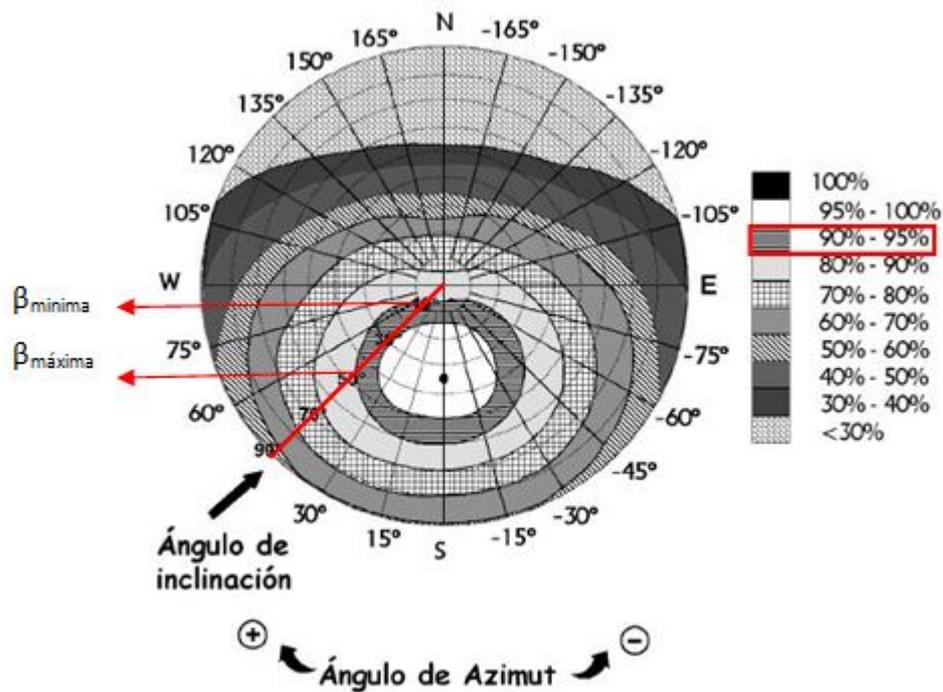


Figura 5 Pérdidas por orientación e inclinación de nuestra instalación

Gráficamente se obtiene que los límites para inclinación del generador sean:

- Inclinación máxima = 45°
- Inclinación mínima = 5°

A continuación, se procede a corregir para la latitud del aparcamiento, en este caso, $\phi = 28^\circ$:

- Inclinación máxima = Inclinación ($\phi = 41^\circ$) - ($41^\circ - \phi$) = $45^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = 32^\circ$
- Inclinación mínima = Inclinación ($\phi = 41^\circ$) - ($41^\circ - \phi$), siendo 0° su valor mínimo.
- Inclinación mínima = $5 - (41^\circ - 28^\circ) = -8^\circ$, es decir, la inclinación mínima es 0° .

Por tanto, la inclinación escogida está dentro de los límites permitidos para que las pérdidas sea inferior al 10%.

Para saber con exactitud el porcentaje de pérdidas, se utiliza la expresión que proporciona el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE:

$$\text{Pérdidas} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2]$$

para $15^{\circ} < \beta < 90^{\circ}$

Estando α , β , ϕ expresados en grados, y siendo ϕ la latitud de nuestra instalación. Por tanto si $\Phi = 28^{\circ}$, $\alpha = +45^{\circ}$ y $\beta = 20^{\circ}$, para nuestro caso tendremos:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 7,13 \%$$

Como se aprecia, está por debajo del 10% establecido por el IDAE, por lo que nuestras placas se pueden instalar con la orientación e inclinación escogidas.

2.3.2.- Pérdidas por sombreado

Cuando una célula solar queda en sombra deja de producir energía, por lo que el sombreado de los paneles tiene efectos directos sobre el rendimiento de la planta. Cuando una de las células solares dentro de un módulo recibe sombra, ésta es la que determina la intensidad de la corriente y, por tanto, la potencia de toda la cadena.

Con las actuales células solares, cualquier impureza que se encuentre en el panel, puede reducir claramente el rendimiento del panel solar.

En nuestro caso, se ha elegido la zona de parking donde no se producen sombreados, pues no hay obstáculos que las produzcan. Los paneles que se instalan en el edificio calabaza, de igual manera se dispondrán de forma que ninguna sombra afecte a la producción de los paneles durante las horas centrales del día.

Con esta configuración, las posibles sombras que se proyecten sobre las placas se realizarán en un rango de horas en los que los valores de radiación son tan pequeños que el propio inversor ya ha cortado la entrada de corriente por no poder hacer el seguimiento del punto de máxima potencia. Por tanto, con la disposición de los paneles se pueden descartar las pérdidas en la generación debido a las sombras.

2.3.3.- Pérdidas por temperatura

La temperatura es un parámetro que no afecta solo a la tensión y corriente de las placas, sino que además, influye sobre la potencia que puede suministrar el módulo fotovoltaico a razón de lo indicado por el fabricante.

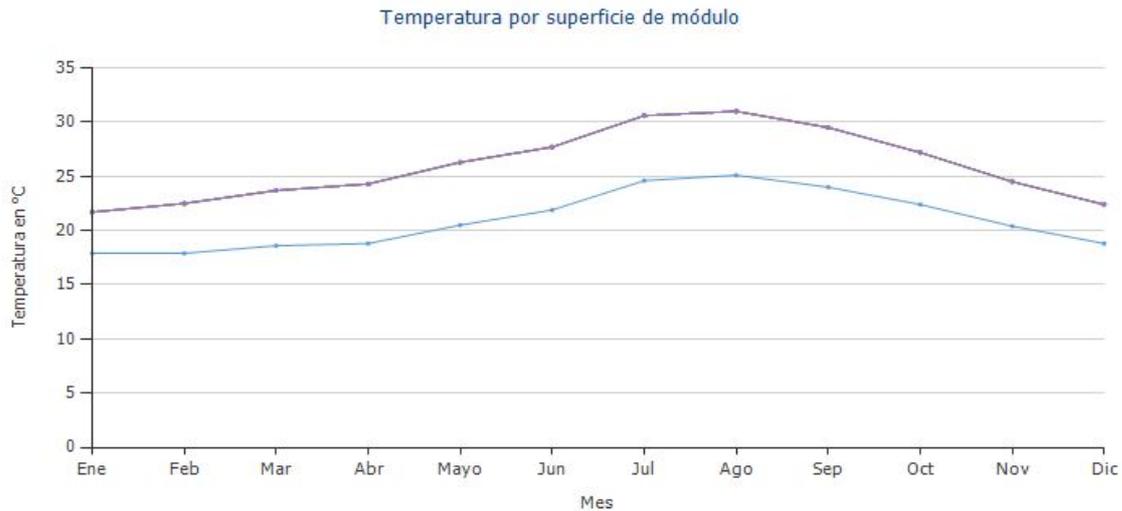


Figura 6 Temperatura media de los módulos

En la figura 3 se puede observar la temperatura de los módulos con respecto a la temperatura ambiente. Cuando esta temperatura es distinta de 25 °C, habrá pérdidas por este efecto, por tanto, como se puede observar, en todos los meses del año habrá alguna pérdida por la temperatura.

Módulo fotovoltaico A-315M	
Coef. De T ^a de potencia	-0,43%/°C
TONC	47±2 °C

Tabla 2 Características Térmicas del módulo A-315M

Para calcular la temperatura de la célula, se hará estudiándolo por cada mes del año. Para ello, se necesita la temperatura media de cada mes en San Cristóbal de La Laguna, que nos proporciona la página web Climate-Data. Los datos de temperatura se presentan en la siguiente tabla:

Mes	Temperatura media (°C)
Enero	13.1
Febrero	13.4
Marzo	14.2
Abril	14.8
Mayo	15.9
Junio	17.7
Julio	19.9
Agosto	20.8
Septiembre	20.2
Octubre	18.9
Noviembre	16.3
Diciembre	14.0

Tabla 3 Tabla de temperaturas medias para nuestra latitud, según la AEMET

Para calcular la temperatura media del panel, se utiliza la siguiente expresión:

$$T_{\text{celula}} = T_{\text{Ambiente}} + G \cdot \left(\frac{TONC - 20^{\circ}\text{C}}{800 \text{ W/m}^2} \right)$$

Donde:

T_{celula} : Tª del módulo (°C)

T_{ambiente} : Tª ambiente (°C)

TONC: Tª de operación normal de la célula (°C)

G: Irradiancia (W/m²)

Una vez calculado la temperatura de célula, se procede a calcular las pérdidas de la misma. Para ello, se utilizará la siguiente expresión:

$$Pérdidas(\%) = \nabla P_{MPP} \cdot (T_{Celula} - 25)$$

Los datos para cada mes se recogen en la siguiente tabla:

Mes	T ^a media (°C)	G (W/m ²)	T ^a célula (°C)	Pérdidas (%)
Enero	13.1	559	32	3
Febrero	13.4	635	34,8	4,2
Marzo	14.2	792	40,9	6,8
Abril	14.8	813	42,2	7,4
Mayo	15.9	874	45,4	8,8
Junio	17.7	894	47,9	9,8
Julio	19.9	932	51,4	11,3
Agosto	20.8	910	51,5	11,4
Septiembre	20.2	819	47,8	9,8
Octubre	18.9	734	43,7	8
Noviembre	16.3	566	35,4	4,5
Diciembre	14.0	499	30,8	2,5

Tabla 4 Pérdidas mensuales debido a la temperatura de los paneles

2.3.4.- *Dispersión del módulo fotovoltaico*

Las pérdidas por dispersión de los módulos es debida a que no es posible fabricar todos los módulos exactamente iguales, por lo que puede haber ligeras diferencias con los valores de las hojas del fabricante.

En nuestro caso, el módulo A-315 de Atersa tiene una tolerancia de un 3 % según nos indica el propio fabricante.

2.3.5.- Pérdidas en el cableado

Según las estimaciones del PVGIS, las pérdidas que se estiman para nuestro sistema en el cableado son del 1,5 %.

2.3.6.- Pérdidas por suciedad

Los módulos sufren una disminución de la potencia que generan debido a la deposición de polvo y suciedad en la superficie de los mismos. Estas pérdidas se pueden estimar en un 2 %.

2.3.7.- Rendimiento del inversor

El inversor se caracteriza por tener un elevado rendimiento, como se puede observar en la hoja de datos del mismo. Para nuestra aplicación se utilizara el rendimiento europeo (98,1 %), pues es el valor de funcionamiento habitual de las instalaciones fotovoltaicas

2.4.- Performance Ratio (PR)

El performance ratio se puede definir como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, por lo que se tiene en cuenta todas las pérdidas previamente calculadas.

Con las pérdidas, el rendimiento del inversor y la siguiente ecuación, podremos hallar el PR de nuestra instalación:

$$PR(\%) = (1 - P_{temp}) \cdot (1 - P_{sombra}) \cdot (1 - P_{suciedad}) \cdot (1 - P_{cableado}) \cdot (1 - P_{posicion}) \cdot \eta_{inversor}$$

Pérdidas		Pérdidas por temperatura	
Posición e inclinación	7,13 %	Enero	3
Sombras	0 %	Febrero	4,2
Dispersión	3 %	Marzo	6,8
Cableado	1,5 %	Abril	7,4
Suciedad	2 %	Mayo	8,8
Rendimiento inversor 98,1 %		Junio	9,8
		Julio	11,3
		Agosto	11,4
		Septiembre	9,8
		Octubre	8
		Noviembre	4,5
		Diciembre	2,5

Tabla 5 Pérdidas globales del sistema

Por tanto, el PR de nuestra instalación será el siguiente:

PR	
Enero	0,83
Febrero	0,82
Marzo	0,80
Abril	0,79
Mayo	0,78
Junio	0,77
Julio	0,76
Agosto	0,76
Septiembre	0,77
Octubre	0,78
Noviembre	0,81
Diciembre	0,83
ANUAL	0,79

Tabla 6 Performance Ratio de la instalación

Una vez calculado, el PR que utilizaremos para dimensionar nuestra instalación es de 0,79. A continuación, se adjunta una gráfica que se ha realizado con el software PVSol. Como se puede ver en la figura 7, el PR se encuentra por encima del 80 %. Por tanto, nuestra estimación está bien considerada.



Figura 7 Performance Ratio de la instalación

2.5.- Estimación del consumo

Para dimensionar el sistema fotovoltaico primero se debe realizar una estimación del consumo. Para ello, se han buscado los coches eléctricos disponibles en el mercado y se recogen en la siguiente tabla:

	Batería (kWh)	Autonomía (Km)	Wh/km
Nissan Leaf	24	199	150
Renault ZOE	22	210	146
Volkswagen e-Golf	24	190	127
Volkswagen e-up!	18,7	160	117
BMW i3	22	190	129
KIA Soul Eléctrico	27	212	147
Renault Fluence Z.E.	22	185	141

Tabla 7 Tabla de consumo de los distintos Vehículos Eléctricos considerados

Estos datos se han obtenido directamente de los catálogos de los fabricantes. Además, en ella se recoge la capacidad de las baterías, su autonomía y sus consumos respectivos. Estos vehículos tienen en común que permiten la carga de sus baterías a 16 y 32 amperios, por lo que se ha decidido realizar dos tipos de instalaciones en el aparcamiento: un carga lenta, que permite cargar los vehículos en 10 horas aproximadamente; y recarga semi-rápida, que carga las baterías de los coches en aproximadamente 6 horas.

Otro criterio para escoger estos husos horarios es el siguiente: el parking abre de siete de la mañana a once de la noche, y observando las prácticas de los usuarios del mismo, el uso suele estar entre las seis y ocho horas, por lo que se considera que las opciones de carga lenta y semi-rápida son las mejores. A continuación, se detalla el consumo diario de nuestras diez plazas de aparcamiento para el caso más desfavorable (que estén todas las plazas ocupadas):

Aparcamientos	Intensidad trabajo	Potencia
1 (lenta)	16	3600 W
2 (lenta)	16	3600 W
3 (lenta)	16	3600 W
4 (lenta)	16	3600 W
5 (lenta)	16	3600 W
6 (semi-rápida)	32	7200 W
7 (semi-rápida)	32	7200 W
8 (semi-rápida)	32	7200 W
9 (semi-rápida)	32	7200 W
10 (semi-rápida)	32	7200 W
TOTAL		54000W

Tabla 8 Consumo estimado de nuestra instalación

Por tanto, considerando siempre el caso más desfavorable, el tiempo que se estima que se estará demandando esta potencia será de unas diez horas al día. Por ello, se diseñará la instalación para un consumo estimado de 540 kW·h.

Ahora, se procede a recabar los datos de radiación disponible en el emplazamiento arriba indicado y para ello hacemos uso de la página web del PVGIS donde se simulan las condiciones de nuestro generador fotovoltaico. A continuación, se detalla una tabla con los valores obtenidos:

Mes	H_d(kWh/m²/día)
Enero	4,59
Febrero	5,23
Marzo	6,58
Abril	6,69
Mayo	7,10
Junio	7,26
Julio	7,52
Agosto	7,31
Septiembre	6,54
Octubre	5,84
Noviembre	4,53
Diciembre	4,54
Media Anual	6,10

Tabla 9 Radiación media diaria sobre la superficie de los paneles

Donde H_d es el promedio de la irradiación global diaria por metro cuadrado en el plano en el que se van a instalar las placas (azimut $\alpha = 45^\circ$, inclinación $\beta = 20^\circ$), que también

se conoce como Horas Solares Pico (HSP). A la hora de diseñar el generador fotovoltaico, se utilizarán estas horas solares pico, escogiendo las del mes crítico para garantizar la producción de energía en el mismo.

A continuación, se adjuntan unas gráficas extraídas del software Sunny Design, donde podemos ver la curva de carga, junto a la producción fotovoltaica y la inyección (o consumo) de la red.



Figura 8 Producción fotovoltaica el día de menor rendimiento



Figura 9 Curva de consumo frente a producción fotovoltaica

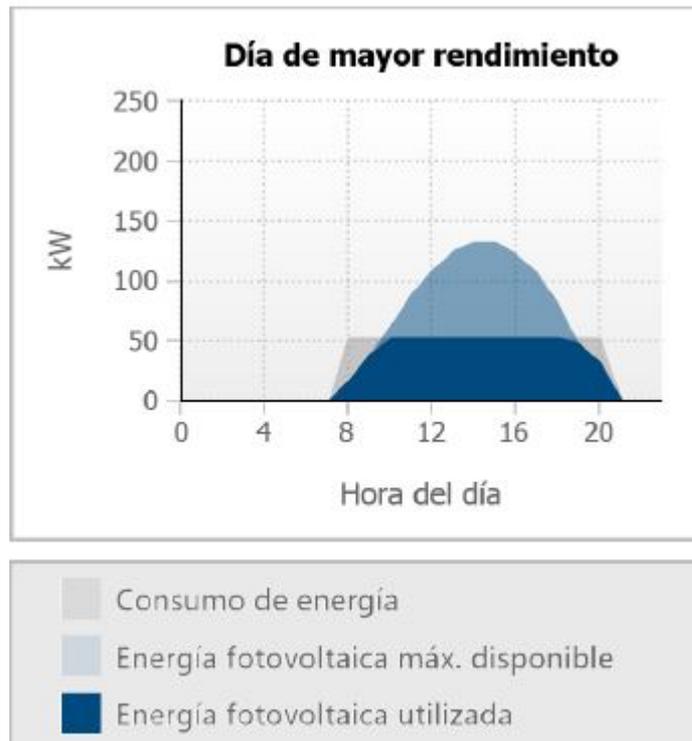


Figura 10 Producción fotovoltaica el día de mayor rendimiento

En la primera curva podemos observar la producción fotovoltaica en el día de menor rendimiento del año. La segunda, nos muestra la gráfica de consumo/producción de un día típico. Y por último, la tercer curva nos muestra el día de mayor rendimiento, como nuestra instalación es capaz de generar la energía que necesitamos consumir y además produce excedentes que serán vertidos a la red eléctrica.

2.6.- Cálculo del número de paneles

En primer lugar, se calcula la potencia del generador fotovoltaico en función de la energía a producir y de la irradiación que se recibe en el plano en el que se instalan las placas. La expresión que se utiliza es la siguiente:

$$P_{GFV} = \frac{E \cdot I_{STC}}{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot FS \cdot PR}$$

Donde:

- E: energía a producir (kW·h)
- I_{STC} : Irradiancia estándar (1 kW/m²)

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$: Irradiancia recibida en el plano de las placas (kW/m^2)
- FS: pérdidas por sombreado (1, si no hay pérdidas)
- PR: performance ratio

En este caso particular, como ya se ha indicado arriba, los módulos se instalan de forma que no reciban sombra de ningún obstáculo, por lo que las pérdidas por sombreado FS es igual a uno. La irradiancia recibida por el plano de las placas, la escogemos para el mes crítico de la tabla, que es diciembre con una producción de $4,54 \text{ kW}/\text{m}^2$.

El factor de rendimiento o performance ratio (PR), se define como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que se ha tomado como 0,8.

A continuación, se procede al cálculo de la potencia que necesitamos que genere el sistema fotovoltaico para el consumo estimado:

$$P_{GFV} = \frac{540 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot 1 \text{ kW}/\text{m}^2}{4,54 \text{ kW}/\text{m}^2 \cdot 1 \cdot 0,79} = 148,7 \text{ kW}$$

Se ha seleccionado el módulo solar monocristalino A-315M Ultra, de la marca Atersa debido a las garantías que nos ofrece su fabricante. Las características nominales de cada panel son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS A-315M	
Potencia nominal	315 W
Eficiencia del módulo	16,19 %
Corriente Punto de Máxima Potencia (I_{mp})	8,45 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (V_{mp})	37,30 V
Corriente de cortocircuito (I_{cc})	8,94 A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	45,72 V

Tabla 10 Principales parámetros de los paneles solares escogidos

Para conocer las demás características de los módulos fotovoltaicos, se adjuntarán las hojas de datos en el documento Anexos.

Con la potencia nominal del módulo escogido, se puede calcular el número de paneles necesarios para cubrir la demanda de potencia:

$$N^{\circ} \text{ paneles} = \frac{P_{GFV}}{\text{Potencia por panel}} = \frac{148,7 \text{ kW}}{0,315 \text{ kW}} = 472.06 \text{ paneles}$$

El cálculo nos da para instalar mínimo 472 paneles, pero como habrá pérdidas debido al cableado o la suciedad de las placas, se decide aumentar el número de paneles a 480.

Por tanto, la potencia pico del generador fotovoltaico será la suma de las potencias de cada módulo, que da un total de 151,2 kW.

2.7.- Cálculo de los inversores

Para calcular el número de inversores que hacen falta para la potencia pico del generador, en primer lugar, se elige un inversor. Para esta aplicación se ha elegido el inversor Sunny Tripower 25000TL, del fabricante SMA Solar Technology. Se ha escogido este inversor porque es la opción más económica, ya que un principio se apostó por instalar inversores de 20 kW, pero al necesitar mayor número, el presupuesto era mayor.

Las principales características del inversor escogido son las siguientes:

Datos Técnicos Sunny Tripower 25000TL	
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC	25500 W
Tensión de entrada máxima	1000 V
Rango de tensión MPP	390 – 800 V
Tensión nominal	600 V
Tensión arranque	188 V
Corriente máxima de entrada por string	33 A
Número de strings por entrada	A:3 y B:3
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	25000 W

Tabla 11 Principales características de los inversores escogidos

Con la potencia del generador fotovoltaico, y sabiendo que el inversor elegido de 25 kW, podemos calcular el número de inversores que nos hacen falta:

$$N^{\circ} \text{ de inversores} = \frac{P_{GFV}}{\text{Potencia inversor}}$$

$$N^{\circ} \text{ inversores} = \frac{148,7 \text{ kW}}{25 \text{ kW}} = 5,95 \text{ inversores} \approx 6 \text{ inversores}$$

Por tanto, se necesitan 6 inversores de 25 kW. Por tanto, la potencia nominal de la instalación es de 150 kW.

Este modelo de inversor dispone de dos entradas, A y B. Cada una de estas entradas permite conectar hasta 3 strings de módulos conectados en serie. Para saber cuántos módulos se pueden conectar en serie, se necesita saber el rango de tensiones de entrada del inversor y la tensión de circuito abierto (que es el caso más desfavorable en el que puede trabajar la placa).

Rango de tensiones entrada inversor	390 V – 800 V
Tensión circuito abierto panel	45,72 V

Tabla 12 Tensiones de entrada al inversor

Primero calculamos el número mínimo de módulos que se pueden conectar en serie a la entrada del inversor:

$$N_{PSmin} = \frac{V_{Imin}}{V_{oc}}$$

Donde:

N_{PSmin} : número mínimo de paneles en serie

V_{Imin} : tensión mínima de entrada al inversor

V_{oc} : tensión de circuito abierto del módulo

$$N_{PSmin} = \frac{390 V}{45,72 V} = 8,5 \text{ paneles} \approx 9 \text{ paneles}$$

A continuación, se calcula el número máximo de paneles que se permiten según la tensión máxima de entrada del inversor:

$$N_{PSmax} = \frac{V_{Imax}}{V_{oc}}$$

Donde:

N_{PSmax} : número máximo de paneles en serie

V_{Imax} : tensión máxima de entrada del inversor

V_{oc} : tensión de circuito abierto del módulo

$$N_{PSmax} = \frac{800 V}{45,72 V} = 17,5 \text{ paneles} \approx 17 \text{ paneles}$$

Como se aprecia, cada string puede estar formado por entre 9 y 17 paneles. A la hora de seleccionar el número de paneles por serie, se intenta que los seis inversores estén lo más compensados posible, por ello, correspondería que cada inversor tuviera asociado 80

módulos. La limitación del número de paneles en este caso es la potencia de CC de entrada, que es de 25550 W.

Comenzamos rellenando la entrada A del inversor con tres strings formado cada uno de ellos por 16 módulos. Por tanto, 3 strings de 16 paneles es un total de 15120 W, por lo que aún restan 10430 W. Por consiguiente, en la entrada B del inversor ya no se pueden rellenar los 3 strings, sino sólo dos de ellos con 16 paneles cada uno. Esto haría un total de 10080 W, que es inferior a lo anteriormente calculado de 10430 W.

En resumidas cuentas, cada inversor estará formado por: una entrada A con 3 strings de 16 paneles en serie, y una entrada B de 2 strings de 16 paneles en serie.

2.8.- Disposición de los paneles en el aparcamiento

La disposición de los paneles finalmente será la siguiente: 80 paneles se instalarán en la azotea del edificio, y el resto de placas, 400 en concreto, se instalarán en el aparcamiento sobre pérgolas que se diseñarán específicamente para tal efecto. Para la disposición exacta de los paneles, se proporcionan los planos número 3 y 4.

2.9.- Distancia mínima entre filas de paneles

Los paneles que se instalarán en la azotea del edificio Calabaza se dispondrán sobre el suelo con una estructura preparada para ello. En este caso, sí es necesario calcular la distancia entre las hileras de los módulos fotovoltaicos para evitar que las sombras de unos módulos perjudiquen a otros.

Según el Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red, la distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

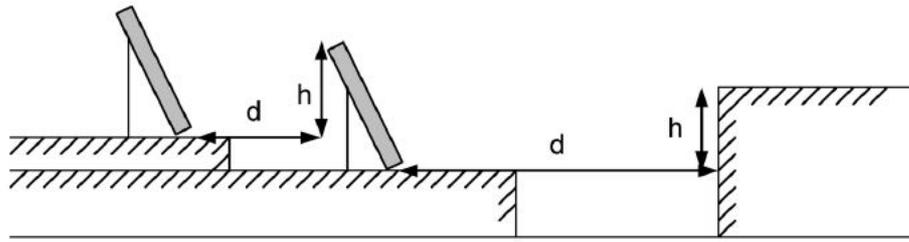
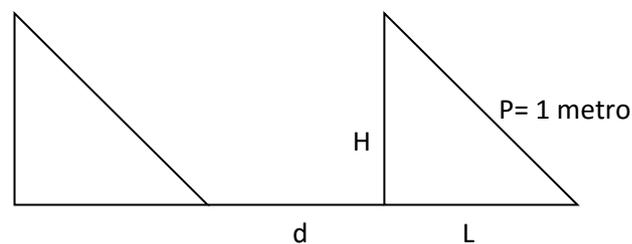


Figura 11 Distancia entre paneles

Se debe garantizar que d sea como mínimo igual a $h \cdot k$, siendo k un factor adimensional dependiente de la latitud del emplazamiento elegido que se obtiene con la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\tan(61 - \phi)}$$

Por tanto, para nuestra latitud se tiene un valor $k = 1,57$. La altura h , será la del módulo en horizontal, pues de este modo se obtiene una menor sombra, y por tanto, una menor distancia entre módulos. Se ha elegido esta disposición para un mejor aprovechamiento de la azotea del edificio.



$$H = P \cdot \sin \beta = 1m \cdot \sin 20 = 0,34m$$

$$L = P \cdot \cos \beta = 1m \cdot \cos 20 = 0,94m$$

Por tanto, la distancia d debe ser como mínimo:

$$d = H \cdot k$$

$$d = 0,34m \cdot 1,57 = 0,54m$$

Finalmente, la distancia mínima entre los paneles de módulos será:

$$D = d + L$$

$$D = 0,54m + 0,94m = 1,48m \approx 1,5m$$

Entre las filas de los módulos debe haber, como mínimo, 1.5 metros.

2.10.- Caseta para inversores

Para albergar los inversores, se ha decidido instalar un caseta prefabricada especialmente diseñada para inversores solares. Se instalará en el aparcamiento junto a la instalación fotovoltaica, como se puede observar en el documento Planos. Además, servirá para alojar las cajas de protección de continua y alterna.

El modelo escogido es el CMT SOLAR 4800, del fabricante CONSMETAL.



Figura 12 Caseta para los inversores

Se ha elegido este modelo porque dispone de tres rejillas que permiten la ventilación natural del cuarto, ya que éstas se encuentran enfrentadas. Además si ésta ventilación fuera insuficiente, el fabricante permite incorporar ventilación forzada.

3.- Cálculo instalación eléctrica

Para el dimensionado de todos los conductores se han seguido todas las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Además, también es de aplicación lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE.

Las distancias que figuran en cada una de las tablas, se han medido en los planos correspondientes del AUTOCAD. Además a este valor medido, se ha sumado un 10 % de seguridad, para evitar que a la hora de llevar a cabo el proyecto, los cables no queden tensos o falte cable que no se haya proyectado.

3.1.- Cálculo del cableado de continua

A continuación, se procede a dimensionar la parte del cableado que une los paneles con los inversores, en cumplimiento con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

Esta parte del cable, se divide en dos secciones. Una primera etapa que es la que une las series de los paneles solares con la caja de protección de continua. El segundo tramo correspondería al que va desde la caja de protección de continua hasta las entradas de los inversores.

3.1.1.- Tramo 1: módulos fotovoltaicos – caja de protección continua.

Es el tramo que une los paneles fotovoltaicos con las cajas de protección de continua. El cable utilizado será de cobre, flexible y con una tensión asignada de 0,6/1 kV de aislamiento. Se utilizará el cable EXZEHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) especial para instalaciones fotovoltaicas.

Parte del cableado tiene partes vistas (por la marquesina) y partes subterráneas en zanjas bajo tubo de PVC, diseñado para instalación enterrada.

Para este tramo se ha escogido una sección mínima de 6 mm², pues según la ITC-BT-07, para cables de cobre enterrados ésta ha de ser la sección mínima. Además, se establece que la caída de tensión máxima en el tramo de corriente continua es de 1,5 %.

Para el dimensionado del cableado se han tenido en cuenta dos criterios: el de caída de tensión y el de calentamiento.

- Cálculo por caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot S} \cdot 100\%$$

Donde:

- ΔU : caída de tensión en voltios (V)

- I: intensidad de la línea (A)
- L: longitud de la línea (m)
- γ : resistividad del conductor ($m/\Omega \cdot mm^2$)
- S: sección del conductor (mm^2)

La caída de tensión en el cableado de continua no puede ser mayor al 1,5 %, por tanto, en este tramo la caída de tensión se ha diseñado para que sea menor del 1 %.

Circuito	Tensión (V)	Pot. (W)	Int (A)	Sección (mm2)	Int max cable (A)	Longitud (m)	Longitud + 10%	C.T (V)	e% (%)
Inversor 1									
S1-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	21,48	23,628	1,85	0,310
S2-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	30,08	33,088	2,59	0,434
S3-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	38,68	42,548	3,33	0,557
S4-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	47,28	52,008	4,07	0,681
S5-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	55,88	61,468	4,81	0,805
Inversor 2									
S1-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	32,2	35,42	2,77	0,464
S2-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	34,1	37,51	2,93	0,491
S3-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	36,8	40,48	3,17	0,530
S4-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	47,6	52,36	4,09	0,686
S5-CC1	596,8	5040	10,56	6	72	49,52	54,47	4,26	0,714
Inversor 3									
S1-CC2	596,8	5040	10,56	10	72	53,29	58,62	2,75	0,461
S2-CC2	596,8	5040	10,56	10	72	64,09	70,50	3,31	0,554
S3-CC2	596,8	5040	10,56	10	72	65,99	72,59	3,41	0,571
S4-CC2	596,8	5040	10,56	10	72	68,69	75,56	3,54	0,594
S5-CC2	596,8	5040	10,56	10	72	79,49	87,44	4,10	0,687
Inversor 4									
S1-CC2	596,8	5040	10,56	10	96	82,39	90,63	4,25	0,712
S2-CC2	596,8	5040	10,56	10	96	85,09	93,60	4,39	0,736
S3-CC2	596,8	5040	10,56	10	96	95,89	105,48	4,95	0,829
S4-CC2	596,8	5040	10,56	10	96	97,79	107,57	5,05	0,846
S5-CC2	596,8	5040	10,56	10	96	100,59	110,65	5,19	0,870
Inversor 5									
S1-CC3	596,8	5040	10,56	10	96	61,48	67,63	3,17	0,532
S2-CC3	596,8	5040	10,56	10	96	70,08	77,09	3,62	0,606
S3-CC3	596,8	5040	10,56	10	96	78,68	86,55	4,06	0,680
S4-CC3	596,8	5040	10,56	10	96	87,28	96,01	4,50	0,755
S5-CC3	596,8	5040	10,56	10	96	95,88	105,47	4,95	0,829
Inversor 6									
S1-CC3	596,8	5040	10,56	16	96	126,72	139,39	4,09	0,685
S2-CC3	596,8	5040	10,56	16	96	130,52	143,57	4,21	0,705
S3-CC3	596,8	5040	10,56	16	96	136,32	149,95	4,40	0,737
S4-CC3	596,8	5040	10,56	16	96	144,12	158,53	4,65	0,779
S5-CC3	596,8	5040	10,56	16	96	161,68	177,85	5,22	0,874

Tabla 13 Sección de los cables del tramo 1

- Cálculo por calentamiento

Las intensidades de cada tramo deben estar dimensionadas para el 125% de la intensidad máxima del generador según la ITC-BT-40.

En este primer tramo, se instalarán los 5 circuitos que van a cada inversor todos en un mismo tubo, por tanto, se deberá aplicar el factor de corrección escogido de la siguiente tabla de la ITC-BT-07:

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
$d=0$ (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
$d=0,07$ m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
$d=0,10$ m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
$d=0,15$ m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
$d=0,20$ m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
$d=0,25$ m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

Figura 13 Factores de corrección para conductores en contacto

Como los circuitos irán en el mismo tubo, y por tanto en contacto, el factor de corrección es 0,6:

$$I = \frac{10,56A}{0,6} = 17,6A$$

Aún aplicando este factor de corrección, la intensidad máxima del cable elegido es muy superior a ésta, por lo que no habrá problema con la sección.

3.1.2.- Tramo 2: caja de continua – inversor.

Es el tramo que une las cajas de protección de continua con los inversores. El cable utilizado será de cobre, flexible y con una tensión asignada de 0,6/1 kV y aislamiento de XLPE.

La instalación de los cables se hará en tubos en montaje superficial en las paredes de la caseta de los inversores. Este tramo se ha diseñado para que la caída de tensión máxima sea del 0,5 %.

La sección de los conductores y la caída de tensión de los conductores se adjuntan a continuación:

Circuito	Tensión (V)	Potencia (W)	Int (A)	Sección (mm ²)	Int. Max (A)	Longitud (m)	Longitud + 10%	C.T. (V)	e% (%)
Inversor 1									
CC1 - Inv1(A)	596,8	15120	31,68	6	49	4,72	5,19	1,22	0,20
CC1 - Inv1(B)	596,8	10080	21,12	6	49	4,72	5,19	0,81	0,14
Inversor 2									
CC2 - Inv2(A)	596,8	15120	31,68	6	49	2,54	2,79	0,66	0,11
CC2 - Inv2(B)	596,8	10080	21,12	6	49	2,54	2,79	0,44	0,07
Inversor 3									
CC3 - Inv3(A)	596,8	15120	31,68	6	49	2,61	2,87	0,67	0,11
CC3 - Inv3(B)	596,8	10080	21,12	6	49	2,61	2,87	0,45	0,08
Inversor 4									
CC4 - Inv4(A)	596,8	15120	31,68	10	49	3,63	3,99	0,56	0,09
CC4 - Inv4(B)	596,8	10080	21,12	10	49	3,63	3,99	0,37	0,06
Inversor 5									
CC5 - Inv5(A)	596,8	15120	31,68	10	49	3,7	4,07	0,57	0,10
CC5 - Inv5(B)	596,8	10080	21,12	10	49	3,7	4,07	0,38	0,06
Inversor 6									
CC6 - Inv6(A)	596,8	15120	31,68	16	49	1,51	1,66	0,15	0,02
CC6 - Inv6(B)	596,8	10080	21,12	16	49	1,51	1,66	0,10	0,02

Tabla 14 Sección de los cables del tramo 2

3.1.3.- Cálculo de protecciones

Estas protecciones irán colocadas en la caja de protección de continua, situada en la caseta de los inversores. Se dispondrán 6 cajas de continua, cada una de ellas dispone de 5 entradas de corriente continua. Por tanto, se dispondrá de una caja de protecciones por cada generador.

