



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes

Tutor: José Francisco Gómez González



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes

Tutor: José Francisco Gómez González



## **0.- HOJA DE IDENTIFICACIÓN**

### **TÍTULO DEL PROYECTO:**

Instalación de estación de recarga rápida con parking solar.

### **EMPLAZAMIENTO GEOGRÁFICO CONCRETO:**

Coordenadas UTM:

E(X): 348.279,46

N(Y): 3.141.823,43

Coordenadas geográficas:

Lon. 16º 32' 55,16"

Lat. 28º 23' 38,27"

Polígono Industrial San Jerónimo Leroy Merlin La Orotava, Centro Comercial La Villa Avda, Calle Molinos de Gofio, s/n, 38300 La Orotava, Santa Cruz de Tenerife

Termino municipal: La Orotava

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

### **PERSONA FÍSICA O JURÍDICA QUE HA ENCARGADO EL PROYECTO:**

El peticionario, promotor y titular de la instalación es el mismo y se trata de:

- Universidad de La Laguna – Cristo Jesús Mesa Yanes.
- Id.: alu0100888195
- Domicilio social: Camino San Francisco de Paula, 17, 38203 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.
- Teléfono: 922 84 50 31

### **DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO**

Nombre del autor: Cristo Jesús Mesa Yanes.

NIF: 78647381-P.

Estudios: Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Dirección: Calle Los Reyes, Icod el Alto, 30.

C.P.: 38414.

Teléfonos de contacto: 682938243.

Correo electrónico: [cristo962014@hotmail.com](mailto:cristo962014@hotmail.com)

### **RESPONSABLE DE LA TUTORÍA DEL PROYECTO**

Nombre: José Francisco Gómez González

Correo electrónico: [jfcgomez@ull.edu.es](mailto:jfcgomez@ull.edu.es)

## **ÍNDICE DEL PROYECTO**

1. Memoria Descriptiva
2. Anexo I
3. Anexo II
4. Anexo III
5. Anexo IV
6. Planos
7. Pliego de Condiciones
8. Plan de Seguridad y Salud
9. Mediciones y Presupuesto
10. Conclusión

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	ABSTRACT .....	5
2.	OBJETO DEL PROYECTO .....	5
3.	REQUISITOS DEL PROYECTO .....	6
3.1	Emplazamiento .....	6
4.	Descripción de la instalación.....	7
4.1	Programas Utilizados.....	7
5.	NORMAS Y REFERENCIAS.....	8
6.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	9
6.1	Definiciones:.....	9
6.2	Abreviaturas:.....	10
7.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	11
7.1.	Objeto.....	11
7.2.	Descripción de la instalación.....	11
7.3.	Previsión de Potencia.....	11
7.4.	Dimensionado de conductores.....	12
7.4.1.	Acometida.....	12
7.4.2.	Caja General de Protección .....	12
7.4.3.	Línea General de Alimentación .....	13
7.4.4.	Equipo de Medida .....	14
7.4.6.	Cuadro General de Mando y Protección.....	16
7.4.7.	Circuitos eléctricos.....	17
7.4.8.	Canalización de los conductores.....	18
7.4.9.	Cargador seleccionado .....	18
8.	PUESTA A TIERRA.....	21
9.	PÉRGOLA.....	22
10.	INTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	23
10.1.	Análisis de soluciones .....	23
10.1.1.	Elección del módulo fotovoltaico .....	23
10.1.3.	Elección de modelo de autoconsumo .....	26
10.2.	Producción de energía .....	28
10.3.	Estimación de ahorro .....	29
10.4.	Amortización.....	30
11.	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS .....	31

## **1. ABSTRACT**

The purpose of this project is the definition and justification for the installation in Low Voltage to power two electric vehicle chargers and also the study and design of photovoltaic installation, to reduce the energy consumption of the grid.

Two EV chargers will be installed, being able to recharge four automatic vehicles transmitting a power of 22KW to each one. With what they can recharge a large part of their batteries while their owners make purchases in the mall.

On the other hand, the photovoltaic generator cannot supply itself, the energy demanded by the chargers, but it can reduce the amount of electricity in the network. And in this way the carbon footprint is reduced, being energy from a renewable source.

## **2. OBJETO DEL PROYECTO**

El objetivo de este proyecto es definir las condiciones técnicas, legales y financieras, para la instalación en baja de tensión necesaria, para el suministro de energía a una serie de cargadores para vehículos eléctricos.

Además de dimensionar la instalación de un conjunto de paneles fotovoltaicos para alimentar parcialmente a los cargadores, y cuando esta energía producida no sea consumida por la instalación, se verterán los excedentes a la red.

Dichos paneles serán situados en una pérgola, conformando así un parking solar. Esta estación de recarga estará situada en el polígono industrial de San Jerónimo.

### 3. REQUISITOS DEL PROYECTO

#### 3.1 Emplazamiento

La instalación de los cargadores y del parking solar, se situarán en el polígono industrial de San Jerónimo. Se han elegido un punto estratégico, para situar la estación de recarga.

En el parking de Leroy Merlin, con dirección, Avenida Calle Molinos de Gofio, s/n 38300 La Orotava Santa Cruz de Tenerife. La zona delimitada en rojo, será donde irá situada la instalación. Véase ilustración I.



*Ilustración I, imagen de la zona donde irá ubicada la instalación*

#### 3.2 Promotor de la instalación, peticionario y/o titular

**Promotor:** Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT).

**Dirección:** Camino San Francisco de Paula, 17, 38203 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

**Código postal:** 38200

**Tutor:** José Francisco Gómez González

**Teléfono de contacto:** 922318240

**Correo electrónico:** [jfcgomez@ull.edu.es](mailto:jfcgomez@ull.edu.es)

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación que se va a realizar, estará compuesta por una acometida, una Caja General de Protecciones, una Línea General de Alimentación, un Equipo de Medida, una Derivación Individual, un Dispositivo General de Mando y Protección. Además, se tendrá la alimentación conectada a red y de generador fotovoltaico.

Debido a que se tendrá una instalación de autoconsumo con excedentes, el equipo de medida, deberá de tener un contador bidireccional.

Existen dos cargadores de recarga rápida, debidamente alimentados, capaces de ofrecer una potencia cada uno de 22KW. En configuración de un solo vehículo o 44 KW, cuando se recarguen de forma simultánea dos vehículos.

En el apartado de autoconsumo con excedentes se tiene una distribución de dos strings, de módulos solares conectados en serie, cada string está compuesto por 18 módulos. Que son conectados a un inversor de 12KW, y este inversor a su vez se conecta a la DI.

### 4.1 Programas Utilizados

- **Microsoft Excel**, programa de cálculo empleado para resolver operaciones encadenadas y diseño de tablas a partir de los datos obtenidos.
- **Microsoft Word**, programa informático empleado para el procesamiento de textos, se ha utilizado en la redacción de los documentos que alberga el presente proyecto.
- **Dialux**, es un programa de cálculo de parámetros de iluminación, se ha empleado para diseñar la distribución óptima de las luminarias empleadas en el parking solar.
- **AutoCAD**, es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D, se ha utilizado para realizar los planos en 2D.
- **Pvgis**, se trata de un software online que utiliza diversos parámetros para estimar la producción de energía solar en una zona concreta.

## 5. NORMAS Y REFERENCIAS

Las normas y referencias contempladas en este proyecto son las siguientes:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado. B.O.E.: 10 de noviembre de 1995.
- Seguridad y Salud en los lugares de trabajo. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997.
- Utilización de equipos de trabajo. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 7 de agosto de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 25 de octubre de 1997.
- Señalización de seguridad y salud en el trabajo. Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. B.O.E.: 23 de abril de 1997.
- DB-HS Salubridad. Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda. B.O.E.: 28 de marzo de 2006.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002.
- 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. BOC 153, 31 julio 2007.
- Ley 2/2011 de 26 de enero, por la que se modifican la Ley 11/1997 de 2 de diciembre, de regulación del Sector Eléctrico Canario.
- Orden de 19 de mayo de 2010 que aprueba la Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa

Distribución Eléctrica, S.L.U. en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

## 6. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

En el presente proyecto, se utilizarán palabras técnicas y abreviaturas que no están en el uso diario de la lengua castellana. Por ello, para facilitar la comprensión de este proyecto y evitar cualquier confusión, se añade la siguiente lista, en la cual se definen de manera apropiadas definiciones y abreviaturas.

### 6.1 Definiciones:

- **Instalación eléctrica:** Engloba el conjunto de circuitos eléctricos, que colocados en su lugar específico tienen como objetivo dotar de energía eléctrica a edificios, instalaciones, etc. Incluye los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.
- **Luminarias:** Aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica para las lámparas, y son las responsables del control y la distribución del flujo lumínico emitido por las mismas.
- **Inversor fotovoltaico:** Un inversor fotovoltaico es un convertidor que transforma la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna.
- **Modulo o panel fotovoltaico:** Un panel fotovoltaico es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. Según estos

dos fines podemos distinguir entre colectores solares, que producen agua caliente (generalmente de uso doméstico) utilizando la energía solar térmica, y paneles fotovoltaicos, que generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel.

- **Rama solar o string:** Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

## 6.2 Abreviaturas:

- **CGP:** Caja General de Protecciones.
- **LGA:** Línea General de Alimentación.
- **EM:** Equipo de medida
- **DI:** Derivación Individual
- **DGMP:** Dispositivos Generales de Mando y Protección.
- **B.T:** Baja Tensión.
- **REBT:** Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- **VE:** Vehículo eléctrico.

## **7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

### **7.1. Objeto.**

La instalación eléctrica tiene como objetivo satisfacer las necesidades de demanda energética de edificios, infraestructuras o actividades, atendiendo a unas características mínimas que aseguren su correcto funcionamiento.

La instalación eléctrica comprende la red de distribución, acometida, caja general de protección, línea general de alimentación, contador, derivación individual, cuadro de mando y protección, e instalaciones interiores.

### **7.2. Descripción de la instalación.**

La instalación en B.T de este proyecto esta enfocada a la alimentación de dos puntos de recarga de vehículos eléctricos, que se alimenta de corriente alterna trifásica. Además, contamos con un circuito de alumbrado que se alimenta con corriente alterna monofásica.

La instalación, además de cumplir con la normativa vigente que regula las instalaciones eléctricas en el territorio nacional, cumplirá con las normas particulares de la empresa suministradora, en este caso Unelco Endesa.

### **7.3. Previsión de Potencia.**

La previsión de potencia en esta instalación depende en su mayoría de la potencia que necesitan los cargadores. La estación de recarga está provista dos cargadores y cada uno puede alimentar simultáneamente a dos vehículos eléctricos. Por tanto, por cuestiones de seguridad se dimensionará la instalación con un coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Cada cargador es capaz de consumir 43,45 KW, la potencia destinada para satisfacer la demanda de los cargadores ha de ser de 86,9 KW.

Por otro lado, se cuenta con un pequeño circuito de iluminación, compuesto de 6 luminarias de 54 W cada una. Sin embargo, hay que tener en cuenta que para el alumbrado de descarga según la ITC-BT-44 se debe aplicar un factor de corrección de 1,8. Por consiguiente el circuito de alumbrado requiere una potencia de 776W. En la tabla I, se muestra un desgloce de potencias.

Elementos	Unidades	Potencia Unitaria (W)	Factor de corrección	Potencia (KW)
Cargador	2	43454	1	86,9
Luminarias	8	54	1,8	0,776
				87,8

Tabla I, Previsión de potencia de la instalación

## 7.4. Dimensionado de conductores.

### 7.4.1. Acometida

Se puede definir la acometida como la parte de la instalación eléctrica que una la red de distribución con la caja general de protección.

El tipo de instalación para la acometida será “subterránea, en derivación”, según la Tabla 1, de la ITC-BT-11. Al ser una instalación subterránea, se realizará de acuerdo a lo especificado en la ITC-BT-7.

La instalación será enterrada bajo tubo a una profundidad de 0,7m en acera. Con conductores tetrapolares de cobre, aislados con XLPE(RZ1-K(AS) 0,6/1KV). La longitud de las acometidas será tal que, bajo ninguna circunstancia, se produzca una caída de tensión superior al 7%, que corresponde al límite que indica la empresa suministradora de energía Unelco-Endesa. En la tabla II, se pueden observar los parámetros eléctricos del conductor.

	Intensidad (A)	Tensión (V)	F. Potencia	Potencia (KW)	Sección (mm <sup>2</sup> )
Acometida	129,4	400	0,98	87,8	35

Tabla II, Características de la Acometida

### 7.4.2. Caja General de Protección

Es la caja destinada a alojar exclusivamente los elementos de protección de la Línea General de Alimentación, señalando el principio de la instalación propiedad del usuario.

El esquema de la caja general de protección a utilizar, será el esquema 14, que se utiliza en instalaciones con acometida subterránea y con entrada y salida de cables por la parte inferior de la CGP.

La CGP estará constituida por una envolvente aislante y precintable que contenga exclusivamente las bases de los cortacircuitos fusibles para todos

los conductores de fase o polares, y una conexión amovible para el neutro situada a la izquierda de las fases.

Al ser la CGP accesible desde el suelo el cierre de la tapa se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular de 11mm de lado y posibilidad de cierre por candando. Además, una vez abierta la tapa de la CGP no pueda accederse directamente a partes en tensión y a conductores que no tengan además del aislamiento funcional, una protección suplementaria de grado de protección no inferior a IP 20 (Norma UNE 20324) e IK 07 (Norma UNE-EN50102). Esta protección será transparente y de grosor mínimo 2mm.

Las dimensiones serán de acuerdo a lo establecido por Unelco-Endesa. Que para una acometida de 35mm<sup>2</sup>, como es nuestro caso, sus medidas será las siguientes.

- Tamaño base portafusible NH-0.
- Armario: fondo x alto (cm) 21 x 50.
- Diámetro de tubo 110mm.

En cuanto a los elementos de protección, fusibles, viene regularizado por la ITC-BT-22 donde se establece que  $I_b \leq I_n \leq I_z$ .

- $I_b$  = Corriente de diseño del circuito correspondiente. 129,5 A.
- $I_n$  = Corriente nominal del fusible.
- $I_z$  = Corriente máxima admisible del conductor protegido. 180 A.

Por lo que los fusibles serán de 160 A.

### 7.4.3. Línea General de Alimentación

La línea general de alimentación (LGA) es aquella que enlaza la caja general de protección (CGP) con una o varias centralizaciones de contadores (CC), existiendo una sola LGA por CGP.

La instalación será enterrada bajo tubo empotrado en obra. Con conductores tetrapolares de cobre, aislados con XLPE(RZ1-K(AS) 0,6/1KV). En la tabla III, se pueden observar los parámetros eléctricos del conductor.

	Intensidad (A)	Tensión (V)	F. Potencia	Potencia (KW)	Sección (mm <sup>2</sup> )
LGA	129,4	400	0,98	87,8	35

Tabla III, Características de la LGA

#### 7.4.4. Equipo de Medida

Se entiende por Equipo de Medida el Conjunto de Contador o Contadores y demás elementos necesarios para el control y medida de la energía eléctrica. El contador que se utilizará, deberá ser bidireccional, debido que se cuenta con una retribución energética en régimen de autoconsumo con excedentes y acogida a compensación.

Los cables de conexionado del equipo de medida serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21.022, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticos. Estos cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (UNE 21.1002); y se identificarán según los colores prescritos en la ITC-BT-26, punto 6.2.

Se utilizarán los colores siguientes:

- Negro, marrón y gris para las fases.
  
- Azul para el neutro.
  
- Amarillo-verde (bicolor) para los conductores de protección.

El equipo de medida se colocará en nicho, además ira adosado al nicho de la CGP y sus fusibles de seguridad serán los ya instalados en la CGP que protegerá a ambos elementos, como así lo permite las normas de enlace de Unelco-Endesa. Y su altura estará comprendida entre los límites inferior y superior de 0,25 m a 1,8 m.

Las medidas de las envolventes del equipo de medida, será como mínimo de 500 x 500 mm.

La unidad de comprobación (Regleta de Verificación) para suministros en B.T. de Medida Indirecta estará compuesta de 10 elementos (6 intensidad y 4 de tensión) que se designarán por las siglas (R, RR, S, SS, T, TT, 1, 2, 3, N).

Debido a la gran potencia de la instalación, será necesario el uso de transformadores de medida. Las medidas mínimas de la unidad funcional de transformadores de medida son 360 x 540 mm, debido a que se va a utilizar un transformador con una relación de transformación de 200/5 A y clase 0,5 S.

Por tanto, se deberá de usar unas pletinas de 40x4 mm y la borna de tierra debe de tener como mínimo una sección de 16 mm<sup>2</sup>.

### 7.4.5. Derivación individual.

Derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

La instalación deberá realizarse en función de lo especificado en la ITC-BT-15. Cada derivación individual será independiente, estará compuesta por conductor neutro, tres fases y protección y además un conductor de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección de color rojo como hilo de mando para diferentes tarifas. Los conductores serán de cobre, normalmente unipolares, sección mínima 6 mm<sup>2</sup>, aislamiento 450/750 V sin embargo en cables multiconductores para tubos enterrados el aislamiento es 0,6/1 kV, no propagadores de incendio y con baja emisión de humos y opacidad reducida.

Los tubos y canales protectores tendrán una sección mínima que permita ampliar la sección de los conductores un 100%. El diámetro exterior mínimo es de 32 mm. El diámetro mínimo de los tubos según la sección nominal del conductor y número de conductores se calcula aplicando las tablas de la ITC BT 21. Para este caso en particular, será de 63 mm de diámetro.

En este caso se ha elegido un cable multiconductor RZ1-K (AS) 0,6 / 1 kV, en instalación bajo tubo empotrado en obra. En la tabla IV, se pueden observar los parámetros eléctricos del conductor.

	Intensidad (A)	Tensión (V)	F. Potencia	Potencia (KW)	Sección (mm <sup>2</sup> )
<b>DI</b>	129,4	400	0,98	87,8	35

*Tabla IV, Características de la DI*

#### 7.4.6. Cuadro General de Mando y Protección

En locales de uso común o de pública concurrencia (como en este caso), deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

Por otra parte, debido a la transición energética, el ICP no procede a instalarse, ya que su función la realizará el nuevo tipo de contadores de telegestión, que cuentan con una mayor tolerancia de disparo. Dando cumplimiento a la *“ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.”* del BOC Nº 081.

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

### 7.4.6.1. Dispositivos de protección seleccionados

La instalación se encuentra protegida por 3 tipos de elementos, interruptores magnetotérmicos, diferenciales y vigis.

- Magnetotérmico: protege frente a sobrecargar y cortocircuitos.
- Diferencial: protege frente a contactos directos o indirectos con elementos sometidos a tensión.
- Vigis: Engloba en un mismo elemento la protección magnetotérmica y diferencial, manteniendo intactas las características de ambas protecciones.

Además, la instalación contará con un dispositivo de protección contra sobretensiones situado antes del EM, dicho dispositivo ha de ser un descargador de sobre tensiones del tipo 1+2 con  $I_{m\acute{a}x}$  50 KA.

A continuación, en la tabla V se muestra las protecciones de cada circuito, así como las características de las mismas.

Circuitos	Magnetotermico	Diferencial	Vigi	Amperios	Sensibilidad (mA)	Poder de Corte (KA)
General	NO	NO	SI	160	30	36
Cargador 1	SI	SI	NO	80	30	35
Cargador 2	SI	SI	NO	80	30	35
Iluminación	NO	NO	SI	6	30	6
Inversor	SI	SI	NO	25	30	10

Tabla V, Dispositivos de protección y sus características principales

### 7.4.7. Circuitos eléctricos.

La instalación está formada por 4 circuitos, tres de ellos son trifásicos y uno monofásico. Dos de ellos se encargan de alimentar a los cargadores de vehículos eléctricos. Luego se haya un circuito para el inversor, que recibirá la energía de los módulos solares y la enviará a la propia instalación de cargadores o en su defecto será volcada a la red. Y por último, el circuito monofásico de iluminación. En la tabla VI, se muestran las características de los conductores

Circuitos	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Potencia (W)	Sección (mm <sup>2</sup> )
Cargador 1	400	64	2	44340,50	10
Cargador 2	400	64	2	44340,50	10
Iluminación	400	20	10	13856,41	1,5
Inversor	230	1,9	40	756,91	6

Tabla VI, Circuitos eléctricos y sus características principales

#### 7.4.8. Canalización de los conductores.

Siguiendo estrictamente las indicaciones del REBT en concreto la ITC-BT-21, y las normas particulares de la empresa suministradora Unelco-Endesa. En esta instalación se pueden distinguir dos tipos de canalizaciones, montaje superficial o enterrada. En el caso de las luminarias la canalización será del tipo montaje superficial, mientras que en el resto de circuitos será del tipo enterrada. Se ha llegado a la conclusión de que los tubos que conforman las canalizaciones se han de las secciones especificadas en la tabla VII.

Circuito	D. CANALIZACIÓN (mm)
Acometida	110
LGA	110
DI	110
Cargador 1	63
Cargador 2	63
Inversor	50
Iluminación	12

Tabla VII, Diámetro de la canalización de cada circuito

#### 7.4.9. Cargador seleccionado

Para esta instalación de recarga de vehículos eléctricos, se ha seleccionado uno de los cargadores más completos y versátiles del mercado. Un RAPTION 22, más concretamente el modelo, RAPTION 22 TRIO. Este cargador se caracteriza por tener 3 tipos de conectores, dos para cargas en corriente continua y uno para carga en corriente alterna, por orden, conector CHAdeMO, conector CCS combo2 y un conector AC tipo 2.

Las recargas en corriente continua se realizan ambas a 22 KW y la recarga en corriente alterna se realiza también a 22 KW.

Una de las peculiaridades de este cargador, es que es capaz de recargar dos vehículos eléctricos simultáneamente a la máxima potencia. No obstante, una recarga ha de ser en corriente continua y otra en corriente alterna, no es posible cargar dos VE simultáneamente que requieran corriente continua.

En la ilustración II se muestra el cargador seleccionado y en Ilustración III, se muestran sus características técnicas.

## RAPTION-22



*Ilustración II, Aspecto exterior del cargador de VE*

**Características técnicas**

<b>Entrada CA</b>	Alimentación CA	3F + N + PE
	Tensión CA	400 Vc.a. ± 10%
	Corriente nominal de entrada	64 A
	Factor de potencia	> 0,98
	Eficiencia	94% de potencia nominal de salida
	Frecuencia	50 / 60 Hz
<b>Salida CC</b>	Máxima corriente de salida	56 Ac.c.
	Máxima potencia de salida	22 kW (@400 Vc.c.)
	Rango de tensión de salida	150 - 550 Vc.c.
<b>Salida CA</b>	Máxima corriente de salida	32 A
	Máxima potencia de salida	22 kW
	Rango de tensión de salida	400 Vca (3F + N + PE)
<b>Sistema de carga</b>	Carga CC 1	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23) JEVS G105 - CHAdeMO (IEC 92196-3)
	Carga CC 2	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23) Combo2 (DIN 70121)
	Carga CA	Modo 3 (IEC 61851-1; IEC 61851-22) Base Tipo 2 (IEC 62196-2)
		Interrupción magnetotérmica
<b>Protecciones eléctricas</b>	Protección diferencial	Interrupción diferencial 30 mA Tipo A
<b>Conectividad</b>	Ethernet	10/100 Base TX (TCP/IP)
	Comunicaciones inalámbricas	3G / GPRS / GSM
<b>General</b>	Conformidad	CE / Combo2 / CHAdeMO rev. 1.1 certificado
	Grado protección	IP 54 / IK 10
	Material envolvente	Acero inoxidable
	Temperatura de trabajo	-5 ... +45 °C
	Temperatura almacenamiento	-20 ... +60 °C
	Humedad Relativa	5 ... 90 % sin condensación
	Sistema RFID	ISO / IEC 14443A / B MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1, FeliCa® ISO 18092 / ECMA-340 (NFC) 13.56 MHz
	Display HMI	8" TFT pantalla táctil anti-vandálica
	Longitud cable CC CCS	3 m
	Longitud cable CC CHAdeMO	3 m
	Indicación de estado de carga	Balizas LED RGB
	Protocolo integración	OCPP / XML
	Dimensiones	310** x 900 x 1700 mm
	Peso	215 kg
	Sistema refrigeración	Ventiladores
Nivel de ruido en funcionamiento	< 55 dBA	
<b>Accesorios opcionales</b>	Protector contra sobretensiones	Sobretensiones transitorias de 4 polos (IEC 61643-11 Class II)
	Protección diferencial	Interrupción diferencial tipo B
	Calentador Climatizador	-30 ... +45 °C
<b>Normas</b>	IEC 61851 / IEC 62196 / CE / CCS / CHAdeMO	

Ilustración III, Ficha técnica del cargador de VE

## 8. PUESTA A TIERRA

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

Cuando otras instrucciones técnicas prescriban como obligatoria la puesta a tierra de algún elemento o parte de la instalación, dichas puestas a tierra se regirán por el contenido de la presente instrucción.

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

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

La resistencia a tierra está limitada por el reglamento de manera que los contactos indirectos no superen los 24V para instalaciones sin pararrayos. La recomendación en canarias es fijarla en no más de 37  $\Omega$ . De modo que tomaremos 30  $\Omega$  para realizar el cálculo del caso más desfavorable.

Además, en esta instalación se distinguirán dos puestas a tierras diferentes, ya que una instalación fotovoltaica debe de tener su puesta a tierra independiente, tal como se refleja en el pliego de condiciones del IDAE.

El método de puesta a tierra en ambos casos será el mismo, anillo de conductor desnudo y enterrado.

El cálculo queda detallado en el anexo I.

## 9. PÉRGOLA

El diseño, construcción e instalación de la estructura que conformará el parking solar se asignará a una subcontrata, el coste de este apartado ya ha quedado reflejado en el presupuesto del proyecto.

Sin embargo, debe cumplir con los siguientes puntos:

- Ser capaz de albergar los 36 módulos fotovoltaicos.
- El techo de la estructura han de ser los propios módulos.
- Se debe ajustar en la medida de lo posible a las limitaciones de espacio, deberá de tener un largo de 18 metros y un ancho de 4 metros, permitiendo una desviación del 10%, siempre que sea justificado por exigencias técnicas del diseño de la estructura.
- El techo de la misma ha de tener una inclinación de 18 °C orientados hacia el sur.
- La parte más baja de estructura ha de tener una altura mínima de 2,5 metros.
- Ser capaz de ubicar de la forma especificada en el anexo de cálculos lumínicos, la disposición de las 8 luminarias.
- Ajustarse a toda la normativa vigente que incluya a este tipo de estructuras y albergar de forma segura y eficiente los módulos y las luminarias.

## **10. INTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

### **10.1. Análisis de soluciones**

#### **10.1.1. Elección del módulo fotovoltaico**

Un panel fotovoltaico es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar electricidad. Generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel.

Debido a la gran potencia que va a consumir la instalación, unido al poco espacio del que se dispone para la instalación de los módulos, no se va a poder cubrir toda la demanda.

Es por ello que se debe de utilizar un panel que ofrezca para una misma superficie la mayor potencia posible, por ello se ha elegido un panel de 330 W Bauer energy, del tipo policristalino.

Que ocupa una superficie aproximada de 2 m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que disponemos de 72 metros cuadrados, con forma rectangular de 4 x 18 m. Lo que nos permite colocar dos strings de 18 paneles cada uno Lo que hace un total de 36 paneles y nos otorga una potencia instalada de 11,88 KW.

En la ilustración IV, se pueden consultar sus características técnicas.

## Características

Tamaño del módulo	1956 x 992 x 40 mm
Células	72 piezas policristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	330W
Cable	90cm, 4mm <sup>2</sup>
Voltaje en circuito abierto (Voc)	45.75V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.3A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	37.95V
Intensidad a máxima potencia (Im)	8.7A
Condiciones del test	1000W/m <sup>2</sup> , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.08558%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.29506%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.38001%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	17 %
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	20.9 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años

*Ilustración IV, Ficha técnica del módulo fotovoltaico*

### 10.1.2. Elección del inversor

Un inversor fotovoltaico es un convertidor que transforma la energía de corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna.

Se debe seleccionar un inversor acorde a la potencia que hay instalada. Observando las potencias normalizadas se ha decidido elegir un inversor de 12KW de potencia.

Se ha elegido un inversor Huawei SUN2000-8/12KTL, en su versión de 12KW. En la ilustración V, se muestra toda la información técnica del mismo.

# Inversor de String Inteligente (SUN2000-8/12KTL)



Especificaciones técnicas	SUN2000-8KTL	SUN2000-12KTL
<b>Eficiencia</b>		
Eficiencia máxima	98.5%	98.5%
Eficiencia europea	98.0%	98.0%
<b>Entrada</b>		
Máx. tensión de entrada	1,000 V	1,000 V
Máx. intensidad por MPPT	18 A	18 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	25 A	25 A
Tensión de entrada mínima	250 V	250 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 950 V	200 V ~ 950 V
Tensión nominal de entrada	620 V	620 V
Máx. número de entradas	4	4
Número de MPPT	2	2
<b>Salida</b>		
Potencia nominal activa de CA	8,000 W	12,000 W
Máx. potencia aparente de CA	8,800 VA	13,200 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	8,800 W	13,200 W
Tensión nominal de salida	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W+N+PE	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W+N+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	12.2 A @380 V / 11.6 A @400 V	18.3 A @380 V / 17.4 A @400 V
Máx. intensidad de salida	13.4 A	20 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%	< 3%
<b>Protecciones</b>		
Seccionador CC	Sí	Sí
Protección anti-isla	Sí	Sí
Protección contra sobretensión de CA	Sí	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí	Sí
Monitorización de strings	Sí	Sí
Protector contra sobretensión de CC	Tipo II	Tipo II
Protector contra sobretensión de CA	Tipo II	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí	Sí
<b>Comunicación</b>		
Visualización	LCD gráfica	LCD gráfica
RS485	Sí	Sí
USB	Sí	Sí
<b>General</b>		
Dimensiones (ancho x alto x profundo)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)
Peso (incluido soporte de montaje)	42 kg (92.6 lb.)	42 kg (92.6 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Convección natural	Convección natural
Altitud de operación	3,000 m (9,842 ft.)	3,000 m (9,842 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%	0 ~ 100%
Conector de CC	Amphenol Helios H4	Amphenol Helios H4
Conector de CA	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3
Clase de protección	IP65	IP65
Topología	Sin transformador	Sin transformador
<b>Cumplimiento de normas (Más información disponible a pedido)</b>		
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116	
Códigos de red	IEC 61727, NB/T 32004-2013, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, G83/2 (Only 8KTL), G59/3 (Only 12KTL), UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, C10/11, EN 50438-Ireland, EN 50438-Turkey, AS 4777, PEA (Only12KTL), NRS 097-2-1	

Ilustración V, Ficha técnica del inversor

### 10.1.3. Elección de modelo de autoconsumo

El Real Decreto 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas para las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Lo dispuesto en este Real Decreto resulta de aplicación a las instalaciones y sujetos acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Así, las instalaciones de autoconsumo deberán pertenecer a una de las siguientes modalidades. Autoconsumo con excedentes o sin excedentes.

1. **Autoconsumo SIN excedentes:** Instalaciones de autoconsumo conectadas a la red de distribución o transporte que disponen de un sistema antivertido tal que impida la inyección de energía eléctrica excedentaria a la red de transporte o de distribución.
  
2. **Autoconsumo CON excedentes:** Instalaciones que además de suministrar energía eléctrica para autoconsumo, pueden inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. A este grupo pertenecerán las instalaciones de producción próximas y asociadas a las de consumo (tanto en red interior como las que utilicen la red de distribución o transporte).
  - a) **Autoconsumo CON excedentes ACOGIDA A COMPENSACIÓN:** Instalaciones de autoconsumo con excedentes en los que productor y consumidor optan por acogerse al sistema de compensación de excedentes. El consumidor utiliza la energía procedente de la instalación de autoconsumo cuando la necesita; pudiendo comprar energía de la red en los momentos en que ésta energía no sea suficiente. Cuando no se consume la totalidad de la energía procedente de la instalación de autoconsumo, ésta puede inyectarse a la red y, en cada periodo de facturación, la factura emitida por la comercializadora compensará el coste de la energía comprada a la red con la energía excedentaria valorada al precio medio del mercado horario (para consumidores PVPC) o al precio acordado con la comercializadora, aplicándose posteriormente los peajes e impuestos que procedan. En ningún caso el resultado podrá ser negativo.

Para ello es necesario que se cumplan TODAS las condiciones siguientes:

- i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
  - ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
  - iii. En su caso, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares con una empresa comercializadora.
  - iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del real decreto.
  - v. La instalación de producción no esté sujeta a la percepción de un régimen retributivo adicional o específico.
- b) Autoconsumo CON excedentes NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN:**  
Pertenece a esta modalidad, todos los autoconsumos con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos para pertenecer a la modalidad anterior o que voluntariamente opten por no acogerse a ella. En este caso, los excedentes se venderán en el mercado eléctrico.

Debido a las características de la instalación y que se cumple con todos los requisitos se ha decidido seleccionar el sistema de autoconsumos con excedentes con acogida a compensación.