El modelo de las cajas de continua es el ARF1, del fabricante CAHORS, especialmente diseñado para instalaciones fotovoltaicas.

- Protección del generador: hay tres módulos en paralelo, por lo que es necesaria una protección contra corrientes inversas en cada rama. Como la caja de conexiones del generador fotovoltaico es de fácil acceso para mantenimiento, se opta por fusibles en bases portafusibles seccionables:
 - o Calibre de los fusibles: $I_F = (1,5 \dots 2) \cdot I_{SC}$
 - I_F : intensidad de fusible (A)
 - I_{SC} : intensidad de cortocircuito de la placa (A).
 - $I_F = 13,41 - 17,88 \text{ A}$

- Se ha elegido un cartucho fusible de 16 A cilíndrico de 10 x 38mm.
- Su tensión asignada debe ser: $U_N \geq 1,2 \cdot U_{Goc}$
 U_N : tensión nominal del fusible
 U_{Goc} : tensión de circuito abierto del generador
 $U_N = 877,8 \text{ V}$
 La tensión asignada del fusible elegido es de 900 V.
- Interruptor general del generador fotovoltaico: se pondrá un interruptor en cada una de las cajas que cumpla las siguientes características.
 - Intensidad nominal: $I_N \geq I_{Gsc}$; $I_N \geq 44,7 \text{ A}$
 - Tensión nominal: $U_n \geq U_{Goc}$; $U_n \geq 731,52 \text{ V}$
 - Por tanto, se elige un interruptor de tensión nominal 750 V e intensidad nominal 55 A.

Por tanto, cada caja de continua llevará 10 fusibles de intensidad nominal de 16 A y 900 V, y un interruptor de maniobra de 55 A de intensidad nominal y 750 V.

Además, el inversor dispone de las siguientes protecciones en el lado de corriente continua: punto de desconexión en el lado de entrada, descargador de sobretensión y protección contra polarización inversa de corriente continua.

3.2.- Cálculo del cableado de alterna

El tramo de alterna comprende la conexión de la salida de los inversores con la caja de protección (situada en la caseta de los inversores), y su posterior conexión con el centro de transformación.

3.2.1.- Tramo 3: inversores – cuadro de protección de los inversores en el centro de transformación

La salida de los inversores será trifásica, por tanto, de tensión 400 V. El cable utilizado será EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1 kV, con conductores unipolares. La caída de tensión máxima en el cable de corriente alterna es del 1 %.

Los conductores de este tramo discurrirán por tubos fijados a la pared, en el tramo de la caseta de inversores protegidos con tubos rígidos de PVC. A la salida de la caseta de los inversores, los conductores discurrirán entubados bajo zanja.

La sección se calculará con la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I}{S \cdot \gamma}$$

Donde:

- ΔU : caída de tensión en voltios (V)
- L: longitud de la línea (m)
- I: intensidad de la línea (A)
- S: sección de la línea (mm²)
- γ : conductividad eléctrica del material utilizado para el cable a 90° (m/Ω·mm²)

Para calcular la intensidad que circula por cada línea, se ha utilizado la siguiente expresión:

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

Donde:

- I: intensidad de línea (A)
- P: potencia de la línea (W)
- V: tensión de línea (V)
- Cos φ : factor de potencia

A la salida de los inversores se tiene una señal con un cos φ igual a 1. Por tanto, la intensidad de la línea a la salida de los inversores es de 36,1 A. Teniendo como base el REBT, las secciones de los conductores deben dimensionarse para soportar un 125 % de la intensidad nominal de la línea.

Para este tramo, se han dimensionado las líneas para que tengan una caída máxima del 1 % y se ha utilizado cable de cobre, con una conductividad de 44 m/Ω·mm².

Circuito	Tensión (V)	Potencia (W)	Int (A)	Int*125%	Sección (mm2)	Longitud (m)	Longitud + 10%	C.T. (V)	e% (%)
Inversor 1									
	400	25000	36,13	45,16	95,00	98,95	108,85	2,03	0,509
Inversor 2									
	400	25000	36,13	45,16	95,00	102,25	118,18	2,03	0,509
Inversor 3									
	400	25000	36,13	45,16	95,00	101,25	111,38	2,21	0,552
Inversor 4									
	400	25000	36,13	45,16	95,00	100,75	110,83	2,08	0,520
Inversor 5									
	400	25000	36,13	45,16	95,00	99,55	109,51	2,07	0,518
Inversor 6									
	400	25000	36,13	45,16	95,00	103,05	113,36	2,05	0,512

Tabla 15 Sección de los cables del tramo 3

Como en este caso, hay dos tipos de tramos (fijado a la pared y enterrado), habrá que considerar la intensidad admisible para el caso más desfavorable. La intensidad máxima admisible del cable fijado a la pared, según la tabla 1 de la ITC-BT-19, es de 245 A. Para el cable enterrado, según la ITC-BT-07, la intensidad admisible del cable es de 335 A, por tanto, para ambos casos, se cumple con el criterio térmico.

Por último, se calcula la intensidad de cortocircuito para poder determinar el poder de corte de las protecciones:

$$R_{cc} = \frac{2 \cdot \rho \cdot L}{S} ; I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}}$$

Donde:

- R_{cc} : resistencia de cortocircuito (Ω)
- ρ : resistividad del cobre a 20 °C ($0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- L: longitud de la línea (m)
- S: sección de la línea (mm²)
- I_{cc} : intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado (A)

Rcc (Ω)	Icc (kA)
0,0412	5,58
0,0448	5,14
0,0422	5,45
0,0420	5,48
0,0415	5,54
0,0430	5,35

Tabla 16 Intensidad y resistencia de cortocircuito del tramo 1

3.2.2.- Cálculo de protecciones de alterna tramo 3.

Dado que la corriente de cada circuito de los inversores llega a la caja general de baja tensión, se dispondrá protección en cada uno de los circuitos. Para dimensionar estos dispositivos, se utilizarán las intensidades que circularán por estos cables.

Nombre línea	Intensidad (A)
Inversor 1	36,1
Inversor 2	36,1
Inversor 3	36,1
Inversor 4	36,1
Inversor 5	36,1
Inversor 6	36,1

Tabla 17 Intensidades a la salida de los inversores

Para dimensionar los interruptores magnetotérmicos se deben cumplir las siguientes relaciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z$$

Donde:

- I_B : corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de carga hecha (A)
- I_N : calibre asignado al dispositivo de protección (A).

- I_Z : corriente admisible para el cable en función del sistema de instalación utilizado (A).
- I_F : intensidad de funcionamiento (A)

Por tanto, para todos los circuitos se cumplirá que:

$$36,1 A \leq 63A \leq 260 A.$$

En este caso, los inversores estarán protegidos por magnetotérmicos de calibre 63 A y poder de corte de 6 kA.

A continuación, se elegirán los interruptores diferenciales que se necesitarán. Se utilizarán interruptores diferenciales tetrapolares de 63 A y sensibilidad de 300 mA para cada circuito.

3.2.3.- Tramo 4: cuadro de protección salida de inversores – contador

El cableado que va desde la caja de derivación hasta el contador tiene una longitud de 1,1 metros ya que el contador se instalará al lado de esta caja.

La intensidad que circula por este tramo, será la suma de las salidas de los 6 inversores. Sabiendo que el $\cos \varphi$ es 1, tenemos:

Tensión (V)	Potencia (W)	Int (A)	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Longitud + 10%	C.T. (V)	e% (%)	Rcc	Icc
400	150000	216,76	25	1	1,10	0,43	0,108	0,002	145,20

Tabla 18 Sección del cable del tramo 4

Este tramo de la instalación irá empotrado en las paredes del centro de transformación, por lo que la sección se elegirá atendiendo a la tabla 1 de la ITC-BT-19. En este caso, atendiendo al criterio de caída de tensión, con una sección de 25 mm² podríamos realizar el tramo, pero esta sección no soportaría la intensidad que circula por el mismo. Por la tanto, tenemos que escoger un conductor de sección 95 mm² y para el neutro una sección de 50 mm².

3.2.4.- Tramo contador – Cuadro general de protección del CT

Para este tramo aplica lo anterior, 95 mm² para las fases y 50 mm² para el neutro.

3.3.- Puesta a tierra

El cálculo de la puesta a tierra se realizará de acuerdo con la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Según el Pliego de condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, del IDAE, se indica que todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como la de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

3.3.1.- Características del suelo

Como se ha podido observar en el terreno, la tierra se instalará en un suelo pedregoso cubierto de césped, cuya resistividad según el REBT está comprendida entre 300 y 500 $\Omega \cdot m$. Se cogerá para los cálculos el valor medio de 400 $\Omega \cdot m$.

3.3.2.- Cálculo de la puesta a tierra

Se realizará con 10 picas de puesta a tierra de 2 metros de longitud. Las picas se instalarán en paralelo y estarán enterradas a una profundidad de 0,5 metros.

A estas picas se instalarán todos los elementos metálicos englobados dentro del campo fotovoltaico (estructuras metálicas de los paneles solares, soportes y marquesinas).

La única consideración que se va a tener en cuenta a la hora de diseñar la tierra del campo fotovoltaico es que la resistencia de dicha tierra sea inferior a un valor que asegure la eficacia de la misma.

El sistema de puesta a tierra se dimensionará de forma que su resistencia de puesta a tierra no sea superior al valor especificado para ello. Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en locales húmedos o emplazamiento del conductor
- 50 V en los demás casos

La protección diferencial que protege la instalación es de 300 mA, y si se considera nuestra instalación como local húmedo, la resistencia de puesta a tierra máxima es:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{24 V}{300 \cdot 10^{-3}} = 80 \Omega$$

A continuación, la resistencia de puesta a tierra se calcula a partir de la siguiente expresión que es proporcionada por el REBT:

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

Donde:

- ρ : resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L: longitud de la pica (m)

$$R = \frac{400 \Omega \cdot m}{2 m} = 200 \Omega$$

Por tanto, $R = 200 \Omega$.

Como son 10 picas, la resistencia total quedaría en 20Ω , por lo que se cumple con los requisitos establecidos en el REBT.

3.4.- Canalizaciones

Las canalizaciones en todos los casos se han elegido en función del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y su ITC-BT-21.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los conductores o cables aislados.

Se emplearán dos tipos de canalizaciones: canalizaciones fijas en superficie para aquellas líneas que irán a la vista sobre pared, muros, etc. Y canalizaciones enterradas para aquellas líneas que se necesiten canalizar bajo calzada o aceras.

3.4.1.- Líneas de las series a la caja de continua

3.4.1.1.- Primera propuesta

En un primer momento, se optó por llevar todas las canalizaciones de los cables de continua por el medio de la calzada. Se unirían las series de paneles, y los conductores se bajarían a través de la estructura de la marquesina y una vez en calzada, discurrirían en zanja hasta el centro de la misma, para unirse a la zanja central que los llevaría hasta la entrada de la caseta de inversores de la siguiente forma:

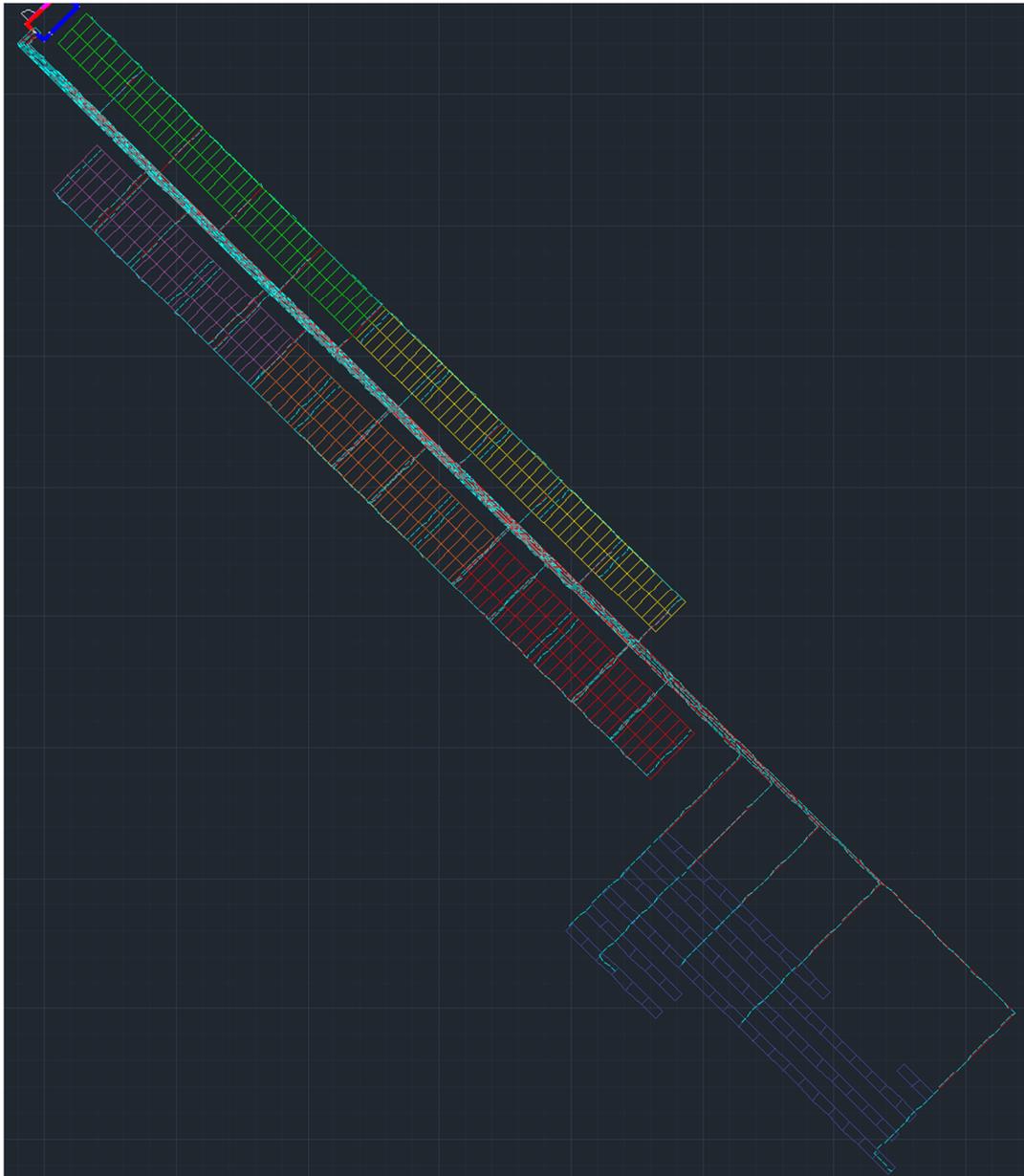


Figura 14 Primera propuesta para canalizaciones

Finalmente se descartó esta opción pues según dice el REBT, en cada cambio de sentido se debe instalar una arqueta y, por tanto, tal y como están los cables distribuidos harían falta muchas arquetas y, además, el importe por las obras de canalización sería bastante elevado.

3.4.1.2.- Propuesta elegida

- Parte vista: Tubo rígido de PVC fijado en pared mediante abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas para los generadores 1 y 5. Según establece el REBT (ITC-BT-21) para las secciones 6, 10 y 16 mm² de los conductores necesarios en este tramo, el diámetro exterior de los tubos varía entre 16, 20 y 25 mm para tubos de 2 conductores, por lo que se ha escogido un diámetro de 25 mm para todos ellos.

- Parte enterrada: se aplicará a los generadores 2, 3, 4 y 6. Además, no será necesario realizara una zanja nueva, si no que se utilizará la zanja ya existente del alumbrado público y que discurre por la acera próxima a los generadores, según se observa en la siguiente imagen.



Figura 15 Solución para canalizaciones

Los conductores irán en el interior de tubos flexibles de PVC de 63, 75 y 90 mm de diámetro para las secciones de 6, 10 y 16 mm² requeridos respectivamente. Se instalará un tubo por cada generador, es decir, 10 conductores por tubo.

- Línea Generador2-CC (Sección 6 mm²): 63 mm.
- Línea Generador3-CC (Sección 10 mm²): 75 mm.
- Línea Generador4-CC (Sección 10 mm²): 75 mm.
- Línea Generador6-CC (Sección 16 mm²): 90 mm.

En los tramos en los que se deba hacer una zanja nueva para alojar los tubos protectores, debemos tener en cuenta que en cada cambio de dirección debemos poner una arqueta, la cual se puede ver en el plano N° 16.

3.4.2.- Líneas desde la caja de continua hasta el inversor

- Parte vista: Tubo rígido de PVC fijado en pared mediante abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. El tubo tendrá un diámetro variable dependiendo del inversor. Se habla de un tubo para 4 conductores y, dependiendo de su sección, la ITC-BT-21 establece:

- Línea CC-Inversor 1 (Sección 6 mm²): 20mm.
- Línea CC-Inversor 2 (Sección 6 mm²): 20mm.
- Línea CC-Inversor 3 (Sección 6 mm²): 20mm.
- Línea CC-Inversor 4 (Sección 10 mm²): 32mm.
- Línea CC-Inversor 5 (Sección 10 mm²): 32mm.
- Línea CC-Inversor 6 (Sección 16 mm²): 32mm.

3.4.3.- Líneas trifásicas desde los inversores hasta el cuadro de protección de los inversores

- Parte enterrada: Tubo flexible de PVC de 140 mm de diámetro para la sección de 95 mm² requerida. A continuación se muestran las líneas con el diámetro de los tubos requeridos:

- Línea Inv1 (Sección 95 mm²): 140 mm
- Línea Inv2 (Sección 95 mm²): 140 mm
- Línea Inv3 (Sección 95 mm²): 140 mm
- Línea Inv4 (Sección 95 mm²): 140 mm
- Línea Inv5 (Sección 95 mm²): 140 mm
- Línea Inv6 (Sección 95 mm²): 140 mm



Figura 16 Canalización subterránea hasta el C.T.

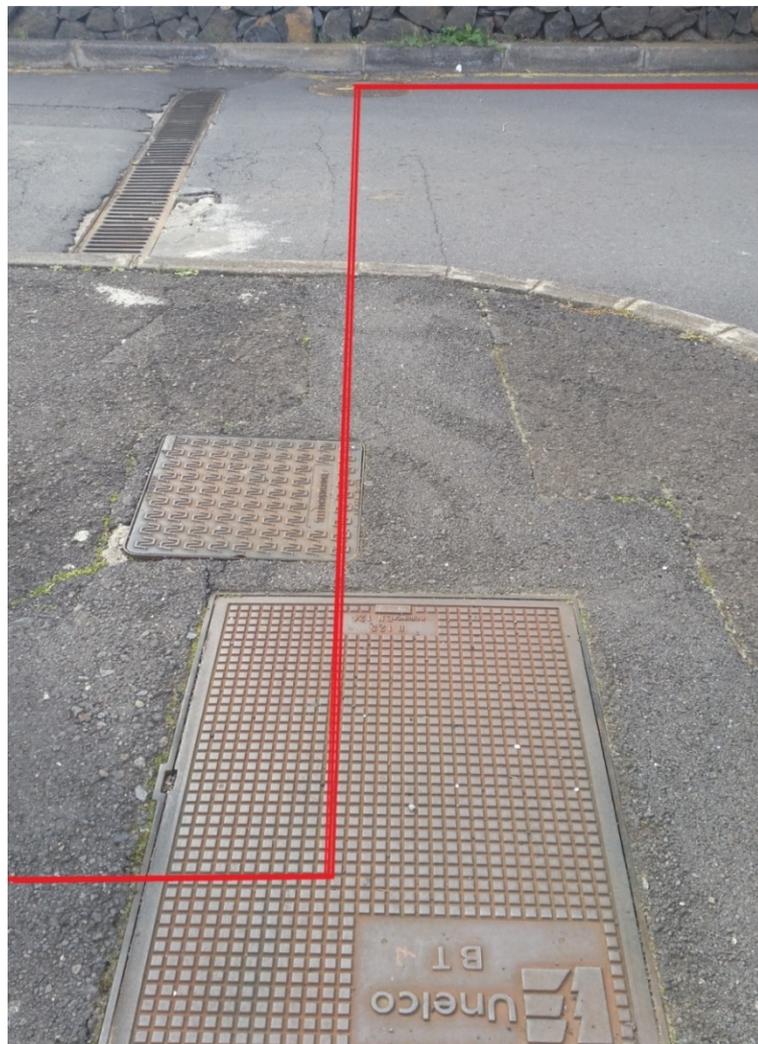


Figura 17 Canalización subterránea de líneas

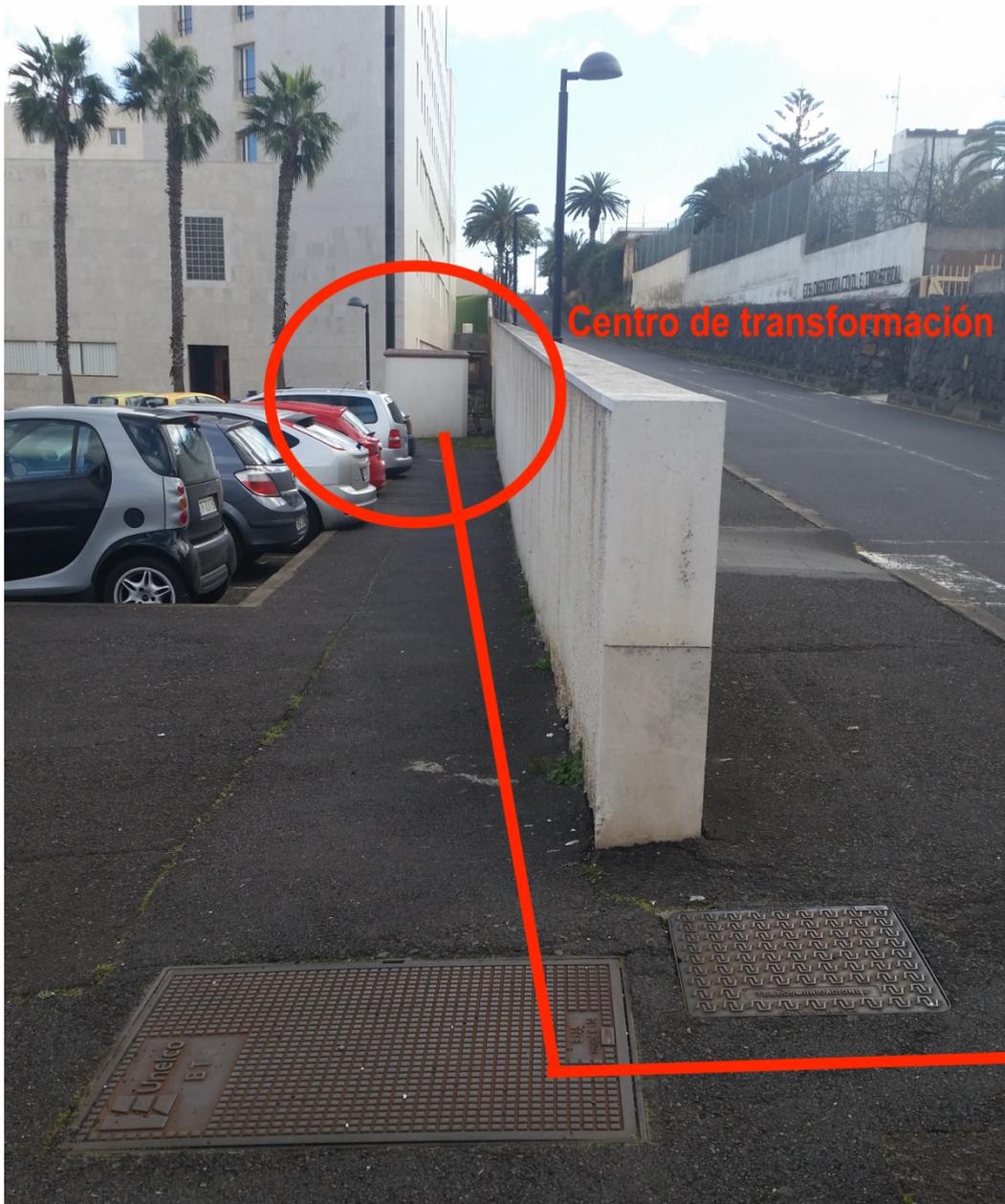


Figura 18 Canalización subterránea hasta CT

- Parte vista: Tubo rígido de PVC fijado en pared de la caseta de los inversores mediante abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. Se instalará un tubo por cada inversor, cuya salida consta de 4 conductores, las tres fases y el neutro de la línea trifásica. Según lo establecido en la ITC-BT-21, como se ha dicho anteriormente, el diámetro del tubo para cuatro conductores de sección 95 mm² cada uno es de 63mm.

3.4.4.- Líneas trifásicas desde el cuadro de protección de los inversores al cuadro de protección de los puntos de recarga

Este tramo será enterrado bajo tubo flexible de PVC de 140 mm de diámetro (4 conductores en su interior: 3 fases + neutro + tierra) para la sección de 95 mm² requerida.

3.4.5.- Líneas desde el cuadro de protección de los puntos de recarga hasta los puntos de recarga

La canalización se hará sobre el pretil que se encuentra junto al muro del aparcamiento con tubo rígido de PVC fijado en pared mediante abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas.

Se habla de un tubo de 3 conductores por línea (fase + neutro + tierra) y, conociendo la sección de cada conductor (25 mm²), se obtiene que el diámetro de este tubo protector debe ser de 32 mm. Al tratarse de 5 líneas (5 postes de recarga) se necesitarán 5 tubos de este diámetro.

3.4.6.- Cálculo de las zanjas

Las líneas enterradas bajo tubo irán cableadas en zanjas. Estas zanjas serán de varios tipos dependiendo del número de tubos. Son las siguientes:

- Zanja tipo A: Zanja para un tubo de PVC de 90 mm de diámetro bajo calzada.
- Zanja tipo B: Zanja para 4 tubos de PVC, de diámetro: 63 mm, 2x75 mm y 90 mm, bajo calzada.
- Zanja tipo C: Zanja para 7 tubos de PVC de 140 mm de diámetro bajo calzada, más 1 tubo de 25 mm de diámetro para alojar los cables de comunicación RS-485.

Todas estas zanjas constarán de lo siguiente:

- En primer lugar un relleno de tierra, arena, zahorra o mezcla de ambos.
- Una cinta señalizadora.
- Tubos de PVC flexibles con las líneas necesarias.
- Por último los tubos irán completamente cubiertos de hormigón.

Para ver el resultado final de cómo quedarían las zanjas, se adjunta el plano N° 15, en el documento Planos.

4.- Elección postes de recarga

4.1.- Estudio sobre utilización del parking

Se ha hecho un estudio para conocer el tiempo que el usuario habitual del parking permanece en el mismo a diario. Sabiendo que el parking abre sus puertas de 8 de la mañana a 11 de la noche de lunes a viernes, se ha realizado una estimación tomando como hipótesis:

- Estudiante Ingeniería: Prácticas + Clases → de 8:30 a 19:30 (siempre como casos más desfavorables).
- Profesorado: Horario de trabajo → 10 horas.
- Personal de servicios (Limpieza, Comedor, Vigilancia...) → 8 horas.

Como se puede observar, el uso medio del parking (tanto por estudiantes como profesorado y personal de servicios) se encuentra entre las 8-11 horas.

Esta estimación será de gran ayuda para poder escoger entre los diferentes modos y tipos de recarga.

Cabe destacar que el uso de las plazas diseñadas está exclusivamente destinado para aquellos usuarios habituales que permanecen en el parking durante las horas estimadas, por lo que en primer lugar se ha desestimado el tipo de recarga rápida.

Sabiendo esto, se han diseñado 5 plazas de aparcamiento para recarga convencional de coches eléctricos y otras 5 para recarga semi-rápida. De esta manera, el usuario podrá escoger el tipo de recarga que desee dependiendo del tiempo que estime estar en el parking durante el día.

Con estas ideas se han comparado los modelos, ya escogidos anteriormente, de coches eléctricos disponibles en España para conocer qué tipo de conectores disponen:

	Tipo de Conector (en coche)
Nissan Leaf	Tipo 1, "SAE J1772" Puerto de carga rápida, "CHAdEMO"
Renault ZOE	Tipo 2, "Mennekes"
Volkswagen e-Golf	Conector CCS combinado tipo 2
Volkswagen e-up!	Conector CCS combinado tipo 2
Smart FortwoElectric Drive	Tipo 2, "Mennekes"
Mitsubishi i-MIEV	Tipo 1, "SAE J1772" Puerto de carga rápida, "CHAdEMO"
BMW i3	Conector CCS combinado tipo 2
KIA Soul Eléctrico	Tipo 1, "SAE J1772" Puerto de carga rápida, "CHAdEMO"
Renault Fluence Z.E.	Tipo 1, "SAE J1772"

Tabla 19 Tipos de conectores según vehículo

Como se puede comprobar, no existe un tipo de conector universal por lo que se han escogido 3 tipos de postes de recarga diferentes, con el objetivo de abastecer las necesidades de los diferentes usuarios. Se ha optado por conectores monofásicos tipo Schuko de 16 A y tipo Mennekes de 32 A. El conector Schuko proporciona una recarga lenta de aproximadamente (dependiendo del modelo de coche) unas 8/10 horas para la carga completa; mientras que el conector Mennekes ofrece un tipo de recarga semi-rápida de unas 4/6 horas para el 100% de la carga. De esta manera se incluiría dentro de los límites establecidos en el estudio anterior, entre las 8 y 11 horas de permanencia del automóvil en el parking.

4.2.- Elección postes de recarga

Se han escogido 5 postes de recarga distribuidos en 10 plazas de aparcamiento, es decir, un poste de recarga para cada dos plazas. De esta manera se ha reducido a la mitad el número de dispositivos con el objetivo de disminuir coste y, se han destinado la mitad de las

plazas para realizar una recarga lenta del vehículo y la otra mitad una recarga semi-rápida. Dicha distribución se refleja en el documento “Planos”.

Se han establecido dos postes para carga lenta (Modo 1) con dos tomas por poste de 16 A y conector tipo “Schuko”. Un poste para carga lenta y carga semi-rápida (Modo 1 y 3) con una toma de 16 A y conector tipo “Schuko” y otra toma de 32 A y conector tipo “Mennekes”. Y, finalmente, dos postes para, exclusivamente, carga semi-rápida (Modo 3) y conector tipo “Mennekes”.

Estos postes de recarga se han escogido entre una amplia variedad de modelos. Las características que se buscaban son las ya descritas, pero sobre todo, que dispusieran de lector de tarjetas RFID para el registro de usuarios y con comunicación mediante conector RS-485 o Ethernet para, como se explica posteriormente, centralizar los datos de las recargas y emplearlo en diferentes ámbitos, como aplicaciones o páginas web para el control en directo de lo que se consume, el estado de la batería del vehículo en porcentaje, situar en el mapa por medio de GPS los puntos de recarga para que los usuarios conozcan su localización, etc.

Los postes elegidos forman parte de la familia RVE del fabricante Circutor, destinados a cubrir las necesidades de recarga de vehículos eléctricos en la vía pública. Sus características técnicas están descritas en el documento “Anexos”.

Para la recarga lenta se ha escogido el siguiente modelo:

Características técnicas individuales		
Tipo	Código	Descripción
RVE-1	V10110	Poste de recarga exterior de 1 toma monofásica toma schuko (230 V _{FA} , 16 A por toma, 3,6 kW) Modo 1 <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo circular en acero inoxidable recubierto con pintura antigrafiti, protección IP54, cabezal móvil de protección de la conexión, 1 toma schuko y puerta de mantenimiento lateral Dimensiones 1230 x 179mm (cerrado) (Alto x Ancho) Incluye contaje de energía, sistema de prepago mediante tarjetas de proximidad ISO 14443A, display de información de créditos disponibles y estado de la carga, protección magnetotérmica independiente por toma y protección diferencial con reconexión automática
RVE-1 COM	V10115	Similar a la versión RVE-1 pero dispone además de comunicaciones RS-485
RVE-2	V10120	Poste de recarga exterior de 2 tomas monofásicas tomas schuko (230 V _{FA} , 16 A por toma, 7,2 kW) - Modo 1 <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo circular en acero inoxidable recubierto con pintura antigrafiti, protección IP54, cabezal móvil de protección de la conexión, 1 toma schuko y puerta de mantenimiento lateral Dimensiones 1230x214mm (cerrado) (Alto x Ancho) Incluye contaje de energía, sistema de prepago mediante tarjetas de proximidad ISO 14443A, display de información de créditos disponibles y estado de la carga, protección magnetotérmica independiente por toma y protección diferencial con reconexión automática
RVE-2 COM	V10125	Mismas prestaciones modelo RVE-2, más comunicaciones RS-485
RVE-2 IP	V10130	Mismas prestaciones modelo RVE-2 COM, más comunicaciones Ethernet y almacenamiento de datos de recargas
RVE-2 MOV	V10135	Mismas prestaciones modelo RVE-2 IP, más protecciones magnetotérmicas motorizadas y protecciones contra sobretensiones

Figura 19 Especificaciones Poste RVE-2

Modelos para recarga semi-rápida y lenta/semi-rápida:

Tipo	Código	Comunicaciones	Memoria interna	Tipo conector	Potencia Máx.	Modo de recarga	Salida
RVE-PM1	V10410	Ethernet y RS-485	Si	2 Tipo Shucko	2 x 3,6 kW	Modo 1	2 x 16 A / 230 V
RVE-PM3	V10415	Ethernet y RS-485	Si	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 7,2 kW	Modo 3	2 x 32 A / 230 V
RVE-PM-MIX	V10420	Ethernet y RS-485	Si	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 7,2 kW	Modo 1 y 3	16 A + 32 A / 230 V
RVE-PT3	V10425	Ethernet y RS-485	Si	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 22 kW	Modo 3	2 x 32 A / 400 V
RVE-PT-MIX	V10430	Ethernet y RS-485	Si	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 22 kW	Modo 1 y 3	16 A / 230 V + 32 A / 400 V
RVE-PM1 3G	V10440	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Si	2 Tipo Shucko	2 x 3,6 kW	Modo 1	2 x 16 A / 230 V
RVE-PM3 3G	V10445	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Si	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 7,2 kW	Modo 1	2 x 32 A / 230 V
RVE-PM-MIX 3G	V10450	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Si	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 7,2 kW	Modo 1 y 3	16 A + 32 A / 230 V
RVE-PT3 3G	V10455	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Si	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 22 kW	Modo 3	2 x 32 A / 400 V
RVE-PT-MIX 3G	V10460	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Si	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 22 kW	Modo 1 y 3	16 A / 230 V + 32 A / 400 V

Figura 20 Especificaciones RVE-P

4.3.- Instalación eléctrica

4.3.1- Cuadro de protección de los inversores – Cuadro Puntos de recarga

Con las fórmulas que se adjuntaron previamente se calcula la sección de este tramo:

Tensión (V)	Potencia (W)	Int (A)	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Longitud + 10%	C.T. (V)	e% (%)
400	54000	78,03	95	96,55	106,21	3,97	0,991

Tabla 20 Sección de los cables del tramo que llega a la caja de protección de los puntos de recarga

En este tramo se utilizará cable POWERFLEX RV-K, con tensión asigna 0,6/1 kV, aislamiento de PVC y no propagador de la llama. Irá entubado bajo zanja. Por tanto, para las fases se elegirá una sección de 95 mm² y 50 mm² para el neutro.

A continuación se calcula la corriente y resistencia de cortocircuito.