Al no superar la potencia instalada fotovoltaica, a la potencia instalada eléctrica, sería lógico pensar que el mejor esquema sería el de autoconsumo sin excedentes. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el objetivo de la instalación es recargar vehículos eléctricos, que en el momento de redactar este proyecto aún son muy escasos. Es por tanto que se estima que una parte considerable del tiempo va a estar produciendo energía eléctrica, sin ningún vehículo que la vaya a consumir, por tanto, tendremos que volcarla a la red.

Se pueden producir dos situaciones, la primera, que haya algún VE, utilizando la instalación, que requerirá una gran cantidad de energía, pero que en parte es cubierta por la producción solar. En consecuencia, se solicita menos potencia a la red, y eso reduce la posterior aportación económica.

La segunda opción es que no haya ningún vehículo utilizando la instalación, por tanto, la energía se vuelca a la red, y la compañía suministradora reportará una contribución económica en forma de reducción de factura, en ningún caso, saldrá a devolver la empresa suministradora.

## 10.2. Producción de energía

Se ha utilizado el programa PVgis, para calcular la producción de energía aproximada de la instalación fotovoltaica, para ello hemos introducido en el programa las coordenadas de donde estará situada la instalación, el grado de inclinación de los paneles, su orientación, la potencia instalada y una estimación de las pérdidas de la instalación. De todo ello ha resultado la tabla VIII.

<b>Fixed system: inclination=18 deg., orientation=0 deg.</b>				
<b>Month</b>	<b>Ed</b>	<b>Em</b>	<b>Hd</b>	<b>Hm</b>
Jan	41.40	1280	4.39	136
Feb	42.10	1180	4.47	125
Mar	50.90	1580	5.43	168
Apr	48.60	1460	5.20	156
May	49.30	1530	5.30	164
Jun	53.10	1590	5.77	173
Jul	56.40	1750	6.25	194
Aug	55.00	1710	6.11	189
Sep	49.30	1480	5.38	161
Oct	45.90	1420	4.92	152
Nov	36.60	1100	3.89	117
Dec	37.60	1170	3.98	123
Year	47.20	1440	5.10	155
Total for year		17200		1860

*Tabla VIII, Datos de producción de energía fotovoltaica*

**Ed:** Promedio diario de producción de electricidad del sistema dado (kWh).

**Em:** Producción mensual promedio de electricidad del sistema dado (kWh).

**Hd:** Suma diaria promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh\*m<sup>2</sup>).

**Hm:** Suma media de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m<sup>2</sup>).

### 10.3. Estimación de ahorro

Para realizar la siguiente estimación de ahorro anual, se han realizado las siguientes suposiciones:

- Habrá un VE recargando sus baterías el 40% del tiempo de producción de energía solar.
- El KWh consumido en Canarias se cobra a 0,17€
- El KWh volcado a la red se paga a 0,049 €

En la tabla IX, se pueden observar el desglose de los datos.

Mes	Energía producida KWh	Simultaneo KWh	Ahorro €	Excedentes KWh	Ahorro €	Ahorro total €
Enero	1280	512	87,04	768	37,63	124,67
Febrero	1180	472	80,24	708	34,69	114,93
Marzo	1580	632	107,44	948	46,45	153,89
Abril	1460	584	99,28	876	42,92	142,20
Mayo	1530	612	104,04	918	44,98	149,02
Junio	1590	636	108,12	954	46,75	154,87
Julio	1750	700	119	1050	51,45	170,45
Agosto	1710	684	116,28	1026	50,27	166,55
Septiembre	1480	592	100,64	888	43,51	144,15
Octubre	1420	568	96,56	852	41,75	138,31
Noviembre	1100	440	74,8	660	32,34	107,14
Diciembre	1170	468	79,56	702	34,40	113,96
<b>Anual</b>	<b>17250</b>	<b>6900</b>	<b>1173</b>	<b>10350</b>	<b>507,15</b>	<b>1680,15</b>

Tabla IX, Desglose de los datos de la estimación de ahorro

Simultaneo se refiere a que se produce esa cantidad de energía que, a su vez es consumida por el VE, por tanto, se evita que esa misma cantidad de energía se solicite a la red.

En el apartado de excedentes, es cuando se produce energía, pero esta no es consumida y por tanto a de volcarse a la red.

## 10.4. Amortización

Posteriormente se ha realizado un pequeño estudio de amortización a 25 años, de la instalación fotovoltaica. Para ello se han tenido en cuenta los siguientes factores.

- Inicialmente habrá un VE recargado sus baterías el 40% del tiempo de producción solar, pero cada año se aumentará un 2% el tiempo de simultaneidad hasta llegar a un límite fijado del 80%.
- Se supone una subida del IPC un 1% anual.
- Se fijan las pérdidas de producción en un 0,8% anual.
- Y un coste de mantenimiento del 5% anual.

El ahorro Neto surge después de tener en cuenta los gastos de mantenimiento de la instalación. En la tabla X, se pueden observar el desglose de los datos. En el anexo I, se encuentra detalle el análisis de los datos de la tabla X.

AÑO	Energía producida KWh	Simultaneo KWh	Ahorro €	Excedentes KWh	Ahorro €	Ahorro Bruto €	Ahorro Neto €
1	17250	6900	1173	10350	507,15	1680,15	1596,1425
2	17112	7187,04	1234,01	9924,96	585,57	1819,59	1728,61
3	16975,10	7469,05	1282,44	9506,06	560,86	1843,29	1751,13
4	16839,30	7746,08	1330,00	9093,22	536,50	1866,50	1773,18
5	16704,59	8018,20	1376,73	8686,39	512,50	1889,22	1794,76
6	16570,95	8285,48	1422,62	8285,48	488,84	1911,46	1815,89
7	16438,38	8547,96	1467,68	7890,42	465,54	1933,22	1836,56
8	16306,88	8805,71	1511,94	7501,16	442,57	1954,51	1856,78
9	16176,42	9058,80	1555,40	7117,63	419,94	1975,34	1876,57
10	16047,01	9307,27	1598,06	6739,74	397,64	1995,70	1895,92
11	15918,63	9551,18	1639,94	6367,45	375,68	2015,62	1914,84
12	15791,29	9790,60	1681,05	6000,69	354,04	2035,09	1933,33
13	15664,96	10025,57	1721,39	5639,38	332,72	2054,11	1951,41
14	15539,64	10256,16	1760,98	5283,48	311,73	2072,71	1969,07
15	15415,32	10482,42	1799,83	4932,90	291,04	2090,87	1986,33
16	15292,00	10704,40	1837,95	4587,60	270,67	2108,61	2003,18
17	15169,66	10922,16	1875,33	4247,50	250,60	2125,94	2019,64
18	15048,30	11436,71	1963,68	3912,56	230,84	2194,52	2084,80
19	14927,92	11643,77	1999,24	3582,70	211,38	2210,62	2100,08
20	14808,49	11846,79	2034,09	3257,87	192,21	2226,31	2114,99
21	14690,03	11752,02	2017,82	2938,01	173,34	2191,16	2081,61
22	14572,51	11658,00	2001,68	2914,50	171,96	2173,63	2064,95
23	14455,93	11564,74	1985,67	2891,19	170,58	2156,25	2048,43
24	14340,28	11472,22	1969,78	2868,06	169,22	2139,00	2032,05
25	14225,56	11380,44	1954,02	2845,11	167,86	2121,88	2015,79
<b>Total</b>	<b>392281,13</b>	<b>156912,45</b>	<b>26941,87</b>	<b>235368,68</b>	<b>13886,75</b>	<b>50785,30</b>	<b>48246,04</b>

Tabla X, Desglose de los datos de la amortización

## **11. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS**

En caso en el que pudieran existir alguna discrepancia entre los distintos documentos, la prioridad a tener en cuenta es la siguiente:

1. Planos.
2. Pliego de Condiciones.
3. Mediciones y Presupuesto.
4. Memoria.



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**ANEXO I**

**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González



## ÍNDICE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1.	PREVISIÓN DE POTENCIA .....	4
2.	DIMENSIONADO DE CONDUCTORES .....	4
2.1.	Cálculo de corrientes de cortocircuito .....	6
2.2	Acometida .....	7
2.3.	Caja General de Protección .....	8
2.4.	Línea General de Alimentación.....	8
2.5.	EQUIPO DE MEDIDA .....	9
2.6.	Derivación Individual .....	9
2.7.	Dispositivos Generales e Individuales de Mando y Protección .....	10
2.8.	Instalación Interior. ....	10
3.	PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN .....	11
4.	COMPATIBILIDAD GENERADOR FOTOVOLTAICO E INVERSOR.....	12
4.1.	Primera comprobación .....	12
4.2.	Segunda comprobación .....	12
4.3.	Tercera comprobación.....	13
5.	DISTRIBUCIÓN DE LOS PANELES .....	13
6.	VARIACIÓN DEL VOLTAJE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA. ....	14
7.	DIMENSIONADO DEL CABLEADO .....	15
7.1.	Longitud .....	15
7.2.	Caída de tensión .....	15
8.	Canalizaciones .....	16
9.	PROTECCIONES.....	17
10.	CÁLCULO DE PÉRDIDAS.....	17
10.1.	Orientación e Inclinación .....	17
10.1.	Pérdidas por sombras .....	18
10.2.	Pérdidas por temperatura .....	19
10.3.	Pérdidas en el cableado. ....	20
10.4.	Pérdidas por dispersión y suciedad. ....	20
11.	GENERACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA .....	20
11.1	Performance Ratio (PR) .....	20
11.2	GENERACIÓN DE ENERGÍA ESTIMADA.....	21
12.	ESTIMACIÓN DE AHORRO .....	25
13.	ESTIMACIÓN DE AMORTIZACIÓN EN 25 AÑOS.....	26

## 1. PREVISIÓN DE POTENCIA

En el presente proyecto gran parte de la potencia de la instalación eléctrica viene determinada por la que demandan nuestros cargadores para VE.

Además, posee un circuito de iluminación compuesto 8 luminarias tipo led, en la ITC-BT-44, establece que para las luminarias de descarga se le aplique un factor de corrección de 1,8, sin embargo, no hace referencia específica a luminarias tipo led. Es por ello que por cuestiones de seguridad adoptaremos el factor de corrección de las luminarias de descarga. A continuación, en la tabla I, se muestra un desglose de potencias.

Elementos	Unidades	Potencia Unitaria (W)	Factor de corrección	Potencia (KW)
Cargador	2	43454	1	86,9
Luminarias	8	54	1,8	0,776
				87,8

Tabla I, Previsión de potencia de la instalación

Por cuestiones de seguridad hemos decidido aplicar un factor de simultaneidad de 1, por tanto, la potencia instalada será de 87,8 KW.

## 2. DIMENSIONADO DE CONDUCTORES

Para dimensionar todos los conductores de la instalación eléctrica, se ha seguido el mismo procedimiento. Siguiendo el anexo 2 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Que consta de dos partes, la primera será atendiendo al criterio de caída de tensión, la segunda al criterio de máxima intensidad circulante debido a las características de la instalación y al material elegido para los conductores, seguiremos lo indicado en la tabla 5, de la ITC-BT-07. La sección final de los conductores vendrá determinada por el criterio que resulte más restrictivo.

### - Criterio de la caída de tensión.

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

**Cálculo de la sección en trifásico**

$$S = \frac{C * \rho * P * L}{\Delta U * U}$$

**Cálculo de la sección en monofásico**

$$S = \frac{2 * C * \rho * P * L}{\Delta U * U}$$

**Donde:**

**S** = Sección calculada según el criterio de la caída máxima de tensión

**C** = Incremento de la resistencia en alterna se puede tomar  $C = 1,02$

**$\rho$**  = Resistividad del conductor a la temperatura de servicio prevista

**P** = Potencia activa prevista para la línea, en vatios.

**L** = Longitud de la línea en metros

**$\Delta U$**  = Caída de tensión máxima admisible en voltios

**U** = Voltaje de la línea

**- Criterio térmico.**

En este criterio se tiene en cuenta la potencia y la tensión de la línea y con ellos se consigue calcular la intensidad circulante en el conductor y con este valor se buscará la sección más adecuada, en la tabla 5 de la ITC-BT-07, que se corresponde con la instalación de conductores enterrados.

Sin embargo, hay un circuito que no irá enterrado, el de alumbrado, es por ello que se debe identificar la sección más adecuada para el conductor que conformará este circuito en la Tabla A.52-2 bis de la UNE\_2020460.

**Criterio térmico para circuitos trifásicos:**

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

**Criterio térmico para circuitos monofásico:**

$$I = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

A continuación, en la tabla II, se puede apreciar las secciones obtenidas por ambos métodos y la sección resultante para cada circuito, así como la caída de tensión en cada uno de ellos. Que en ningún caso superan los límites establecidos por el REBT ni los de las normas particulares de Unelco-Endesa.

Circuitos	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Sección Caída de tensión (mm <sup>2</sup> )	Sección Criterio Térmico (mm <sup>2</sup> )	Sección elegida (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión (%)
Acometida	400	129,5	4	35	35	0,61
LGA	400	129,5	1,5	35	35	0,03
DI	400	129,5	10	35	35	0,30
Cargador 1	400	64	1,5	10	10	0,53
Cargador 2	400	64	1,5	10	10	0,53
Inversor	400	20	1,5	6	6	0,25
Iluminación	230	1,4	1,5	1,5	1,5	0,33

Tabla II, Cálculo de secciones y caída de tensión de cada circuito

## 2.1. Cálculo de corrientes de cortocircuito

Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red, se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables.

Los siguientes cálculos se han realizado según lo establecido en el anexo 3 del REBT.

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{R}$$

**Donde:**

$I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

$U$  = Tensión de alimentación fase neutro (230 V).

$R$  = Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Y la resistencia se calcula con la siguiente expresión.

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

**Donde:**

$\rho = 0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  para conductores de cobre

$L =$  Longitud del conductor (m)

$S =$  Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

Normalmente el valor de “R” deberá tener en cuenta la suma de la resistencia de los conductores entre la CGP y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito. Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a 20°C, para obtener el valor máximo posible de I<sub>cc</sub>.

De las expresiones anteriores, se obtiene la tabla III, el dato más relevante es el de la intensidad de cortocircuito, debido a que es una de los parámetros a tener en cuenta la hora de elegir un dispositivo de protección adecuado.

Circuitos	Voltaje (V)	$\rho$ ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )	Sección ( $\text{mm}^2$ )	L (m)	R ( $\Omega$ )	I <sub>cc</sub> (A)
Acometida	400	0,018	35	20	0,0103	31111,1
LGA	400	0,018	35	1	0,0108	29629,6
DI	400	0,018	35	10	0,0159	20071,7
Cargador 1	400	0,018	10	10	0,0339	9427,6
Cargador 2	400	0,018	10	10	0,0519	6160,6
Inversor	400	0,018	6	10	0,0819	3905,2
Iluminación	230	0,018	1,5	40	0,5619	327,4

Tabla III, Cálculo de corriente de corto circuito

## 2.2 Acometida

El diseño de la acometida se ha realizado de acuerdo a lo establecido en el REBT, más concretamente a las ITC-BT-11, que se establecen las directrices para cada tipo de acometida, y la ITC-BT-7, ya que se trata de una acometida subterránea. Además de lo dispuesto en las normas particulares de Unelco-Endesa.

La Acometida tendrá una sección de 4x35  $\text{mm}^2$ , el conductor será cobre de tipo RZ1-K con aislamiento de XLPE de 0,6/1 KV, no propagadores de incendio y con emisión y opacidad reducida. En la tabla IV, aparece las características más relevantes.

Circuito	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Caída de tensión (%)	I <sub>cc</sub> (A)	Sección ( $\text{mm}^2$ )
Acometida	400	129,5	0,61	31111	35

Tabla IV, Características de la Acometida

### 2.3. Caja General de Protección

La CGP que se utilizará en esta instalación, se ha elegido respetando los criterios dictados por la ITC-BT-13 y lo dispuesto en las normas particulares de Unelco-Endesa. Además de lo dispuesto en las normas particulares de Unelco-Endesa.

El esquema de la caja general de protección a utilizar, será el esquema 14, que se utiliza en instalaciones con acometida subterránea y con entrada y salida de cables por la parte inferior de la CGP.

Las dimensiones serán de acuerdo a lo establecido por Unelco-Endesa. Que para una acometida de 35mm<sup>2</sup>, como es en este caso, sus medidas serán las siguientes.

- Tamaño base portafusible NH-0.
- Armario: fondo x alto (cm) 21 x 50.
- Diámetro de tubo 110mm.

En cuanto a los elementos de protección, fusibles, viene regularizado por la ITC-BT-22 donde se establece que  $I_b \leq I_n \leq I_z$ .

- $I_b$ : corriente de diseño del circuito correspondiente. 129,5 A.

- $I_n$ : corriente nominal del fusible.

- $I_z$ : corriente máxima admisible del conductor protegido. 180 A.

Por lo que los fusibles serán de 160 A.

### 2.4. Línea General de Alimentación

El diseño de la LGA se ha realizado de acuerdo a lo establecido en el REBT, más concretamente a las ITC-BT-14, que se establecen las directrices para la LGA, y la ITC-BT-7, ya que se trata de una acometida subterránea. Además de lo dispuesto en las normas particulares de Unelco-Endesa.

La LGA tendrá una sección de 4x35 mm<sup>2</sup>, el conductor será cobre de tipo RZ1-K con aislamiento de XLPE de 0,6/1 KV, no propagadores de incendio y con emisión y opacidad reducida. En la tabla V, aparecen las características más relevantes.

Circuito	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Caída de tensión (%)	I <sub>cc</sub> (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )
LGA	400	129,5	0,03	29630	35

Tabla V, Características de la LGA

## 2.5. EQUIPO DE MEDIDA

La CGP que se utilizará en esta instalación, se ha elegido respetando los criterios dictados por la ITC-BT-16 y lo dispuesto en las normas particulares de Unelco-Endesa.

El equipo de medida se colocará en nicho, además ira adosado al nicho de la CGP y sus fusibles de seguridad serán los ya instalados en la CGP que protegerá a ambos elementos, como así lo permite las normas de enlace de Unelco-Endesa. Y su altura estará comprendida entre los límites inferior y superior de 0,25 m a 1,8 m.

Las medidas de las envolventes del equipo de medida, será como mínimo de 500 x 500 mm. Además, debido a las características de la instalación, que se encuentra con una contribución energética mediante un generador fotovoltaico, y el propio consumo de los cargadores, es imperativo elegir un contador bidireccional.

Debido a la gran potencia de la instalación, será necesario el uso de transformadores de medida. Las medidas mínimas de la unidad funcional de transformadores de medida son 360 x 540 mm, debido a que se va a utilizar un transformador con una relación de transformación de 200/5 A y clase 0,5 S.

Por tanto, se deberá de usar unas pletinas de 40x4 mm y la borna de tierra debe de tener como mínimo una sección de 16 mm<sup>2</sup>.

## 2.6. Derivación Individual

El diseño de la DI se ha realizado de acuerdo a lo establecido en el REBT, más concretamente a las ITC-BT-15 y la ITC-BT-7, ya que se trata de una derivación individual subterránea. Además de lo dispuesto en las normas particulares de Unelco-Endesa.

La DI tendrá una sección de 4x35 mm<sup>2</sup>, el conductor será cobre de tipo RZ1-K con aislamiento de XLPE de 0,6/1 KV, no propagadores de incendio y con emisión y opacidad reducida. En la tabla VI, aparecen las características más relevantes.

Circuito	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Caída de tensión (%)	Icc (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )
DI	400	129,5	0,3	20072	35

Tabla VI, Características de la DI

## 2.7. Dispositivos Generales e Individuales de Mando y Protección

Siguiendo las indicaciones de la ITC-BT-17 y teniendo en cuenta las intensidades que circularan por cada circuito, así como la intensidad de cortocircuito, se han elegido los dispositivos que aparecen en la tabla VII.

Circuitos	Magnetotermico	Diferencial	Vigi	Amperios	Sensibilidad (mA)	Poder de Corte (KA)
General	NO	NO	SI	160	30	36
Cargador 1	SI	SI	NO	80	30	35
Cargador 2	SI	SI	NO	80	30	35
Iluminación	NO	NO	SI	6	30	6
Inversor	SI	SI	NO	25	30	10

Tabla VII, Dispositivos de protección y sus características principales

## 2.8. Instalación de circuitos.

En el caso de la instalación interior, se han seguidos las directrices establecidas en la ITC-BT-19 y la ITC-BT-7, así como las normas particulares de Unelco-Endesa.

Todos los conductores empleados en la instalación interior serán del tipo tetrapolar de cobre de tipo RZ1-K con asilamiento de XLPE de 0,6/1 KV, no propagadores de incendio y con emisión y opacidad reducida. Salvo el del circuito de alumbrado que tendrá las mismas características, solo que será del tipo unipolar. En la tabla VIII, aparecen las características más relevantes.

Circuitos	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Longitud (m)	Potencia (W)	Sección (mm2)
Cargador 1	400	64	2	44340,50	35
Cargador 2	400	64	2	44340,50	35
Iluminación	400	20	10	13856,41	1,5
Inversor	230	1,9	40	756,91	6

Tabla VIII, Circuitos eléctricos y sus características principales

### 3. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

Para calcular la puesta a tierra de la instalación se analizarán las condiciones del terreno y su resistividad. El cálculo se realizará según lo indicado en la ITC-BT-18 del REBT.

Sin embargo, en este apartado es más restrictivo el criterio de las normas particulares de la empresa suministradora, Unelco-Endesa, donde se expresa que como máximo la resistencia será de 37  $\Omega$ . Tanto la instalación en B.T y la fotovoltaica irán conectadas a distintas tierras, como así se especifica en el pliego de condiciones del IDAE, donde se indica que las instalaciones fotovoltaicas deberán de tener una tierra propia y con aislamiento galvánico de la tierra de B.T.

Se ha decidido por optar por la solución de instalar un anillo conductor, aprovechando el perímetro de la instalación, dicho anillo tendrá una longitud de 44 metros para la puesta a tierra de la instalación de B.T.

En el caso de la instalación fotovoltaica también utilizará un anillo de mayor longitud, más concretamente de 50 metros y entre ambos anillos existirá una separación galvánica.

El conductor seleccionado para ambos caso será de cobre desnudo y con sección de 25 mm<sup>2</sup>.

Para determinar la resistencia se ha empleado la siguiente expresión.

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Donde:

R = Será la resistencia de puesta a tierra.

$\rho$  = Resistividad del terreno.

L = Longitud del anillo.

Suponiendo una resistividad del terreno (gravas no saturadas) de 800  $\Omega$ m.

- La resistencia final de tierra para el caso de B.T de será de 36.4  $\Omega$ .
  
- En el caso de la instalación fotovoltaica será de 32  $\Omega$ .

Puesta a Tierra	Longitud (m)	Resistividad ( $\Omega\text{m}$ )	Resistencia ( $\Omega$ )
B.T	44	800	36,4
Fotovoltaica	50	800	32

Tabla IX, Resistencia de puesta a tierra

## 4. COMPATIBILIDAD GENERADOR FOTOVOLTAICO E INVERSOR

Para determinar de forma segura, que la configuración elegida, teniendo en cuenta las características del inversor y de los módulos fotovoltaicos, es la más adecuada se realizaran una serie de comprobaciones.

### 4.1. Primera comprobación

El número máximo de paneles que se puede conectar en una misma rama y las tensiones de entrada del inversor vienen determinadas por la siguiente expresión.

$$N = V_{\text{rama}} / V_{\text{mp}}$$

Ambos valores se obtienen de las hojas de especificaciones de inversor y del modulo

$$V_{\text{mp}} = 37,95 \text{ V}$$

$$V_{\text{rama}} = 950 \text{ V}$$

$$N = 950 / 37.95 = 25.03$$

Por tanto, el número máximo de paneles en una única rama sería de 25. Anteriormente se había especificado que, debido a las limitaciones de espacio, se había decidido utilizar 18 paneles por rama, y se tendrían dos ramas.

### 4.2. Segunda comprobación

Es de vital importancia tener en cuenta es la tensión en circuito abierto

$$V_{\text{ocRama}} < V_{\text{máxInv}}$$

$$V_{\text{ocRama}} = 45,75 \text{ V} * 18 = 823.5 \text{ V}$$

$$V_{\text{máxInv}} = 1000 \text{ V}$$

$$823.5 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

Se puede observar que cumple con el criterio establecido para la tensión en circuito abierto.

### 4.3. Tercera comprobación

El voltaje de la suma de los módulos deberá de estar dentro del rango de operación del inversor.

$$V_{\text{mpRama}} = 37.95 * 18 = 683.1 \text{ V}$$

$$\text{Rango del inversor} = 250 - 950 \text{ V}$$

Se confirma que se encuentra dentro del rango de operación del inversor.

## 5. DISTRIBUCIÓN DE LOS PANELES

Una vez que se han realizado las comprobaciones pertinentes, y se ha llegado a la conclusión de que la distribución más idónea, es la de instalar 18 módulos en serie por cada rama o string y conseguir de esta manera dos ramas.

Cada una de estas ramas será conectada a un puerto MPPT diferente del inversor, aprovechando así todo el potencial del inversor.

Se ha de tener en cuenta la máxima intensidad de entrada de cada MPPT del inversor, que es de 18 amperios.

Y la máxima potencia el módulo ofrece una intensidad de 8.7 amperios, que al estar conectados en serie, circula la misma intensidad por todos, y por tanto será la que llegue a cada entrada MPPT.

En conclusión, la distribución anteriormente mencionada es la más adecuada.

## 6. VARIACIÓN DEL VOLTAJE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA.

También debemos de tener en cuenta la temperatura a la que se encontrarán las células del módulo fotovoltaico. Para comprobar que con el rango de temperaturas al que va a operar, su variación de voltaje, se mantiene dentro del rango tolerado por el panel. Viene definido por la siguiente expresión.

$$\Delta V_{T_{\min}} = \frac{U_{oc}}{100} * V_{oc} * (T_{\min} - T_{célula})$$

En la tabla X, se presenta las temperaturas a lo largo del año del municipio de la Orotava

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	14	14.3	15.2	15.8	16.8	18.7	21.1	21.8	21.3	19.6	17.2	15
Temperatura mín. (°C)	11	11.2	11.8	12.2	13.2	15.1	17.1	17.5	17.7	16.1	14.2	12
Temperatura máx. (°C)	17.1	17.4	18.6	19.4	20.5	22.4	25.1	26.2	24.9	23.2	20.2	18.1
Temperatura media (°F)	57.2	57.7	59.4	60.4	62.2	65.7	70.0	71.2	70.3	67.3	63.0	59.0
Temperatura mín. (°F)	51.8	52.2	53.2	54.0	55.8	59.2	62.8	63.5	63.9	61.0	57.6	53.6
Temperatura máx. (°F)	62.8	63.3	65.5	66.9	68.9	72.3	77.2	79.2	76.8	73.8	68.4	64.6
Precipitación (mm)	69	53	50	27	13	5	1	2	10	45	83	88

Tabla X, Temperaturas del municipio de la Orotava

Como se puede observar en la tabla X, la temperatura mínima es de 11 °C y la máxima de 26,2 °C.

En la ficha técnica del módulo fotovoltaico, la temperatura cambia a razón de -0,295 % / °C

La tensión de circuito abierto del módulo es de 45,75 V. Y cada string tiene 18 paneles en serie por lo que  $V_{oc} = 823,5$  V.

En la temperatura de la célula interviene los siguientes factores, la temperatura ambiente ( $T_{amb}$ ), la temperatura de operación nominal de la célula (TONC) y la irradiancia solar (E). Viene dada por la siguiente expresión:

$$T_{Célula} = T_{amb} + \frac{(TONC-20)*E}{800}$$

$$TONC = 45 \text{ °C}$$

$$E = 489 \text{ W/m}^2$$

$$T_{amb} = 11 \text{ °C}$$

Con los datos anteriores obtenemos una  $T_{\text{célula}} = 26,28 \text{ °C}$  y con este valor ya se podría calcular el incremento de voltaje.

$$\Delta V_{T_{\text{min}}} = \frac{-0,295}{100} * 823,5 * (11 - 26,28) = 37,12 \text{ V}$$

$$V_{\text{total}} = 823,5 + 37,12 = 860,62 \text{ V}$$

$$250 < 860,62 < 950$$

Como se puede apreciar está dentro del rango de operación.

## 7. DIMENSIONADO DEL CABLEADO

En este apartado se dimensionará el cableado que une cada string con el inversor, es decir, solo el cableado de corriente continua. Ya que el tramo de corriente alterna que une el inversor con el punto de conexión ya ha sido dimensionando con anterioridad.

### 7.1. Longitud

Al contar con dos string idénticos, la longitud del conductor es la misma en ambos casos y corresponde a 30 metros. Se ha dejado un 7% de margen para evitar que los cables queden tirantes.

### 7.2. Caída de tensión

Según lo estipulado en la ITC-BT-40, se establece el límite de la caída de tensión a 1,5% entre el generador fotovoltaico y la instalación interior, se fijará una caída de tensión en CC del 1% y del 0,5% para el tramo de corriente alterna. Además, se le aplicará un factor de seguridad para una sobre intensidad del 25%.

La sección vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * L * I * 1,25}{\sigma * \Delta V}$$

Donde:

S = Sección del conductor

L = Longitud del conductor

$I$  = Intensidad máxima 9,3 A

$\sigma$  = Conductividad del conductor 56 m/Wmm<sup>2</sup>

$\Delta V$  = Caída de tensión 6,83 V.

$$S = \frac{2 \cdot 30 \cdot 9,3 \cdot 1,25}{56 \cdot 6,83} = 1,82 \text{ mm}^2$$

Elegimos la sección normalizada inmediatamente superior  $S = 2,5 \text{ mm}^2$

## 8. Canalizaciones

Para elegir la canalización más adecuada, se ha hecho uso de la ITC-BT-21, teniendo en cuenta que será una instalación en superficie y que alberga por canalización dos conductores unipolares, la canalización elegida será de 12 mm.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla XI, Diámetro de canalizaciones en función de la sección y el número de conductores

## 9. PROTECCIONES

Se utilizarán fusibles del tipo gG, la corriente nominal del módulo es de 8,7 A. El calibre del fusible inmediatamente superior se corresponde con 10 A.

Los fusibles elegidos deberán de cumplir con las normas IEC/EN 60269-1, IEC/EN 60269-2, 2002/95/EC (RoHS).

Además, la instalación contara con un dispositivo de protección contra sobretensiones, situado antes del inversor, este dispositivo ha de ser un descargador de sobre tensiones del tipo 2 con  $I_{m\acute{a}x}$  50 KA.

## 10. CÁLCULO DE PÉRDIDAS

### 10.1. Orientación e Inclinación

Con el objetivo de cumplir con lo especificado en el pliego de condiciones técnicas del IDAE se calcularán las pérdidas por orientación y de sombras, y se comprobará que no se superan los umbrales permitidos que se ven reflejados en la tabla XII.

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

Tabla XII, Pérdidas máximas en porcentaje

Primeramente, hay que determinar Ángulo de azimut,  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar con la ilustración I, se pueden apreciar estos conceptos más fácilmente. Valores típicos son  $0^\circ$  para captadores orientados al Sur,  $-90^\circ$  para captadores orientados al Este y  $+90^\circ$  para captadores orientados al Oeste. En esta instalación se corresponde con un  $\alpha = 0$ , debido a que los paneles están orientados al sur.

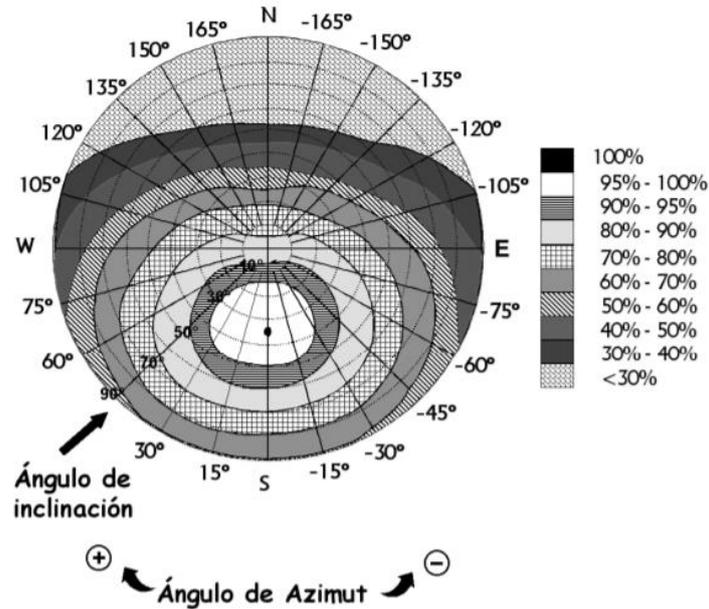


Ilustración 1, Ejemplificación del ángulo de Azimut

Siguiendo lo establecido en el punto 3 del anexo 5 del IDAE

El polígono de San Jerónimo tiene una latitud de  $28^{\circ} 22' 41,81''$

$$\text{Inclinación máxima} = 60^{\circ} - (41^{\circ} - 28^{\circ}) = 47^{\circ}$$

$$\text{Inclinación mínima} = 5^{\circ} - (41^{\circ} - 28^{\circ}) = -8^{\circ}$$

Al no poder tomar una inclinación negativa, por lo que se tomará el ángulo de inclinación mínima  $0^{\circ}$ .