Rcc (Ω)	Icc (A)
0,04	5,71

Tabla 21 Intensidad y resistencia de cortocircuito del mismo tramo

4.3.2.- Cálculo de protecciones de alterna tramo 5

Para proteger este tramo, conociendo la intensidad del cable (78 A) y la intensidad admisible del conductor (335 A), se diseña la intensidad nominal del interruptor magnetotérmico de 100 A.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$78 A \leq 100A \leq 335 A$$

Eligiendo un magnetotérmico de 100 A se cumple esta primera condición. El poder de corte será de 6 kA. Se dispondrá un interruptor diferencial aguas abajo del magnetotérmico de calibre 100 A y sensibilidad 300 mA.

4.3.3.- Cuadro de protección de los Puntos de recarga

Este tramo se realiza con cable POWERFLEX RV-K, con tensión asignada de 0,6/1 kV, aislamiento de PVC y no propagador de la llama. Saldrá desde el cuadro de protección de los circuitos de los puntos de recarga hasta cada uno de los postes. La sección de cada uno de ellos se calculará sabiendo que la caída de tensión máxima de circuitos de fuerza es como máximo del 3 %, según la ITC-BT-19 del REBT.

Tensión (V)	Potencia (W)	Int (A)	Int*125%	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Longitud + 10%	C.T. (V)	e% (%)
Poste de Recarga 1								
230	7200	31,30	39,13	25	4,32	4,75	0,34	0,147
Poste de Recarga 2								
230	7200	31,30	39,13	25	9	9,90	0,34	0,147
Poste de Recarga 3								
230	10800	46,96	58,70	25	13,8	15,18	0,70	0,306
Poste de Recarga 4								
230	14400	62,61	78,26	25	18,5	20,35	1,62	0,704
Poste de Recarga 5								
230	14400	62,61	78,26	25	23,1	25,41	2,90	1,259

Figura 21 Secciones de los cables que llegan a los puntos de recarga

Para este tramo, por tanto, se elegirá un conductor para las fases de 25 mm² y para el neutro una sección de 16 mm².

A continuación, se calcula la intensidad de cortocircuito como ya se describió anteriormente.

lcc (Ω)	lcc (kA)
PR1	
0,0462	4,98
PR2	
0,0530	4,34
PR3	
0,0599	3,84
PR4	
0,0666	3,45
PR5	
0,0733	3,14

Figura 22 Intensidad y resistencia de cortocircuito hasta los puntos de recarga

4.3.4.- Cálculo de protecciones de alterna de los puntos de recarga

Se instalarán interruptores magnetotérmicos y diferenciales para la protección de este tramo.

a) Puntos de recarga 1 y 2

Conociendo la intensidad del cable (39,13 A) y la intensidad admisible del conductor (106 A), se diseña la intensidad nominal del interruptor magnetotérmico de 100 A.

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$39,13 A \leq 40A \leq 106 A$$

Eligiendo un magnetotérmico de 40 A se cumple esta primera condición. El poder de corte será de 6 kA. Se dispondrá un interruptor diferencial aguas abajo del magnetotérmico de calibre 40 A y sensibilidad 30 mA.

b) Punto de recarga 3

Conociendo la intensidad del cable (58,7 A) y la intensidad admisible del conductor (106 A), se diseña la intensidad nominal del interruptor magnetotérmico de 100 A.

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$58,7 A \leq 63 A \leq 106 A$$

Eligiendo un magnetotérmico de 63 A se cumple esta primera condición. El poder de corte será de 6 kA. Se dispondrá un interruptor diferencial aguas abajo del magnetotérmico de calibre 63 A y sensibilidad 30 mA.

c) Puntos de recarga 4 y 5

Conociendo la intensidad del cable (78,3 A) y la intensidad admisible del conductor (106 A), se diseña la intensidad nominal del interruptor magnetotérmico de 100 A.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$
$$78,3 A \leq 80 A \leq 106 A$$

Eligiendo un magnetotérmico de 80 A se cumple esta primera condición. El poder de corte será de 6 kA. Se dispondrá un interruptor diferencial aguas abajo del magnetotérmico de calibre 80 A y sensibilidad 30 mA.

4.4.- Sistema de comunicación RFID

Como bien se ha dicho anteriormente, dichos postes de recarga vienen equipados con lectores de tarjetas RFID para la identificación y control de acceso para usuarios.

Los sistemas RFID, consisten en un lector con un microcontrolador incrustado y una antena que opera a 13,56 MHz (frecuencia RFID). El lector mantiene a su alrededor un campo electromagnético de modo que al acercarse una tarjeta al campo, ésta se alimenta eléctricamente de esta energía inducida y puede establecerse la comunicación lector-tarjeta. La distancia de lectura depende de la potencia del módulo lector, existiendo lectores de mayor y menor alcance.

El estándar de comunicación de este tipo de tarjetas es el ISO/IEC 14443 del 2001. Es un estándar internacional relacionado con las tarjetas de identificación electrónicas, en especial las tarjetas inteligentes.

Se definen dos tipos de tarjetas sin contacto (A y B), permitidos para distancias de comunicación de hasta 10 cm.

Las más utilizadas son las tarjetas de la familia MIFARE de Philips, las cuales representan a la ISO/IEC 14443-A, que, como bien se especifica en las características técnicas de los postes de recarga elegidos, son las empleadas en el proyecto que nos ocupa.

MIFARE, es la tecnología de tarjetas inteligentes sin contacto (TISC) más ampliamente instalada en el mundo con aproximadamente 250 millones de TISC y 1.5 millones de módulos lectores vendidos. La tecnología es económica y rápida, razón por la cual es la más usada a nivel mundial.

La idea para emplear este sistema se basa en conectar mediante cable de red subterráneo los postes de recarga con el centro de comunicaciones situado en el edificio Calabaza, de esta manera se tendrá acceso a los datos de las recargas y emplearlos en diversas aplicaciones.

4.5.- Sistema de tarificación

En primer lugar, la entrada al parking se considerará cerrada mediante una barrera con acceso exclusivo para los usuarios identificados mediante la tarjeta universitaria, es decir, se plantea un parking de carácter privado. Se presentan las siguientes alternativas:

1.- Disponer en el propio parking de un dispensador de tarjetas RFID de prepago en el cual el usuario pueda escoger dos tipos de tarjetas que cubran una sola recarga (tarjetas de usar y tirar), una destinada a carga lenta y otra a carga semi-rápida.

Esta propuesta no necesita ningún registro de usuario y la idea es plantear un parking privado y que el usuario pueda registrar sus recargas y tener un control sobre ellas, por lo que ha sido descartada. Además una vez el usuario se desconecte, no podrá utilizar el servicio de nuevo hasta la compra de otra tarjeta.

2.-El usuario pueda pagar por lo que consume, es decir, se dispensa una tarjeta RFID sin cargo y, a la hora de salir del parking el usuario acude de nuevo al dispensador a pagar lo que ha consumido hasta ese momento. Este modo se asemeja al que se emplea en la mayoría de parkings privados, en los cuales se establecen unas tarifas por horas de estacionamiento. En este caso sería basándose en el precio del kWh en Canarias.

Se ha desestimado esta propuesta debido a que, al no existir relación entre la tarjeta de entrada al parking y estas tarjetas, se puede utilizar de forma ilegal el servicio de recarga y salir del parking sin abonar el importe. Para ello se necesitaría de algún tipo de alarma o personal de seguridad que se encarguen de dicho control, lo que conllevaría un mayor presupuesto.

4.6.- Solución adoptada

El planteamiento que se ha escogido se basa en que, mediante la tarjeta universitaria, la cual utiliza una tecnología de lectura por proximidad, el usuario pueda emplearla tanto para

el acceso al aparcamiento como para la recarga de su coche eléctrico, pasando su tarjeta por el lector de proximidad situado en los diversos postes instalados.

Para utilizar dicha tarjeta en los postes de recarga habilitados, se diseñará una página web mediante la cual el consumidor, introduciendo su usuario y contraseña proporcionado a todo miembro de la Universidad de La Laguna, pueda acceder al historial de sus recargas, conocer la energía consumida o el porcentaje de batería cargada del vehículo en directo, recargarla mediante cuenta bancaria a través de las diferentes tarifas que se ofertarán, comprobar el saldo disponible, consultar la ubicación de los puntos de recarga y editar la información personal.

De la misma manera, se diseñará una aplicación multiplataforma que permita al usuario acceder desde su smartphone o tableta a los mismos datos proporcionados en la página web.

Se plantea implantar un servicio de prepago para aquel usuario que desee pagar por los kW que consuma, al igual que un servicio de contrato anual destinado para aquellos que buscan un servicio más habitual. Este sistema de tarificación se basará en el precio del kW/h en Canarias, que se encuentra en 0,14215 €/kWh, y que variará si se hace uso de un puesto de carga lenta o carga semi-rápida.

Cabe mencionar que el sistema se diseñará para que, una vez el vehículo tenga el 100% de su carga, envíe inmediatamente, a través de correo electrónico o notificación en la propia aplicación móvil, un aviso de carga completa para que el usuario retire su vehículo antes de un periodo de 45 minutos. A partir de ese momento se le cargará a su cuenta bancaria una sanción económica de 1€ por hora para, de esta manera, evitar que los puestos de recarga se encuentren ocupados sin hacer uso de ellos.

5.- Comunicaciones

Para la gestión de los postes de recarga se requiere la conexión con el centro de comunicación, situado en la planta baja del edificio de la facultad de Física y Matemáticas, para posteriormente emplear los datos proporcionados de las recargas en la creación de una página web y aplicación móvil que dé soporte al usuario.

Cabe mencionar que tanto la creación de esta página web y app móvil como su coste, quedará fuera del ámbito de este proyecto, quedando a cargo del servicio TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) de la Universidad de La Laguna.

Se tienen dos modos de comunicación, por medio del estándar RS-485 y Ethernet habilitados de serie.

A la hora de escoger el tipo de comunicación más factible, se ha hecho especial hincapié en la longitud que se necesitaría de cable desde los postes hasta el centro de comunicación. Tomando las medidas oportunas:

- P1 - CC: 196 m
- P2 - CC: 201 m
- P3 - CC: 207 m
- P4- CC: 212 m
- P5- CC: 217 m

Como se puede observar dichas medidas superan los 200 metros de distancia entre los equipos. En primer lugar se ha desestimado el estándar Ethernet, debido a que existe una longitud máxima de cable a partir de la cual hay pérdidas en la señal, que debe ser inferior a 100 metros. En cuanto al estándar RS-485 dicha longitud debe ser inferior a 1200 metros, por lo que en este caso resulta un estándar válido.

Sin embargo, siempre que se superen los 100-200 metros de cable, se deben colocar resistencias de terminación de línea en la red. Se trata de resistencias necesarias con longitudes de cables largas y con altas velocidades de transmisión para mejorar la adaptación de impedancias de la red y, por tanto, evitar reflexiones que provocarían errores de comunicación. Su valor debe coincidir con la impedancia característica del cable empleado.

No debe haber más de 2 resistencias de terminación de línea: una en cada extremo del cable. Además, hay que detectar si alguno de los equipos que se conectan tiene instalada una resistencia de terminación de línea y conocer su valor, para poder quitarla o cambiarla dependiendo del caso.

El cable empleado en esta comunicación ha sido el siguiente: Cable multipar apantallado para aplicaciones EIA-485, estándar 24 AWG (Calibre de alambre estadounidense – American Wire Gauge), 2 pares, 0.2 mm²

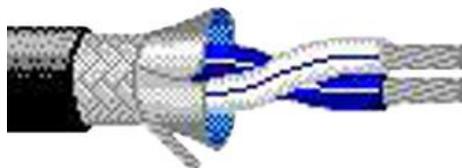


Figura 23 Cable multipar apantallado, estándar 24 AWG, 2 pares

Para conocer el valor de las resistencias de terminación de línea se necesita conocer la impedancia característica del cable empleado. Para ello se acude a la ficha de características técnicas:

REQUIREMENTS AND TEST METHODS

Electrical:

Nominal resistance conductor	78.7 Ω /km
Nominal resistance shield	7.2 Ω /km
Nominal capacitance conductor to conductor	42.0 pF/m
Nominal capacitance conductor to shield + other cond.	75.5 pF/m
Nominal impedance @ 1 MHz	120 Ω
Nominal velocity of propagation	66 %
Nominal delay	5.2 ns/m
Nominal attenuation @ 1 MHz	1.97 dB/100m
Testvoltage conductor-conductor	2500 VDC, 3 seconds

Figura 24 Impedancia característica del cable multipar apantallado

Obtenido este dato, se realiza el cálculo para las diferentes distancias de las líneas:

- P1-CC:196 metros $\rightarrow R_t = 78,7 * 0,196 \rightarrow R_t = 15,4 \Omega$
- P2-CC:201 metros $\rightarrow R_t = 78,7 * 0,201 \rightarrow R_t = 15,8 \Omega$
- P3-CC:207 metros $\rightarrow R_t = 78,7 * 0,207 \rightarrow R_t = 16,3 \Omega$
- P4-CC:212 metros $\rightarrow R_t = 78,7 * 0,212 \rightarrow R_t = 16,7 \Omega$
- P5-CC:217 metros $\rightarrow R_t = 78,7 * 0,217 \rightarrow R_t = 17,1 \Omega$

En el caso de los inversores, su gestión irá a cargo del CDP (Control Dinámico de Potencia) y para ello, hará también uso del estándar RS-485 que viene habilitado de serie.

Para conocer si son necesarias las resistencias de terminación de línea, se realizan las medidas oportunas. Se conectarán entre sí los inversores, uno tras otro, y el último será llevado al centro de transformación donde conectará con el CDP:

- Inversor 5 – Inversor 3: 1,25 m.

- Inversor 3 – Inversor 6: 1,25 m.
- Inversor 6 – Inversor 2: 5,2 m.
- Inversor 2 – Inversor 4: 1,25 m.
- Inversor 4 – Inversor 1: 1,25 m.
- Inversor 1 – CDP: 109,35 m.

Como se observa, dichas medidas se encuentran por debajo de los 100-200 metros que se establecen como máximo para no ser requeridas las resistencias de terminación de línea, por tanto no serán necesarias en estas líneas.



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

ANEXO II – ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICO

Alumnos:
Adriana González Fuentes
Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Índice

1.- Objeto.....	2
2.- Cálculo del coste del kW·h.....	2
3.- Conclusión	4

1.- Objeto

Este apartado se dedicará al cálculo del coste del kW·h al que se debe vender la energía para hacer que nuestra instalación fotovoltaica sea rentable. Para ello, se hará uso del presupuesto total de la instalación y saber en qué porcentaje nuestro consumo se satisface por medios fotovoltaicos o por ayuda de la red.

2.- Cálculo del coste del kW·h

Como ya se comprobó en el documento presupuesto, el mismo asciende a 400.506,04 €. A este precio hay que sumarle un 10 % en concepto de gastos de mantenimiento y un 20 % en concepto de beneficios que queremos obtener de la instalación. Estos tres últimos son en concepto de gastos y beneficios que produce la instalación

- ✓ Presupuesto total de la instalación: 400.506,04 €
- ✓ Gastos de mantenimiento, 25 % del presupuesto: 100.126,5 €
- ✓ 20 % de beneficio: 80.101,2 €

Esto hace un total de 580.733,75 €.

Con este dato, podemos calcular el precio del kW·h de nuestra instalación fotovoltaica en un margen de 20 años.

Para ello, utilizamos los datos que nos aporta el software Sunny Design. Según los cálculos de este software, nuestra instalación fotovoltaica es capaz de producir al año 268 MW·h, por tanto, si estamos considerando el tiempo de cálculo en 20 años, después de este tiempo, nuestra instalación fotovoltaica será capaz de generar 5360 MW·h. Considerando las pérdidas del sistema y la degradación de los módulos, tomaremos la energía producida por los módulos un 20 % menor a la teórica. Por tanto, consideraremos una producción de 4288 MW·h.

A continuación se muestra los resultados que nos aporta Sunny Design sobre nuestra instalación conectada a red:

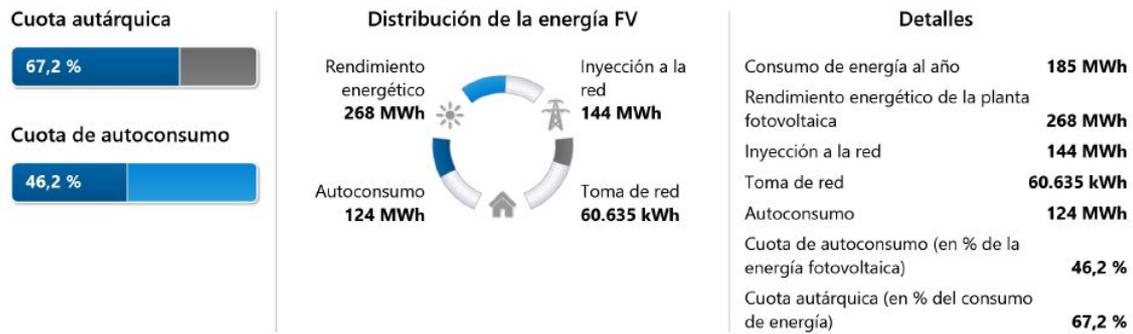


Figura 1 Resultados Sunny Design

Como se puede ver en la figura 1, tendremos una instalación capaz de producir 268 MW·h al año, inyectaremos a red 144 MW·h y además, consumiremos de la red 60.635 kW·h.

También nos dice el porcentaje de autoconsumo que tendrá nuestra instalación, que es del 46,2 %.

A continuación, procederemos a calcular el precio del kW·h de la instalación fotovoltaica.

$$\text{Precio PV} = \frac{\text{coste de la instalación}}{\text{energía producida por la planta}}$$

$$\text{Precio PV} = \frac{580733,75 \text{ €}}{4288 \text{ MW} \cdot \text{h}} = 0,1354 \frac{\text{€}}{\text{kW} \cdot \text{h}}$$

Por tanto, el coste del kW·h del sistema fotovoltaico es de 13 céntimos de euro. Para saber cuánto costará cargar el vehículo eléctrico en nuestra instalación, debemos tener en cuenta un aspecto fundamental:

- ✓ 67 % de autoconsumo.
- ✓ 33 % de energía de la red
- ✓ La empresa Unelco Endesa establece que para instalaciones cuya potencia contratada estén entre 15 kW y 250 kW el precio del kW·h es 0,167838 €/kW·h

Con este dato, podemos saber el precio de cada tipo de energía en nuestra instalación.

- ✓ 67,2 % de 0,1354 €/kW·h
- ✓ 33 % de 0,167838 €/kW·h

Por tanto, el precio final del kW·h de nuestra instalación será la suma de los dos datos anteriores.

El precio del kW·h de nuestra instalación solar será de 0,1461 €/kW·h

3.- Conclusión

Para que la instalación fotovoltaica que hemos diseñado sea rentable, y además, nos reporte algo de beneficio (20 % del presupuesto total) debemos vender nuestra energía como mínimo a 0,1461 €/kW·h. Cualquier precio más bajo que ese, hará que nuestra instalación no sea rentable.

A partir de aquí, se pueden diseñar tarifas que se ajusten a las necesidades de los usuarios del parking, siempre y cuando, se tenga presente el precio mínimo al que debe venderse la energía.



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

ANEXO III – ESTUDIO BÁSICO DE IMPACTO AMBIENTAL

Alumnos:
Adriana González Fuentes
Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Índice

1.- Objeto.....	2
2.- Impacto ambiental de una instalación solar fotovoltaica conectada a red.....	2
2.1.- Ruidos.....	2
2.2.- Emisiones gaseosas a la atmosfera.....	2
2.3.- Destrucción flora y fauna.....	2
2.4.- Residuos tóxicos y vertidos peligrosos.....	2
3.- Emisiones evitadas por el uso de instalaciones fotovoltaicas	3

1.- Objeto

El objeto del presente anexo es realizar un análisis de los principales efectos ambientales que la instalación fotovoltaica tendrá en el emplazamiento escogido. Se analizarán diferentes factores, como son el ruido o las emisiones gaseosas, entre otras.

Además, también se pretende demostrar que el vehículo eléctrico tiene una repercusión positiva sobre el efecto invernadero.

2.- Impacto ambiental de una instalación solar fotovoltaica conectada a red

Las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red tienen un impacto medioambiental prácticamente nulo. Analizando diferentes factores (ruido, emisiones gaseosas a la atmósfera, destrucción de flora y fauna, residuos tóxicos y peligrosos vertidos) se puede comprobar que su impacto ambiental, solo se limita a la fabricación de todos los componentes de la instalación más que a su propio funcionamiento.

A continuación, se analizarán uno a uno los factores mencionados anteriormente:

2.1.- Ruidos

Los módulos fotovoltaicos generan la energía fotovoltaica mediante un proceso completamente silencioso.

2.2.- Emisiones gaseosas a la atmósfera

Al tratarse de una energía limpia que proviene del sol, no requiere ninguna combustión para proporcionar energía, por tanto, no emite gases a la atmósfera.

2.3.- Destrucción flora y fauna

No se produce destrucción alguna de la flora y fauna de la zona.

2.4.- Residuos tóxicos y vertidos peligrosos

Los equipos de la instalación fotovoltaica no vierten ningún residuo tóxico.

3.- Emisiones evitadas por el uso del parking fotovoltaico.

La producción de energía en las centrales térmicas genera una serie de emisiones de gases contaminantes y que favorecen el efecto invernadero. Entre estas emisiones, se encuentran componentes tan nocivos como los óxidos de azufre o los anhídridos carbónicos, causantes del calentamiento global.

Estos contaminantes se generan principalmente por la quema de combustibles fósiles como el carbón o el fuel, que producen cenizas y humos, entre los que se encuentran los contaminantes anteriormente mencionados.

Al utilizar energías limpias, como en este caso, la energía fotovoltaica, se evita la emisión de estos gases en las centrales de producción de energía con medios no renovables. Por tanto, cuantas más energías limpias se empleen para la generación de energía, menor cantidad de contaminantes se verterán a la atmósfera.

Según la WWF (WorldWildlifeFund), en su estudio anual sobre la generación de electricidad, establece las siguientes emisiones por kW·h generado en una central eléctrica:

Por 1 kW·h de energía generada, se emiten:	0,210 kg de dióxido de carbono
	0,391 g de dióxido de azufre
	0,299 g de óxidos de nitrógeno

Tabla 1 Emisiones de residuos por kW·h generado en centrales eléctricas

Por tanto, para saber la cantidad de vertidos que se hacen a la atmósfera, primero debemos saber la energía que produce nuestra instalación al año. Para ello, se utiliza la siguiente ecuación:

$$E = \frac{G(\alpha, \beta) \cdot P_{GFV} \cdot PR}{G}$$

Donde:

- E: energía producida por la instalación fotovoltaica
- $G(\alpha, \beta)$: irradiación en el plano de inclinación y azimut óptimo (kWh/m²·día)
- P_{GFV} : Potencia pico del generador (kW)
- Performance Ratio (PR): rendimiento energético
- G_{STC} : irradiancia en condiciones estándar 1 kW/m²

Con la expresión arriba indicada, se procede a calcular la energía anual que genera el sistema fotovoltaico.

Mes	PR (%)	Radiación óptima (kWh/m ² ·día)	Energía generada (kWh/día)	Energía mensual (kWh/mes)
Enero	0,83	4,59	576,03	17856,8
febrero	0,82	5,23	648,44	18156,2
Marzo	0,80	6,58	795,92	24673,4
Abril	0,79	6,69	799,11	23973,2
Mayo	0,78	7,10	837,35	25957,7
Junio	0,77	7,26	845,24	25357,2
Julio	0,76	7,52	864,14	26788,3
Agosto	0,76	7,31	840,01	26040,2
Septiembre	0,77	6,54	761,41	22842,4
Octubre	0,78	5,84	688,75	21351,1
Noviembre	0,81	4,53	554,8	16643,9
Diciembre	0,83	3,98	499,47	15483,7
Promedio 0,79			Anual: 265124,2 kW·h/año	

Como se recoge en la tabla, la energía estimada que se producirá al año es de 265 MW·h. Por tanto, con estos datos, podemos calcular las emisiones a la atmósfera que se van a evitar.

A continuación, se adjuntan los resultados finales de las emisiones:

Emisiones evitadas de 1 año	Emisiones evitadas en 25 años
55,7 Tn de CO2	1391,9 Tn de CO2
103,7 Kg de dióxido de azufre	2,6 Tn de dióxido de azufre
79,3 Kg de óxidos de nitrógeno	1,98 Tn de óxidos de nitrógeno

Tabla 2 Resultados de las emisiones evitadas por la planta fotovoltaica



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

ANEXO IV.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Índice

1. Memoria.....	3
1.1 Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido.....	3
1.1.1 Justificación.....	3
1.1.2 Objeto.....	3
1.1.3 Contenido del EBSS.....	4
1.2 Medios de auxilio.....	5
1.2.1 Medios de auxilio en obra.....	5
1.3 Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar.....	5
1.3.1 Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra.....	8
1.3.2 Durante las fases de ejecución de la obra.....	10
1.3.3 Durante la utilización de medios auxiliares.....	14
1.3.4 Durante la utilización de maquinaria y herramientas.....	17
1.4 Identificación de los riesgos laborales evitables.....	21
1.4.1 Caídas al mismo nivel.....	21
1.4.2 Caídas a distinto nivel.....	21
1.4.3 Polvo y partículas.....	21
1.4.4 Ruido.....	21
1.4.5 Esfuerzos.....	21
1.4.6 Incendios.....	22
1.4.7 Intoxicación por emanaciones.....	22
1.5 Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse.....	22
1.5.1 Caída de objetos.....	22
1.5.2 Dermatitis.....	23
1.5.3 Electrocuciiones.....	23

1.5.4 Quemaduras.....	23
1.5.5 Golpes y cortes en extremidades.....	24
1.6 Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento.....	24
1.6.1 Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas.....	24
1.6.2 Trabajos en instalaciones.....	24
1.7 Trabajos que implican riesgos especiales.....	25
1.8 Medidas en caso de emergencia.....	25
1.9 Presencia de los recursos preventivos del contratista.....	26

1.- Memoria

1.1 Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido

1.1.1 Justificación

La obra proyectada requiere la redacción de un estudio básico de seguridad y salud, debido a su reducido volumen y a su relativa sencillez de ejecución, cumpliéndose el artículo 4. “Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras” del Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al verificarse que:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros
- b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

1.1.2 Objeto

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

1.1.3 Contenido del EBSS

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2 Medios de auxilio

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la

supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

1.2.1 Medios de auxilio en obra

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado, según la Orden TAS/2947/2007, de 8 de Octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

Su contenido se limitará, como mínimo, al establecido en el anexo VI. A). 3 del Real Decreto 486/97, de 14 de Abril:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

1.3 Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes:

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída

- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancia mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km / h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra:

- Casco de seguridad homologado
- Casco de seguridad con barboquejo
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Cinturón portaherramientas
- Guantes goma
- Guantes de cuero
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable
- Faja antilumbago
- Gafas de seguridad antiimpactos

- Protectores auditivos

1.3.1 Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

1.3.1.1 Instalación eléctrica provisional

Riesgos más frecuentes:

- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario

- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Ropa de trabajo impermeable
- Ropa de trabajo reflectante

*1.3.1.2 Vallado de obra***Riesgos más frecuentes:**

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a excavación

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo reflectante

*1.3.2 Durante las fases de ejecución de la obra**1.3.2.1 Acondicionamiento del terreno***Riesgos más frecuentes:**

- Atropellos y colisiones en giros o movimientos inesperados de las máquinas, especialmente durante la operación de marcha atrás
- Circulación de camiones con el volquete levantado
- Fallo mecánico en vehículos y maquinaria, en especial de frenos y de sistema de dirección
- Caída de material desde la cuchara de la máquina
- Caída de tierra durante las maniobras de desplazamiento del camión
- Vuelco de máquinas por exceso de carga

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Antes de iniciar la excavación se verificará que no existen líneas o conducciones enterradas
- Los vehículos no circularán a distancia inferiores a 2,0 metros de los bordes de la excavación ni de los desniveles existentes
- Las vías de acceso y de circulación en el interior de la obra se mantendrán libres de montículos de tierra y de hoyos
- Todas las máquinas estarán provistas de dispositivos sonoros y luz blanca en marcha atrás
- La zona de tránsito quedará perfectamente señalizada y sin materiales acopiados
- Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras

Equipos de protección individual (EPI):

- Auriculares antirruído
- Cinturón antivibratorio para el operador de la máquina

*1.3.2.2 Cimentación***Riesgos más frecuentes:**

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

*1.3.2.3 Estructura***Riesgos más frecuentes:**

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

*1.3.2.4 Cerramientos y revestimientos exteriores***Riesgos más frecuentes:**

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

*1.3.2.5 Cubiertas***Riesgos más frecuentes:**

- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída

*1.3.2.6 Instalaciones en general***Riesgos más frecuentes:**

- Electrocuaciones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

1.3.3 Durante la utilización de medios auxiliares

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a las prescripciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y cerámica (Orden de 28 de Agosto de 1970), prestando especial atención a la Sección 3ª “Seguridad en el trabajo en las industrias de la Construcción y Obras Públicas” Subsección 2ª “Andamios en general”.

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.3.3.1 Puntales

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados

1.3.3.2 Torre de hormigonado

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique “Prohibido el acceso a toda persona no autorizada”
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz

1.3.3.3 Escalera de mano

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

1.3.3.4 *Visera de protección*

- La visera sobre el acceso a obra se construirá por personal cualificado, con suficiente resistencia y estabilidad, para evitar los riesgos más frecuentes
- Los soportes de la visera se apoyarán sobre durmientes perfectamente nivelados
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución

1.3.3.5 *Plataforma de descarga*

- Se utilizarán plataformas homologadas, no admitiéndose su construcción “in situ”
- Las características resistentes de la plataforma serán adecuadas a las cargas a soportar, disponiendo un cartel indicativo de la carga máxima de la plataforma
- Dispondrá de un mecanismo de protección frontal cuando no esté en uso, para que quede perfectamente protegido el frente de descarga
- La superficie de la plataforma será de material antideslizante
- Se conservará en perfecto estado de mantenimiento, realizándose inspecciones en la fase de instalación y cada 6 meses

1.3.3.6 *Andamio europeo*

- Dispondrán del marcado CE, cumpliendo estrictamente las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador en relación al montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos
- Sus dimensiones serán adecuadas para el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente
- Se proyectarán, montarán y mantendrán de manera que se evite su desplome o desplazamiento accidental
- Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas del andamio serán apropiadas y adecuadas para el tipo de trabajo que se realice y a las cargas previstas, permitiendo que se pueda trabajar con holgura y se circule con seguridad

- No existirá ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán dimensionarse, construirse, protegerse y utilizarse de modo que se evite que las personas puedan caer o estar expuestas a caídas de objetos

1.3.4 Durante la utilización de maquinaria y herramientas

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.
- c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.3.4.1 Camión de caja basculante

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga
- No se circulará con la caja izada después de la descarga

1.3.4.2 *Camión para transporte*

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

1.3.4.3 *Hormigonera*

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados

1.3.4.4 *Vibrador*

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento

- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará $2,5 \text{ m/s}^2$, siendo el valor límite de 5 m/s^2

1.3.4.5 *Martillo picador*

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo

1.3.4.6 *Equipo de soldadura*

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación del aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo

- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto

1.3.4.7 *Herramientas manuales diversas*

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa de antiproyección
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos

1.4 Identificación de los riesgos laborales evitables

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

1.4.1 *Caídas al mismo nivel*

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales

1.4.2 *Caídas a distinto nivel*

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas

1.4.3 *Polvo y partículas*

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas

1.4.4 *Ruido*

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos

1.4.5 *Esfuerzos*

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas

1.4.6 Incendios

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio

1.4.7 Intoxicación por emanaciones

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados

1.5 Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

1.5.1 Caída de objetos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se montarán marquesinas en los accesos
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado
- Guantes y botas de seguridad
- Uso de bolsa portaherramientas

1.5.2 *Dermatosis*

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitará la generación de polvo de cemento

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y ropa de trabajo adecuada

1.5.3 *Electrocuciones*

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra

Equipos de protección individual:

- Guantes dieléctricos
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad

1.5.4 *Quemaduras*

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes, polainas y mandiles de cuero

1.5.5 Golpes y cortes en extremidades

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y botas de seguridad

1.6 Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

1.6.1 Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con el riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente estudio básico de seguridad y salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

1.6.2 Trabajos en instalaciones

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las

especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de seguridad y salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

1.7 Trabajos que implican riesgos especiales

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 1, 2 y 10 incluidos en el Anexo II. “Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores” del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

Estos riesgos especiales suelen presentarse en la ejecución de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales
- Ejecución de cerramientos exteriores
- Formación de los antepechos de cubierta
- Colocación de horcas y redes de protección
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Disposición de plataformas voladas
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas

1.8 Medidas en caso de emergencia

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizados la adecuada

administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.9 Presencia de los recursos preventivos del contratista

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

ANEXO V.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Índice

- 1.- Módulo fotovoltaico A-315M ULTRA de ATERSA
- 2.- Inversor Sunny Tripower 25000TL
- 3.- Marquesinas para aparcamiento
- 4.- Soporte placas para suelo
- 5.- Cables fotovoltaicos EXZHELLENT SOLAR
- 6.- Cable TopFlex
- 7.- Poste de recarga RVE-2
- 8.- Poste de recarga RVE-P
- 9.- Control Dinámico de Potencia
- 10.- Contador CIRWATT bidireccional
11. Presupuesto marquesinas solares

+Ultra *nueva gama*

➔ Módulo fotovoltaico
A-305M / A-310M / A-315M (TYCO 4.0)



+UltraTolerancia positiva
Positiva 0/+5 Wp

+UltraCalidad
Anti Hot-Spot

+UltraGarantía
10 años de garantía de producto

+UltraFiabilidad
En el mercado desde 1979

+UltraResistencia
Cristal templado de 4 mm

+UltraTES
Verificación eléctrica célula a célula



Sistema único
en el mercado,
patentado por
Atersa.





Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

	A-305M	A-310M	A-315M
Potencia Nominal (0/+5 W)	305 W	310 W	315 W
Eficiencia del módulo	15,68%	15,94%	16,19%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,31 A	8,40 A	8,45 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	36,71 V	36,91 V	37,30 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,84 A	8,92 A	8,94 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	44,89 V	45,15 V	45,72 V

Parámetros térmicos

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,03% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,34% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

Características físicas

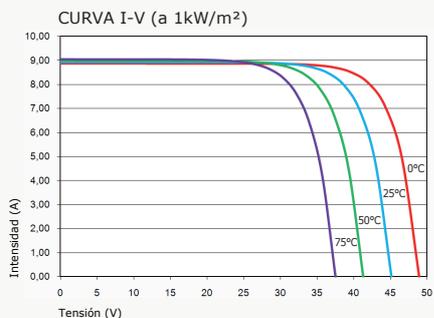
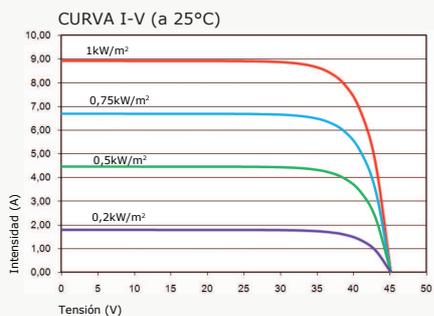
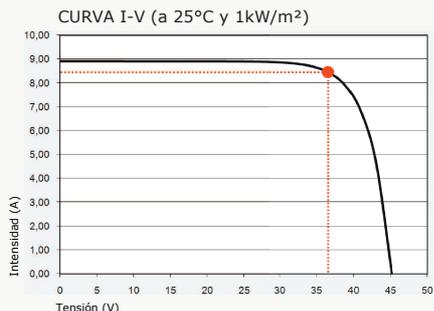
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1965x990x40
Peso (kg)	24
Área (m ²)	1,95
Tipo de célula	Monocristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	72 (6x12)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 4 mm
Marco	Aleación de aluminio pintado en poliéster
Caja de conexiones	TYCO IP65
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1200 mm
Conectores	TYCO

Rango de funcionamiento

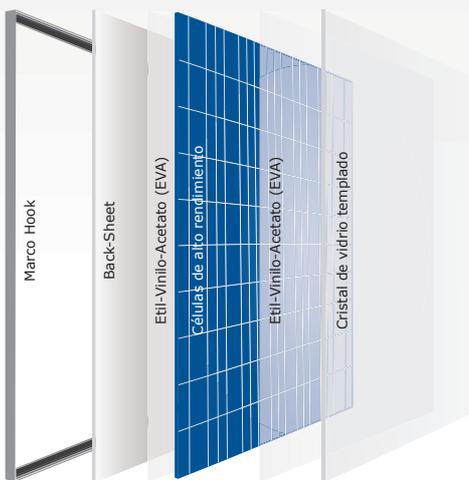
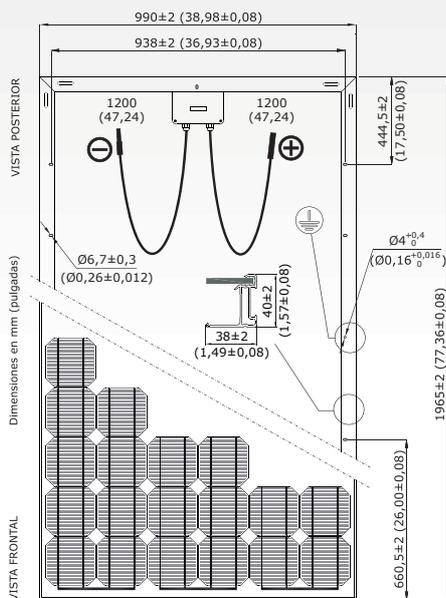
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

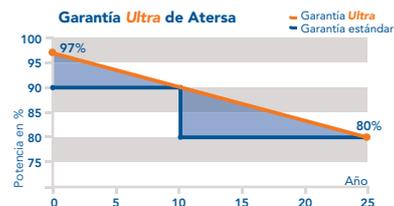
Curvas modelo A-310M



Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico



- Módulos por caja: **25 uds**
- Peso por palé: **680 kg**
- En un contenedor de 40 pies entran 21 cajas: **525 paneles**
- En un contenedor de 40 pies HC entran 22 cajas: **550 paneles**
- En un contenedor de 20 pies entran 9 cajas: **225 paneles**
- En un camión TAUTLINER entran 26 cajas: **650 paneles**



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

➔ www.atera.com • atera@elecnor.com
Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111

Revisado: 19/05/15
Ref.: MU-6M (1) 6x12-E (TY 4.0)
© Atersa SL, 2015





Rentable

- Rendimiento máximo del 98,4 %

Seguro

- Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)

Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1 000 V
- Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring
- Pantalla opcional

Innovador

- Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control
- Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)

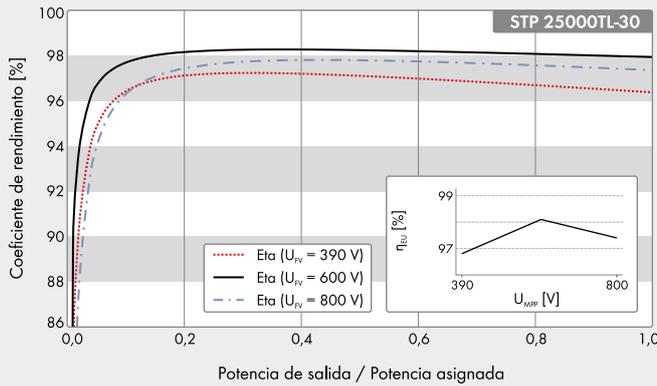
SUNNY TRIPOWER 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower 20000TL/25000TL es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.

Curva de rendimiento



Accesorios



● De serie ○ Opcional – No disponible
 Datos en condiciones nominales
 Actualizado: setiembre de 2015

Datos técnicos

Entrada (CC)

Potencia máxima de CC (con $\cos \varphi = 1$)/potencia asignada de CC
 Tensión de entrada máx.
 Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada
 Tensión de entrada mín./de inicio
 Corriente máx. de entrada, entradas: A/B
 Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP

Salida (CA)

Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)
 Potencia máx. aparente de CA
 Tensión nominal de CA
 Rango de tensión de CA
 Frecuencia de red de CA/rango
 Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red
 Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida
 Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable
 THD
 Fases de inyección/conexión

Rendimiento

Rendimiento máx./europeo

Dispositivos de protección

Punto de desconexión en el lado de entrada
 Monitorización de toma a tierra/de red
 Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II
 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 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)

Datos generales

Dimensiones (ancho/alto/fondo)
 Peso
 Rango de temperatura de servicio
 Emisión sonora, típica
 Autoconsumo nocturno
 Topología/principio de refrigeración
 Tipo de protección (según IEC 60529)
 Clase climática (según IEC 60721-3-4)
 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)

Equipamiento / función / accesorios

Conexión de CC/CA
 Pantalla
 Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect
 Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus
 Relé multifunción/Power Control Module
 OptiTrack Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
 Garantía: 5/10/15/20/25 años
 Certificados y autorizaciones (otros a petición)

* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

Sunny Tripower 20000TL

20 440 W/20 440 W
 1 000 V
 320 V ... 800 V/600 V
 150 V/188 V
 33 A/33 A
 2/A:3; B:3

Sunny Tripower 25000TL

25 550 W/25 550 W
 1 000 V
 390 V ... 800 V/600 V
 150 V/188 V
 33 A/33 A
 2/A:3; B:3

20 000 W
 20 000 VA

25 000 W
 25 000 VA

3 / N / PE; 220 V / 380 V
 3 / N / PE; 230 V / 400 V
 3 / N / PE; 240 V / 415 V

180 V ... 280 V

50 Hz / 44 Hz ... 55 Hz
 60 Hz / 54 Hz ... 65 Hz

50 Hz / 230 V

29 A/29 A

36,2 A/36,2 A

1/0 inductivo ... 0 capacitivo

≤ 3%

3/3

98,4%/98,0%

98,3%/98,1%

●

● / ●

○

● / ● / –

●

1 / AC: III; DC: II

661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)

61 kg (134,48 lb)

–25 °C ... +60 °C (–13 °F ... +140 °F)

51 dB(A)

1 W

Sin transformador/OptiCool

IP65

4K4H

100%

SUNCLIX/Borne de conexión por resorte

○

○ / ●

● / ●

○ / ○

● / ● / ●

● / ●

● / ○ / ○ / ○ / ○

ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

Modelo comercial

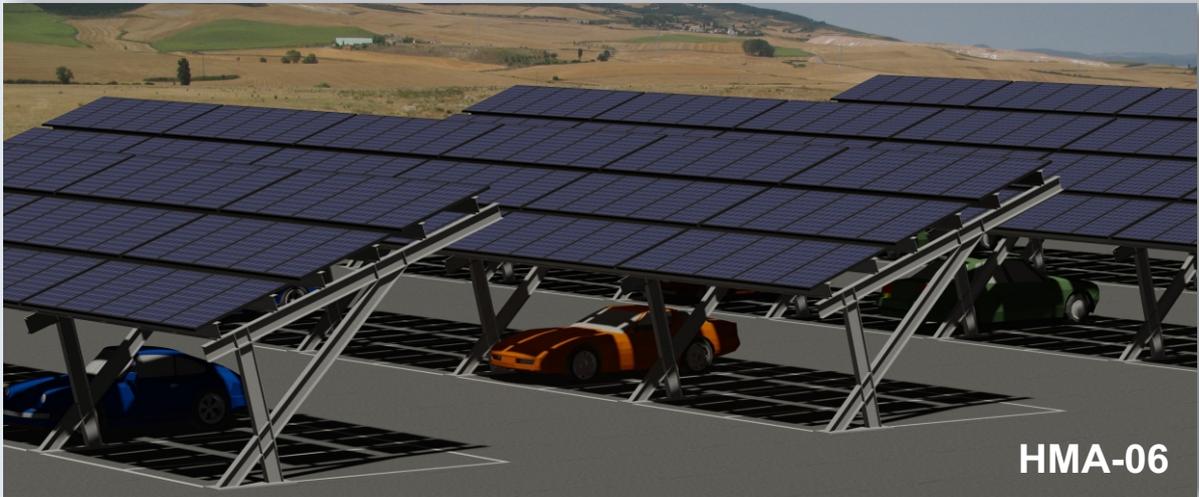
STP 20000TL-30

STP 25000TL-30

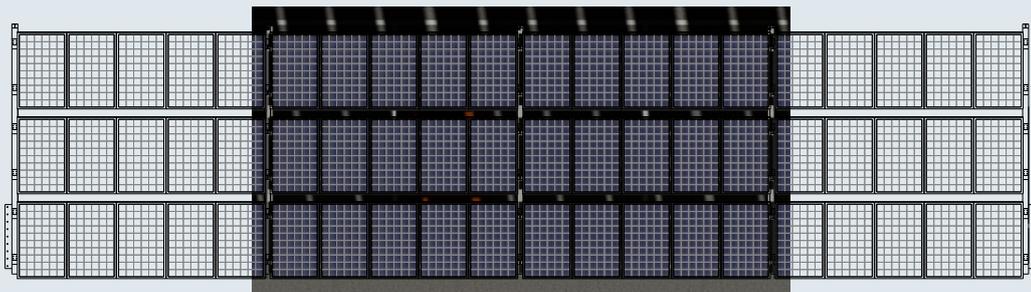
Tipologías Estructurales para Instalaciones Solares Fotovoltaicas

ESTRUCTURA SOLAR DE MARQUESINAS PARA APARCAMIENTO HMA-06

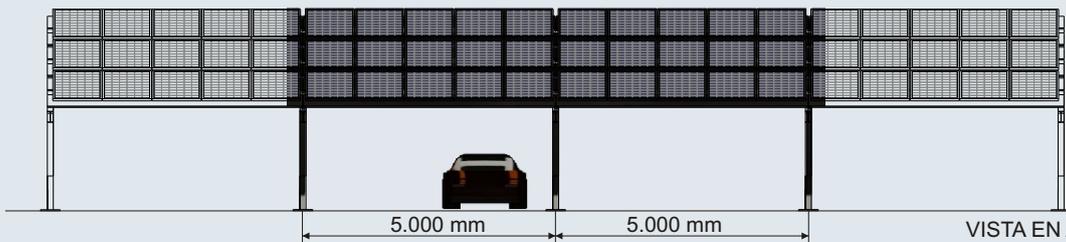
ESTRUCTURA SOLAR PARA MARQUESINAS PARA APARCAMIENTO.



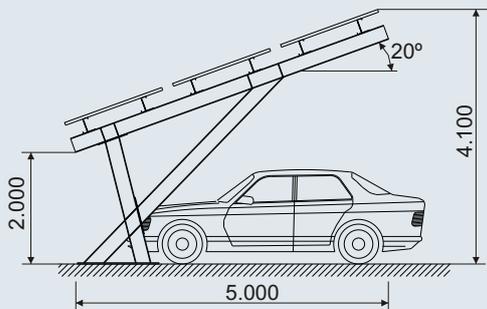
VISTA EN PERSPECTIVA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.



VISTA EN PLANTA.

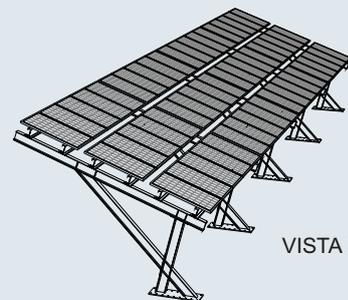


VISTA EN ALZADO.



Dimensiones en mm

VISTA LATERAL.



VISTA 3D.



Gestamp
Solar Steel

Tipologías Estructurales para Instalaciones Solares Fotovoltaicas

ESTRUCTURA SOLAR DE MARQUESINAS PARA APARCAMIENTO HMA-06

1.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS MARQUESINAS.

- Todos los elementos que conforman las marquesinas se pueden suministrar en acero de calidad S235, S275JR o S355JR.
- En estas estructuras las uniones entre todos los elementos son atornilladas, no existiendo soldaduras posteriores al proceso de acabado.
- Todos los elementos estructurales así como la tornillería son galvanizados en caliente por inmersión según UNE-EN ISO1461.
- Los elementos galvanizados presentan una durabilidad conforme a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 14.713, en función del tipo de ambiente al que se encuentran expuestos.
- Son perfectamente adaptables a diferentes dimensiones de aparcamiento, siendo las dimensiones básicas de 5 m x 5 m (dos plazas de aparcamiento estándar).
- Son adaptables a cualquier dimensión de panel solar fotovoltaico, y se pueden instalar tanto en vertical como en horizontal.

2.- HIPÓTESIS DE CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES.

- Carga de Peso Propio.
(Paneles + estructura).
- Carga de Nieve.
(Según norma de calculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).
- Carga de Viento considerada.
(Según norma de calculo en función de las necesidades y ubicación de la obra).

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



Nº 7001678

Estructura Fabricada por:

HIERROS Y APLANACIONES, S. A.

Polígono Industrial de Cancienes, s/n. 33470 - Corvera, Asturias ESPAÑA (SPAIN)

Tel: + (34) 985 128 200. Fax: + (34) 985 505 361

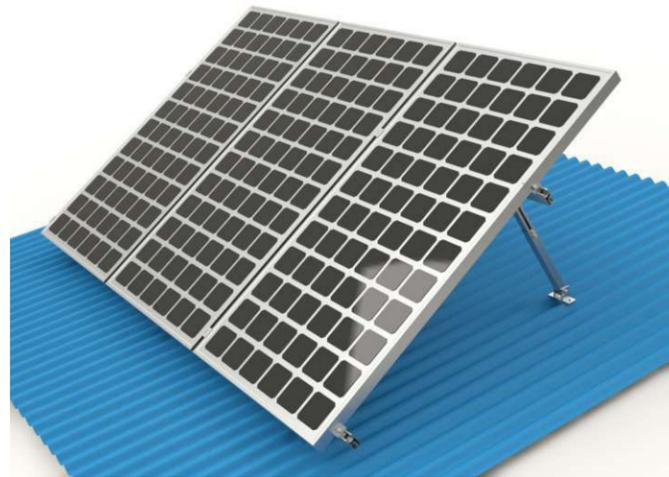
comercial_hiasa@gonvarri.com - energiasolar_hiasa@gonvarri.com

www.hiasa.com

ISO 14001
BUREAU VERITAS
Certification



Nº 6003180



Adjustable System



Fixed System

FLAT ROOF RACKING SYSTEM



Introduction

Flat Roof Racking system is developed to mount the module tilt a certain angle on a flat roof or ground. You can have the fixed or adjustable angle solution as 10-15deg, 15-30deg and 30-60deg according to your exact requirement. The innovated aluminum rail, D-module, clamps and legs which can be pre-assembled to make the installation easy and quick for saving your labor cost and time. Besides, the customized length of rail will not require onsite weld and cut, keeping the appearance entirety, structural strength and anti-corrosive performance.

Benefits

Easy Installation

D-module can be put into Rail from any position, so the parts can be pre-assembled on factory to save your install time on site.

Flexibility and Compatible

Rail and its accessories can be installed with the most solar panels on the difference condition.

Safety and Reliability

The racking systems can stand up to the extreme weather complied with the AS/NZS 1170 and other international structure load standards by skilled engineers. The main support components have also been tested to guarantee its structure and load-carrying capacity.

Technical Information

Install Site	Low profile roof or open field
Tilt Angle	10deg ~ 60deg
Building Height	up to 20m
Max Wind Speed	up to 60m/s
Snow Load	up to 1.4KN/m ²
Standards	AS/NZS 1170 & DIN 1055 & Other
Material	Aluminum alloy & Stainless Steel
Color	Natural
Anti-corrosive	Anodized
Warranty	Ten years warranty
Duration	More than 20 years

COMPONENTS

Adjustable Tilt System



Legs



Item No.	Description	Leg Length
ADFL	AD Front Leg	
ADRL1015	AD Rear Leg 10/15 deg	240~360mm
ADRL1530	AD Rear Leg 15/30 deg	340~680mm
ADRL3060	AD Rear Leg 30/60 deg	700~1200mm

POR UNA ENERGÍA LIMPIA

CABLES PARA INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA





CABLES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS EN HUERTAS SOLARES Y TEJADOS.

Los cables **Exzhellent Solar ZZ-F (AS)** y **XZ1FA3Z-K (AS)** han sido diseñados para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica.

Con los cables **Exzhellent Solar** conseguirá la máxima eficiencia de sus instalaciones, garantizando la evacuación de la energía producida durante toda la vida útil de su instalación.

CARACTERÍSTICAS OBLIGATORIAS

RESISTENCIA A LA INTEMPERIE



TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR:
120° C⁽¹⁾
IEC 60216



RESISTENCIA A TEMPERATURAS EXTREMAS
Mínima: -40°C
IEC 60811-1-4



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS (UV)
UL 1581



RESISTENCIA AL OZONO
IEC 60811-2-1



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA
IEC 60811-1-3

VIDA ÚTIL



VIDA ÚTIL 30 AÑOS
IEC 60216

RESISTENCIA MECÁNICA



RESISTENCIA AL IMPACTO
IEC 60811-1-4



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
EN 50305



RESISTENCIA AL DESGARRO
IEC 61034-2

ECOLÓGICO - ALTA SEGURIDAD (AS)



ECOLÓGICO



LIBRE DE HALÓGENOS
IEC 60754-1



BAJA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
IEC EN 61034-2



NO PROPAGADOR DEL INCENDIO
IEC 60332-3

(1) Hasta 20.000 horas de funcionamiento (IEC 60216-1)

PANELES FOTOVOLTAICOS

SERVICIO MÓVIL

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC

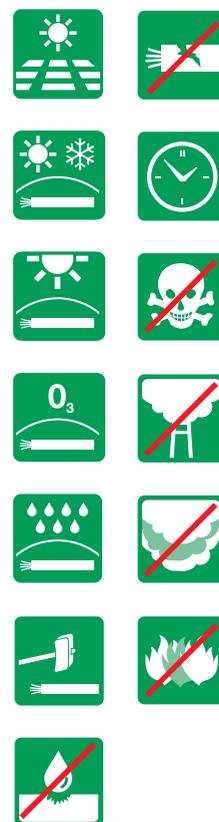


EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

Conductor: Cobre estañado clase 5 para servicio móvil (-F)
 Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)
 Norma: TÜV 2 Pfg 1169/08.2007



Ecológico



Código	Sección	Color (*)	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Resist. Máx. del conductor a 20°C	Intensidad al Aire ⁽¹⁾	Caída de tensión en DC
	mm ²		mm ²	kg/km	mm ²	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Disponibilidad bajo pedido hasta 1x300 mm²

[*] Posibilidad de suministrar con cubierta ■

[1] Al aire, a 60 °C Según norma TÜV 2 Pfg 1169/08.2007

HUERTAS SOLARES

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC

SERVICIO FIJO



GC EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

LA MEJOR PROTECCIÓN MECÁNICA DURANTE EL TENDIDO,
LA INSTALACIÓN Y EL SERVICIO

EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC

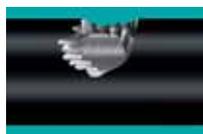
- Conductor: Cobre Clase 5 para servicio fijo (-k)
- Aislamiento: Polietileno Reticulado XLPE (X)
- Asiento de Armadura: Poliolefina libre de halógenos (Z1)
- Armadura: Fleje corrugado de AL (FA3)
- Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos (Z). Color Negro
- Norma: AENOR EA 0038



Ecológico



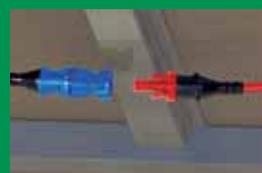
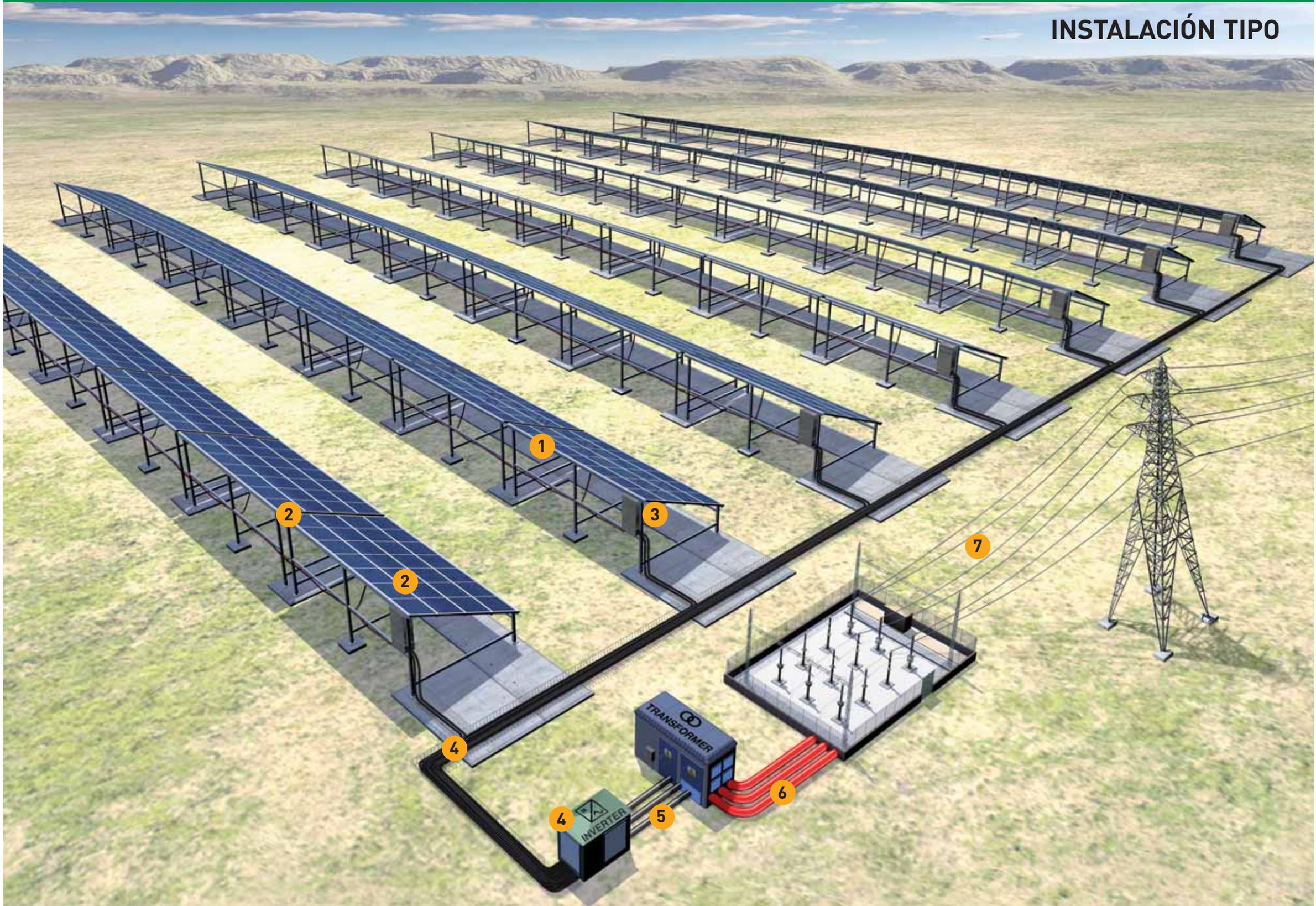
Resistente a la acción de los roedores



Código	Sección	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Intensidad al Aire ⁽¹⁾	Intensidad Enterrado ⁽²⁾	Caída tensión en DC
	mm ²	mm ²	kg/km	mm ²	A	A	V/A.km
1618110	1x10	12,0	230	120	80	77	4,87
1618111	1x16	13,0	290	130	107	100	3,09
1618112	1x25	14,8	405	150	140	128	1,99
1618113	1x35	15,9	510	160	174	154	1,41
1618114	1x50	17,5	665	175	210	183	0,984
1618115	1x70	19,8	895	200	269	224	0,694
1618116	1x95	21,6	1.125	220	327	265	0,525
1618117	1x120	23,6	1.390	240	380	302	0,411
1618118	1x150	25,6	1.695	260	438	342	0,329
1618119	1x185	27,5	2.010	275	500	383	0,270
1618120	1x240	30,8	2.615	310	590	442	0,204
1618121	1x300	34,4	3.245	345	659	500	0,163

(1) Al aire a 40°C según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-1 bis Método F, 2 conductores cargados

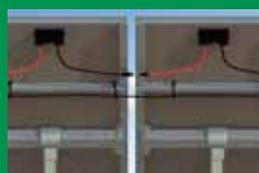
(2) Enterrado, 25°C, 0,7 m de profundidad, 1,5 K m/W según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-2 bis Método D



1 Sistema de conexión rápida

exZhellent clickconnect

Tipo MC4 • Int. Máx. 40A DC • Resistencia de contacto $\leq 1\text{m}\Omega$ • -40°C a 105°C IP68 • Secciones de 2,5 a 10 mm². Longitudes personalizables



2 Conexión entre placas y paneles fotovoltaicos

exZhellent SOLAR ZZ-F (AS)
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

Secciones habituales desde 1x2,5 hasta 1x35 mm² • Por petición expresa de cliente hasta 240 mm² • Certificado TÜV



3 Instalación BT DC entre paneles y cajas de conexión

exZhellent SOLAR ZZ-F (AS)
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

Secciones habituales desde 1x2,5 hasta 1x35 mm² • Por petición expresa de cliente hasta 240 mm² • Certificado TÜV



4 Instalación BT DC entre las cajas de conexiones y el inversor

exZhellent SOLAR XZ1FA3Z-K (AS)
1,8 kV DC-0,6/1 kV AC

Según norma AENOR EA0038
Secciones desde 1x16 hasta 1x300 mm²
Cable con armadura



5 Instalación BT AC hasta el transformador

exZhellent SOLAR XZ1FA3Z-K (AS)
1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

Según norma AENOR EA0038
Secciones desde 1x16 hasta 1x300 mm²
Cable con armadura



6 Cables para el circuito de MT

HERSATENE RHZ1FA3Z1-OL
VULPREN HEPRZ1FA3Z1

Cable recomendado MT hasta 30 kV
AT desde 45 kV hasta 400 kV en líneas subterráneas o aéreas
Cable con armadura



7 Cables para líneas aéreas

Conductores aéreos desnudos ACSR

Según norma UNE 21018 y UNE-EN 50182
AT desde 45 kV hasta 400 kV
Secciones desde 30 mm² hasta 635 mm²

CENTRAL

Casanova, 150 - 08036 BARCELONA
Tel.: +34 93 227 97 00 - Fax: +34 93 227 97 22
info@generalcable.es

ZONAS IBERIA**ANDALUCÍA**

Averroes, 6, Edificio Eurosevilla, 4º, 7ª
41020 SEVILLA
Tel.: +34 95 499 95 18 - Fax: +34 95 451 10 13
delegacionandalucia@generalcable.es
Málaga
Tel. Móvil: +34 626 014 918 - Fax: +34 95 225 99 12
astecchini@generalcable.es

CENTRO

Ávila, Badajoz, Cáceres, Ciudad Real,
Guadalajara, Madrid, Segovia y Toledo
Avda. Ciudad de Barcelona, 81 A, 4º A - 28007 MADRID
Tel.: +34 91 309 66 20 - Fax: +34 91 309 66 30
delegacioncentro@generalcable.es
Burgos, León, Palencia, Salamanca, Valladolid y Zamora
Tel. Móvil: +34 609 154 594 - Fax: +34 983 24 96 32
aastorgano@generalcable.es

LEVANTE

Albacete, Comunidad Valenciana, Cuenca y Murcia
Cirilo Amorós, 27 - 6º C - 46004 VALENCIA
Tel.: +34 96 350 92 58 - Fax: +34 96 352 95 53
delegacionlevante@generalcable.es

NORDESTE

Andorra, Aragón, Baleares y Cataluña
Aragón, 177-179, 2ª planta - 08011 BARCELONA
Tel.: +34 93 467 85 78 - Fax: +34 93 467 46 97
nordeste@generalcable.es

NORTE

Álava, Asturias, Cantabria y Vizcaya
Juan de Ajuriaguerra, 26 - 48009 BILBAO
Tel.: +34 94 424 51 76 - Fax: +34 94 423 06 67
delegacionnorte@generalcable.es
Guipúzcoa, La Rioja, Navarra, Soria
Tel.: +34 629 34 85 22 - Fax +34 948 23 46 05
plopez@generalcable.es
Representación GALICIA
BESIGA COMERCIAL, S.L.
Av. Tierno Galván, 112
15178 MAIANCA - OLEIROS (La Coruña)
Tel.: +34 981 61 71 94 - Fax: +34 981 61 74 78
comercial@besiga.com

Representación CANARIAS

Ángel Guerra, 23 - 1º
35003 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Tel.: +34 928 36 11 57 - Fax: +34 928 36 44 73
info@emgg.es

PORTO

R. Gonçalo Cristovão, 312 - 4º B e C
4000-266 PORTO
Tel.: +351 223 392 350 - Fax: +351 223 323 878

ATENCIÓN AL CLIENTE
TEL.: +34 932 279 700
FAX: +34 900 210 486
www.generalcable.es

**EXPORTACIÓN**

Casanova, 150 - 08036 BARCELONA (Spain)
Tel.: +34 93 227 97 24 - Fax: +34 93 227 97 19
export@generalcable.es

FACTORÍAS**ABRERA (España)**

Carrer del Metall, 4 (Polígon Can Sucarrats) - 08630 ABRERA (Barcelona)
Tel.: +34 93 773 48 00 - Fax: +34 93 773 48 48

MANLLEU (España)

Ctra. Rusiñol, 63 - 08560 MANLLEU (Barcelona)
Tel.: +34 93 852 02 00 - Fax: +34 93 852 02 22

MONTCADA I REIXAC (España)

Ctra. de Ribas, Km. 13,250 - 08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona)
Tel.: +34 93 227 95 00 - Fax: +34 93 227 95 22

VITORIA (España)

Portal de Bergara, 36 - 01013 VITORIA-GAZTEIZ
Tel.: +34 945 261 100 - Fax: +34 945 267 146 - marketing@ecn.es - www.ecn.es

MONTEREAU (Francia)

SILEC CABLE - Rue de Varennes Prolongée - 77876 MONTEREAU CEDEX (France)
Tel.: +33 (0) 1 60 57 30 00 - Fax: +33 (0) 1 60 57 30 15
contact@sileccable.com - www.sileccable.com

MORELENA (Portugal)

Av. Marquês de Pombal, 36-38 Morelena - 2715-055 PÊRO PINHEIRO (Portugal)
Tel.: +351 219 678 500 - Fax: +351 219 271 942

NORDENHAM (Alemania)

NSW - Kabelstraße 9-11 - D-26954 NORDENHAM (Deutschland)
Tel.: +49 4731 82 0 - Fax: +49 4731 82 1301 - info@nsw.com - www.nsw.com

BISKRA (Argelia)

ENICAB - Zone Industrielle - B.P. 131 07000 RP BISKRA (Algérie)
Tel.: +213 033 75 43 21/22 - Fax: +213 033 74 15 19 - info@generalcable.dz

LUANDA (Angola)

CONDEL - Fábrica de Condutores Eléctricos de Angola, SARL
5ª Av N° 9, Zona Industrial do Cazenga, Caixa Postal n° 3043 LUANDA (Angola)
Tel.: +244 2 380076/7/8/9/17 - Fax +244 2 33 78 12 - condel@snet.co.ao

INTERNACIONAL**ABU DHABI**

P.O. Box No. 112478 - Next Showroom Building - Nazda Street, ABU DHABI (UAE)
Tel.: +971-2- 6338991 - Fax: +971-2- 6338993 - akhanka@generalcable-uk.com

ARGELIA

ENICAB
Centre Commercial de L'Egtc local n° A21 - 170 Rue, Hassiba Ben Bouali El Hamma
016000 ALGER - Telf: +213 021 67 61 73 - Fax: +213 021 67 61 75 - info@enicab.dz

NORUEGA

Randemveien 17 - 1540 VESTBY (Norway)
Tel.: +47 64955900 - Fax: +47 64955910 - firmapost@generalcable.no

REINO UNIDO

Regus House, Herons Way, Chester Business Park,
CH4 9QR CHESTER (United Kingdom)
Tel.: +44 1244 893 245 - Fax: +44 1244 893 101 - aribeiro@generalcable-uk.com

RUSIA

Azovskaya str., 13 - (Russia) MOSCOW
Tel.: +7 495 617 0005 - Fax: +7 495 617 0006 - info@generalcable-ru.com

AGENCIAS**ARGENTINA**

Francisco Beiró 1490 - Florida Este 1602 - BUENOS AIRES (Argentina)
Tel.: +54 11 4760 6088 - Fax: +54 11 4761 0251 - e-mail: info@generalcable-ar.com

FRANCIA

DOMEX Cabling s.a.s - 43, rue de Vincennes - 93100 MONTREUIL (France)
Tel.: +33 1 60 62 51 45 - Fax: +33 1 60 62 51 49 - manuel.dorado@wanadoo.fr

ITALIA

Salvaneschi E.e.R.&C.S.A. - Via Pelizza da Volpedo, 20
20092 CINISELLO BALSAMO - MILANO (Italy)
Tel.: +39 02 660 49494 - Fax: +39 02 660 49489 - rsalvaneschi@generalcable-it.com



POWERFLEX

RV-K 0,6/1kV

El cable flexible universal para la transmisión de potencia



a Aplicaciones

Este cable para distribución de energía es adecuado para todos los tipos de conexiones industriales de baja tensión, en redes urbanas, en instalaciones en edificios, etc. Su alta flexibilidad facilita substancialmente el proceso de instalación y, en consecuencia, es particularmente adecuado en trazados difíciles. Puede ser enterrado o instalado en un tubo, así como a la intemperie, sin requerir protección adicional. Finalmente, el cable Powerflex RV-K soporta entornos húmedos incluyendo la total inmersión en agua.

b Características

- 1.- Excelente flexibilidad:** El uso de conductores flexibles de cobre, así como los materiales de aislamiento y cubierta, hacen a este cable altamente flexible.
- 2.- Gran potencia:** El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) permite una gran transmisión de potencia así como una mayor resistencia a sobrecargas. Adicionalmente, alcanza una temperatura máxima de servicio del conductor de 90 °C (vs. 70 °C en los cables tipo NYY, VV, N1VV-K).
- 3.- Menores costes de instalación:** El uso de cable flexible aumenta notablemente la velocidad de instalación, lo que en muchos casos significa menores costes de instalación.
- 4.- Propiedades frente al fuego:** La cualidad de no propagación de la llama del cable Powerflex RV-K contribuye a mejorar la seguridad general de la instalación.
- 5.- Protección:** La mezcla especial de PVC utilizada para la cubierta exterior proporciona un buen nivel de protección contra aceites minerales e hidrocarburos.
- 6.- Versatilidad:** El diseño del Powerflex RV-K permite instalar este cable en casi cualquier entorno: en el exterior, enterrado, en condiciones húmedas o incluso inmerso en agua.

Aplicaciones



Uso industrial



Intemperie



Enterrado



Entubado



Presencia
humedad



No
propagador
de la llama

G Datos técnicos

La tabla adjunta muestra el diámetro, peso, intensidad máxima admisible y caída de tensión detallada para cada cable.

Los valores de intensidad máxima admisible mostrados están basados en la norma IEC 60364. Las condiciones utilizadas para el cálculo son:

- Instalación al aire: se supone una instalación con ventilación adecuada y una temperatura ambiente de 30 °C (método de referencia F para unipolares y E para multiconductores).
- Instalación enterrada: cable en conducto enterrado a 70 cm, con una resistividad térmica del terreno de 2,5 °K·m/W y una temperatura del suelo de 20 °C (método de referencia D).
- Para cables de 2 y 3 conductores hasta 10 mm² se supone un circuito monofásico. Para el resto de cables se supone un circuito trifásico.