Se ha decidido utilizar una inclinación de  $18^{\circ}$ . Para calcular las pérdidas en este apartado se seguirá la siguiente expresión:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1.2 \times 10^{-4} \times (\beta - \phi + 10)^2 + 3.5 \times 10^{-5} \times \alpha^2]$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1.2 \times 10^{-4} \times (18 - 41 + 10)^2 + 3.5 \times 10^{-5} \times 0^2] = 2,028\%$$

Las pérdidas por orientación e inclinación se corresponden a un 2,028%.

### 10.1. Pérdidas por sombras

Esta instalación no presenta este tipo de pérdidas debido a que se encuentra en medio de un aparcamiento sin edificios ni árboles que le puedan hacer sombra. En el apartado de sombras entre paneles, no es posible que se hagan sombra, debido a que se encuentran todos enrasados conformando el techo de la pérgola y con esta el del parking solar.

## 10.2. Pérdidas por temperatura

La temperatura es un factor determinante, es imperativo contemplar que la eficiencia de los paneles dependerá de las diferentes temperaturas a lo largo del año. El valor medio de la potencia que genera el panel fotovoltaico está estipulado para una temperatura de 25° C por lo que si la temperatura existente difiere de este valor se tendrá que contemplar las pérdidas por dicho factor.

En la tabla XIII, se exponen las temperaturas medias a lo largo del año del Valle de la Orotava.

MES	TEMPERATURA °C
Enero	14
Febrero	14,3
Marzo	15,2
Abril	15,8
Mayo	16,8
Junio	18,7
Julio	21,1
Agosto	21,8
Septiembre	21,3
Octubre	19,6
Noviembre	17,2
Diciembre	15

Tabla XIII, Temperaturas medias en la Orotava en función del mes

A continuación, se calculará la temperatura de la célula por cada mes, para ello se utilizará la siguiente expresión:

$$T_{\text{Célula}} = T_{\text{amb}} + \frac{(T_{\text{ONC}} - 20) * E}{800}$$

Y con la temperatura de la célula se pueden calcular las pérdidas mensuales con la siguiente expresión:

$$\text{Pérdidas (\%)} = g \times (T_{\text{célula}} - 25)$$

donde g es el coeficiente de temperatura de potencia del módulo fotovoltaico que se corresponde con un valor de 0.38 %.

En la tabla XIV se puede apreciar las pérdidas mensuales derivadas de las temperaturas y los factores de los que depende.

MES	TEMPERATURA °C	IRRADIANCIA (W/m2)	T CÉLULA (°C)	PÉRDIDAS (%)
Enero	14	489	29,28	1,63
Febrero	14,3	409	27,08	0,79
Marzo	15,2	429	28,61	1,37
Abril	15,8	381	27,71	1,03
Mayo	16,8	348	27,68	1,02
Junio	18,7	500	34,33	3,54
Julio	21,1	607	40,07	5,73
Agosto	21,8	595	40,39	5,85
Septiembre	21,3	446	35,24	3,89
Octubre	19,6	457	33,88	3,37
Noviembre	17,2	388	29,33	1,64
Diciembre	15	461	29,41	1,67

Tabla XIV, Cálculo de las pérdidas por temperatura

### 10.3. Pérdidas en el cableado.

Con el objetivo de cumplir con las especificaciones recogidas en el REBT, el que las pérdidas en el cableado no pueden superar el 1,5 %. Al final se tienen unas pérdidas del 1%, como se demostró en el cálculo de la caída de tensión.

### 10.4. Pérdidas por dispersión y suciedad.

Este tipo de pérdidas son difíciles de cuantificar con precisión, es por este motivo que se ha decidido, tomar los valores medios establecidos en el PCT del IDAE.

- Pérdidas por dispersión = 2%.
- Pérdidas por polvo = 5%.

## 11. GENERACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

### 11.1 Performance Ratio (PR)

Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR. Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

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

Se pueden diferenciar dos tipos de pérdidas las fijas y las variables, las variables se corresponde con las calculadas anteriormente en función de la temperatura media de cada mes. Y las fijas son las que se desglosan a continuación en la tabla XV.

LOCALIZACIÓN	PÉRDIDAS FIJAS (%)
Cableado	1
Dispersión	2
Inclinación	2,03
Inversor	1,5
Suciedad	3

Tabla XV, Pérdidas fijas en cada elemento

## 11.2 GENERACIÓN DE ENERGÍA ESTIMADA

Teniendo en cuenta el cálculo de las pérdidas anteriormente mencionadas se podrá calcular el PR, y con él, y siguiendo la siguiente expresión se puede obtener de forma teórica la energía producida.

$$E_p = \frac{G_{dm(\alpha,\beta)} * P_{mp} * PR}{G_{cem}}$$

**Donde:**

$E_p$  = energía estimada que producirá la planta al día. (KWh/día)

$G_{dm(\alpha,\beta)}$  = valor medio mensual de irradiación diaria sobre el plano del generador en función del ángulo de azimut y el grado de inclinación de los módulos ( KWh/m<sup>2</sup>\*día).

$P_{mp}$  = potencia pico del generador (KWp)

$PR$  = performance ratio

$G_{CEM}$  = valor medio de irradiación en condiciones estándar de medida = 1 KWh/m<sup>2</sup>.

Los datos que se mostrarán a continuación, han sido recogidos del visor "Grafcan".

En la tabla XVI, se reflejan el PR y la energía estimada que se producirá diariamente y también la mensual.

MES	Gdm (KWh/m2día)	PR	EP (KWh/día)	EP MENSUAL (KWh)
Enero	3,98	0,89	42,46	1316,13
Febrero	4,55	0,90	49,05	1373,52
Marzo	5,24	0,89	56,15	1740,58
Abril	4,54	0,90	48,75	1462,47
Mayo	4,72	0,90	50,71	1571,94
Junio	4,89	0,87	51,12	1533,62
Julio	4,76	0,85	48,56	1505,30
Agosto	4,50	0,85	45,76	1418,64
Septiembre	4,65	0,87	48,46	1453,74
Octubre	4,25	0,87	44,54	1380,78
Noviembre	3,51	0,89	37,51	1125,30
Diciembre	3,59	0,89	38,28	1186,70

*Tabla XVI, Cálculo de la energía mensual*

Además del cálculo teórico, se ha utilizado un software online “pvgis”, que ofrece una gran exactitud, a la hora de pronosticar la energía producida en una zona concreta, para ello tiene en cuenta las pérdidas del sistema, el grado de orientación, así como el de inclinación. La información se puede observar en la tabla XVII.

<b>Fixed system: inclination=18 deg., orientation=0 deg.</b>				
<b>Month</b>	<b>Ed</b>	<b>Em</b>	<b>Hd</b>	<b>Hm</b>
Jan	41.40	1280	4.39	136
Feb	42.10	1180	4.47	125
Mar	50.90	1580	5.43	168
Apr	48.60	1460	5.20	156
May	49.30	1530	5.30	164
Jun	53.10	1590	5.77	173
Jul	56.40	1750	6.25	194
Aug	55.00	1710	6.11	189
Sep	49.30	1480	5.38	161
Oct	45.90	1420	4.92	152
Nov	36.60	1100	3.89	117
Dec	37.60	1170	3.98	123
Year	47.20	1440	5.10	155
Total for year		17200		1860

*Tabla XVII, Datos de producción de energía fotovoltaica*

**Ed:** Promedio diario de producción de electricidad del sistema dado (kWh).

**Em:** Producción mensual promedio de electricidad del sistema dado (kWh).

**Hd:** Suma diaria promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh m<sup>2</sup>).

**Hm:** Suma media de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m<sup>2</sup>).

Se ha realizado un cálculo para comprobar cómo se ajusta la estimación teórica a la estimación del software online, como se puede apreciar en la tabla XVIII.

MES	E. MENSUAL TEÓRICA (KWh)	E. PRODUCIDA (KWh)	DESVIACIÓN (%)
Enero	1316,13	1280	2,75
Febrero	1373,52	1180	14,09
Marzo	1740,58	1580	9,23
Abril	1462,47	1460	0,17
Mayo	1571,94	1530	2,67
Junio	1533,62	1590	-3,68
Julio	1505,30	1750	-16,26
Agosto	1418,64	1710	-20,54
Septiembre	1453,74	1480	-1,81
Octubre	1380,78	1420	-2,84
Noviembre	1125,30	1100	2,25
Diciembre	1186,70	1170	1,41
<b>NETO</b>	<b>17068,75</b>	<b>17250</b>	<b>-12,56</b>

*Tabla XVIII, Desviación entre la energía producida y la teórica*

Analizando los datos de la tabla XVIII, se puede observar que, en más de la mitad de los meses, hay muy poca desviación entre la energía estimada teóricamente y la del software, sin embargo, meses como julio y agosto si se puede apreciar unas desviaciones considerables. No obstante, al hacer un balance neto de la desviación se aprecia que se podría producir **un 12,56% más de energía** de la que se esperaba de forma teórica.

## 12. ESTIMACIÓN DE AHORRO

Para realizar la siguiente estimación de ahorro anual, se han utilizado los valores obtenidos del “pvgis”, además se han realizado las siguientes suposiciones:

- Habrá un VE recargando sus baterías el 40% del tiempo de producción de energía solar.
- El KWh consumido en canarias se cobra a 0,17€
- El KWh volcado a la red se paga a 0,049 €

En la tabla XIX, se muestran los resultados de esta estimación.

Mes	Energía producida KWh	Simultaneo KWh	Ahorro €	Excedentes KWh	Ahorro €	Ahorro total €
Enero	1280	512	87,04	768	37,63	124,67
Febrero	1180	472	80,24	708	34,69	114,93
Marzo	1580	632	107,44	948	46,45	153,89
Abril	1460	584	99,28	876	42,92	142,20
Mayo	1530	612	104,04	918	44,98	149,02
Junio	1590	636	108,12	954	46,75	154,87
Julio	1750	700	119	1050	51,45	170,45
Agosto	1710	684	116,28	1026	50,27	166,55
Septiembre	1480	592	100,64	888	43,51	144,15
Octubre	1420	568	96,56	852	41,75	138,31
Noviembre	1100	440	74,8	660	32,34	107,14
Diciembre	1170	468	79,56	702	34,40	113,96
<b>Anual</b>	<b>17250</b>	<b>6900</b>	<b>1173</b>	<b>10350</b>	<b>507,15</b>	<b>1680,15</b>

Tabla XIX, Desglose de los datos de la estimación de ahorro

### 13. ESTIMACIÓN DE AMORTIZACIÓN EN 25 AÑOS

Posteriormente se ha realizado un pequeño estudio de amortización a 25 años, de la instalación fotovoltaica. Para ello se han tenido en cuenta los siguientes factores.

- Inicialmente habrá un VE recargado sus baterías el 40% del tiempo de producción solar, pero cada año se aumentará un 2% el tiempo de simultaneidad hasta llegar a un límite fijado del 80%.
- Se supone una subida del IPC un 1% anual.
- Se fijan las pérdidas de producción en un 0,8% anual.
- Y un coste de mantenimiento del 5% anual.

En la tabla XX, se muestran los resultados de esta estimación.

AÑO	Energía producida KWh	Simultaneo KWh	Ahorro €	Excedentes KWh	Ahorro €	Ahorro Bruto €	Ahorro Neto €
1	17250	6900	1173	10350	507,15	1680,15	1596,1425
2	17112	7187,04	1234,01	9924,96	585,57	1819,59	1728,61
3	16975,10	7469,05	1282,44	9506,06	560,86	1843,29	1751,13
4	16839,30	7746,08	1330,00	9093,22	536,50	1866,50	1773,18
5	16704,59	8018,20	1376,73	8686,39	512,50	1889,22	1794,76
6	16570,95	8285,48	1422,62	8285,48	488,84	1911,46	1815,89
7	16438,38	8547,96	1467,68	7890,42	465,54	1933,22	1836,56
8	16306,88	8805,71	1511,94	7501,16	442,57	1954,51	1856,78
9	16176,42	9058,80	1555,40	7117,63	419,94	1975,34	1876,57
10	16047,01	9307,27	1598,06	6739,74	397,64	1995,70	1895,92
11	15918,63	9551,18	1639,94	6367,45	375,68	2015,62	1914,84
12	15791,29	9790,60	1681,05	6000,69	354,04	2035,09	1933,33
13	15664,96	10025,57	1721,39	5639,38	332,72	2054,11	1951,41
14	15539,64	10256,16	1760,98	5283,48	311,73	2072,71	1969,07
15	15415,32	10482,42	1799,83	4932,90	291,04	2090,87	1986,33
16	15292,00	10704,40	1837,95	4587,60	270,67	2108,61	2003,18
17	15169,66	10922,16	1875,33	4247,50	250,60	2125,94	2019,64
18	15048,30	11436,71	1963,68	3912,56	230,84	2194,52	2084,80
19	14927,92	11643,77	1999,24	3582,70	211,38	2210,62	2100,08
20	14808,49	11846,79	2034,09	3257,87	192,21	2226,31	2114,99
21	14690,03	11752,02	2017,82	2938,01	173,34	2191,16	2081,61
22	14572,51	11658,00	2001,68	2914,50	171,96	2173,63	2064,95
23	14455,93	11564,74	1985,67	2891,19	170,58	2156,25	2048,43
24	14340,28	11472,22	1969,78	2868,06	169,22	2139,00	2032,05
25	14225,56	11380,44	1954,02	2845,11	167,86	2121,88	2015,79
<b>Total</b>	<b>392281,13</b>	<b>156912,45</b>	<b>26941,87</b>	<b>235368,68</b>	<b>13886,75</b>	<b>50785,30</b>	<b>48246,04</b>

Tabla XX, Desglose de los datos de la amortización

Teniendo en cuenta que la instalación fotovoltaica costaría **8585,56 €**, se tardaría **5 años en amortizarla**, sin embargo, si se añade el costo del diseño construcción e instalación de la pérgola que asciende a 12000 €, haciendo un cómputo total de **20585,56 €**, se tardaría **12 años** en amortizarse, quedando **13 años de producción solo de beneficios**.



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**ANEXO II**

**CÁLCULOS LUMÍNICOS**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González



## ÍNDICE ANEXO II

1. OBJETO .....	4
2. CONDICIONES A CUMPLIR .....	5
3. LUMINARIAS SELECCIONADAS .....	6
4. EFICIENCIA ENERGETICA.....	6
5. PROGRAMA DE CÁLCULO Y RESULTADOS .....	7

## 1. OBJETO

Serán de los tipos señalados en la memoria del presente proyecto o equivalentes y cumplirán obligatoriamente las prescripciones fijadas en la Instrucción ITC-EA-02 del REBT, dedicada a niveles de iluminación.

En la tabla I, se clasifican los diferentes tipos de espacios, por naturaleza y tráfico de peatones, se puede observar que en la presente coincide con la descripción de un “*Aparcamiento en general*”, con un “*Flujo de tráfico de peatones normal*”, por lo cual la iluminación más adecuada será la del tipo CE3.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas</i></li> </ul> Flujo de tráfico de ciclistas Alto ..... Normal .....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.</i></li> <li>• <i>Aparcamientos en general.</i></li> <li>• <i>Estaciones de autobuses.</i></li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	CE1A / CE2 <b>CE3</b> / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada</i></li> <li>• <i>Zonas de velocidad muy limitada</i></li> </ul> Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto ..... Normal .....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

Tabla I, Identificación por zonas de la clase de alumbrado

## 2. CONDICIONES A CUMPLIR

Los principales parámetros lumínicos a tener en cuenta a la hora de dimensionar la instalación lumínica son los siguientes:

- El nivel de luminancia medio, en lux, deberá ser superior a 15 lux, tal y como se especifica en la tabla II, en la fila del código CE3, que es el que se corresponde con el tipo de emplazamiento de la instalación.
- La uniformidad, es decir, el cociente entre el nivel de luminancia mínimo y el medio deberá ser mayor que 0,4. Tal y como se especifica en la tabla II.

Clase de Alumbrado ( <sup>1</sup> )	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida( <sup>1</sup> )]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
<b>CE3</b>	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(<sup>1</sup>) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(<sup>2</sup>) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Tabla II, Iluminancia media para cada clase de alumbrado

### 3. LUMINARIAS SELECCIONADAS

Se han elegido unas luminarias específicamente diseñadas para su uso en exterior, además se ha decidido utilizar una tecnología de tipo LED, con el objetivo de lograr una mejor iluminación con un alto grado de eficiencia, las características de la luminaria seleccionada quedan reflejadas en la tabla III.

TIPO	Unidades	Potencia Unitaria (W)	Factor de corrección	Potencia (W)
Philips LED BBP5400 ECO75-3S	8	54	1,8	777,6

Tabla III, Luminaria y sus características

### 4. EFICIENCIA ENERGETICA

De acuerdo con el Documento Básico DB HE-3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del Código Técnico de la Edificación (CTE), los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan determinadas condiciones.