La caída de tensión es la máxima que puede ocurrir. Se ha calculado a la temperatura máxima del conductor y $\cos \phi = 1$.

Condiciones medioambientales



No propagador de la llama:
IEC 60332-1
EN 60332-1



Resistencia a los impactos:
AG 2
Impacto medio



Instalación al aire libre: permanente



Resistencia al agua:
AD 7 Inmersión



Resistencia a los ataques químicos:
buena

Dimensiones

Sección mm ²	Diámetro mm	Peso kg/km	Aire libre a 30°C A	Enterrado a 20°C A	Caída tensión V/A · km
1 x 1,5	5,7	41	21	22	29,5
1 x 2,5	6,2	53	29	29	17,7
1 x 4	6,7	69	40	37	11,0
1 x 6	7,2	89	53	46	7,32
1 x 10	8,2	134	74	61	4,23
1 x 16	9,3	193	101	79	2,68
1 x 25	10,9	284	135	101	1,73
1 x 35	12,1	377	169	122	1,23
1 x 50	13,8	522	207	144	0,860
1 x 70	15,9	721	268	178	0,603
1 x 95	17,6	913	328	211	0,457
1 x 120	19,5	1.156	383	240	0,357
1 x 150	21,7	1.450	444	271	0,286
1 x 185	23,9	1.745	510	304	0,235
1 x 240	26,9	2.285	607	351	0,178
1 x 300	29,6	2.844	703	396	0,142
1 x 400	33,8	3.726	823	464	0,108
1 x 500	37,4	4.728	946	525	0,085
1 x 630	42,7	6.088	1088	596	0,064
2 x 1,5	8,4	91	26	26	34,0
2 x 2,5	9,5	121	36	34	20,4
2 x 4	10,6	162	49	44	12,7
2 x 6	11,4	208	63	56	8,45
2 x 10	14,4	346	86	73	4,89
2 x 16	16,6	512	115	95	3,10
3 G 1,5	9	108	26	26	34,0
3 G 2,5	10	145	36	34	20,4
3 G 4	11,1	196	49	44	12,7
3 G 6	12,3	262	63	56	8,45
3 G 10	15,2	434	86	73	4,89
3 x 16	17,6	645	100	79	2,68
3 x 25	21,1	972	127	101	1,73
3 x 35	24,1	1.306	158	122	1,23
3 x 50	27,8	1.822	192	144	0,860
3 x 70	30,8	2.464	246	178	0,603
3 x 16/10	18,7	749	100	79	2,68
3 x 25/16	22,1	1.112	127	101	1,73
3 x 35/16	24,6	1.425	158	122	1,23
3 x 50/25	29,1	2.045	192	144	0,860
3 x 70/35	33,8	2.832	246	178	0,603
3 x 95/50	37,7	3.628	298	211	0,457
3 x 120/70	42,9	4.706	346	240	0,357
3 x 150/70	46,8	5747	399	271	0,286
3 x 185/95	53,5	7.174	456	304	0,235
3 x 240/120	60,4	9.300	538	351	0,178
4 G 1,5	9,6	128	23	22	29,5
4 G 2,5	10,8	174	32	29	17,7
4 G 4	12,1	241	42	37	11,0
4 G 6	13,3	322	54	46	7,32
4 G 10	16,5	537	75	61	4,23
4 x 16	19,6	817	100	79	2,68
4 x 25	23,1	1.201	127	101	1,73
4 x 35	26,1	1.642	158	122	1,23
4 x 50	31,3	2.327	192	144	0,860
4 x 70	36,1	3.206	246	178	0,603
4 x 95	40,4	4.092	298	211	0,457
4 x 120	45,4	5.227	346	240	0,357
4 x 150	50,4	6.600	399	271	0,286
4 x 185	56,1	8.026	456	304	0,235
4 x 240	63,1	10.491	538	351	0,178
5 G 1,5	10,7	153	23	22	29,5
5 G 2,5	11,9	210	32	29	17,7
5 G 4	13,3	291	42	37	11,0
5 G 6	14,7	393	54	46	7,32
5 G 10	18,0	654	75	61	4,23
5 G 16	21,6	1.013	100	79	2,68
5 G 25	25,6	1.506	127	101	1,73
5 G 35	29,1	2.040	158	122	1,23
5 G 50	34,5	2.895	192	144	0,860

*Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación sin previo aviso

d Diseño

- **Conductor:** conductor de cobre electrolítico recocido, clase 5 según IEC 60228.
- **Aislamiento:** aislamiento de XLPE, tipo DIX 3 según HD 603. La identificación normalizada, según HD 308, es por colores.
- **Cubierta:** cubierta de PVC flexible, de color negro, tipo DMV 18 según HD 603. La mezcla especial de PVC utilizada ofrece una excelente protección al ataque químico y a la absorción de agua.

Características

Según la norma:
IEC 60502
UNE 21123-2



Conductor: flexible
clase 5



Tensión nominal:
0,6/1 kV



Temperatura máxima
de servicio: 90°C



Radio de curvatura:
5 x ϕ cable



Marcaje: metro
a metro



Descripción

Los postes de recarga de vehículos de la familia **RVE**, han sido diseñados para cubrir las necesidades de recarga de vehículos eléctricos en la vía pública, cumpliendo con todas las normativas de seguridad eléctrica así como seguridad en el acceso y la medida y gestión del consumo.

La robustez frente al uso y al vandalismo es uno de los aspectos que se han tenido muy en cuenta a la hora de diseñar estos equipos, así como el dotarlos de un diseño estético sobrio y elegante.

Toda la familia de equipos **RVE** ha sido pensada para dar al usuario del vehículo eléctrico, un método sencillo para recargar su vehículo allí donde lo estacione. Los postes de recarga disponen de un fácil sistema de acceso y pago de energía mediante tarjetas sin contacto, así como un práctico sistema de apertura y cierre. De esta forma, todo el proceso de recarga puede realizarse con tan solo unos pocos pasos por cualquier usuario sin necesidad de conocimientos técnicos.

Aplicación

Todos aquellos lugares en intemperie susceptibles de ser destinados al estacionamiento de vehículos de cualquier tipo (coches, motos, bicicletas, transporte, limpieza, ...). Un ejemplo de estos pueden ser la vía pública, parkings públicos exteriores, parkings exteriores en grandes superficies, aeropuertos, empresas de alquiler de vehículos, empresas de limpieza, etc.

Características

Características

Cuerpo metálico antivandálico
Recubrimiento antigrafiti
Acceso y prepago mediante tarjetas de proximidad
Display de 2 dígitos para monitorización de información
Medida de energía integrada
Protección diferencial con reconexión automática integradas
Sistema de protección frente a intento de hurto de energía
Sistema de apertura antivandálico
Preparado para uso en exterior (IP 54)
Diseño estético elegante
Diversos tipos

Características técnicas comunes

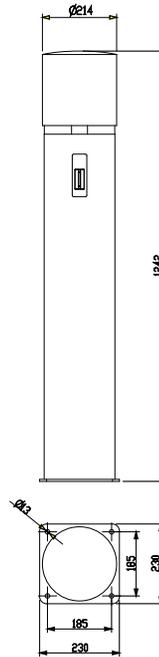
Tensión de entrada	230 V c.a.
Tolerancia	± 10 %
Frecuencia de entrada	50 ... 60 Hz
Tensión de salida	230 V c.a.
Corriente máxima de salida	16 A por toma
Conector	Schuko "CEE 7/4" (Otros bajo pedido)
Medida de corriente	Contador integrado
Diferencial	Reconectable automáticamente
Lector RFID	ISO 14443A
Frecuencia de trabajo RFID	13,56 MHz
Temperatura ambiente	-20 ... + 50 °C

Características mecánicas

Superficie	Pintura de poliéster gris RAL 9006 con recubrimiento antigrafiti
Envoltorio	Acero inoxidable 3mm grosor AISI304
Grado de protección mecánica	IK8
Grado de protección	IP 54
Anclaje	Plantilla de fijación al suelo con 4 pernos

Normas

EN 61851-1 : 2001 parte1, IEC 61000, IEC 60364-4-41, IEC 61008-1, IEC 60884-1 , IEC 60529, IEC 61010, UNE-EN55011, ISO 14443A



Referencias

Tipo	Código	Comunicaciones	Tomas de recarga	Potencia	Dimensiones	Peso (kg)
RVE-1	V10110	-	1	1 x 3,6 kW	Ø 179 mm x 1230 mm	30
RVE-1 COM	V10115	RS-485	1	1 x 3,6 kW	Ø 179 mm x 1230 mm	30
RVE-2	V10120	-	2	2 x 3,6 kW	Ø 214 mm x 1230 mm	40
RVE-2 COM	V10125	RS-485	2	2 x 3,6 kW	Ø 214 mm x 1230 mm	40
RVE-2 IP	V10130	TCP/IP	2	2 x 3,6 kW	Ø 214 mm x 1230 mm	41
RVE-2 MOV	V10135	TCP/IP	2	2 x 3,6 kW	Ø 214 mm x 1230 mm	43

Características técnicas individuales

Tipo	Código	Descripción
RVE-1	V10110	<p>Poste de recarga exterior de 1 toma monofásica toma schuko (230 V_{c.a.}, 16 A por toma, 3,6 kW) Modo 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo circular en acero inoxidable recubierto con pintura antigrafiti, protección IP54, cabezal móvil de protección de la conexión, 1 toma schuko y puerta de mantenimiento lateral Dimensiones 1230 x 179mm (cerrado) (Alto x Ancho) Incluye contaje de energía, sistema de prepago mediante tarjetas de proximidad ISO 14443A, display de información de créditos disponibles y estado de la carga, protección magnetotérmica independiente por toma y protección diferencial con reconexión automática
RVE-1 COM	V10115	Similar a la versión RVE-1 pero dispone además de comunicaciones RS-485
RVE-2	V10120	<p>Poste de recarga exterior de 2 tomas monofásicas tomas schuko (230 V_{c.a.}, 16 A por toma, 7,2 kW) - Modo 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuerpo circular en acero inoxidable recubierto con pintura antigrafiti, protección IP54, cabezal móvil de protección de la conexión, 1 toma schuko y puerta de mantenimiento lateral Dimensiones 1230x214mm (cerrado) (Alto x Ancho) Incluye contaje de energía, sistema de prepago mediante tarjetas de proximidad ISO 14443A, display de información de créditos disponibles y estado de la carga, protección magnetotérmica independiente por toma y protección diferencial con reconexión automática
RVE-2 COM	V10125	Mismas prestaciones modelo RVE-2 , más comunicaciones RS-485
RVE-2 IP	V10130	Mismas prestaciones modelo RVE-2 COM , más comunicaciones Ethernet y almacenamiento de datos de recargas
RVE-2 MOV	V10135	Mismas prestaciones modelo RVE-2 IP , más protecciones magnetotérmicas motorizadas y protecciones contra sobretensiones

RVE-P-Modo 1/3

Postes de recarga semi-rápida exterior



Descripción

Los postes de recarga de vehículos de la familia **RVE-2 modo 1/3** requieren de unas características muy concretas especialmente en lo que se refiere a robustez ya sea frente a condiciones ambientales variables como a actos vandálicos. Igualmente sin dejar de lado estas características especiales, deben disponer de las medidas adecuadas de seguridad eléctrica para un equipo de estas características. De esta manera, **CIRCUTOR** ofrece soluciones innovadoras de recarga inteligente adaptadas a las condiciones especiales de la vía urbana para todo tipo de vehículos de dos o cuatro ruedas, adaptados a las últimas normativas internacionales de recarga y con distintas soluciones para cada tipo de instalación.

También han sido diseñados para cubrir las necesidades de recarga de vehículos eléctricos que están preparados para soportar la recarga rápida de sus baterías, cumpliendo con todas las características del modo 3, según la norma **IEC 61851-1**, así como las características del modo 1, normativas de seguridad eléctrica y seguridad en el acceso, la medida y la gestión del consumo.

Aplicación

Todos aquellos lugares en intemperie susceptibles de ser destinados al estacionamiento de vehículos de cualquier tipo (coches, motos, bicicletas, transporte, limpieza, ...). Un ejemplo de estos pueden ser la vía pública, parkings públicos exteriores, parkings exteriores en grandes superficies, aeropuertos, empresas de alquiler de vehículos, empresas de limpieza, etc.

Características

Características

Envolvente de poliuretano anti-vandálica
Sistema modular y escalable
Compacto de reducidas dimensiones
Comunicaciones integradas (Ethernet y RS-485 integradas, comunicaciones 3G opcionales)
Medida de energía integrada
Protección diferencial con reconexión automática
Sistema de protección frente a intento de hurto de energía
Diseño estético elegante
Recarga Inteligente
Seguridad eléctrica
Indicación luminosa estado de carga
Conexión a <i>software</i> de control SCADA
Control y monitorización de la unidad de forma remota
Integración con <i>software</i> de terceros (OCCP, XML, etc)

Características técnicas comunes

Tensión de entrada	230 V _{c.a.} / 400 V _{c.a.} (según tipo)
Tolerancia	± 10 %
Frecuencia de entrada	50 ... 60 Hz
Tensión de salida	230 V _{c.a.} / 400 V _{c.a.} (según tipo)
Corriente máxima de salida	16 A / 32 A según toma
Medida de corriente	Contador integrado
Diferencial	Reconectable automáticamente
Lector RFID	ISO 14443A
Frecuencia de trabajo RFID	13,56 MHz
Temperatura ambiente	-20 ... + 50 °C

Características mecánicas

Envolvente	Pintura de poliéster gris RAL 9006 con recubrimiento antigraffiti
Grado de protección mecánica	IK10
Grado de protección	IP 54
Anclaje	Plantilla de fijación al suelo con 4 pernos

Normas

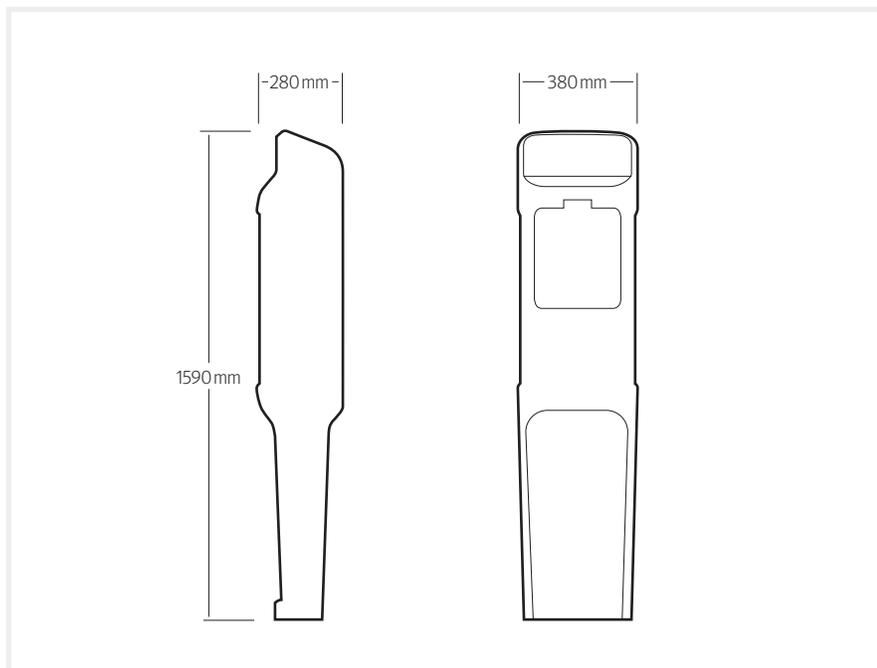
EN 61851-1 : 2001 parte1, IEC 61000, IEC 60364-4-41, IEC 61008-1, IEC 60884-1 , IEC 60529, IEC 61010, UNE-EN55011, ISO 14443A

RVE-P-Modo 1/3

Postes de recarga lenta exterior



Dimensiones RVE



Referencias

Tipo	Código	Comunicaciones	Memoria interna	Tipo conector	Potencia Máx.	Modo de recarga	Salida
RVE-PM1	V10410	Ethernet y RS-485	Sí	2 Tipo Shucko	2 x 3,6 kW	Modo 1	2 x 16 A / 230 V
RVE-PM3	V10415	Ethernet y RS-485	Sí	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 7,2 kW	Modo 3	2 x 32 A / 230 V
RVE-PM-MIX	V10420	Ethernet y RS-485	Sí	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 7,2 kW	Modo 1 y 3	16 A + 32 A / 230 V
RVE-PT3	V10425	Ethernet y RS-485	Sí	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 22 kW	Modo 3	2 x 32 A / 400 V
RVE-PT-MIX	V10430	Ethernet y RS-485	Sí	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 22 kW	Modo 1 y 3	16 A / 230 V + 32 A / 400 V
RVE-PM1 3G	V10440	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Sí	2 Tipo Shucko	2 x 3,6 kW	Modo 1	2 x 16 A / 230 V
RVE-PM3 3G	V10445	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Sí	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 7,2 kW	Modo 1	2 x 32 A / 230 V
RVE-PM-MIX 3G	V10450	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Sí	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 7,2 kW	Modo 1 y 3	16 A + 32 A / 230 V
RVE-PT3 3G	V10455	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Sí	2 Tipo II según norma IEC 62196-2	2 x 22 kW	Modo 3	2 x 32 A / 400 V
RVE-PT-MIX 3G	V10460	Ethernet y RS-485 + Modem 3G	Sí	1 Tipo Shucko + 1 Tipo II según norma IEC 62196-2	3,6 + 22 kW	Modo 1 y 3	16 A / 230 V + 32 A / 400 V

CDP-G

Controlador dinámico de potencia con gestión de la demanda



Descripción

El **CDP-G** es el controlador dinámico de potencia de **CIRCUTOR** destinado a aplicaciones fotovoltaicas de autoconsumo instantáneo, que permite aprovechar al máximo los excedentes de generación fotovoltaica. La gama de dispositivos **CDP** son los encargados de regular la producción de los inversores solares para garantizar, en cualquier instalación fotovoltaica para autoconsumo instantáneo, la inyección cero a red, o bien, la inyección controlada.

El **CDP-G** incorpora **todas** las prestaciones del modelo **CDP-0** y además, dispone de 3 salidas de relé que tienen como función utilizar los excedentes de producción fotovoltaica. La conexión de cargas no críticas en horas de elevada insolación, permite tener una menor dependencia de la red eléctrica y una reducción de los costes energéticos. Asignando un consumo a cada carga y una prioridad, el **CDP-G** es capaz de calcular y conectar automáticamente la carga adecuada a cada momento, en función del excedente disponible. Además, el **CDP-G** permite asignar un porcentaje de contribución de la red eléctrica para optimizar aún más la utilización de la instalación fotovoltaica.

Algunas de las principales características del **CDP-G** son:

- Gestión de hasta 3 cargas
- Aprovechamiento de excedentes de producción fotovoltaica
- Gestionar las principales marcas de inversores* y varios inversores por instalación
- Monitorización vía web (Smartphone, Tablet o PC)
- *Datalogger* y descarga de fichero .csv con datos históricos de consumos vía web
- Múltiples opciones de regulación vía web
- Pantalla con información de consumo, producción FV y consumo de red
- Comunicaciones Modbus/TCP para integración en aplicaciones SCADA.

Aplicaciones

- Instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo (con o sin inyección a red) que requieran un gestor energético para optimizar excedentes de producción fotovoltaica.
- Sistema remoto de monitorización y registro de balance energético (con o sin inyección a red).
- Gestión de bombas de calor (aeroterminas o geotermias)
- Calentamiento de agua mediante la utilización de termo-acumuladores (piscinas, viviendas)
- Bombeo de agua y aplicaciones de riego
- Producción de aire comprimido

Características técnicas

Circuito alimentación	Tensión nominal (Tolerancia)	230 Vc.a. (80...115%)
	Frecuencia	50...60 Hz
	Consumo	6 VA / 6 W
Circuito de medida de tensión	Tensión nominal	12 Vc.c.
	Margen de medida	10...300 Vc.a.
	Frecuencia	50...60 Hz
Circuito de medida de corriente	Corriente nominal	.../250 mA
	Corriente máxima	.../300 mA
Clase de precisión	Potencia	0,5%
	Energía	1,0%
Salidas de relé	Número	4
	Tipo	Libre de potencial
	Corriente máxima de maniobra	6 A
Comunicaciones	Interfaz de usuario	Ethernet
	Comunicación con inversores	RS-232, RS-485, RS-422
	Comunicación con analizadores	RS-485
Características mecánicas	Dimensiones	6 módulos DIN
	Material	Plástico UL94 - V0 Autoextinguible
	Peso	250 gr
Condiciones ambientales	Temperatura de trabajo	-25...+70 °C
	Humedad relativa	95% sin condensación
Normas	IEC 61010-1:2010, IEC 61000-6-2:2005, y IEC 61000-6-4:2011	

* Consultar en la página web la lista actual de inversores gestionados.

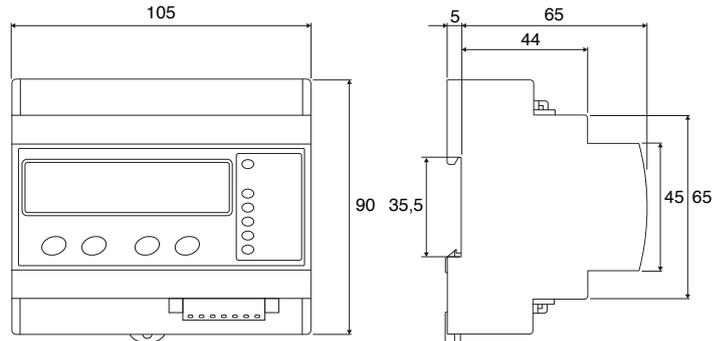
CDP-G

Controlador dinámico de potencia con gestión de la demanda

Referencias

Tipo	Código	Descripción
CDP-G	E52001	Controlador Dinámico de Potencia con gestión de la demanda

Dimensiones



Visualización Web



13:58:20
2014/10/09

6450 W 86%

4296 W

6720 W

2433 W

De 09/10/2014 A 09/10/2014

Download

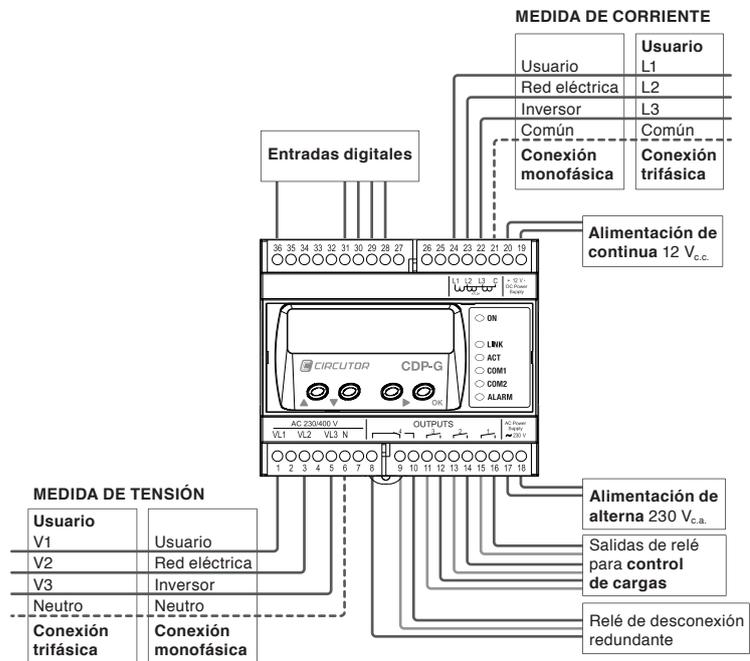
Relay 1

Relay 2

Relay 3

Dynamic

Conexiones



CIRWATT B 410D

Contador trifásico estándar con conexión directa



Descripción

CIRWATT B 410D es un contador trifásico directo, idóneo para aplicaciones trifásicas industriales. Instalación sencilla, larga durabilidad y gran precisión en la medida son algunas de sus principales características.

CIRWATT B 410D es un contador clase B en energía activa según Directiva Europea MID (EN 50470) o clase 1 según IEC-62053-21, con disponibilidad de múltiples opciones de comunicaciones y módulos de expansión que le permiten adaptarse a cualquier tipo de instalación.

Aplicación

CIRWATT B 410D es el equipo adecuado para aplicaciones en baja tensión (para corrientes hasta 100 o 120 A), adaptándose a las nuevas necesidades del mercado con una gran versatilidad en sus opciones de comunicación y módulos de expansión. Disponible en 2 cuadrantes para consumos de energía o 4 cuadrantes para las plantas fotovoltaicas (generación y consumo de energía).

Características

Alimentación	
Tensión nominal	3 x 230 (400) V - 3 x 127 (230) V
Tolerancia	80 % ... 115 % U_n
Consumo	< 2 W; < 10 V·A
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Medida de tensión	
Conexionado	Asimétrico
Tensión de referencia	3 x 230 (400) V - 3 x 127 (230) V *
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Consumo circuito tensión	< 2 W; 10 V·A
Medida de corriente	
Corriente nominal de referencia I_{ref} (I_{max})	5 (100) A ó 10 (100) A ó 10 (120) A ó 15 (120) A *
Corriente de arranque I_{st}	< 0,04 x I_{tr}
Corriente mínima I_{min}	< 0,5 x I_{tr}
Consumo circuito corriente	< 0,1 V·A
Clase de precisión	
Precisión medida de energía activa	EN 50470 (Clase B) - IEC 62053-21 (Clase 1)
Precisión medida de energía reactiva	IEC 62053-23 (Clase 2)
Memoria	
Datos	Memoria no-volátil
Setup y eventos	Serial flash
Batería	
Tipo	Litio
Vida	> 20 años a 30 °C
Reloj	
Tipo	Calendario Gregoriano
Fuente	Oscilador compensado en temperatura
Precisión (EN 61038)	< 0,5 s/día a 23 °C
Influencias del entorno	
Rango de temperatura de trabajo	-40 ... +70 °C
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 ... +85 °C
Coefficiente de temperatura	< 15 ppm/K
Humedad	95 % máx.
Aislamiento	
Tensión aislamiento	4 kV a 50 Hz durante 1 min
Tensión de impulso 1,2/50µs - IEC 62052-11	6 kV
Índice de protección (IEC 62052-11)	II
Display	
Tipo	LCD
Número de dígitos de datos	Hasta 8
Tamaño dígitos de datos	8 mm
Lectura del display en ausencia de tensión	SI

* Consultar otras configuraciones

CIRWATT B 410D

Contador trifásico estándar con conexión directa



Características

Interfaz de comunicación óptico

Tipo	Serie; bi-direccional
Hardware	IEC 62056-21
Protocolo	REE, basado en IEC 870-5-102

Detector de intrusismo

Detección	Apertura tapa cubrebornes
Tipo	Micro interruptor
Función	Detecta intrusismo en ausencia de tensión

Características mecánicas

Conexión	Asimétrica
Dimensiones externas	DIN 43857
Características envoltorio	DIN 43859
Grado IP (IEC 60529)	IP 51

PLC

Sistema de modulación	DSCK con sistema de repetidores
Hardware	CENELEC A o CENELEC B
Protocolo	CirPLC y PEP (PLC Encapsulated Protocol)

Programación tarifas

Número de jornadas	12
Tipos de días	10
Contratos	3
Número de tarifas	9
Discriminación	1 hora
Días festivos	30
Días especiales	12

Curva de carga

Numero de curvas de carga	2
Tiempo de integración	Programable: 1 ... 253 min
Profundidad de registro	4000

Eventos

Número de eventos	200
-------------------	-----

Cierres de facturación

Número de cierres	12 por contrato
Tipo	Deshabilitado / Fecha y hora programable

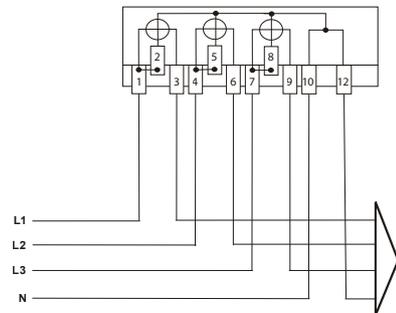
Otras características

Comunicaciones *	Tarjetas de expansión *
RS-232 / PLC	Sin entradas / salidas
RS-485 / PLC	4 salidas relé (Indicador de Tarifa)
RS-232 / RS-232	2 entradas relé / 4 salidas impulsos
RS-485 / RS-485	4 entradas de impulsos
RS-232 / RS-485	Medida de corriente diferencial
RS-232 / Ethernet	2 salidas relé / 2 salidas de impulsos / 2 entradas de impulsos
R-485 / Ethernet	

* Consultar otras configuraciones

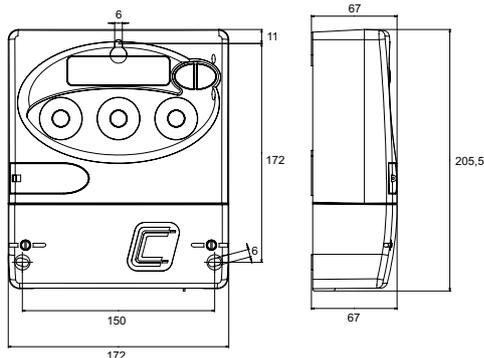
Conexiones

CIRWATT B 410D con conexión directa

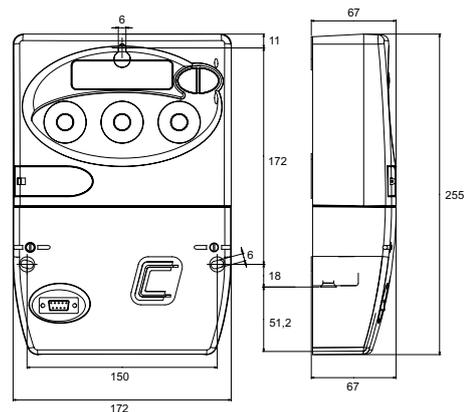


Dimensiones

Opción con cubrebornes



Opción con cubrehilos



CIRWATT B 410D

Contador trifásico estándar con conexión directa



Referencias

Tipo consumidor	Clase (activa/reactiva)	Cuadrantes	Frecuencia (Hz)	Rango medida V	Rango medida A	Comunicacion COM1	Comunicacion COM2	TIPO	Código
4	B / 2	4	50 Hz	3x230/400 V	10 (100)A	RS232	RS232	CIRWATT B 410-QD1A-70B10	QB4A0
4	B / 2	4	50 Hz	3x230/400 V	10 (100)A	RS485	RS485	CIRWATT B 410-QD1A-80B10	QB4E0
4	B / 2	4	50 Hz	3x230/400 V	10 (100)A	RS232	RS485	CIRWATT B 410-QD1A-90B10	QB4B0
4	B / 2	4	50 Hz	3x230/400 V	10 (100)A	RS232	ETHERNET	CIRWATT B 410-QD1A-A0B10	QB4C0
4	B / 2	4	50 Hz	3x230/400 V	10 (100)A	RS485	ETHERNET	CIRWATT B 410-QD1A-D0B10	QB4D0
4	B / 2	4	50 Hz	3x127/220 V	10 (100)A	RS232	RS232	CIRWATT B 410-ND1A-70B10	QB740
4	B / 2	4	50 Hz	3x127/220 V	10 (100)A	RS485	RS485	CIRWATT B 410-ND1A-80B10	QB7E0
4	B / 2	4	50 Hz	3x127/220 V	10 (100)A	RS232	RS485	CIRWATT B 410-ND1A-90B10	QB7B0
4	B / 2	4	50 Hz	3x127/220 V	10 (100)A	RS232	ETHERNET	CIRWATT B 410-ND1A-A0B10	QB7C0
4	B / 2	4	50 Hz	3x127/220 V	10 (100)A	RS485	ETHERNET	CIRWATT B 410-ND1A-D0B10	QB7D0



PARKINGS CASTELLO, S.L. (IMCASA)

N.I.F. B-12301784
Ctra. N-340 Km. 68,4 Peri 11. Pol. Ind. "La Magdalena" Nave 14
12.004 CASTELLON
Tel: 964 21 14 00 – Fax: 964 25 64 34
Web: www.parkings-castello.com E-mail: info@parkings-castello.com

PRESUPUESTO REF. 142/15

PARKING SOLAR

Cliente:	ADAY GUILLÉN Teléfono: (+34) 697 787 541 Universidad de La Laguna Tenerife
-----------------	---

Ait:	Aday Guillén Navarro [adayguillen@gmail.com]
-------------	--

Fecha	2 de Febrero 2016
--------------	-------------------

De	2 de Febrero 2016
-----------	-------------------

INFORMACIÓN DE LOS TRAMOS

- 32 MENSULAS INDIVIDUALES
- 921 M2 APROX DE CHAPA DE CUBIERTA
- 1000 ML DE CORREAS GALVANIZADAS
- TORNILLERIA Y ANCLAJES

CARACTERISTICAS MATERIAL

Ménsulas "modelo IMCASA", fabricadas con perfiles laminados en caliente tipo IPE. **Totalmente GALVANIZADAS EN CALIENTE por inmersión** con un espesor de recubrimiento medio certificado por GALESA, lo que nos asegura **un producto sin mantenimiento de ningún tipo (según normativa UNE EN ISO al respecto)**.

La cubierta será de chapa grecada y de perfil trapezoidal, de acero galvanizado en caliente por ambas caras siguiendo el procedimiento sendzimir, de 5 metros de largo, 0,6mm de espesor.

La sujeción de la cubierta a las ménsulas se hará mediante correas, de formato C-120X3 y galvanizadas en caliente por el procedimiento Sendzimir.

La fijación de la cubierta se realizará utilizando tornillos autotaladrantes con sus correspondientes arandelas de neopreno que garanticen la estanqueidad apropiada.

La fijación de las ménsulas al suelo se realizará mediante una placa de anclajes con pernos y tuercas de 1ª calidad.

Toda la tornillería será galvanizada por electrolisis. Los anclajes se entregan en negro.

OBSERVACIONES

Transporte y montaje: incluido.

Se entregan: anclajes, plantillas y planos de cimentación.

Cualquier tipo de obra civil y ayudas de albañilería excluidas excepto las indicadas en presupuesto. Descarga del material y corriente eléctrica por cuenta del cliente, así como apoyo de medios de elevación y transporte en la obra por cuenta del cliente (plataforma, andamio, torito, grúa, etc.).

ROGAMOS DEVOLVER POR FAX DEBIDAMENTE CUMPLIMENTADO Y FIRMADO EL PRESENTE PRESUPUESTO EN CASO DE

ACEPTACIÓN DEL MISMO.

La firma del presente documento por parte del computador, supone la aceptación de las Condiciones Generales de Venta que se adjuntan



PARKINGS CASTELLO, S.L. (IMCASA)

N.I.F. B-12301784
Ctra. N-340 Km. 68,4 Peri 11. Pol. Ind. "La Magdalena" Nave 14
12.004 CASTELLON
Telf. y Fax: 964 21 14 00
Web: www.parkings-castello.com E-mail: info@parkings-castello.com

Pintado de estructura (NO incluido):

Ofrecemos la posibilidad de pintar la estructura sobre el galvanizado en RAL a elegir con un proceso de 1ª calidad consistente en:

1ª etapa: Consta de 4 fases: Desengrase en caliente de la pieza, fosfatación amorfa, lavado con agua, aclarado con agua desionizada.

2ª etapa: Túnel de secado a 100º de temperatura.

3ª etapa: Cabina de pintura en polvo Poliéster.

4ª etapa: Horno de polimerizado a 200º, la temperatura del horno variará dependiendo del grosor de la pieza, así como del tipo de pieza metálica, hierro, aluminio, acero inox. Et.

Producto totalmente homologado y normalizado.

Cumple la normativa europea exigible a este tipo de productos e instalaciones. Calculado para soportar la acción de fuertes vientos y nieve.

VALIDEZ DE LA OFERTA 30 DÍAS.