Las medidas que se han tomado en este apartado con el objetivo de ser los más eficiente posible, ha sido aparte de seleccionar luminarias con tecnología led, el uso de un Urbiastro 2000 (Ilustración I). Este sistema representa una nueva generación en el mando del alumbrado exterior, sustituye el impreciso sistema de tablas astronómicas por la incorporación de un microprocesador para el cálculo exacto y preciso, del orto y el ocaso, en función de las coordenadas geográficas (en grados, minutos y segundos).

Además, dispone de programación individual y configurable a las necesidades del usuario, para cada uno de sus tres circuitos de salida.



Ilustración I, Imagen del Urbiastro 2000

## **5. PROGRAMA DE CÁLCULO Y RESULTADOS**

Los cálculos de la instalación de las luminarias empleadas son los obtenidos mediante un estudio realizado en el Dialux Light y que vienen especificados a continuación, y como se podrá comprobar se ha conseguido una iluminación media, muy superior a la mínima exigida, con el fin de garantizar la mejor iluminación posible.

## **Instalación de recarga rápida, con parking solar**

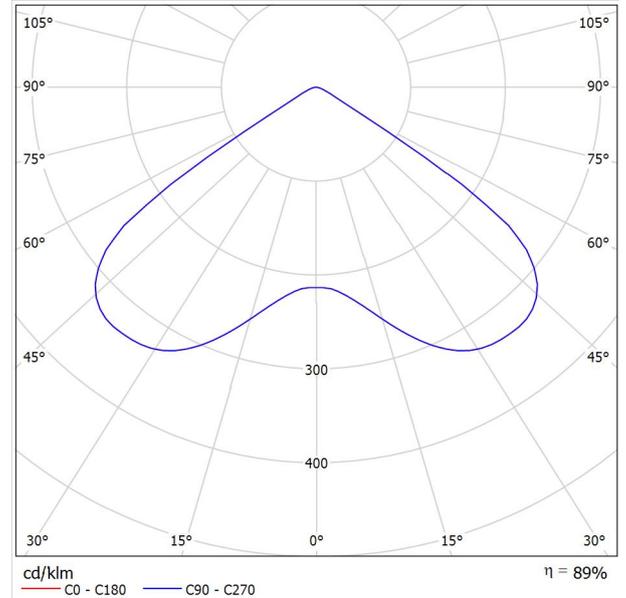
Contacto:  
N° de encargo:  
Empresa:  
N° de cliente:

Fecha: 13.08.2019  
Proyecto elaborado por: Cristo Mesa Yanes

Proyecto elaborado por Cristó Mesa Yanes  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

## PHILIPS BBP400 1xECO75-3S/757 PRM / Hoja de datos de luminarias

### Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 53 97 100 100 89

Mini 300 LED gen2: Gestión de iluminación y energía a través de aplicaciones. Con la constante presión que existe sobre los márgenes operativos, las empresas buscan formas de ahorrar energía. Los productos LED como nuestras luminarias Mini 300 LED gen2 son una solución perfecta.

Estas ultraeficientes luminarias intercambiables, diseñadas para techos de estaciones de servicio y aplicaciones de naves bajas, ofrecen una excelente calidad de luz, gestión térmica eficaz y una vida útil muy prolongada. La reducción del coste de mantenimiento, sustitución y energía implica un corto periodo de amortización, lo que convierte a Mini 300 LED gen2 en un magnífico ejemplo de cómo las empresas pueden ahorrar dinero optando por productos verdes. Un detector de movimiento combinado con un sensor de luz natural permite un mayor ahorro de energía.

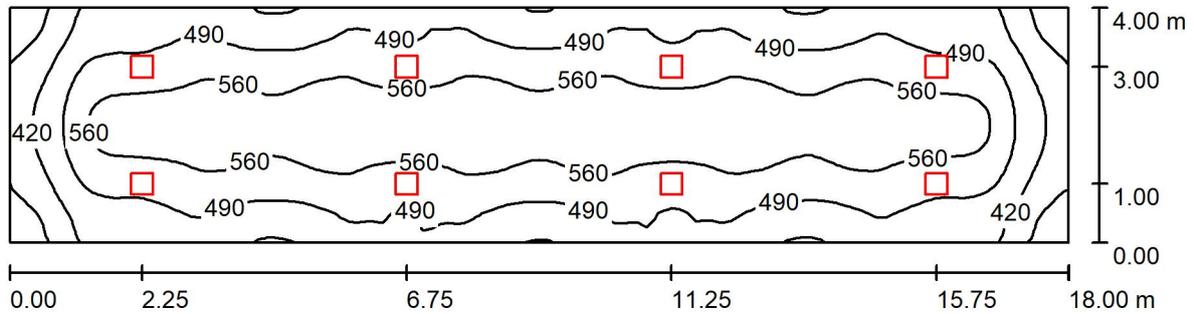
Nuestra aplicación Mini 300 LED gen2 proporciona a los usuarios control de formas que simplemente no son posibles con otras luminarias, por ejemplo, leyendo el estado y gestionando la iluminación desde el suelo mediante un portátil o un teléfono inteligente con Bluetooth.

### Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	2H	25.3	26.5	25.5	26.7	26.9	25.3	26.5	25.5	26.7	26.9
	3H	25.1	26.2	25.4	26.4	26.7	25.1	26.2	25.4	26.4	26.7	
	4H	25.1	26.0	25.4	26.3	26.6	25.1	26.0	25.4	26.3	26.6	
	6H	25.0	25.9	25.4	26.2	26.5	25.0	25.9	25.4	26.2	26.5	
	8H	25.0	25.8	25.3	26.1	26.4	25.0	25.8	25.3	26.1	26.4	
4H	12H	24.9	25.7	25.3	26.1	26.4	24.9	25.7	25.3	26.1	26.4	
	2H	25.2	26.2	25.5	26.5	26.7	25.2	26.2	25.5	26.5	26.7	
	3H	25.1	25.9	25.5	26.2	26.6	25.1	25.9	25.5	26.2	26.6	
	4H	25.1	25.8	25.4	26.1	26.5	25.1	25.8	25.4	26.1	26.5	
	6H	25.0	25.6	25.4	26.0	26.4	25.0	25.6	25.4	26.0	26.4	
8H	12H	25.0	25.5	25.4	25.9	26.3	25.0	25.5	25.4	25.9	26.3	
	2H	24.9	25.4	25.4	25.8	26.3	24.9	25.4	25.4	25.8	26.3	
	4H	25.0	25.5	25.4	25.9	26.3	25.0	25.5	25.4	25.9	26.3	
	6H	24.9	25.3	25.3	25.8	26.2	24.9	25.3	25.3	25.8	26.2	
	8H	24.8	25.3	25.3	25.7	26.2	24.8	25.3	25.3	25.7	26.2	
12H	8H	24.8	25.2	25.3	25.6	26.1	24.8	25.2	25.3	25.6	26.1	
	4H	24.9	25.4	25.4	25.8	26.3	24.9	25.4	25.4	25.8	26.3	
	6H	24.8	25.3	25.3	25.7	26.2	24.8	25.3	25.3	25.7	26.2	
8H	24.8	25.2	25.3	25.6	26.1	24.8	25.2	25.3	25.6	26.1		
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+1.5 / -2.0				+1.5 / -2.0							
S = 1.5H	+2.9 / -10.0				+2.9 / -10.0							
S = 2.0H	+4.2 / -11.9				+4.2 / -11.9							
Tabla estándar	BK00				BK00							
Sumando de corrección	6.4				6.4							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 7900lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por Cristo Mesa Yanes  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Parking solar / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.350 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	512	290	619	0.568
Suelo	20	434	296	513	0.682
Techo	70	105	69	125	0.655
Paredes (4)	50	249	78	940	/

### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 6.10%.

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS BBP400 1xE7075-3S/757 PRM (1.000)	7031	7900	54.0
			Total: 56248	Total: 63200	432.0

Valor de eficiencia energética:  $6.00 \text{ W/m}^2 = 1.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $72.00 \text{ m}^2$ )

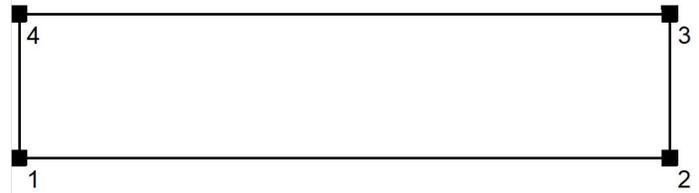
Proyecto elaborado por Cristo Mesa Yanes  
 Teléfono  
 Fax  
 e-Mail

### Parking solar / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m  
 Zona marginal: 0.000 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.250 m  
 Base: 72.00 m<sup>2</sup>

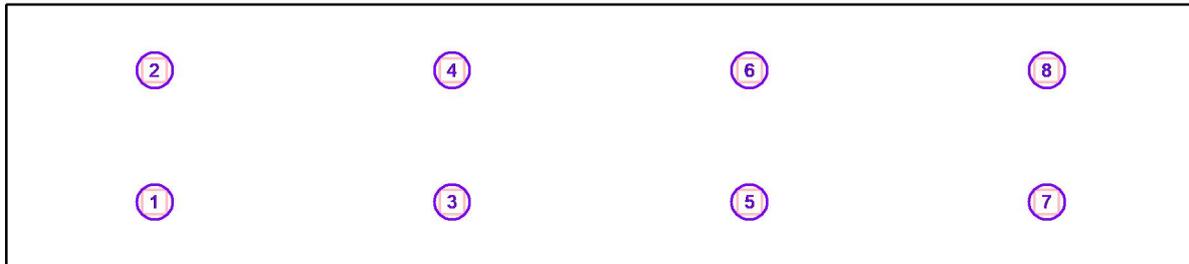


Superficie	Rho [%]	desde ( [m]   [m] )	hacia ( [m]   [m] )	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	( 0.000   0.000 )	( 18.000   0.000 )	18.000
Pared 2	50	( 18.000   0.000 )	( 18.000   4.000 )	4.000
Pared 3	50	( 18.000   4.000 )	( 0.000   4.000 )	18.000
Pared 4	50	( 0.000   4.000 )	( 0.000   0.000 )	4.000

### Parking solar / Luminarias (lista de coordenadas)

**PHILIPS BBP400 1xECO75-3S/757 PRM**

7031 lm, 54.0 W, 1 x 1 x ECO75-3S/757 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.250	1.000	3.350	0.0	0.0	90.0
2	2.250	3.000	3.350	0.0	0.0	90.0
3	6.750	1.000	3.350	0.0	0.0	90.0
4	6.750	3.000	3.350	0.0	0.0	90.0
5	11.250	1.000	3.350	0.0	0.0	90.0
6	11.250	3.000	3.350	0.0	0.0	90.0
7	15.750	1.000	3.350	0.0	0.0	90.0
8	15.750	3.000	3.350	0.0	0.0	90.0



# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**ANEXO III**

**FICHAS TÉCNICAS**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González



# RAPTION-22

## Estación de recarga rápida exterior con triple toma



### Descripción

Equipo de recarga rápida para vehículos eléctricos en CC con protocolos CHAdeMO, COMBO CCS y en CA con Modo 3. Los equipos de recarga rápida RAPTION-22 permiten la recarga de oportunidad en aquellos casos que se requiere rapidez de carga y no se dispone de potencia suficiente. En función de la capacidad de las baterías puede cargar parcial o totalmente en un período de tiempo reducido.

La estación RAPTION-22 funciona con potencias de hasta 22 kW, lo que permite usarla en instalaciones más simples y ahorrando costes extras en tarifas especiales. El equipo dispone de una pantalla interactiva, además de comunicaciones (Ethernet, 3G) que facilitan la interacción al usuario y la gestión remota al centro de control.

### Aplicaciones

Los equipos RAPTION-22 son ideales para la recarga en vía pública, centros comerciales, empresas de alquiler, flotas de vehículos, aparcamientos de empresa, etc.

### Características técnicas

<b>Entrada CA</b>	Alimentación CA	3F + N + PE
	Tensión CA	400 Vc.a. ± 10%
	Corriente nominal de entrada	64 A
	Factor de potencia	> 0,98
	Eficiencia	94% de potencia nominal de salida
	Frecuencia	50 / 60 Hz
<b>Salida CC</b>	Máxima corriente de salida	56 Ac.c.
	Máxima potencia de salida	22 kW (@400 Vc.c.)
	Rango de tensión de salida	150 - 550 Vc.c.
<b>Salida CA</b>	Máxima corriente de salida	32 A
	Máxima potencia de salida	22 kW
	Rango de tensión de salida	400 Vca (3F + N + PE)
<b>Sistema de carga</b>	Carga CC 1	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23) JEVS G105 - CHAdeMO (IEC 92196-3)
	Carga CC 2	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23) Combo2 (DIN 70121)
	Carga CA	Modo 3 (IEC 61851-1; IEC 61851-22) Base Tipo 2 (IEC 62196-2)
<b>Protecciones eléctricas</b>	Protección de sobrecorriente	Interrupción magnetotérmico
	Protección diferencial	Interrupción diferencial 30 mA Tipo A
<b>Conectividad</b>	Ethernet	10/100 Base TX (TCP/IP)
	Comunicaciones inalámbricas	3G / GPRS / GSM
<b>General</b>	Conformidad	CE / Combo2 / CHAdeMO rev. 1.1 certificado
	Grado protección	IP 54 / IK 10
	Material envolvente	Acero inoxidable
	Temperatura de trabajo	-5 ... +45 °C
	Temperatura almacenamiento	-20 ... +60 °C
	Humedad Relativa	5 ... 90 % sin condensación
	Sistema RFID	ISO / IEC 14443A / B MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1, FeliCa® ISO 18092 / ECMA-340 (NFC) 13.56 MHz
	Display HMI	8" TFT pantalla táctil anti-vandálica
	Longitud cable CC CCS	3 m
	Longitud cable CC CHAdeMO	3 m
	Indicación de estado de carga	Balizas LED RGB
	Protocolo integración	OCPP / XML
	Dimensiones	310** x 900 x 1700 mm
	Peso	215 kg
	Sistema refrigeración	Ventiladores
Nivel de ruido en funcionamiento	< 55 dBA	
<b>Accesorios opcionales</b>	Protector contra sobretensiones	Sobretensiones transitorias de 4 polos (IEC 61643-11 Class II)
	Protección diferencial	Interrupción diferencial tipo B
	Calentador Climatizador	-30 ... +45 °C
<b>Normas</b>	IEC 61851 / IEC 62196 / CE / CCS / CHAdeMO	

\*\* 390 mm con conectores

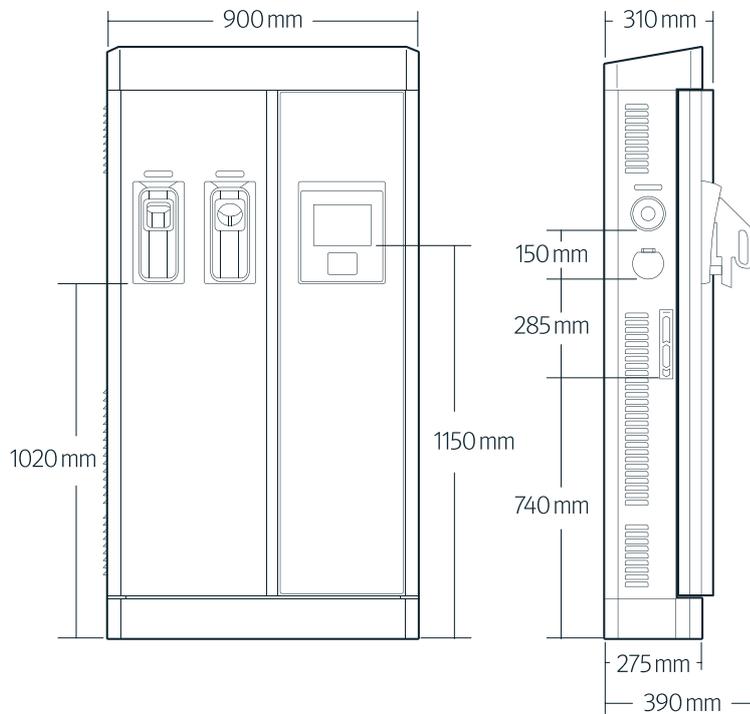
# RAPTION-22

## Estación de recarga rápida exterior con triple toma

### Referencias

Tipo	Código	Modo Carga	Nº conectores	Tipo conector	Tensión, corriente, potencia
RAPTION-22 CCS	V17010	4	1	Tipo COMBO2	550 V <sub>c.c.</sub> , 56 A <sub>c.c.</sub> , 22 kW
RAPTION-22 CHA	V17015	4	1	Tipo JEVS G105	550 V <sub>c.c.</sub> , 56 A <sub>c.c.</sub> , 22 kW
RAPTION-22 DUO	V17020	4	2	Tipo JEVS G105, Tipo COMBO2	550 V <sub>c.c.</sub> , 56 A <sub>c.c.</sub> , 22 kW 550 V <sub>c.c.</sub> , 56 A <sub>c.c.</sub> , 22 kW
RAPTION-22 TRIO	V17030	3, 4	3	Tipo II, Tipo JEVS G105, Tipo COMBO2	400 V <sub>c.c.</sub> , 32 A <sub>c.c.</sub> , 22 kW 550 V <sub>c.c.</sub> , 56 A <sub>c.c.</sub> , 22 kW 550 V <sub>c.c.</sub> , 56 A <sub>c.c.</sub> , 22 kW

### Dimensiones



# Inversor de String Inteligente

SUN2000-8/12KTL



## Inteligente

- 4 entradas CC independientes y rápida solución de problemas.
- Puertos RS485 y USB para conectividad y gestión de datos.
- Pantalla LCD gráfica local y monitorización remota.