VISITE NUESTRA WEB PARA VER MODELOS, COLORES Y FORMAS.

www.parkings-castello.com

PRECIOS Y CONDICIONES

Total Presupuesto	
Importe	45.524,36 € + IVA

Plazo Entrega:	<ul style="list-style-type: none">Entrega inmediata a la formalización del contrato de anclajes + plantillas + planos de cimentación.Resto a convenir en función del ritmo de obra civil.
Forma De pago:	<ul style="list-style-type: none">A la firma del contrato y envío de material: 2 pagos del 30 % transferencia.A la finalización de la instalación: resto pagare 60 días f.f. o transferencia.

EL CLIENTE	PARKINGS CASTELLÓ S.L.
------------	------------------------

Publicidad...

COMPLETE SU INSTALACIÓN CON OTROS PRODUCTOS



IMCASA



IMCASA



IMCASA



IMCASA

ROGAMOS DEVOLVER POR FAX DEBIDAMENTE CUMPLIMENTADO Y FIRMADO EL PRESENTE PRESUPUESTO EN CASO DE ACEPTACIÓN DEL MISMO.

La firma del presente documento por parte del computador, supone la aceptación de las Condiciones Generales de Venta que se adjuntan



PARKINGS CASTELLO, S.L. (IMCASA)

N.I.F. B-12301784
Ctra. N-340 Km. 68,4 Peri 11. Pol. Ind. "La Magdalena" Nave 14
12.004 CASTELLON
Telf. y Fax: 964 21 14 00

Web: www.parkings-castello.com E-mail: info@parkings-castello.com

CONDICIONES GENERALES DE VENTA

1.- ACEPTACIÓN DEL PEDIDO

La firma de aceptación del Presupuesto/Contrato de Compraventa por parte del comprador, supone la total aceptación de las presentes Condiciones Generales de Venta.

2.- ANULACIONES DE PEDIDO

Con posterioridad a la firma del Presupuesto/Contrato, el vendedor se reserva la facultad de aceptar cualquier anulación; total o parcial del pedido. En todo caso, si la anulación aún cuando aceptada por el vendedor, se produjera una vez iniciado el proceso de fabricación de los materiales objeto del pedido, el vendedor será indemnizado por los gastos y daños que se hubieran producido y que el mismo cuantificará y facturará al comprador. Esta factura será por la cantidad de fabricación/montaje realizado hasta ese momento y la forma de pago será al contado, pudiéndose descontar de la cantidad entregada a cuenta como confirmación del Presupuesto si es posible.

3.- PLAZOS DE ENTREGA/MONTAJE Y CAUSAS DE FUERZA MAYOR. TRABAJOS ADICIONALES

Los Plazos de Entrega que se indican en el Presupuesto/Contrato lo son siempre a título orientativo y se entenderán computables por días hábiles de trabajo a partir de la fecha de aceptación del presupuesto en firme y con el primer pago estipulado satisfecho (entrega a cuenta).

Se entenderán como causas y casos de fuerza mayor, además de las calificadas como tales en el art. 1.105 del Código Civil, cualquier avería que paralice total o parcialmente las instalaciones, así como cualquier circunstancia especial que no permita un rendimiento normal de las mismas. El plazo de entrega/montaje quedaría incrementado en estos casos de fuerza mayor en el mismo período que estas anomalías nos obliguen y sin sufrir por parte del comprador ningún tipo de penalización.

Cualquier variación en los ejes o nivelado de los pernos de anclaje respecto a los planos de cimentación facilitados por el vendedor que impida el normal y correcto montaje de las marquesinas y que implique un trabajo adicional para los montadores será objeto de facturación aparte. Cualquier imperfección en el montaje derivada de esto último no será responsabilidad del vendedor.

Así mismo, el montaje se considera sin interrupciones y de manera continua, facturándose a parte todos aquellos desplazamientos y horas perdidas por causas ajenas al vendedor. Se realizará siempre con la obra civil necesaria completamente terminada. En caso contrario, cualquier trabajo adicional o interrupciones en el plan de montaje se facturaran aparte y no podrán ser causa de penalización alguna por parte del comprador.

Si el Pedido se entrega o monta en un plazo superior a los 4 meses desde la firma/aceptación del Pedido/presupuesto por parte del comprador, este sufrirá un incremento del 10% en el precio total y se facturara en el momento de notificación de inicio de trabajos de montaje por parte del comprador. Además este deberá de pagar este incremento mediante transferencia directa al recibir la factura por este concepto.

4.- PRECIOS

En los precios indicados no se encuentra incluido el transporte, la descarga del material, el IVA, o cualquier otro impuesto o arancel de cualquier naturaleza o aplicación, que serán siempre por cuenta del comprador. Por tanto, salvo indicación expresa al contrario, los precios se entenderán para mercancía colocada sobre el camión en nuestras instalaciones. Por consecuencia, el vendedor queda exento, en cualquier caso, de responsabilidad por las demoras, pérdidas o daños sufridos por el material durante el transporte hasta su lugar de instalación, siendo siempre por cuenta y riesgo del comprador.

5.- CONDICIONES DE PAGO

La Forma de Pago queda reflejada en el Presupuesto/Contrato aceptado por el cliente. Si los pagos se efectúan con vencimientos más aplazados se recargará en factura los intereses correspondientes calculados sobre el total.

En el caso de que la forma de pago se establezca a través de efectos, el comprador se compromete a la aceptación de los mismos en un plazo máximo de cinco días a partir de su presentación.

Cualquier retraso en el pago dará lugar, a partir del día del vencimiento, a una indemnización de intereses por demora al 5% mensual, así como al pago de todos los gastos adicionales que pudieran originarse.

La falta de pago, total o parcial, autoriza al vendedor a rescindir de pleno derecho el resto del pedido o pedidos pendientes, sin necesidad de notificación alguna, así como a la indemnización a que hubiere lugar por los gastos originados o que se originasen.

6.- RECLAMACIONES

El comprador dispondrá de sendos plazos de 5 ó 30 días una vez recibida la mercancía, para realizar por escrito cualquier reclamación por defectos visibles u ocultos respectivamente, debiendo detener de inmediato el trabajo que esté efectuando con el material objeto de reclamación en tanto no se haya definido por el vendedor su aceptación.

Los materiales objeto de reclamación deberán estar completamente identificados y en ningún supuesto podrán ser devueltos a nuestras instalaciones sin previo consentimiento por nuestra parte.

El planteamiento de una reclamación no confiere al comprador ningún tipo de derecho a indemnización alguna por daños, gastos de transformación, lucro cesante, etc., ni modifica las obligaciones de pago contraídas.

El vendedor no atenderá reclamación alguna motivada por transporte, trato o almacenamiento inadecuados de la mercancía.

7.- CLAUSULA DE DERECHO DE DOMINIO

La parte vendedora se reserva el derecho de dominio de los materiales entregados, hasta tanto no sea satisfecha por el comprador la totalidad del importe del Presupuesto/Contrato. En caso de impago del material suministrado el vendedor podrá recuperar total o parcialmente los materiales, aún en el caso de que el comprador hubiese vendido este material a una tercera persona y este lo tenga pagado, reservándose las acciones judiciales y extrajudiciales contra cualquiera de ellos.

Los materiales depositados en obra son responsabilidad del comprador en caso de sustracción, deterioro, pérdida o falta de los mismos por cualquier motivo, hasta su total pago, considerándose en depósito.

8.- LICENCIAS, PROYECTOS Y SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

Todas las licencias tanto municipales como de cualquier otro organismo que fuesen necesarias para la realización de las obras, así como planos, proyectos, certificados o direcciones técnicas por parte de facultativos serán a cargo del cliente. Del mismo modo, el suministro de energía eléctrica en la obra será por cuenta del cliente.

9.- FUERO

Para toda controversia o litigio que se suscitara entre las partes, éstas se someterán a la competencia de los Tribunales de Castellón con renuncia expresa al fuero que les pudiera corresponder.

ROGAMOS DEVOLVER POR FAX DEBIDAMENTE CUMPLIMENTADO Y FIRMADO EL PRESENTE PRESUPUESTO EN CASO DE ACEPTACIÓN DEL MISMO.

3

La firma del presente documento por parte del comprador, supone la aceptación de las Condiciones Generales de Venta que se adjuntan



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

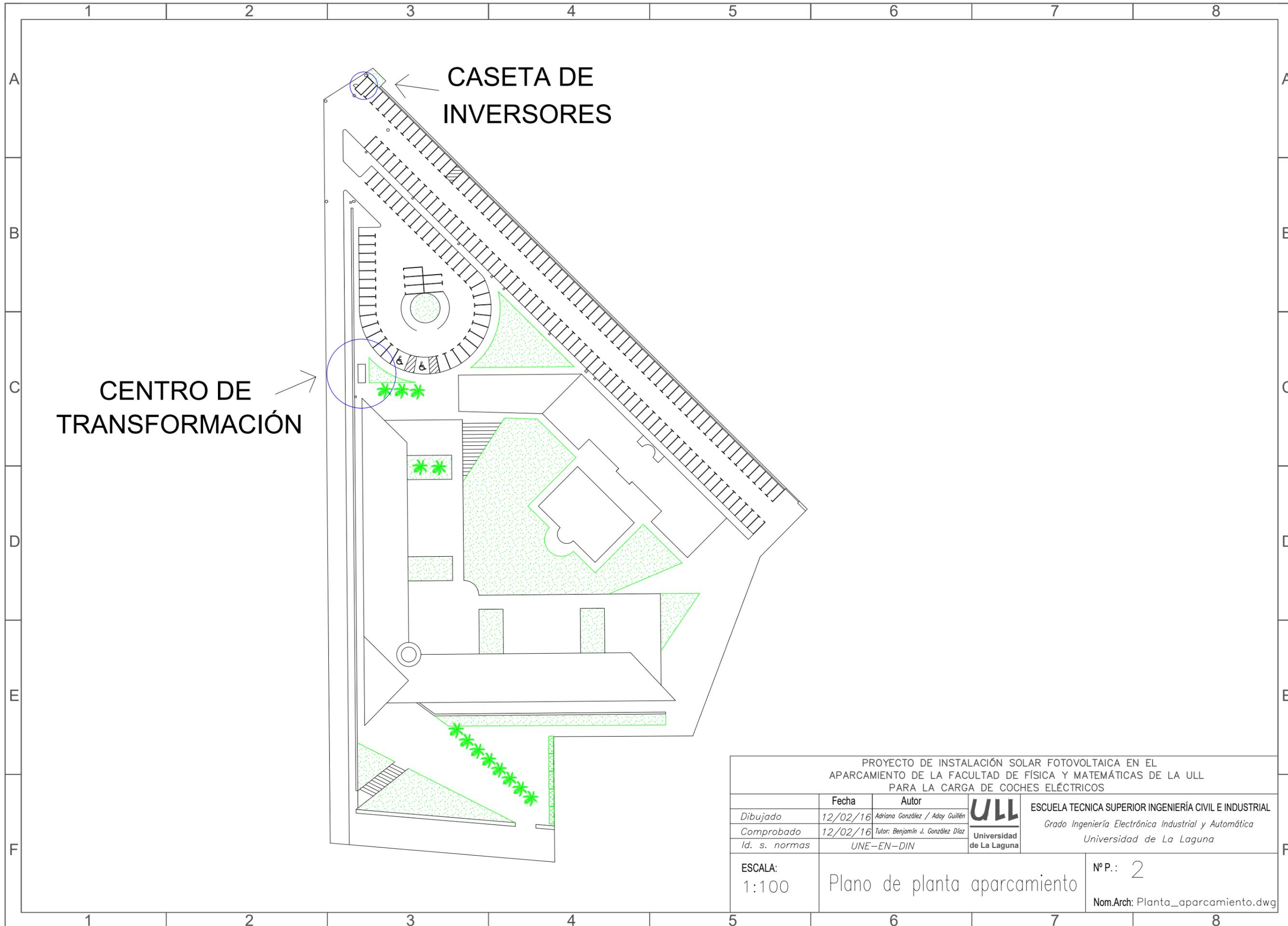
PLANOS

Alumnos:
Adriana González Fuentes
Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Índice

- 1.- Plano de situación y emplazamiento
- 2.- Plano de planta aparcamiento
- 3.- Plano de distribución de placas en el aparcamiento
- 4.- Plano de distribución de placas en el edificio Calabaza
- 5.- Plano de distribución puntos de recarga
- 6.- Plano de perfil de puntos de recarga
- 7.- Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 1
- 8.- Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 2
- 9.- Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 3
- 10.- Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 4
- 11.- Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 5
- 12.- Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 6
- 13.- Plano de instalación eléctrica de las CCs al CT
- 14.- Plano de instalación eléctrica puntos de recarga
- 15.- Plano de zanjas y canalizaciones
- 16.- Plano de arqueta de registro
- 17.- Plano de distribución del cable de comunicaciones
- 18.- Plano de planta caseta de inversores
- 19.- Esquema unifilar de la instalación



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

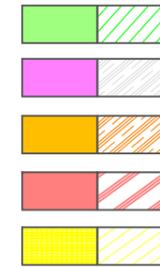
CASETA DE INVERSORES

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA:	Plano de planta aparcamiento		Nº P.: 2
1:100			Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



LEYENDA:

- Paneles conectados inversor 1
- Paneles conectados inversor 2
- Paneles conectados inversor 3
- Paneles conectados inversor 4
- Paneles conectados inversor 5



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
 APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL
 PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

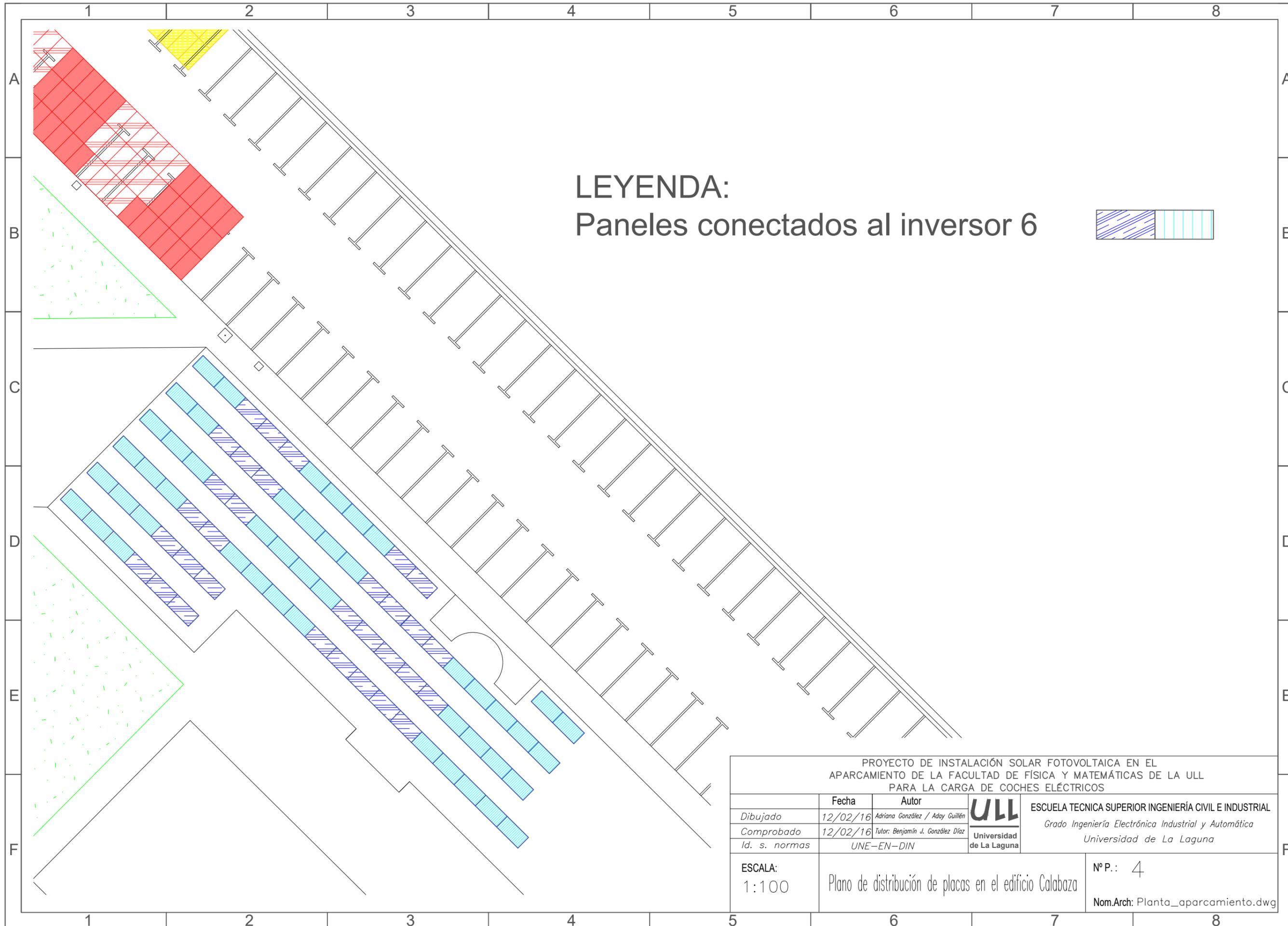
	Fecha	Autor		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén		
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			

ESCALA:
1:100

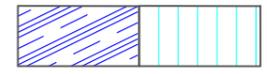
Plano de distribución de placas en el aparcamiento

Nº P.: 3

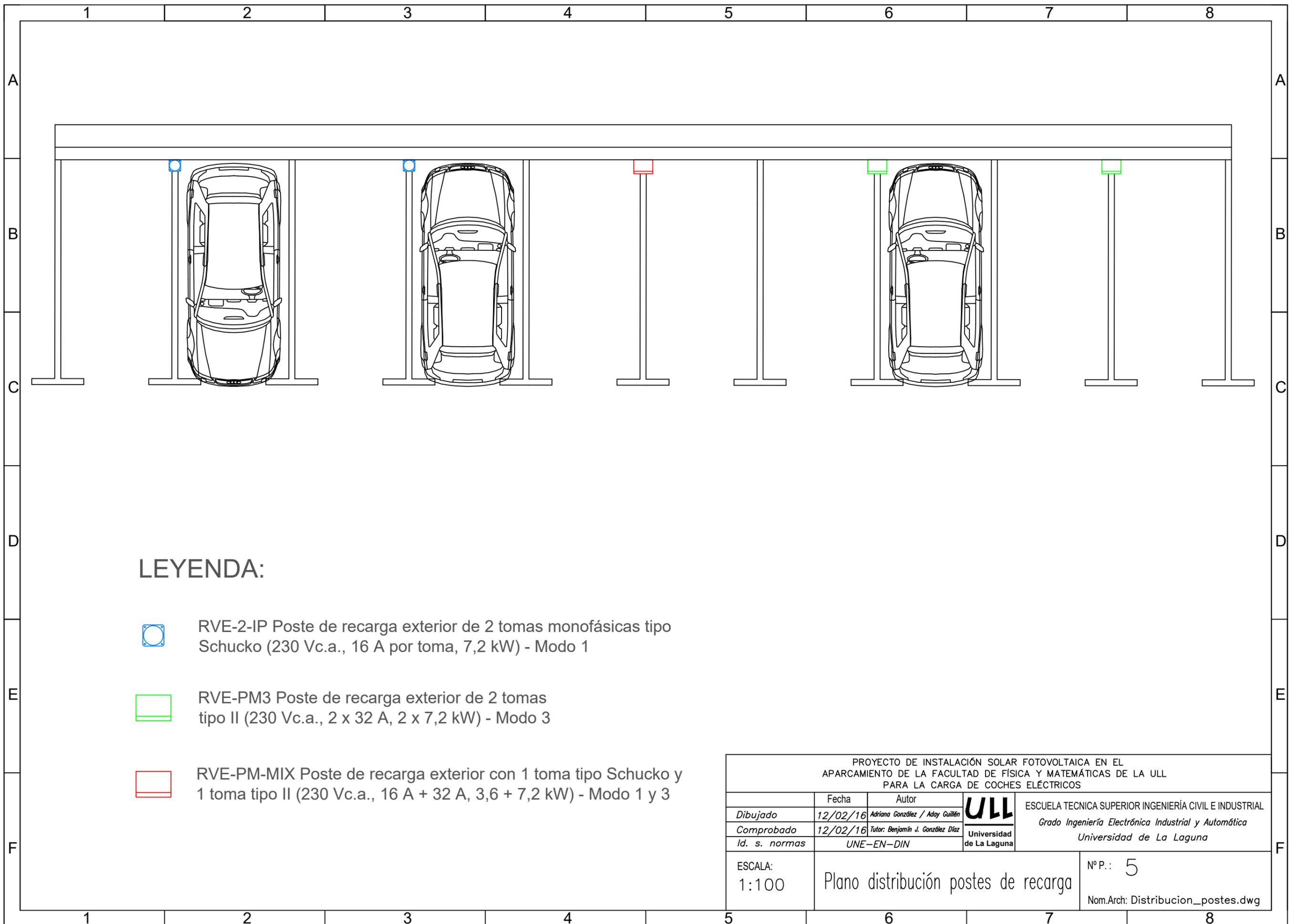
Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



LEYENDA:
 Paneles conectados al inversor 6



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	Plano de distribución de placas en el edificio Calabaza		Nº P.: 4
			Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



LEYENDA:



RVE-2-IP Poste de recarga exterior de 2 tomas monofásicas tipo Schucko (230 Vc.a., 16 A por toma, 7,2 kW) - Modo 1



RVE-PM3 Poste de recarga exterior de 2 tomas tipo II (230 Vc.a., 2 x 32 A, 2 x 7,2 kW) - Modo 3

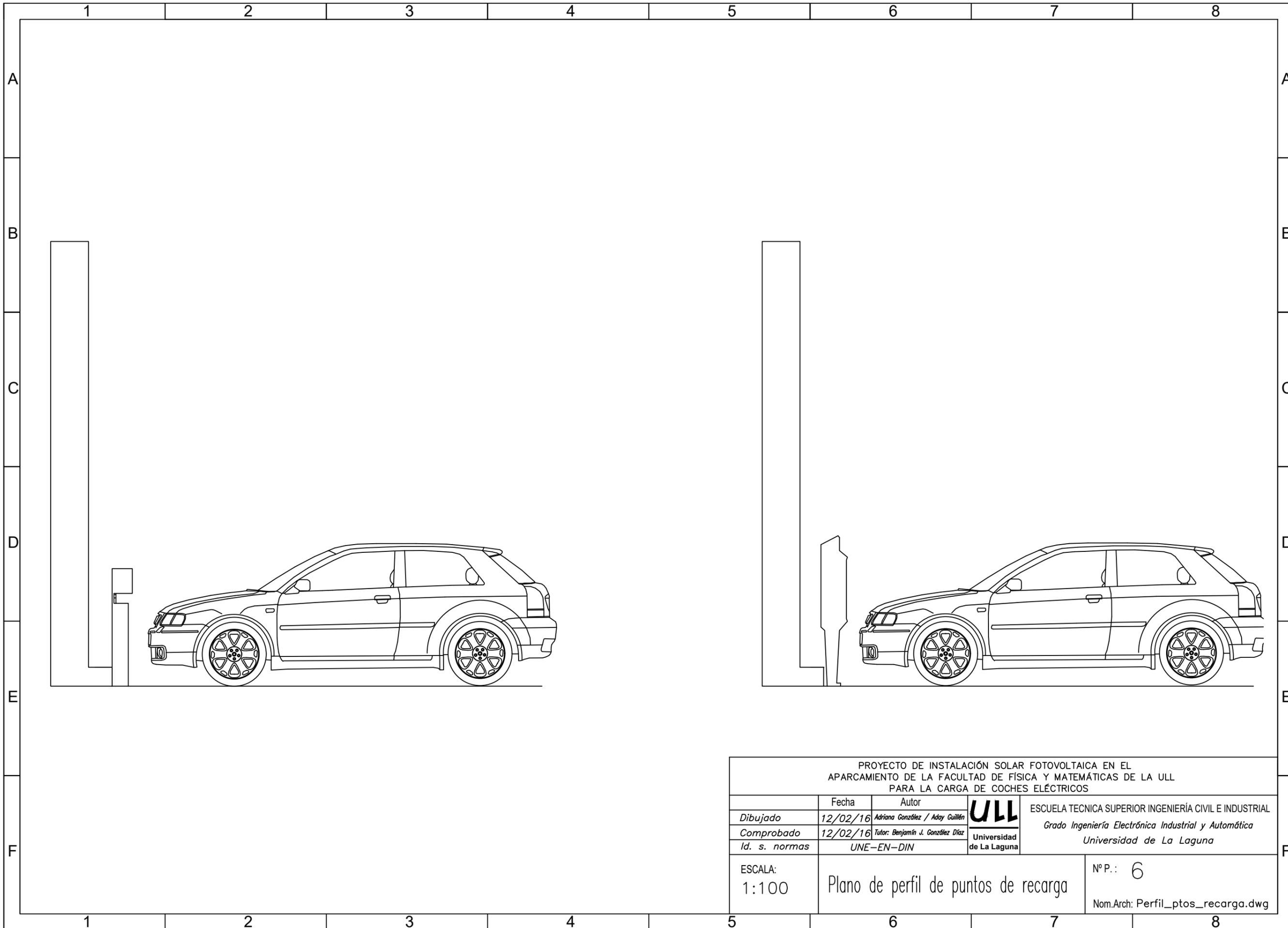


RVE-PM-MIX Poste de recarga exterior con 1 toma tipo Schucko y 1 toma tipo II (230 Vc.a., 16 A + 32 A, 3,6 + 7,2 kW) - Modo 1 y 3

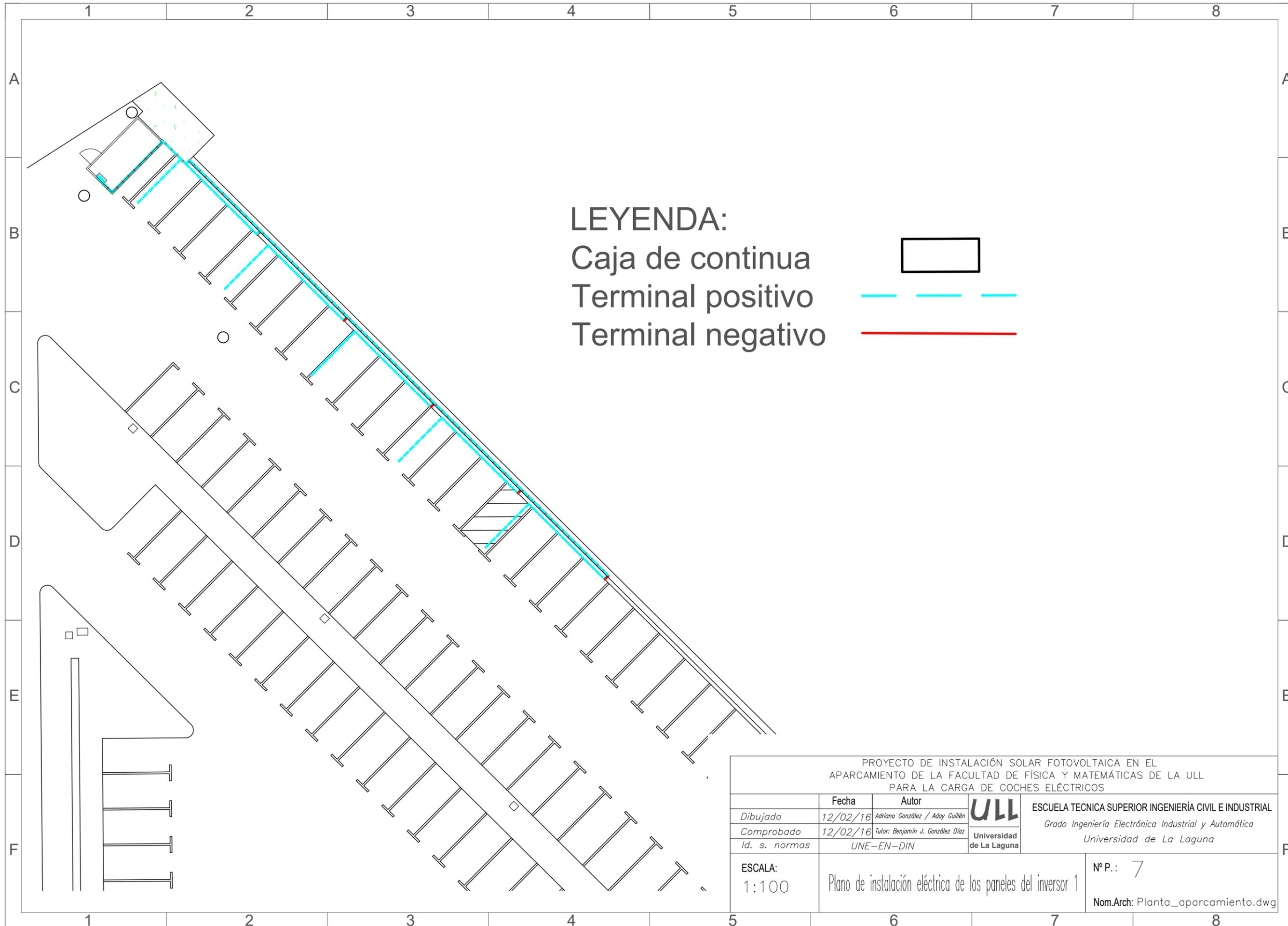
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna	
Dibujado	12/02/16		Adriana González / Aday Guillén
Comprobado	12/02/16		Tutor: Benjamín J. González Díaz
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		

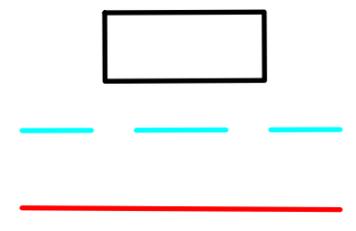
ESCALA: 1:100	Plano distribución postes de recarga	Nº P.: 5
		Nom.Arch: Distribucion_postes.dwg



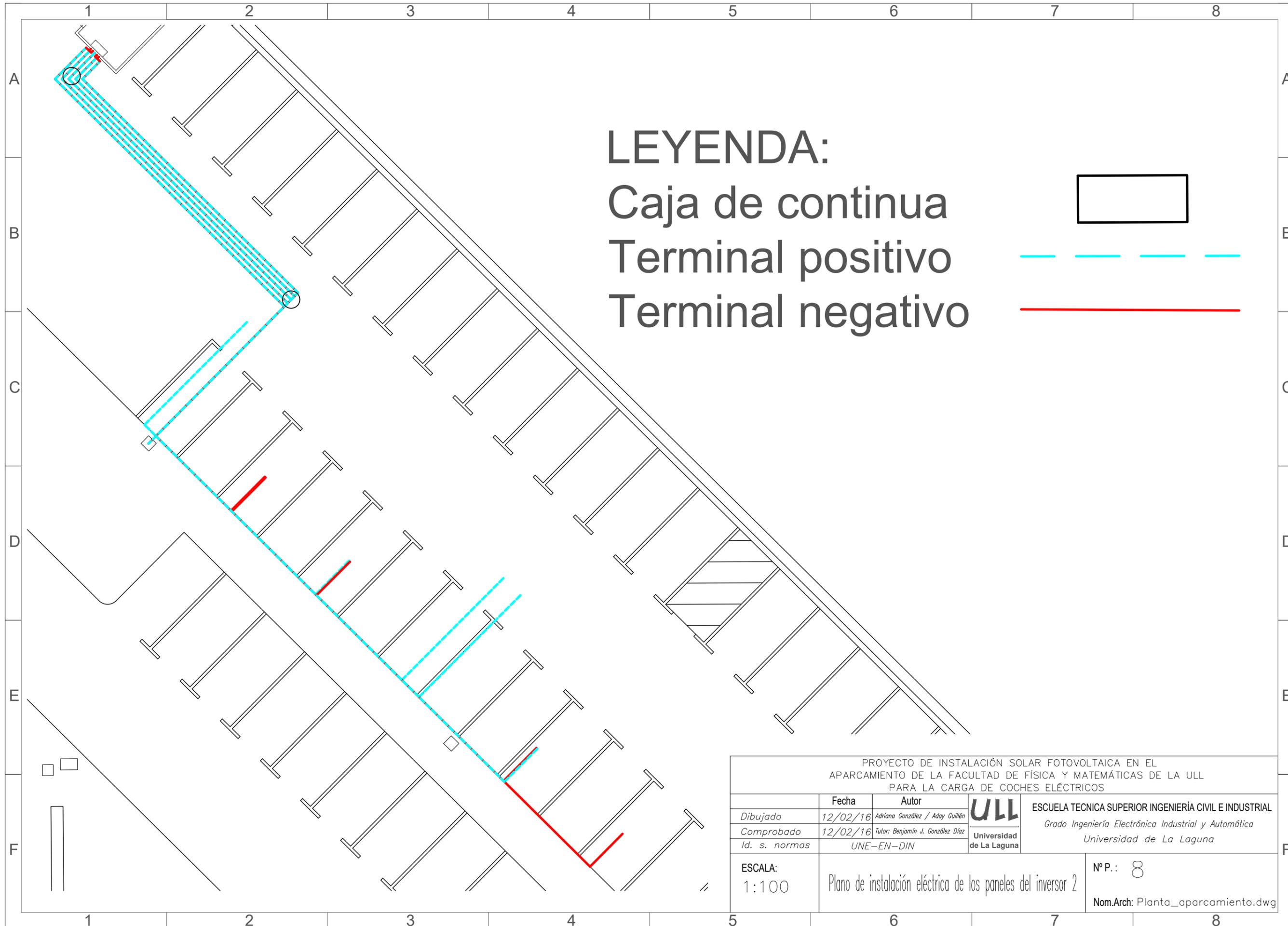
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
<i>Dibujado</i>	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
<i>Comprobado</i>	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de perfil de puntos de recarga		Nº P.: 6
1:100			Nom.Arch: Perfil_ptos_recarga.dwg



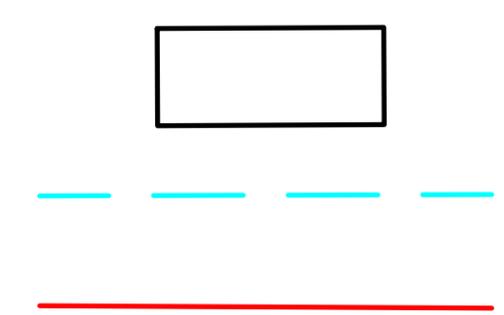
LEYENDA:
 Caja de continua
 Terminal positivo
 Terminal negativo