## Eficiente

- Máxima eficiencia del 98,5%.
- Eficiencia europea del 98,0%.
- 2 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas condiciones.

## Seguro

- Desconexión de CC integrada; mantenimiento seguro y práctico.
- Unidad de Monitorización de la intensidad Residual (RCMU) integrada.
- Diseño sin fusibles.

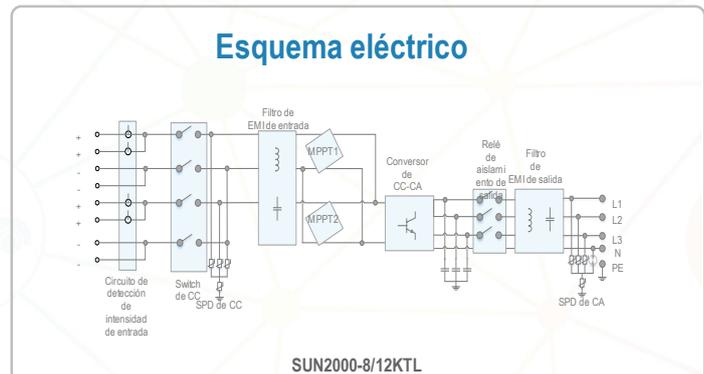
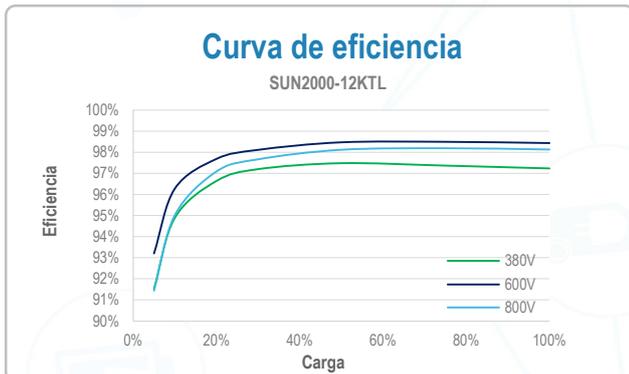
## Confiable

- Ventilación natural.
- Grado de protección IP65.
- Protección tipo II tanto en CC como en CA..

# Inversor de String Inteligente (SUN2000-8/12KTL)



Especificaciones técnicas	SUN2000-8KTL	SUN2000-12KTL
<b>Eficiencia</b>		
Eficiencia máxima	98.5%	98.5%
Eficiencia europea	98.0%	98.0%
<b>Entrada</b>		
Máx. tensión de entrada	1,000 V	1,000 V
Máx. intensidad por MPPT	18 A	18 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	25 A	25 A
Tensión de entrada mínima	250 V	250 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 950 V	200 V ~ 950 V
Tensión nominal de entrada	620 V	620 V
Máx. número de entradas	4	4
Número de MPPT	2	2
<b>Salida</b>		
Potencia nominal activa de CA	8,000 W	12,000 W
Máx. potencia aparente de CA	8,800 VA	13,200 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	8,800 W	13,200 W
Tensión nominal de salida	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W+N+PE	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, 3W+N+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Intensidad de salida nominal	12.2 A @380 V / 11.6 A @400 V	18.3 A @380 V / 17.4 A @400 V
Máx. intensidad de salida	13.4 A	20 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%	< 3%
<b>Protecciones</b>		
Seccionador CC	Sí	Sí
Protección anti-isla	Sí	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí	Sí
Monitorización de strings	Sí	Sí
Protector contra sobreintensidad de CC	Tipo II	Tipo II
Protector contra sobreintensidad de CA	Tipo II	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Sí	Sí
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Sí	Sí
<b>Comunicación</b>		
Visualización	LCD gráfica	LCD gráfica
RS485	Sí	Sí
USB	Sí	Sí
<b>General</b>		
Dimensiones (ancho x alto x profundo)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)	520 x 610 x 266 mm (20.5 x 24.0 x 10.5 pulgadas)
Peso (incluido soporte de montaje)	42 kg (92.6 lb.)	42 kg (92.6 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Convección natural	Convección natural
Altitud de operación	3,000 m (9,842 ft.)	3,000 m (9,842 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%	0 ~ 100%
Conector de CC	Amphenol Helios H4	Amphenol Helios H4
Conector de CA	Amphenol C16/3	Amphenol C16/3
Clase de protección	IP65	IP65
Topología	Sin transformador	Sin transformador
<b>Cumplimiento de normas (Más información disponible a pedido)</b>		
Certificados	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116	
Códigos de red	IEC 61727, NB/T 32004-2013, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, G83/2 (Only 8KTL), G59/3 (Only 12KTL), UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, C10/11, EN 50438-Ireland, EN 50438-Turkey, AS 4777, PEA (Only 12KTL), NRS 097-2-1	



El texto y las figuras reflejan el estado técnico actual al momento de la impresión. Sujeto a cambios técnicos. Se exceptúan errores y omisiones. Huawei no será responsable de errores de impresión o de otro tipo. Para obtener mayor información, visite el sitio web solar.huawei.com. Versión No.01-(201806)

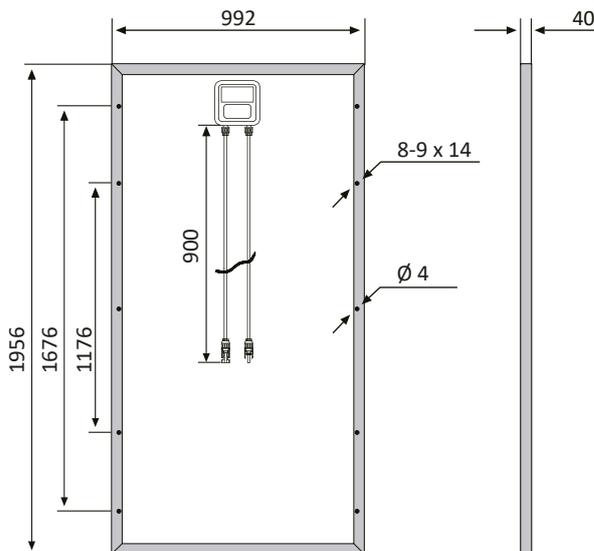
# PANEL SOLAR 330W 72 CÉLULAS POLICRISTALINO

## Características

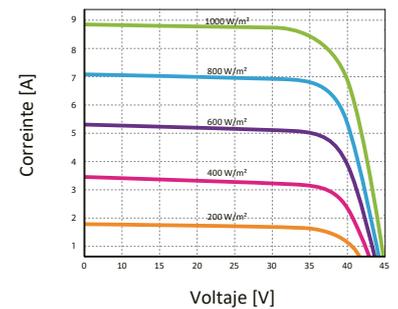
Tamaño del módulo	1956 x 992 x 40 mm
Células	72 piezas policristalinas (156 x 156 mm)
Crystal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	330W
Cable	90cm, 4mm <sup>2</sup>
Voltaje en circuito abierto (Voc)	45.75V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.3A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	37.95V
Intensidad a máxima potencia (Im)	8.7A
Condiciones del test	1000W/m <sup>2</sup> , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.08558%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.29506%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.38001%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	17 %
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	20.9 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años



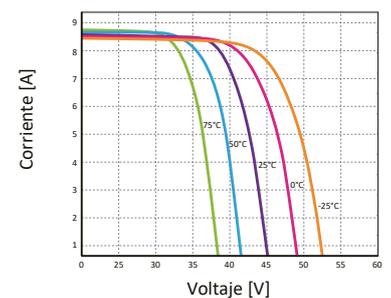
## Esquemas



## Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m<sup>2</sup>



# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**ANEXO IV**

**MANUALES DE INSTALACIÓN**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González





**Estación de recarga rápida para  
Vehículos eléctricos**

**RAPTION 22 TRIO**



## **GUÍA DE INSTALACIÓN**

**(M142A01-01-16A)**





## PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Siga las advertencias mostradas en el presente manual, mediante los símbolos que se muestran a continuación.

	<p><b>PELIGRO</b> Indica advertencia de algún riesgo del cual pueden derivarse daños personales o materiales.</p>
---	---

	<p><b>ATENCIÓN</b> Indica que debe prestarse especial atención al punto indicado.</p>
---	---

**Si debe manipular el equipo para su instalación, puesta en marcha o mantenimiento tenga presente que:**

	<p>Una manipulación o instalación incorrecta del equipo puede ocasionar daños, tanto personales como materiales. En particular la manipulación bajo tensión puede producir la muerte o lesiones graves por electrocución al personal que lo manipula. Una instalación o mantenimiento defectuoso comporta además riesgo de incendio. Lea detenidamente el manual antes de conectar el equipo. Siga todas las instrucciones de instalación y mantenimiento del equipo, a lo largo de la vida del mismo. En particular, respete las normas de instalación indicadas en el Código Eléctrico Nacional.</p>
---	--

<p><b>ATENCIÓN</b></p> 	<p><b>Consultar el manual de instrucciones antes de utilizar el equipo</b> En el presente manual, si las instrucciones precedidas por este símbolo no se respetan o realizan correctamente, pueden ocasionar daños personales o dañar el equipo y /o las instalaciones.</p>
--	---

CIRCUTOR, SA se reserva el derecho de modificar las características o el manual del producto, sin previo aviso.

## LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

**CIRCUTOR, SA** se reserva el derecho de realizar modificaciones, sin previo aviso, del dispositivo o a las especificaciones del equipo, expuestas en el presente manual de instrucciones.

**CIRCUTOR, SA** pone a disposición de sus clientes, las últimas versiones de las especificaciones de los dispositivos y los manuales más actualizados en su página Web .

[www.circutor.com](http://www.circutor.com)



	<p><b>CIRCUTOR,SA</b> recomienda utilizar los cables y accesorios originales entregados con el equipo.</p>
---	--

**CONTENIDO**

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD .....	3
LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	3
CONTENIDO .....	4
HISTÓRICO DE REVISIONES.....	5
1.- COMPROBACIONES A LA RECEPCIÓN .....	6
1.1.- PROTOCOLO DE RECEPCIÓN.....	6
1.2.- DESCARGA Y MANIPULACIÓN.....	6
1.3.- ALMACENAJE .....	6
2.- DESCRIPCIÓN EXTERIOR DEL PRODUCTO .....	7
3.- INSTALACIÓN DEL EQUIPO .....	8
3.1.- RECOMENDACIONES PREVIAS .....	8
3.2.- DISTANCIAS MÍNIMAS .....	10
3.3.- REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN EXTERIOR .....	11
3.4.- FIJACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RECARGA .....	11
3.4.1.- MONTAJE DIRECTO.....	12
3.4.2.- MONTAJE CON BASE DE HORMIGÓN.....	13
3.5.- INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RECARGA.....	14
4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	19
4.1.- CONSIDERACIONES ELÉCTRICAS .....	19
4.2.- PROCEDIMIENTO .....	20
5.- TARJETA SIM .....	23
5.1.- LOCALIZACIÓN MÓDEM 3G .....	23
5.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MÓDEM.....	23
5.3.- INSTALACIÓN .....	24
5.4.- CONFIGURACIÓN .....	24
6.- VERIFICACIÓN.....	25
7.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	26
8.- MANTENIMIENTO Y SERVICIO TÉCNICO .....	28
9.- GARANTÍA .....	28

## HISTÓRICO DE REVISIONES

Tabla 1: Histórico de revisiones.

Fecha	Revisión	Descripción
10/16	M142A01-01-16A	Versión Inicial

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

## 1.- COMPROBACIONES A LA RECEPCIÓN

### 1.1.- PROTOCOLO DE RECEPCIÓN

A la recepción del equipo compruebe los siguientes puntos:

- a) El equipo se corresponde con las especificaciones de su pedido.
- b) El equipo no ha sufrido desperfectos durante el transporte.

Si los daños causados por el transportista no está indicado en el albarán de entrega, **CIRCUTOR** no se hace responsable por el costo de la reparación / reemplazo.

- c) Realice una inspección visual externa del equipo antes de conectarlo.

Todos los equipos pasan el test de calidad correspondiente y se embalan adecuadamente para un transporte seguro, garantizando así su correcto funcionamiento. Será responsabilidad de la empresa de transporte realizar un transporte seguro y adecuado.



Si observa algún problema de recepción contacte de inmediato con el transportista y/o con el servicio postventa de **CIRCUTOR**.

### 1.2.- DESCARGA Y MANIPULACIÓN



El transporte, carga y descarga y manipulación del equipo debe llevarse a cabo con las precauciones y las herramientas manuales o mecánicas adecuadas para evitar el deterioro del mismo.

Todos los procesos de descarga y manipulación del equipo deben ser ejecutados y supervisados por personal cualificado, teniendo en cuenta al peso significativo del mismo. Deben cumplir con las normas de seguridad establecidas y se debe utilizar los dos puntos de elevación siguiendo los procesos indicados en este manual.

### 1.3.- ALMACENAJE

Siempre que sea posible, el equipo debe ser descargado en su lugar de instalación y operación.

En caso de que sea descargado en una ubicación temporal para el almacenamiento, es conveniente no quitar el embalaje y cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

✓ **Seguridad:** el equipo debe estar protegido contra los elementos negativos, como la radiación solar directa, cualquier daño mecánico, impactos por disolventes orgánicos, etc.

✓ **Temperatura:** para temperaturas inferiores a -20 °C y más de 60 °C debe tenerse especial atención y adoptar medidas complementarias adecuadas.

✓ **Medio ambiente:** se debe almacenar en un lugar seco y libre de polvo. El almacenamiento al aire libre tiene que ser evitado.

**2.- DESCRIPCIÓN EXTERIOR DEL PRODUCTO**

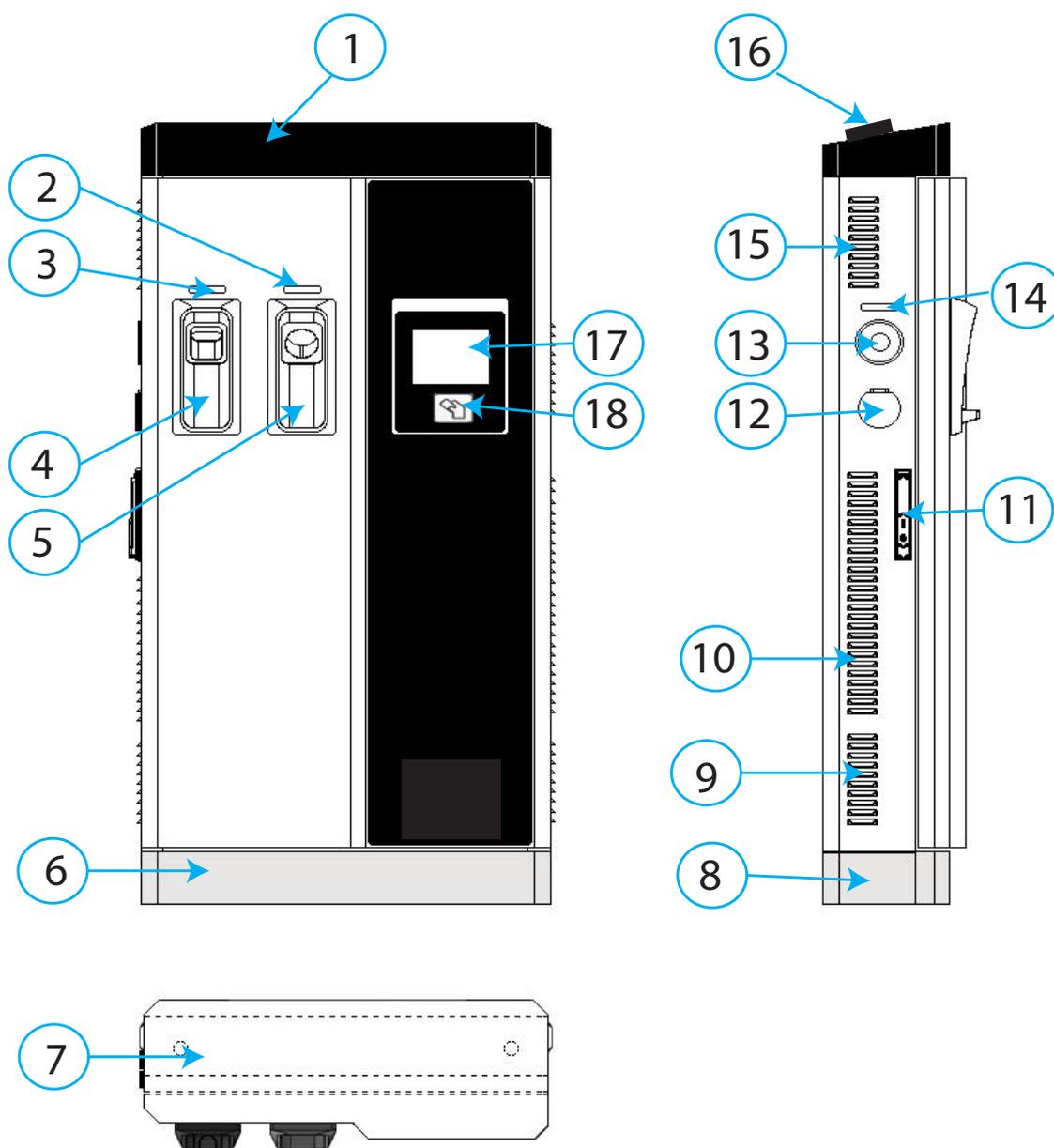


Figura 1: Descripción exterior del equipo.