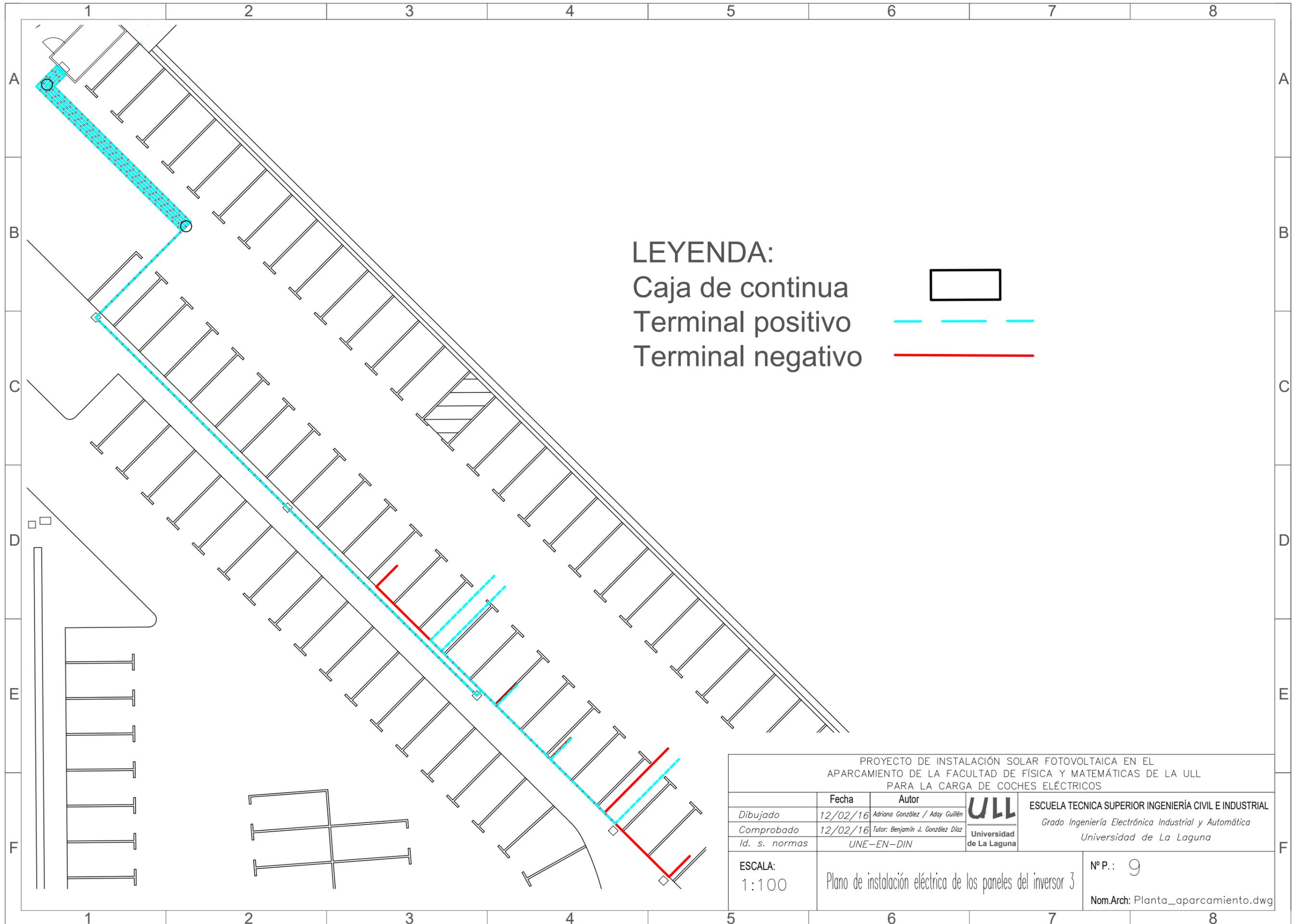
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 1		Nº P.: 7 Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



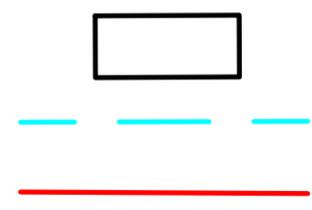
LEYENDA:
 Caja de continua
 Terminal positivo
 Terminal negativo



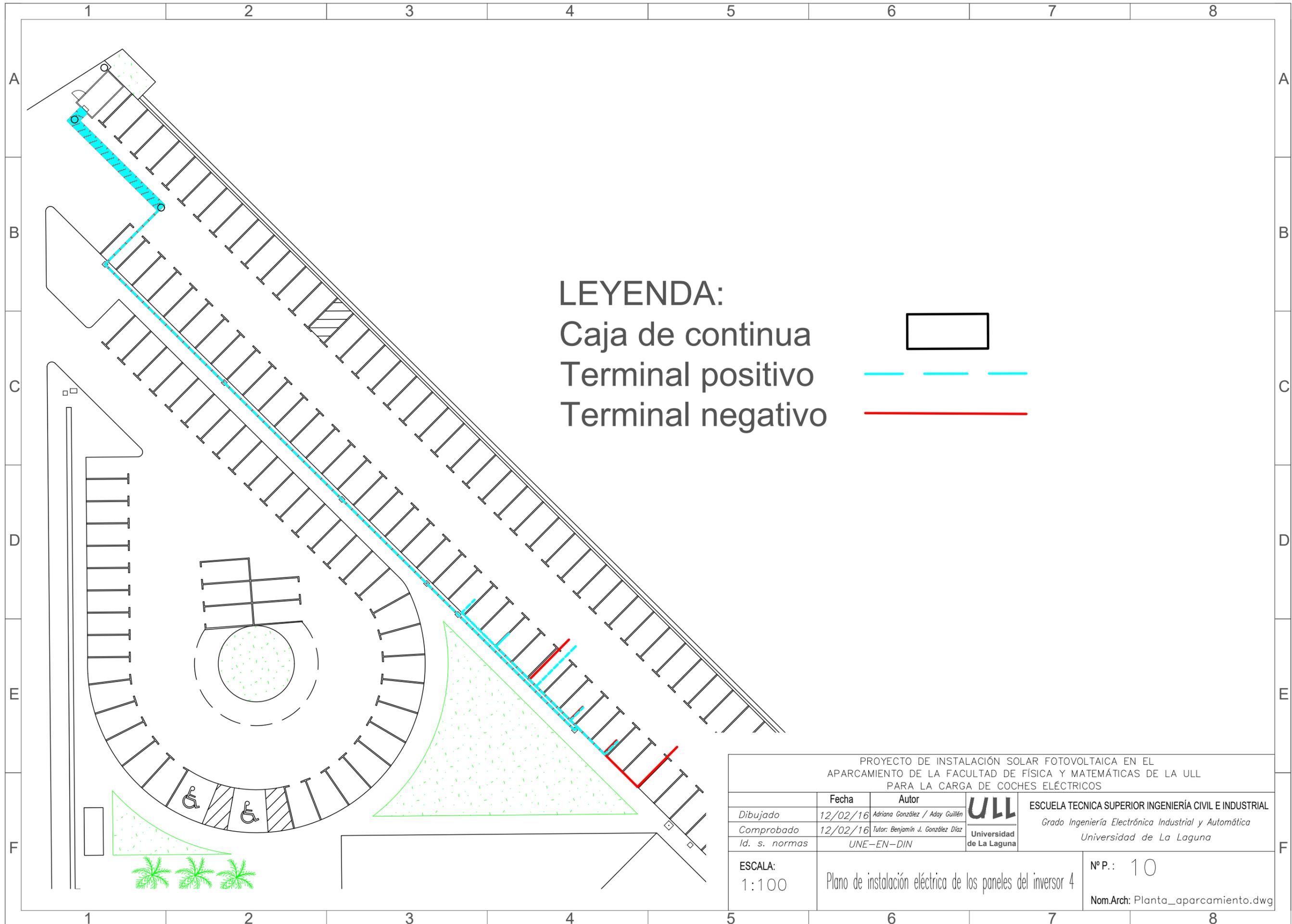
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:100	Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 2		Nº P.: 8 Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



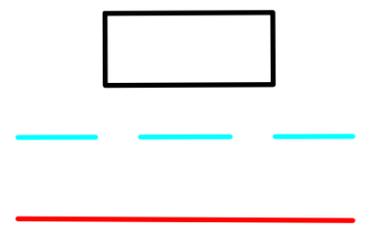
LEYENDA:
 Caja de continua
 Terminal positivo
 Terminal negativo



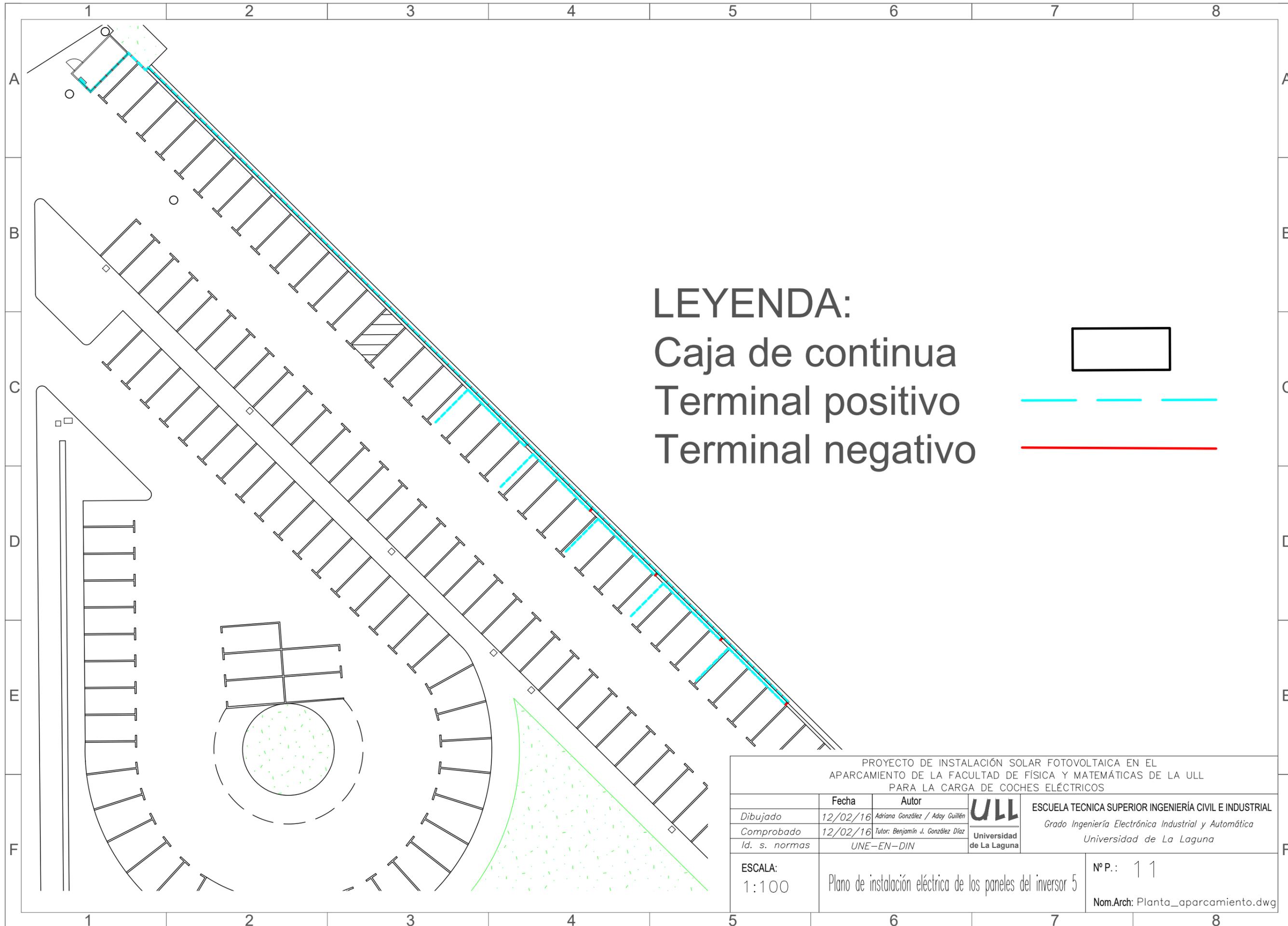
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 3		Nº P.: 9
			Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



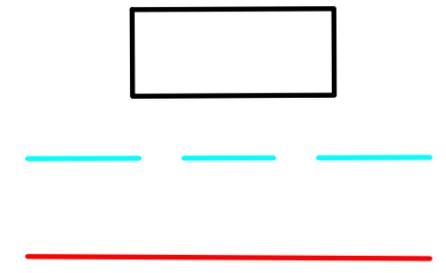
LEYENDA:
 Caja de continua
 Terminal positivo
 Terminal negativo



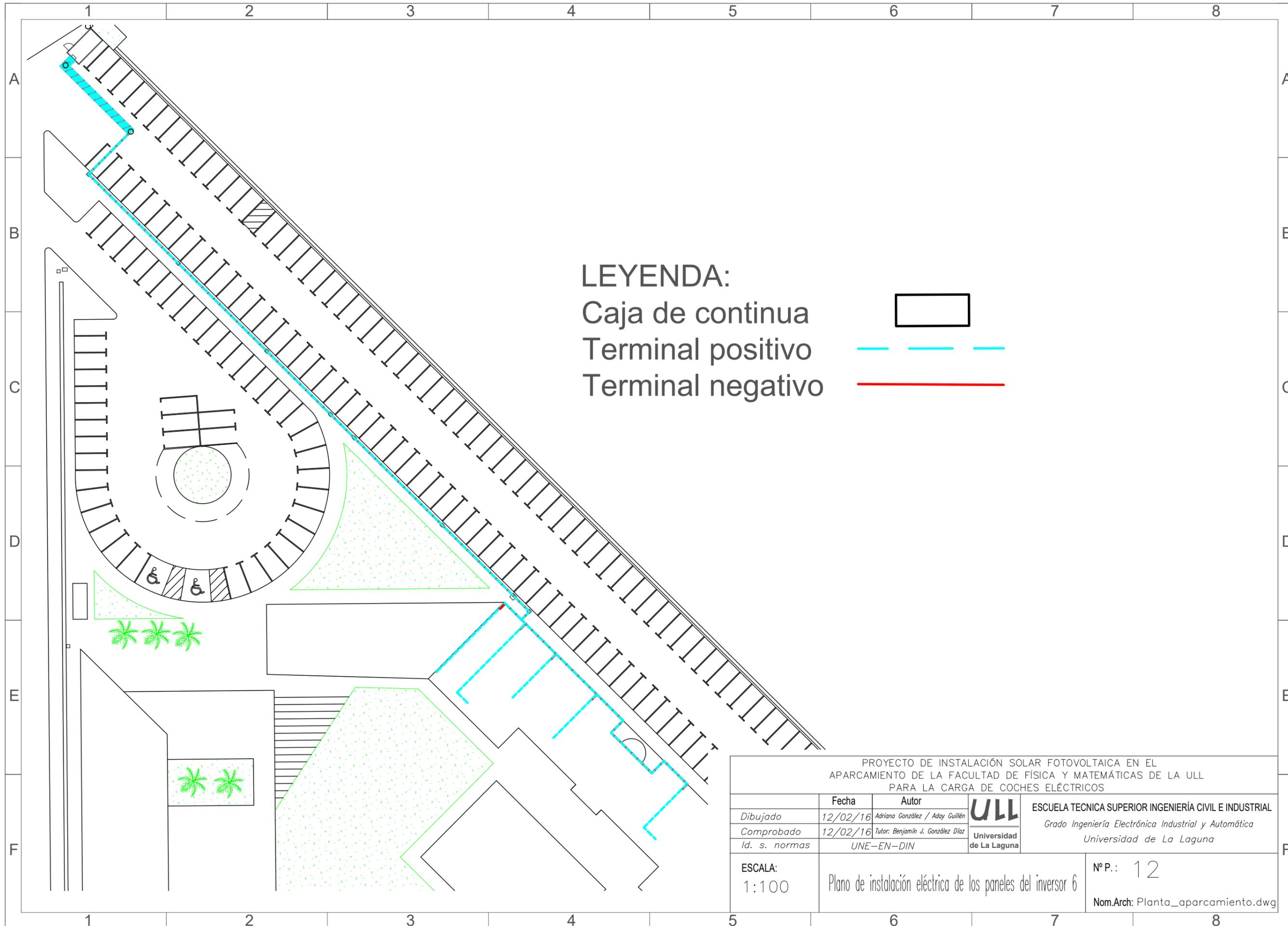
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS				
	Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén		
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA:	Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 4		Nº P.:	10
1:100			Nom.Arch:	Planta_aparcamiento.dwg



LEYENDA:
 Caja de continua
 Terminal positivo
 Terminal negativo

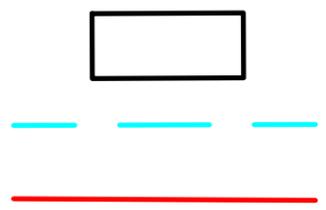


PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS				
	Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén		
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:100	Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 5		Nº P.: 11	Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



LEYENDA:

Caja de continua
 Terminal positivo
 Terminal negativo



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
 APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL
 PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

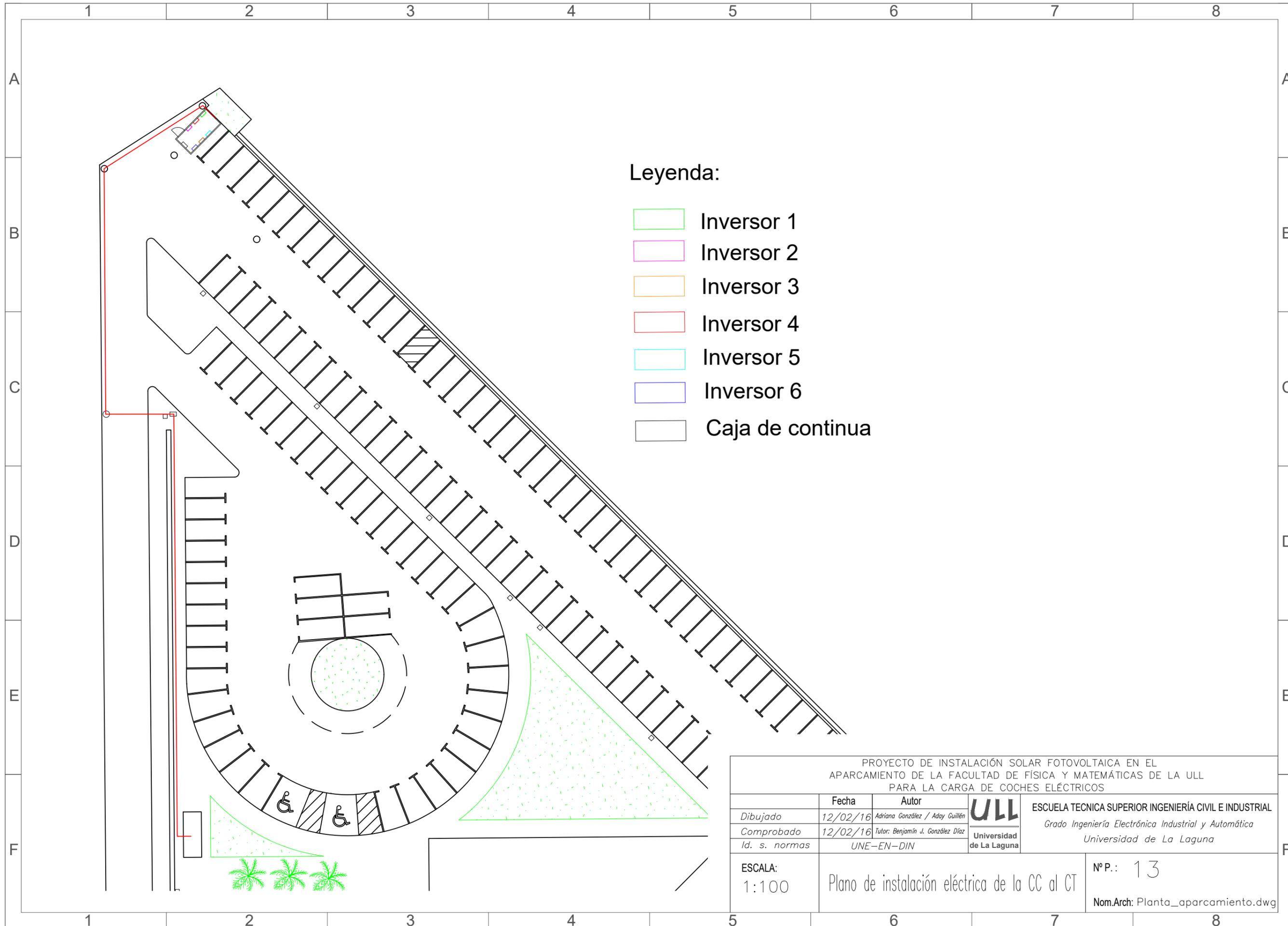
	Fecha	Autor	
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna

ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL
 Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
 Universidad de La Laguna

ESCALA:
 1:100

Plano de instalación eléctrica de los paneles del inversor 6

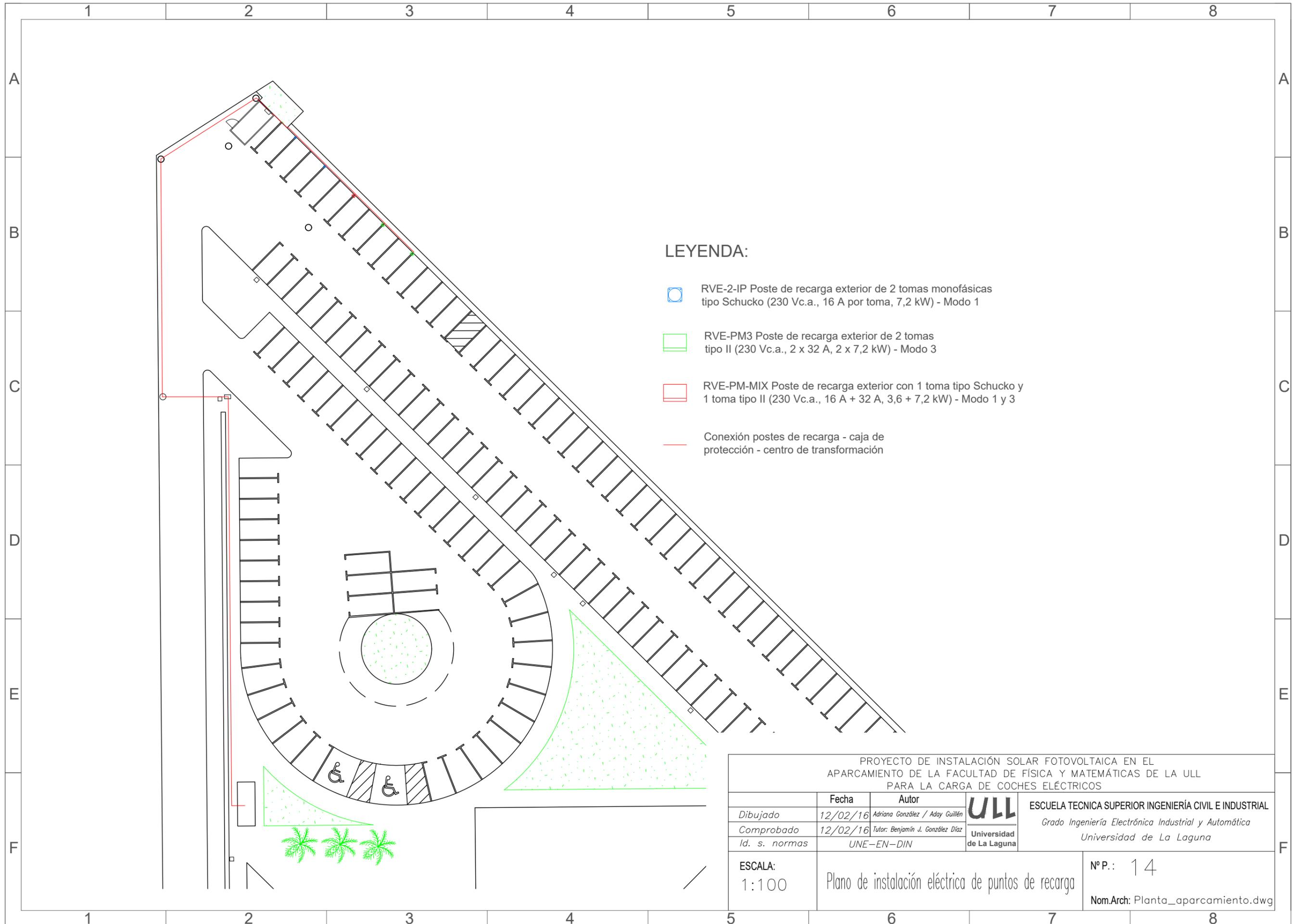
Nº P.: 12
 Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



Leyenda:

- Inversor 1
- Inversor 2
- Inversor 3
- Inversor 4
- Inversor 5
- Inversor 6
- Caja de continua

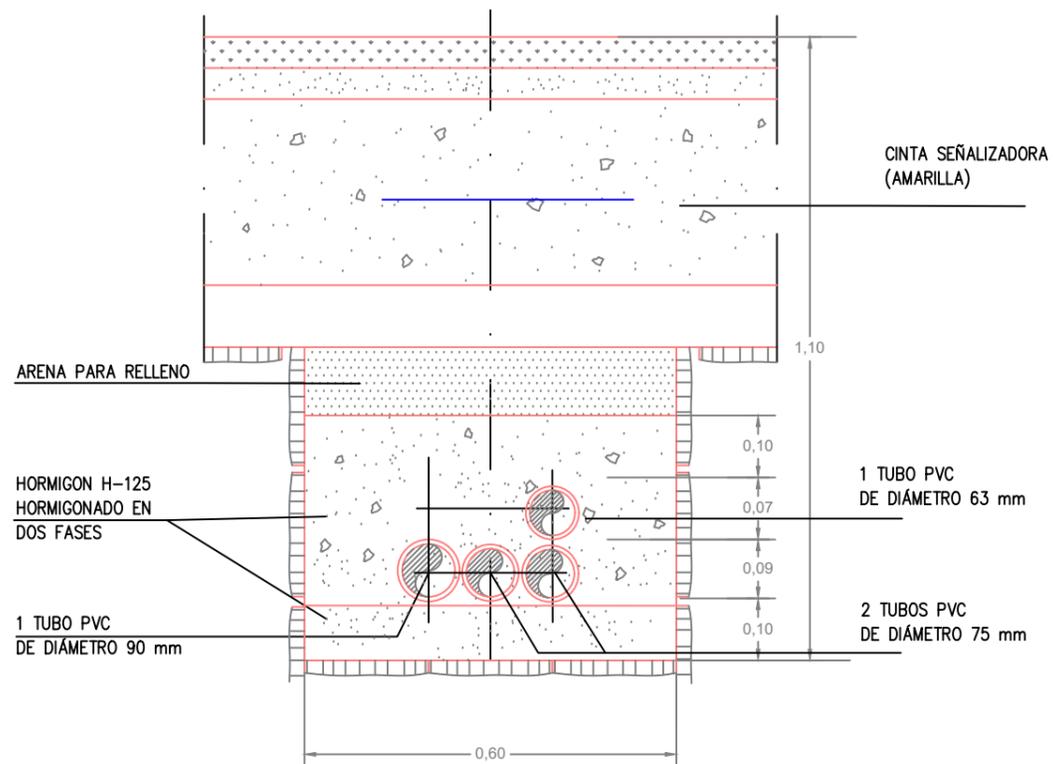
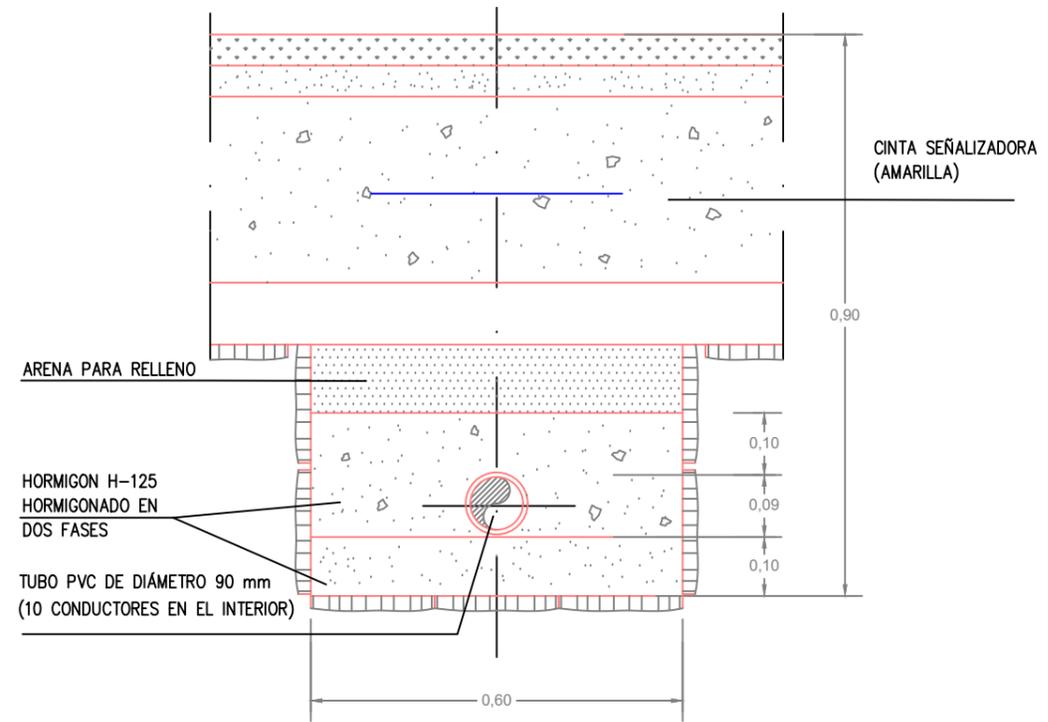
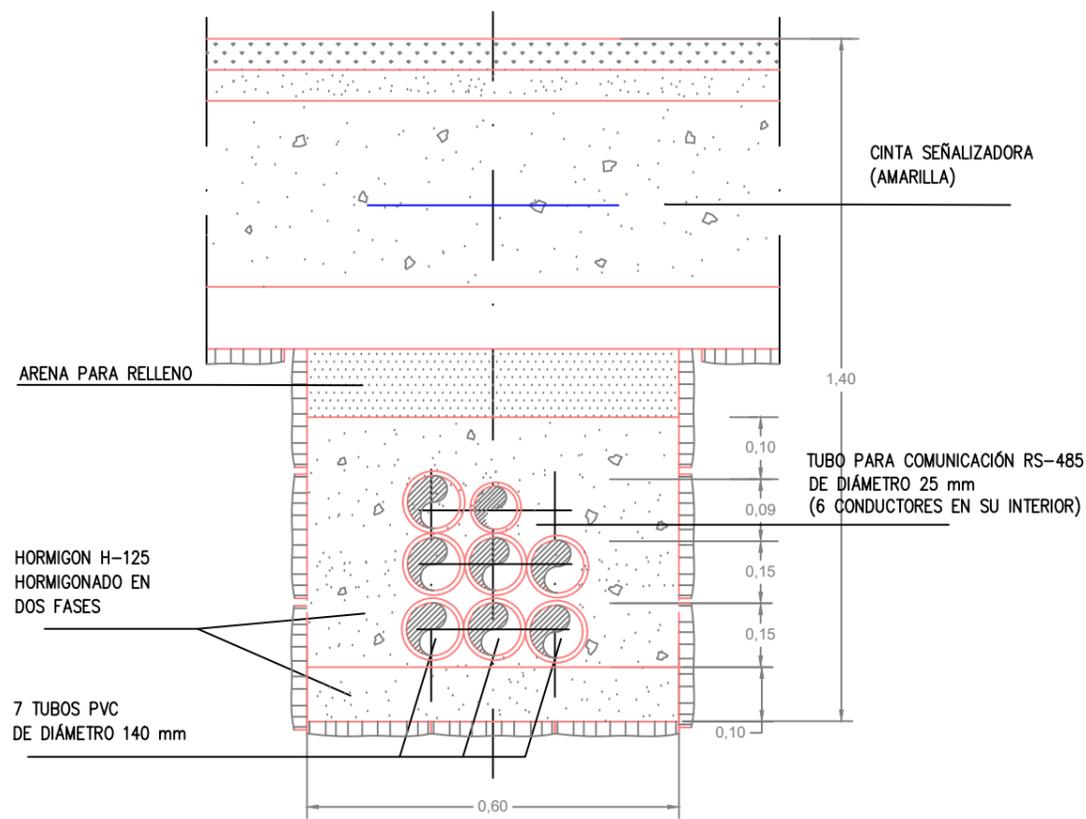
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS				
	Fecha	Autor		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	 Universidad de La Laguna	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA:	Plano de instalación eléctrica de la CC al CT			Nº P.: 13
1:100				Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



LEYENDA:

- RVE-2-IP Poste de recarga exterior de 2 tomas monofásicas tipo Schucko (230 Vc.a., 16 A por toma, 7,2 kW) - Modo 1
- RVE-PM3 Poste de recarga exterior de 2 tomas tipo II (230 Vc.a., 2 x 32 A, 2 x 7,2 kW) - Modo 3
- RVE-PM-MIX Poste de recarga exterior con 1 toma tipo Schucko y 1 toma tipo II (230 Vc.a., 16 A + 32 A, 3,6 + 7,2 kW) - Modo 1 y 3
- Conexión postes de recarga - caja de protección - centro de transformación

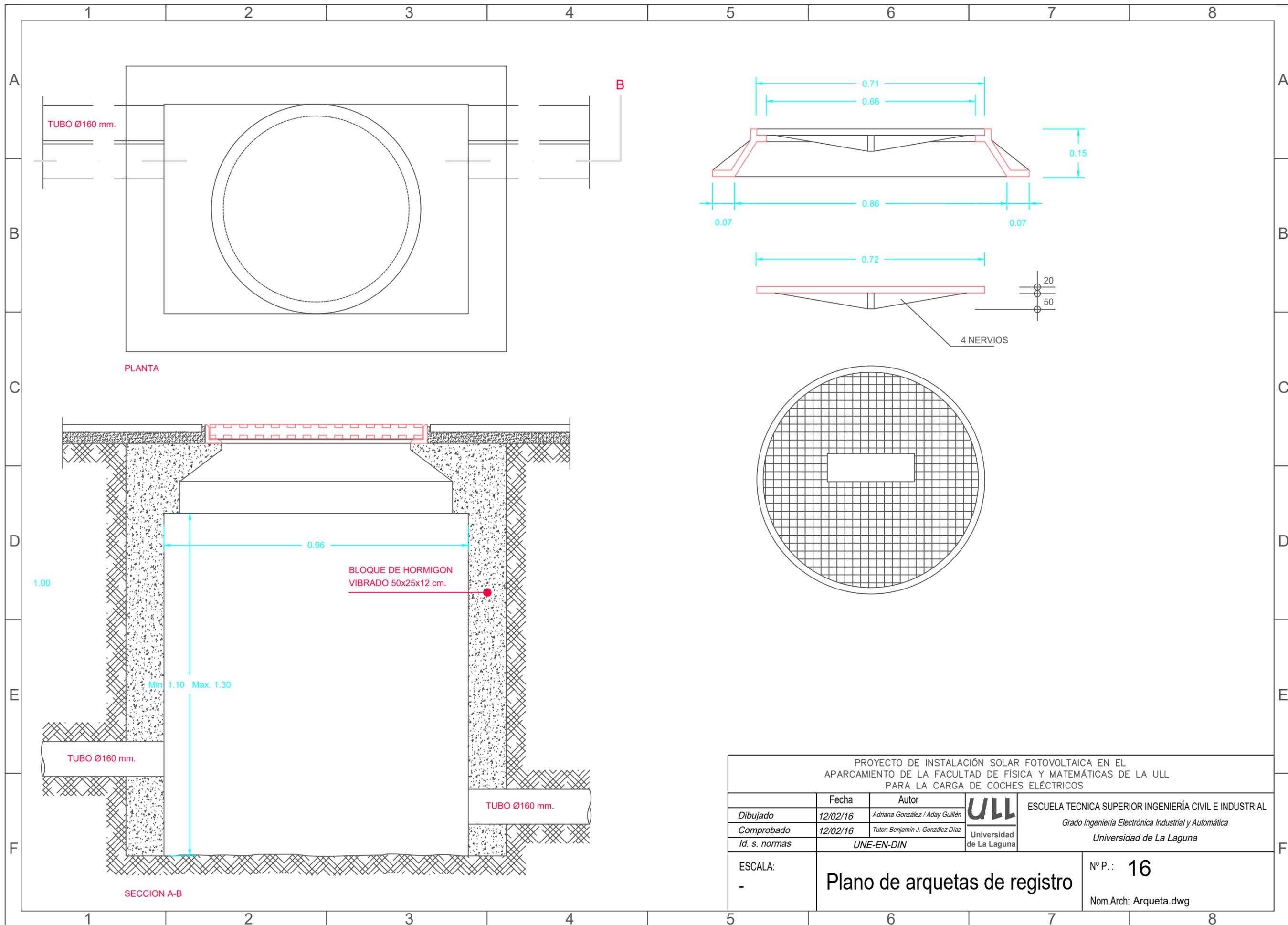
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS				
	Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén		
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA:	Plano de instalación eléctrica de puntos de recarga			Nº P.: 14
1:100				Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
Fecha	12/02/16	Autor	Adriana González / Aday Guillén
Dibujado	12/02/16	Tutor	Benjamín J. González Díaz
Comprobado	12/02/16	Id. s. normas	UNE-EN-DIN
ESCALA:	-		Nº P.: 15
Plano de zanjas y canalizaciones			Nom.Arch: Zanjas.dwg



ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL
Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna



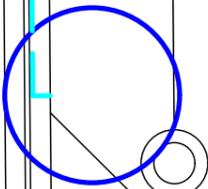
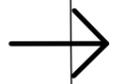
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA:	Plano de arquetas de registro		Nº P. : 16
-			Nom.Arch: Arqueta.dwg



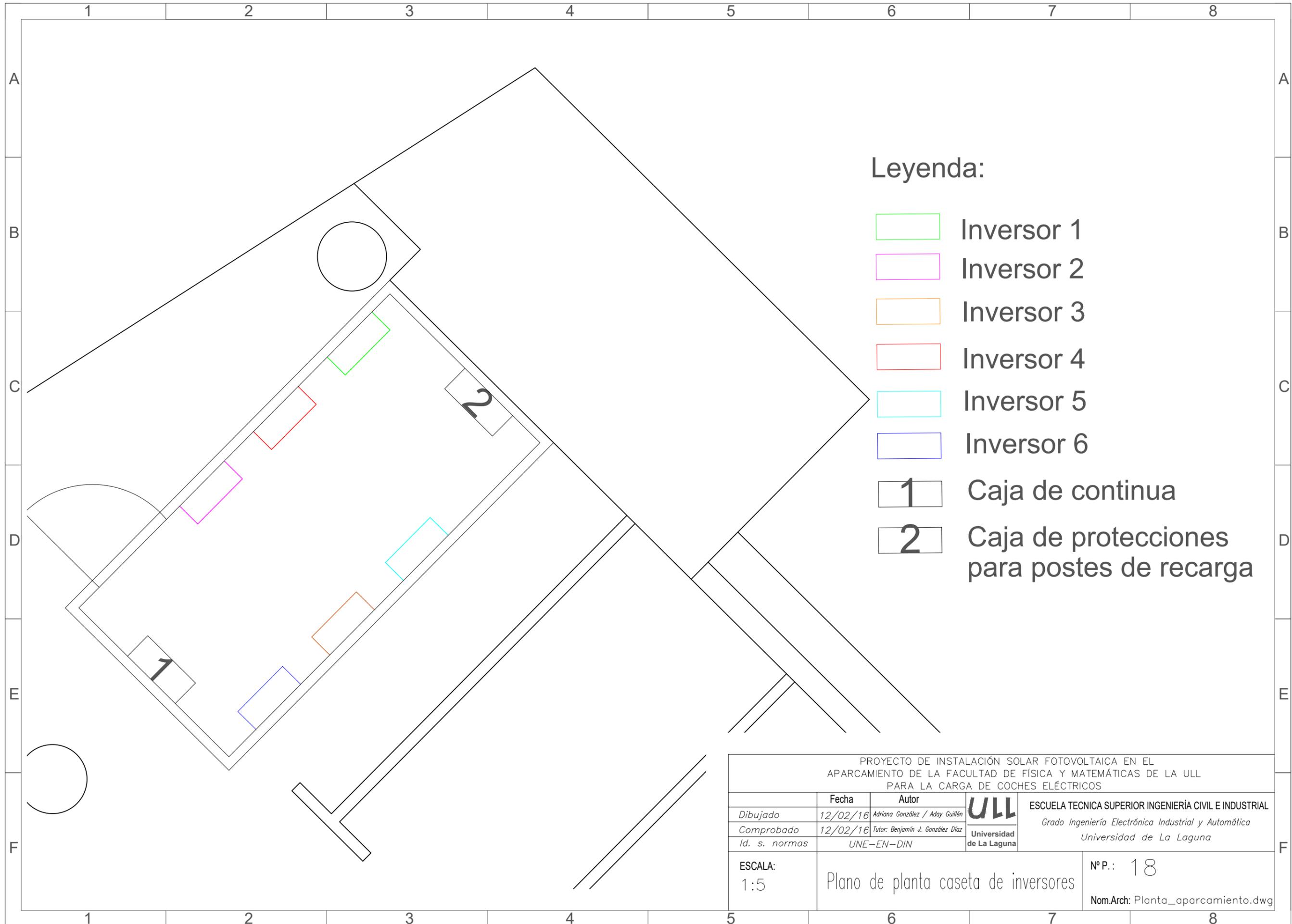
LEYENDA:
 Conector de comunicaciones RS-485



CENTRO DE COMUNICACIÓN



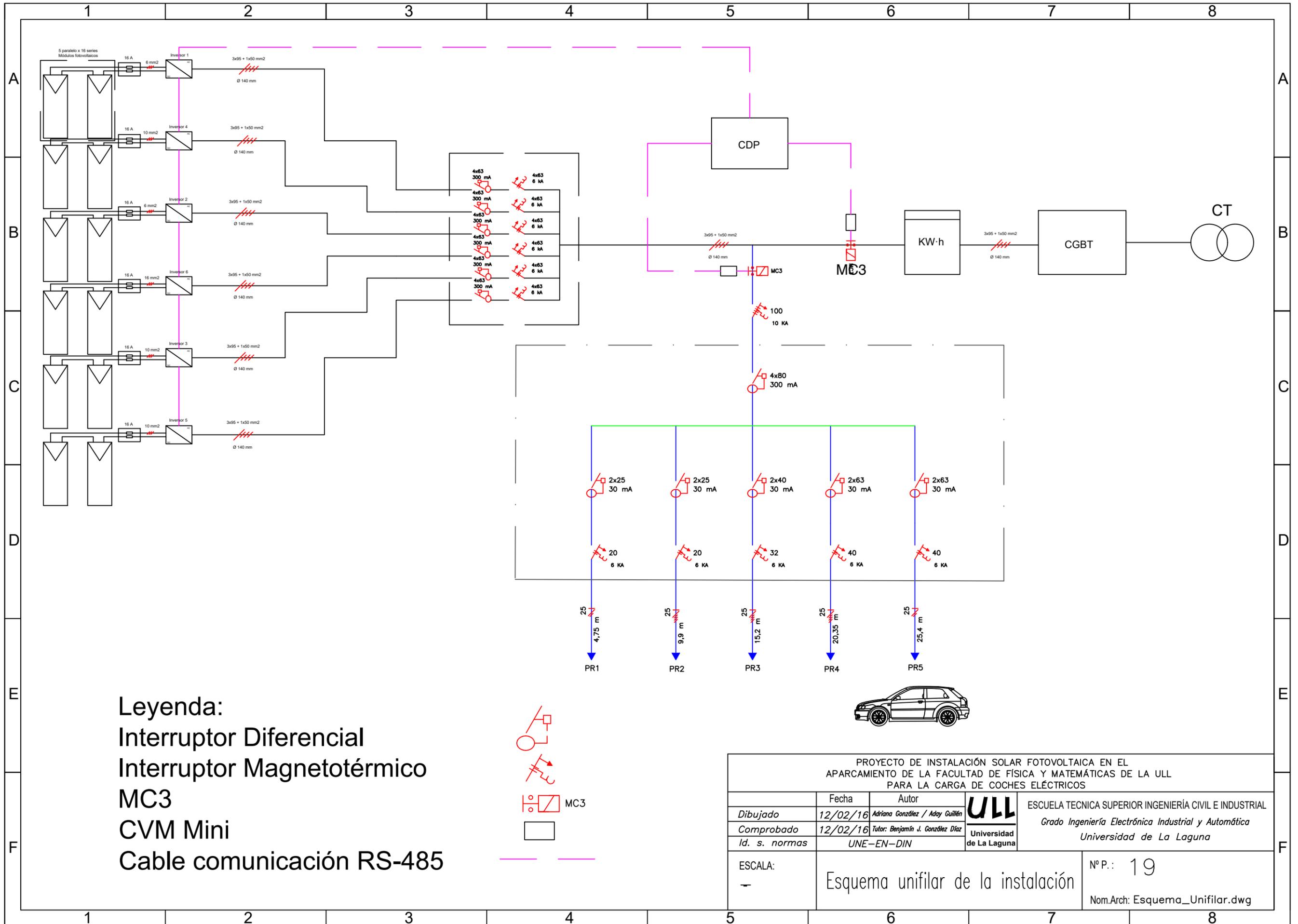
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
	Fecha	Autor	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén	
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de distribución del cable de comunicaciones		Nº P.: 17
1:100			Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg



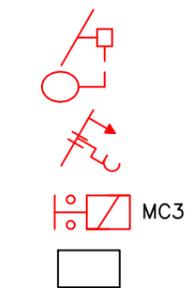
Leyenda:

- Inversor 1
- Inversor 2
- Inversor 3
- Inversor 4
- Inversor 5
- Inversor 6
- 1 Caja de continua
- 2 Caja de protecciones para postes de recarga

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS				
	Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	12/02/16	Adriana González / Aday Guillén		
Comprobado	12/02/16	Tutor: Benjamín J. González Díaz		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA:	Plano de planta caseta de inversores		Nº P.: 18	
1:5			Nom.Arch: Planta_aparcamiento.dwg	



Leyenda:
 Interruptor Diferencial
 Interruptor Magnetotérmico
 MC3
 CVM Mini
 Cable comunicación RS-485



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA ULL PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS			
Fecha	12/02/16	Autor	Adriana González / Adoy Guillén
Dibujado	12/02/16	Tutor	Benjamín J. González Díaz
Comprobado	12/02/16	Id. s. normas	UNE-EN-DIN
ESCALA:	Esquema unifilar de la instalación		Nº P.: 19
			Nom.Arch: Esquema_Unifilar.dwg



ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL
 Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
 Universidad de La Laguna



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Fecha: marzo 2016

Índice

1. Pliego de Condiciones Técnicas para la instalación Fotovoltaica.....	2
1.1.- Objeto.....	2
1.2. Condiciones Técnicas.....	2
1.2.1. <i>Obras que se contratan.</i>	2
1.2.2.- <i>Condiciones generales de ejecución</i>	2
1.2.3.- <i>Admisión, reconocimiento y retirada de materiales</i>	3
1.2.4.- <i>Materiales de las instalaciones</i>	3
1.3. Normas Generales de Montaje.	13
1.4.- Puesta en marcha de la instalación.....	14

1. Pliego de Condiciones Técnicas para la instalación Fotovoltaica.

1.1.- Objeto

A lo largo de este apartado de condiciones técnicas se mostrarán las condiciones mínimas que deberá cumplir la instalación fotovoltaica proyectada en cuanto a suministro y montaje, sirviendo de guía para los instaladores y fabricantes de equipos, definiendo especificaciones mínimas que debe cumplir la instalación para asegurar su calidad.

1.2. Condiciones Técnicas.

1.2.1. Obras que se contratan.

Las obras que comprenden la contrata del presente proyecto son las que se especifican en los documentos adjuntos de Memoria, Anexos, Planos y Presupuesto.

En las obras mencionadas, el contratista deberá ejecutar las siguientes labores:

- Todos los transportes necesarios.
- Los suministros de material que se precisen.
- Ejecución de todos los trabajos de montaje de las instalaciones, dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.
- Obras complementarias no definidas específicamente y necesarias para la correcta ejecución de las instalaciones proyectadas.
- Medidas de señalización y seguridad necesarias

1.2.2.- Condiciones generales de ejecución

El contratista estará obligado a facilitar al personal material auxiliar necesario para la perfecta ejecución de las obras.

Las instalaciones se ajustarán a las condiciones establecidas en la Memoria, en los Reglamentos y Normas especificadas anteriormente y, en general, con arreglo a las normas sancionadas por la práctica para la completa y perfecta construcción y montaje, y en particular a las que se dicte la Dirección de Obra.

Todo el equipo debe estar colocado en los espacios asignados en el proyecto y se dejará un espacio razonable de acceso para su entretenimiento y reparación.

El contratista debe verificar el espacio requerido para todo el equipo propuesto, tanto en el caso de que dicho espacio haya sido especificado o no.

Por lo demás, el Director de Obra deberá fijar el orden en que deben llevarse a cabo las obras, y el contratista vendrá obligado a cumplir exactamente lo que disponga sobre este particular.

1.2.3.- Admisión, reconocimiento y retirada de materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad, desechándose los que a juicio del Director de Obra no lo sean.

Una vez adjudicada la obra definitivamente, y antes de ejecutarse, el contratista presentará al Director Técnico de la Obra los catálogos, cartas, muestras, etcétera, que estén relacionados con la recepción de los distintos materiales.

No podrán emplearse materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de Obra. Este control no constituye una recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica aún después de colocados, si no cumplieren con las características y condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el contratista por otras que cumplan las condiciones exigidas.

En caso de que el contratista no se mostrase conforme con los resultados de ensayo, análisis o pruebas, podrán repetirse las mismas en un laboratorio oficial, siendo de cuenta del contratista si se llega a la conclusión de que los materiales son rechazables, y de cuenta de la Propiedad en caso contrario.

1.2.4.- Materiales de las instalaciones

Se especifican a continuación las condiciones que deben cumplir los distintos materiales empleados en la ejecución del proyecto.

1.2.4.1.- Módulos fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico seleccionado ATERSA A-315M ULTRA deberá satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino y estar cualificado por el CIEMAT, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, y llevarán de forma claramente visible el modelo y nombre o logotipo del fabricante.

Los paneles solares serán distribuidos en filas tal y como se indica en la memoria, para facilitar la conexión de los mismos en serie. Los módulos solares serán montados sobre la estructura soporte pertinente horizontal o verticalmente, según proceda, fijándolos a ésta mediante la tornillería de la que está prevista la estructura. Una vez fijados se inclinarán en el ángulo seleccionado.

Se comprobará que todos los módulos posean diodos de derivación para evitar posibles averías de las células, y que los marcos laterales sean de aluminio.

Antes de la instalación se comprobará que su potencia máxima y corriente de circuito reales referidas a condiciones estándar de medida deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo y se procederá a una inspección para comprobar que no existe ningún módulo con roturas o manchas.

Se debe dejar espacio entre los grupos de módulos para el posterior mantenimiento y reparación. De lo contrario, para llegar a un módulo deberá desmontar antes “medio” generador.

La estructura de soporte para los módulos solares del generador fotovoltaico estará provista de todos los elementos de sujeción pertinentes para la instalación de los paneles y serán realizados del mismo material que el de la propia estructura.

1.2.4.2.- Inversor

El inversor será del tipo adecuado para la conexión a la red de baja tensión y su potencia de entrada será variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador le proporcione.

El inversor encargado de la conversión de corriente continua a corriente alterna para la inyección a la red de baja tensión de la potencia producida por el generador fotovoltaico es un dispositivo electrónico sensible que debe estar protegido contra daños externos.

El inversor elegido posee un índice de protección IP65, lo cual indica que está suficientemente protegido frente a elementos atmosféricos adversos como puede ser lluvia, o partículas de polvo. Aún así, se instalará en el interior de una caseta, fuera de humedades excesivas, protegido de la intemperie y sin polvo o suciedad excesiva.

El lugar donde esté alojado deberá estar ventilado para favorecer la refrigeración del equipo y por tanto deberá evitarse la obstrucción de entradas y salidas de ventilación del armario.

Los inversores se dispondrán en un cuarto específico para ello. Irán instalados en posición vertical a una distancia de 1 metro del suelo. Se instalarán tres inversores en una pared, y los otros tres en la pared de enfrente. La distancia que se debe dejar entre dos inversores es como mínimo de 530 mm, distancia que se ha respetado pues éstos se han colocado a una distancia de 600 mm.

Para conseguir una temperatura de funcionamiento óptima, se debe garantizar la ventilación adecuada de los inversores. Para ello es necesario dejar una distancia inferior con respecto a cualquier objeto de 940 mm, distancia que también se respeta pues los inversores se instalan a 1 metro de altura.

Se deberá montar el inversor lo más cerca de los módulos posible para ahorrar así cableado de corriente continua. Además, a la hora de su montaje se debe tener en cuenta el procurar una accesibilidad cómoda para el mantenimiento y la reparación.

Los inversores se dispondrán en un cuarto específico para ello. Irán instalados en posición vertical a una distancia de 1 metro del suelo. Se instalarán tres inversores en una pared, y los otros tres en la pared de enfrente. La distancia que se debe dejar entre dos inversores es como mínimo de 530 mm, distancia que se ha respetado pues éstos se han colocado a una distancia de 600 mm.

Para conseguir una temperatura de funcionamiento óptima, se debe garantizar la ventilación adecuada de los inversores. Para ello es necesario dejar una distancia inferior con respecto a cualquier objeto de 940 mm, distancia que también se respeta pues los inversores se instalan a 1 metro de altura

1.2.4.3.- Cajas de derivación para instalación en superficie

Las cajas para instalaciones de superficie estarán plastificadas con PVC fundido en toda su superficie con la protección IP 55, tendrán un cierre hermético con la tapa atornillada y serán y serán dimensiones tales que se adapten holgadamente al tipo de cable o conductor que se emplee.

Estarán provistas de varias entradas troqueladas ciegas en tamaños concéntricos, para poder disponer en la misma entrada agujeros de diferentes diámetros.

La fijación a techo será como mínimo de dos puntos de fijación, se realizará mediante tornillos de acero, para lo cual deberán practicársele taladros en el fondo de las mismas. Deberá utilizarse arandelas de nylon en tornillos para conseguir una buena estanqueidad.

Las conexiones de los conductores se ejecutarán en las cajas y mediante bornes, no pudiendo conectarse más de cuatro hilos en cada borne. Estas bornes irán numeradas y serán del tipo que se especifique en lo demás documentos del proyecto.

La conexión del inversor con el campo de paneles solares y con la red de baja tensión será realizada por el personal técnico cualificado por la importancia y dedicación que esto conlleva.

1.2.4.4.- Unión de tubos a cajas

Se instalarán boquillas protegen hilos terminales de plástico o de acero en el extremo de todos los tubos, a su entrega en las cajas de cualquier tipo, cuadros o paneles de la siguiente forma.

Los finales de los tubos tendrán rosca suficiente para colocar una tuerca por fuera de la caja y otra tuerca más la boquilla terminal por el interior de la caja. Se permite usar también boquillas de rosca y dimensiones adecuadas que eviten usar la tuerca en el interior de la caja o panel.

En las cajas para enchufes y mecanismos el tubo irá rígidamente sujeto a la caja con boquilla y tuerca en el interior y tuerca en el exterior.

1.2.4.5.- Puesta a tierra

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las instrucciones siguientes:

La puesta a tierra se hará a través de picas de acero, recubiertas de cobre, si no se especifica lo contrario en otros documentos del proyecto.

La configuración de las mismas debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

Todas las picas tendrán un diámetro mínimo de 19 mm y su longitud será de dos metros.

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

Los conductores que constituyan las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser menor en ningún caso de 16 mm² de sección para las líneas principales a tierra, ni de 35 mm² de sección para las líneas de enlace con tierra si son de cobre.

Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo de puesta a tierra.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiada a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste magnético.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse ni masa ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos.

Las conexiones a masa y a elementos metálicos, se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal.

Estos conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masa como con el electrodo. A estos efectos se dispondrá que las conexiones de los conductores se efectúen con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas,

asegurando una buena superficie de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

1.2.4.6.- Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores automáticos podrán utilizarse para la protección de líneas y circuitos. Todos los interruptores automáticos deberán estar provistos de un dispositivo de sujeción a presión para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura a un carril normalizado.

Los contactos de los automáticos deberán estar fabricados con material resistente a la fusión.

Todos los tipos de interruptores mencionados deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos a esta clase de material en la Norma UNE 20.347. 81.

En caso de que se acepte material no nacional, éste se acompañará de documentación en la que se indique que este tipo de interruptor se ha ensayado de acuerdo con la Norma nacional que corresponde y concuerda con la CEE 19.

1.2.4.7.- Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijan en el

Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, cumplan la Norma UNE 20.383, lleven impresa la marca de conformidad a Norma UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores de protección tienen como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas, y que debe ser independiente de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos.

Reaccionarán con toda la intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Por él deberán pasar todos los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

1.2.4.8.- Cortacircuitos fusibles

Todos los cortacircuitos fusibles estarán contruidos para tensiones de 250, 500 o 750 v. La intensidad nominal del fusible será aquella que normalmente circula por el circuito en carga.

Todo este material se ajustará a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigido a esta clase de material en la norma UNE, especialmente los número 20.520-76; 21.095, 21.103.

Los zócalos serán de material aislante resistente a la humedad y de resistencia mecánica adecuada, no debiendo sufrir deterioro por la temperatura a que dé lugar su funcionamiento en las máximas condiciones posibles admitidas.

En el zócalo irán grabadas en forma bien visible la tensión y la intensidad nominal y la marca del fabricante.

Los orificios de entrada de conductores deberán tener el tamaño suficiente para que pueda introducirse fácilmente el conductor con la envoltura de protección. Los contactos deben ser amplios y resistir sin calentamiento anormal las temperaturas que ocasionan las sobrecargas.

Las conexiones entre partes conductoras de corriente deben efectuarse de modo que no puedan aflojarse por el calentamiento natural del servicio, ni por la alteración de las materias aislantes.

Las cubiertas o tapas deben ser tales que eviten por completo la proyección del metal en caso de fusión y eviten en servicio normal que puedan ser accesibles las partes en tensión.

Las distancias mínimas entre partes bajo tensión o entre estas y tierra serán las fijadas por las reglamentaciones vigentes.

Los cartuchos fusibles deberán estar contruidos de forma que no puedan ser abiertos sin herramientas y sin provocar desperfectos y los de hasta 60 A estarán contruidos de forma que sea imposible el reemplazo de un fusible de intensidad dada por otro de intensidad superior a la nominal de los zócalos.

1.2.4.9.- Conductores eléctricos

Todos los conductores se conectarán por medio de terminales o punteras adecuados a la sección y tipo tanto del cable como del borne a conectar, de forma que quede asegurada una conexión perfecta, y la temperatura de la conexión nunca supere a la de trabajo del mismo cable en funcionamiento.

Se respetarán los radios de curvatura máximos recomendados por el fabricante del cable, y se evitará cualquier esfuerzo mecánico que lo pueda dañar.

a) Cables de tensión nominal 0,6/1 kV: los conductores deberán estar constituidos según la norma UNE 21.022 y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre recocido. Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011 y 21.014, así como las normas sobre la rápida extinción de la llama: UNE 20-432-1, IEC 332-1, CEI-20-35, NF-C32070-C2, B5 4066-1, ME 0472-D, y de no propagación del incendio IEEE 383-74.

Los aislamientos serán de una mezcla de polietileno reticulado del tipo XLPE según designación de la norma UNE 21.123.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión y fundas termorretráctiles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornes de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor sobresalga de la borne o terminal.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

1.2.4.10.- Canalizaciones

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

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección. Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres.

Todo el material auxiliar, codos, mangueras de conexión y derivación, etc. Que utilicen las instalaciones con tubo rígido tendrán las mismas características exigidas para los tubos. Las roscas estarán perfectamente acabadas y la unión se hará sin utilizar estopa, sino sello ardiente, asegurando la completa estanqueidad de toda la instalación.

1.3. Normas Generales de Montaje.

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y planos del proyecto.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones previstas o sustituir por otros los aparatos aprobados, se solicitará permiso a la Dirección Facultativa.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. En aquellas partes móviles de las máquinas y motores se dispondrán envolventes o rejillas metálicas de protección.

Durante el proceso de instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Una vez finalizado el montaje se procederá a la limpieza total de los tubos tanto exterior como interiormente.

1.4.- Puesta en marcha de la instalación

La instalación eléctrica se entenderá terminada cuando se haya puesto en marcha y probado en cargo real, es decir, alimentando los equipos mecánicos de alumbrado, maquinaria y otros dispositivos proyectados. Esta condición incluye específicamente el realizar las pruebas de puesta en marcha por vez primera no solo del alumbrado y equipos de responsabilidad y suministro 100% del instalador electricista, sino también de los motores y equipos de otros instaladores que precisen energía de la red eléctrica. En tales equipos la puesta en marcha se hará conjuntamente con los instaladores, sin cargo alguno para la propiedad de la obra, hasta dejar los equipos funcionando satisfactoriamente con los fusibles y relés ajustados correctamente y las luces de señalización e indicadores mecánicos en orden.



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

PRESUPUESTO

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

Índice

1.- Objeto	2
2.- Cuadro de precios descompuestos.....	2
2.1.- Instalación fotovoltaica	3
2.2 Material Eléctrico	4
2.3 Canalizaciones	8
2.4 Obra Civil	10
2.5 Otros gastos.....	10
3. Presupuesto ejecución material	11
4. Presupuesto de ejecución por contrata.....	11
5. Total del presupuesto.....	11

1.- Objeto

El objeto del anexo Presupuesto es el de realizar una previsión de costes referidos a la ejecución del proyecto de la instalación solar fotovoltaica para la recarga de vehículos eléctricos.

Primero se expondrán los cuadros de precios descompuestos donde se indican las unidades de obra y los elementos que la componen, además de la cantidad necesaria de cada uno de ellos y el precio unitario y total.

Por último, se proporciona el presupuesto de ejecución por contrata donde se incluyen los gastos generales, el beneficio industrial, los impuestos (IGIC) y la cantidad final del presupuesto.

2.- Cuadro de precios descompuestos

Las siguientes tablas contienen las unidades de obra, el número de unidades requeridas, unidad de medida, descripción detallada de los elementos y unidades de obra, incluyendo, si fuese necesario, la marca del producto con su modelo y referencia, precio unitario y precio final en función del número de unidades adquiridas.

Dicho desglose se dividirá en:

1. Instalación Fotovoltaica
2. Material Eléctrico
3. Canalizaciones
4. Obra Civil
5. Otros Gastos

Las unidades de medida utilizadas en el presupuesto son las siguientes:

- Ud → Unidad
- m.l → Metro lineal
- h → horas

2.1.- Instalación fotovoltaica

Artículo	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Módulo solar fotovoltaico de Atersa A-315M de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 315 W.	Ud.	480	340,96	163.662,7
Inversor Suuny Tripower 25000TL-30, con conexión a red trifásica	Ud.	6	4.768,19	28.609,1
Estructura para 1 panel en horizontal sobre superficie plana e inclinación regulable	Ud.	80	61,78	4942,4
Marquesinas individuales para 15 paneles	Ud.	32	-	45.524,36
RVE-2 IP →Poste de recarga exterior de 2 tomas monofásicas tomas Schucko (230 V _{c.a.} , 16 A por toma, 7,2 kW) - Modo 1	Ud.	2	3954,6	7909,2
RVE-PM3 →Poste de recarga exterior de 2 tomas tipo II según IEC 62196-2 (230 V _{c.a.} , 2 x 32 A, 2 x 7,2 kW) - Modo 3	Ud.	1	4497,13	4497,13
RVE-PM-MIX → Poste de recarga exterior de 1 toma tipo Schucko + 1 toma Tipo II según IEC 62196-2 (230 V _{c.a.} , 16 A + 32 A, 3,6 + 7,2 kW) - Modo 1 y 3	Ud.	2	4095,61	8191,22

2.2 Material Eléctrico

Artículo	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Tramo paneles solares – Inversores				
Cableado Exzhellent Solar ZZ-F (AS) 1,8 kV DC – 0,6/1 kV AC de sección 6 mm ²	m.l	788	1,32	1040,16
Cableado Exzhellent Solar ZZ-F (AS) 1,8 kV DC – 0,6/1 kVACde sección 10 mm ²	m.l	915	2,44	2232,6
Cableado Exzhellent Solar ZZ-F (AS) 1,8 kV DC – 0,6/1 kVACde sección 16 mm ²	m.l	739	4	2956
Caja tipo ARF1, envolvente ARINTER y grado de protección IP66, de CAHORS con: Fusible cilíndrico 10x38 mm, Un=900 V e In=16 A Interruptor seccionados de 55 A y tensión nominal 750 V	Ud.	6	799	4794
Tramo Inversores – Cuadrode protección de alterna				
Cableado Exzhellent Solar XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC- 0,6/1 kV AC de sección 95 mm ² Color Azul	m.l	673	1,93	1298,89
Cableado Exzhellent Solar XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC- 0,6/1 kV AC de sección 95 mm ²	m.l	673	1,93	1298,89

Color Negro				
Cableado Exzhellent Solar XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC- 0,6/1 kV AC de sección 95 mm ² Color Marrón	m.l	673	1,93	1298,89
Cableado Exzhellent Solar XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC- 0,6/1 kV AC de sección 95 mm ² Color Gris	m.l	673	1,93	1298,89
Cableado Exzhellent Solar XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC- 0,6/1 kV AC de sección 95 mm ² Color Verde-Amarillo	m.l	673	1,93	1298,89
Cuadro protección de alterna				
Interruptor diferencial de 4 polos, In = 63 A y sensibilidad 300 mA, de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	6	320,84	1925,04
Interruptor magnetotérmico de 63 A, 4 polos de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	6	368,79	2212,74
Caja superficial GOLF VS,1Fila, 12 Módulos, Puerta Transparente, de HAGER	Ud.	1	31,71	31,71
Caja de protecciones para postes de recarga				
Interruptor diferencial de 4 polos, In = 80 A y sensibilidad 300 mA, de SCHNEIDER	Ud.	7	68,94	482,58

ELECTRICS				
Interruptor magnetotérmico de 100 A, 4 polos, de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	6	68,94	413,64
Interruptor magnetotérmico de 20 A, 2 polos de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	2	76,85	153,7
Interruptor magnetotérmico de 32 A, 2 polos de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	1	70,21	70,21
Interruptor magnetotérmico de 40 A, 2 polos de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	2	75,36	150,72
Interruptor diferencial de 2 polos, In = 25 A y sensibilidad 30 mA, de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	2	73,21	146,42
Interruptor diferencial de 2 polos, In = 40 A y sensibilidad 30 mA, de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	1	68,94	68,94
Interruptor diferencial de 2 polos, In = 63 A y sensibilidad 30 mA, de SCHNEIDER ELECTRICS	Ud.	2	132,86	265,72
Caja superficial GOLF VS,1Fila, 24 Módulos, Puerta Transparente, de HAGER	Ud.	1	48,36	48,36

Postes de recarga				
Cable de PVC flexible POWERFLEX RV-K 0.6/1KV 135A de 25 mm ² de sección, de color negro, de la marca TOP CABLE	m.l	226	2,118	478,67
Cable Multipar apantallado para aplicaciones RS-485, 24 AWG estándar (7x32), 2 pares, de BELDEN	m.l	1291	2,98	3847,18
Control Dinámico de Potencia (CDP) y aparamenta				
CDP-G, Control Dinámico de Potencia de CIRCUTOR	Ud.	1	895	895
CVM-Mini, Analizador de red CVM-Mini, de CIRCUTOR	Ud.	2	423,56	847,12
Toroides MC3/125 A, Transformador toroidal trifásico MC3 de 125 A de CIRCUTOR	Ud.	2	54,96	109,92
Contador trifásico bidireccional CIRWATT B 410D de CIRCUTOR	Ud.	1	348,25	348,25
Puesta a tierra de la instalación				
Picas de puesta a tierra cubiertas de cobre de 2 metros de longitud	Ud.	10	14,90	149
Abrazadera para pica de tierra en acero bicromatado	Ud.	10	1,30	13

2.3 Canalizaciones

Artículo	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Tubos para canalización superficial				
Tubo Blindado Gris en PVC Rígido para canalizaciones superficiales ordinarias fijas de 16 mm de diámetro, de AISCAN	m.l	800	0,45	360
Tubo Blindado Gris en PVC Rígido para canalizaciones superficiales ordinarias fijas de 20 mm de diámetro, de AISCAN	m.l	1380	0,57	786,6
Tubo Blindado Gris en PVC Rígido para canalizaciones superficiales ordinarias fijas de 25 mm de diámetro, de AISCAN	m.l	425	0,74	314,5
Tubo Blindado Gris en PVC Rígido para canalizaciones superficiales ordinarias fijas de 32 mm de diámetro, de AISCAN	m.l	200	1	200
Tubo Blindado Gris en PVC Rígido para canalizaciones superficiales ordinarias fijas de 63 mm de diámetro, de AISCAN	m.l	80	3,14	251,2
Tubos para canalización enterrada				
Tubo corrugado medio monocapa, tipo FK15, clase 3321 según EN	m.l	192	0,66	126,72

50086-1, de color negro y diámetro 25 mm.de GEWISS				
Tubo de canalización doble pared rojo de 63 mm (interior liso y exterior corrugado) para canalizaciones enterradas, de GEWISS	m.l	25	1,9	47,5
Tubo de canalización doble pared rojo de 75 mm (interior liso y exterior corrugado) para canalizaciones enterradas, de GEWISS	m.l	166	3,66	607,56
Tubo de canalización doble pared rojo de 90 mm (interior liso y exterior corrugado) para canalizaciones enterradas, de GEWISS	m.l	420	2,77	1163,4
Tubo de canalización doble pared rojo de 140 mm (interior liso y exterior corrugado) para canalizaciones enterradas, de GEWISS	m.l	800	4,74	3792

2.4 Obra Civil

Artículo	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Canalización				
Excavación Maq. Zanja Instal. Elec.	h	20	18	360
Refinado Manual Zanjas	h	20	16	320
Transporte Tierras	h	3	12	36
Relleno con arena fina	h	6	12	72
Relleno con hormigón	h	6	12	72
Capa superficial asfalto	h	15	12	180
Arquetas de registro	h.	10	12	120
Oficial de primera construcción	h	40	17,24	689,6
Peón ordinario construcción	h	40	15,92	636,8
Instalación Eléctrica				
Oficial 1ª electricista	h	50	17,82	891
Ayudante electricista	h	50	16,1	805
Material auxiliar para instalaciones eléctricas	h	10,5	1,48	15,54

2.5 Otros gastos

Artículo	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Arquetas de registro, marco y tapa de fundición dúctil, A1, Clase D400, de UNELCO	Ud.	4	279,87	1119,48
CONSMETAL, CMT SOLAR 4800, Caseta para alojamiento de inversores	Ud.	1	329	329

3. Presupuesto ejecución material

Secciones	Total (Euros)
2.1 Instalación fotovoltaica	263.336,11 €
2.2 Material eléctrico	30.175,13 €
2.3 Canalizaciones	7.649,48 €
2.4 Obra civil	4.197,94 €
2.5 Otros gastos	1.448,48 €
Total	306.807,14 €

4. Presupuesto de ejecución por contrata

Presupuesto de ejecución material	306.807,14€
6 % Beneficio industrial	18.408,43 €
16% Gastos generales	49.089,14 €
Total	374.304,71 €

5. Total del presupuesto

Presupuesto de ejecución por contrata	374.304,71€
7 % I.G.I.C.	26.201,33 €
Total	400.506,04 €

El presupuesto de ejecución general y, por tanto, presupuesto del proyecto asciende a una cantidad total de:

400.506,04€

**CUATROCIENTOS MIL QUINIENTOS SEIS EUROS CON CUATRO
CÉNTIMOS**



TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL
APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS

CONCLUSIONS

Alumnos:

Adriana González Fuentes

Aday Guillén Navarro

Tutor: Benjamín J. González Díaz

To finish with this project, we will present the main findings after the completion of the different studies.

In the first place, we will present the data that we have estimated for the environmental impact. When the energy is produced by conventional processes we pour to the environment 210 grams of carbon dioxide and another substance that damages the environment.

With the installation of the photovoltaic station we will avoid pouring to the environment 55,7 tons of carbon dioxide in one year. If we estimate that the useful life of a photovoltaic installation is around 25 years, we will save 1391,9 tons from wasting it to the environment.

To sum up with this project, we have calculated the prize from which we can sell the energy that we have produced to make our installation profitable. We have used the information available on the Sunny Design Software to estimate the minimum sale price.

After a few calculations, we can conclude that we have to sell our energy for 0,1461 €/kW·h with the purpose of making our installation profitable.