Tabla 2: Descripción exterior del equipo.

Descripción exterior del equipo			
1	Cubierta	10	Ventilación módulo potencia
2	Baliza de estado CCS	11	Maneta rotativa
3	Baliza de estado CHAdEMO	12	Base AC – Tipo 2
4	Soporte conector CHAdEMO	13	Pulsador de emergencia
5	Soporte conector CCS	14	Baliza de estado AC
6	Panel decorativo frontal	15	Ventilación superior
7	Inserción para cáncamos	16	Antena 3G
8	Panel decorativo posterior	17	Pantalla TFT 8"
9	Ventilación inferior	18	Lector RFID

### 3.- INSTALACIÓN DEL EQUIPO

#### 3.1.- RECOMENDACIONES PREVIAS

Es obligatorio seguir la información de seguridad básica suministrada en este manual para garantizar una instalación segura y correcta. Si no se siguen las instrucciones de seguridad puede implicar daños al equipo, lesiones personales e incluso peligro de muerte, en tal caso, **CIRCUTOR** no es responsable de los acontecimientos derivados de dicho incumplimiento.

	El equipo debe ser desconectado de cualquier fuente de alimentación antes de realizar tareas de mantenimiento o reparación en su interior.
	La manipulación del equipo puede producir lesiones como consecuencia de la dimensión y peso. Las personas que manipulen la unidad deben usar zapatos de seguridad y guantes.
	<b>Las personas que utilicen dispositivos médicos electrónicos, tales como marcapasos implantados o desfibrilador automático implantable (DAI) pueden verse afectados por el funcionamiento del equipo. Manténgase alejado del equipo la distancia mínima de seguridad acorde con su dispositivo mientras se realiza la recarga de un vehículo.</b>

No utilice la estación de recarga para fines que no sean la recarga de vehículos eléctricos.

Lea todas las instrucciones antes de instalar, usar o realizar tareas de mantenimiento de la estación de recarga.

No utilice cables que no estén en perfectas condiciones para hacer la instalación de la estación de recarga.

	La instalación, puesta en servicio y mantenimiento de la estación de recarga deben ser realizadas por personal técnico cualificado y autorizado competente, totalmente responsables del cumplimiento de las regulaciones locales y/o nacionales relativas a la instalación de equipos para la recarga de vehículos eléctricos.
---	--

Al realizar cualquier inspección o trabajo de mantenimiento en la estación de recarga, siga todas las instrucciones para realizar la operación de forma correcta y segura.

	No está permitida cualquier reparación, conversión y/o modificación de la estación de recarga, tan sólo <b>CIRCUTOR</b> o el personal designado de forma expresa por ellos puede llevar a cabo estas tareas. En caso de incumplir esta instrucción, <b>CIRCUTOR</b> rechazará toda la responsabilidad y la garantía quedará anulada.
	No hacer reparaciones o manipulaciones con el equipo conectado a la red eléctrica, cuando se necesite acceder al interior para realizar mantenimiento o reparaciones, asegúrese de que esté desconectada de la fuente de alimentación principal

Asegúrese de que el personal de mantenimiento esté usando el equipo de protección individual adecuado conforme a las tareas eléctricas y acorde con las normativas estatales.



Debido a que la estación de recarga trabaja con elementos de potencia, existe un riesgo de descarga eléctrica o fuga eléctrica si se maneja de forma incorrecta.

Se recomienda cubrir con una carpa todas las partes de la estación de recarga para proteger de la lluvia o la nieve antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento.



No utilizar la estación de recarga si la envolvente o los conectores están rotos, agrietados, abiertos, sucios o muestran cualquier otra indicación de daño. Se ha de comprobar que estén en perfecto estado, incluyendo el cable y el soporte.

Sustituya cualquier elemento que presente algún daño y pudiera ser peligroso para los usuarios. Tan solo utilice componentes originales suministrados por **CIRCUTOR**.

El propietario o administrador de la estación de recarga debe asegurar de que el equipo esté siempre en perfecto estado de funcionamiento y seguridad.



En caso de cualquier fallo en el equipo, no se debe hacer ninguna recarga y se ha de comunicar al gestor del sistema o personal de mantenimiento.



Antes de la utilización de la estación de recarga se debe llevar a cabo una inspección visual de la cubierta o envolvente del equipo y asegurarse de que no está dañado y que no tiene acceso libre al interior.

No retire ninguna identificación, tales como las señales de seguridad, señales de advertencia, señalización de la línea de alimentación eléctrica.

No use objetos contundentes contra la pantalla de la estación de recarga ya que esto puede causar un daño permanente a la misma.



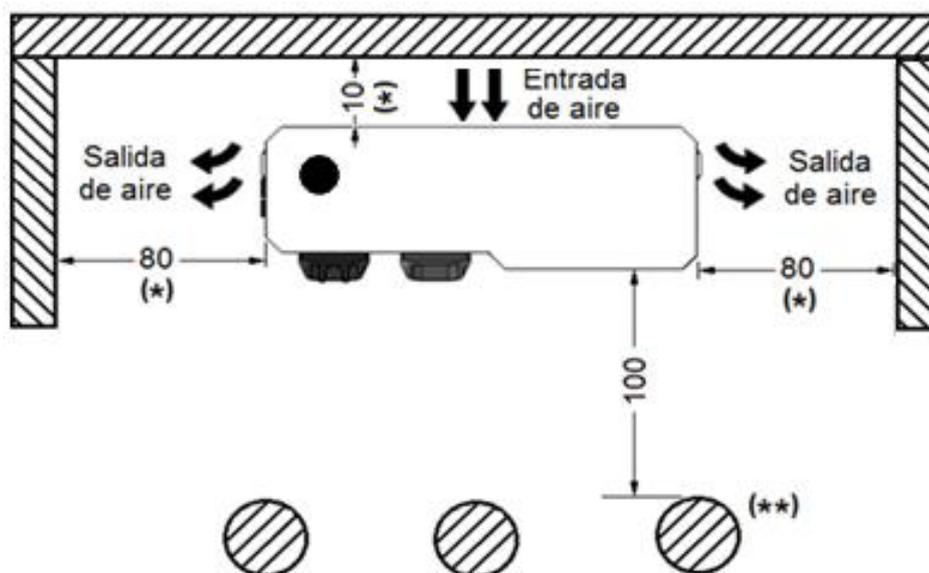
Si la estación de recarga no se ha utilizado durante un largo periodo de tiempo, realice una inspección visual y compruebe que todas las funciones principales y de seguridad funcionan correctamente.

**3.2.- DISTANCIAS MÍNIMAS**

Respetar el espacio y distancias mínimos para la instalación de la estación de recarga.

Los siguientes pasos muestran la forma en que se debe instalar:

- ✓ No instale la estación de recarga cerca de las zonas donde el agua, aceite o algún otro fluidos puedan penetrar en el equipo.
- ✓ No realice la instalación en un terreno inestable.
- ✓ Respete la distancia lateral y posterior mínima para permitir la adecuada circulación del flujo de aire. Este equipo dispone de ventilación forzada. (\*)
- ✓ Si instala bolardos de protección delante de la estación de recarga, deben ser instalados a un mínimo de 100 cm entre ellos y el equipo con el fin de abrir la puerta frontal. (\*\*)



*Unidades especificadas en centímetros*

**Figura 2:Distancias mínimas.**

**Tabla 3:Distancias mínimas.**

<b>Distancias mínimas</b>	
Espacio frontal (para tareas de mantenimiento)	100 cm
Espacio posterior	10 cm
Espacio de ventilación izquierdo	80 cm
Espacio de ventilación derecho	80 cm

### 3.3.- REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN EXTERIOR

Por razones de seguridad y para incrementar la comodidad del usuario, se recomienda instalar la estación de recarga bajo cubierta, cubriendo tanto al vehículo eléctrico como al equipo, para evitar el posible contacto del agua entre los conectores y el vehículo.

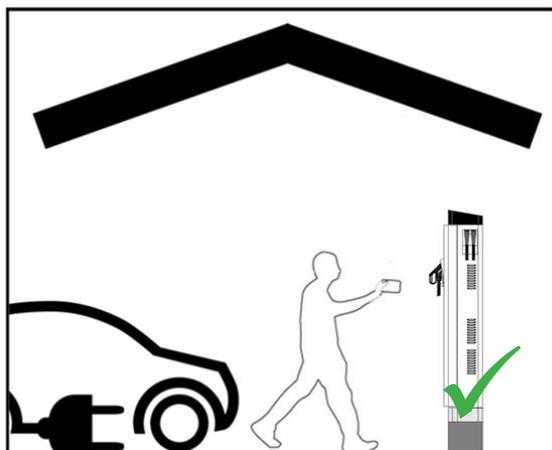


Figura 3: Instalación exterior.

### 3.4.- FIJACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RECARGA

El propósito de este apartado es la definición técnica y los requisitos básicos para instalar la base metálica y fijar la estación de recarga.

- ✓ El equipo se puede instalar tanto en el interior y el exterior.
- ✓ Se proporciona una plantilla de montaje para garantizar las distancias entre las varillas rosadas (no proporcionadas con el equipo).

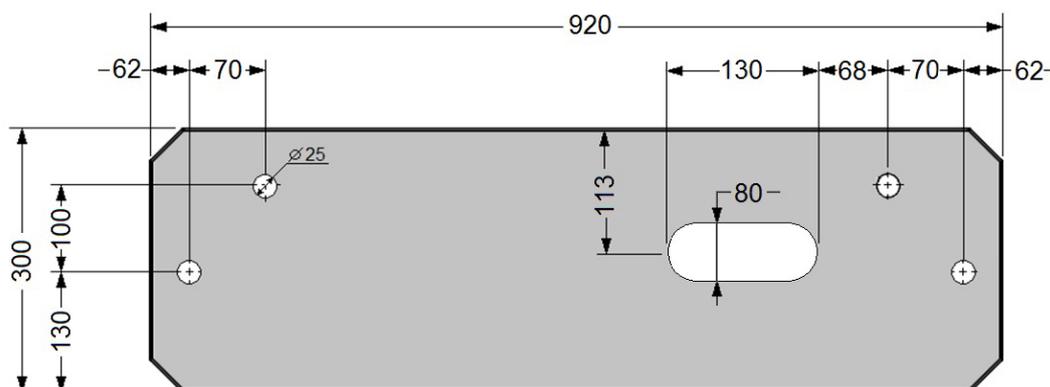


Figura 4: Plantilla de montaje.

- ✓ Se recomienda retirar la plantilla de montaje después de realizar la obra civil.

**Nota:** En caso de cualquier duda sobre el terreno en relación con la instalación de la estación de recarga, debido al peso y dimensiones, será necesario definir una solución final para instalar el equipo, que deberá ser confirmada por un proyecto técnico específico realizado por un estudio de arquitectura antes de su instalación.

### 3.4.1.- MONTAJE DIRECTO

Este tipo de instalación se llevará a cabo directamente sobre el suelo, principalmente para interiores o lugares limitados en profundidad. Usando la plantilla proporcionada, fijar la varilla roscada con anclajes químicos.

Debe hacerse una comprobación anterior con el fin de garantizar la capacidad de carga del suelo para soportar el equipo.

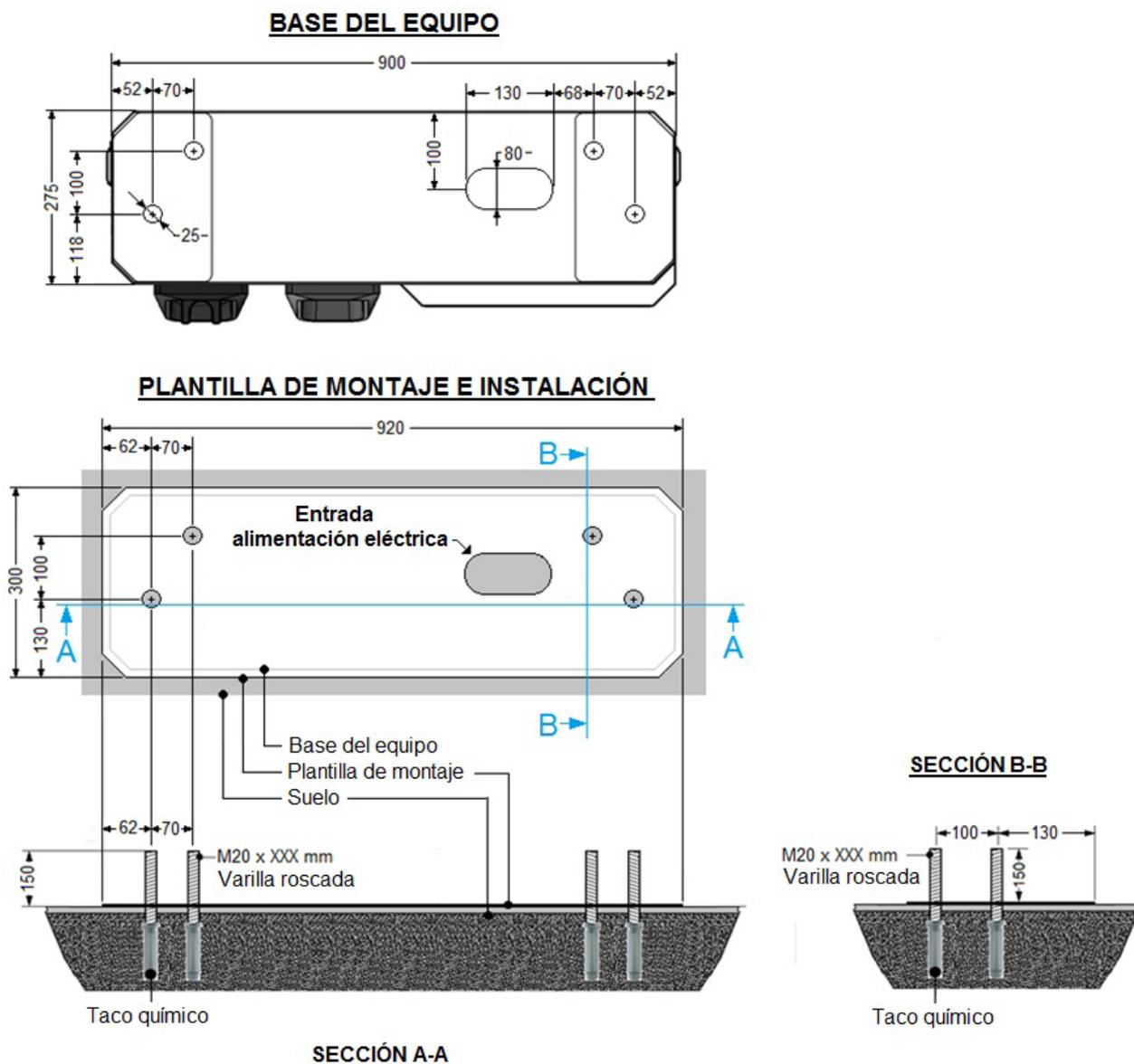


Figura 5: Montaje directo.

	<p>Recuerde que debe retirar la plantilla de montaje antes de instalar el equipo.</p>
---	---

### 3.4.2.- MONTAJE CON BASE DE HORMIGÓN

Si la estación de recarga tiene que ser instalada en el exterior y no hay limitación de profundidad, se recomienda instalar el equipo sobre una base de hormigón.

La base de hormigón deberá proporcionar el paso de los cables de alimentación, que debe ser realizada por tubo corrugado colocado dentro de la base a través de la plantilla de montaje, como se puede ver a continuación:

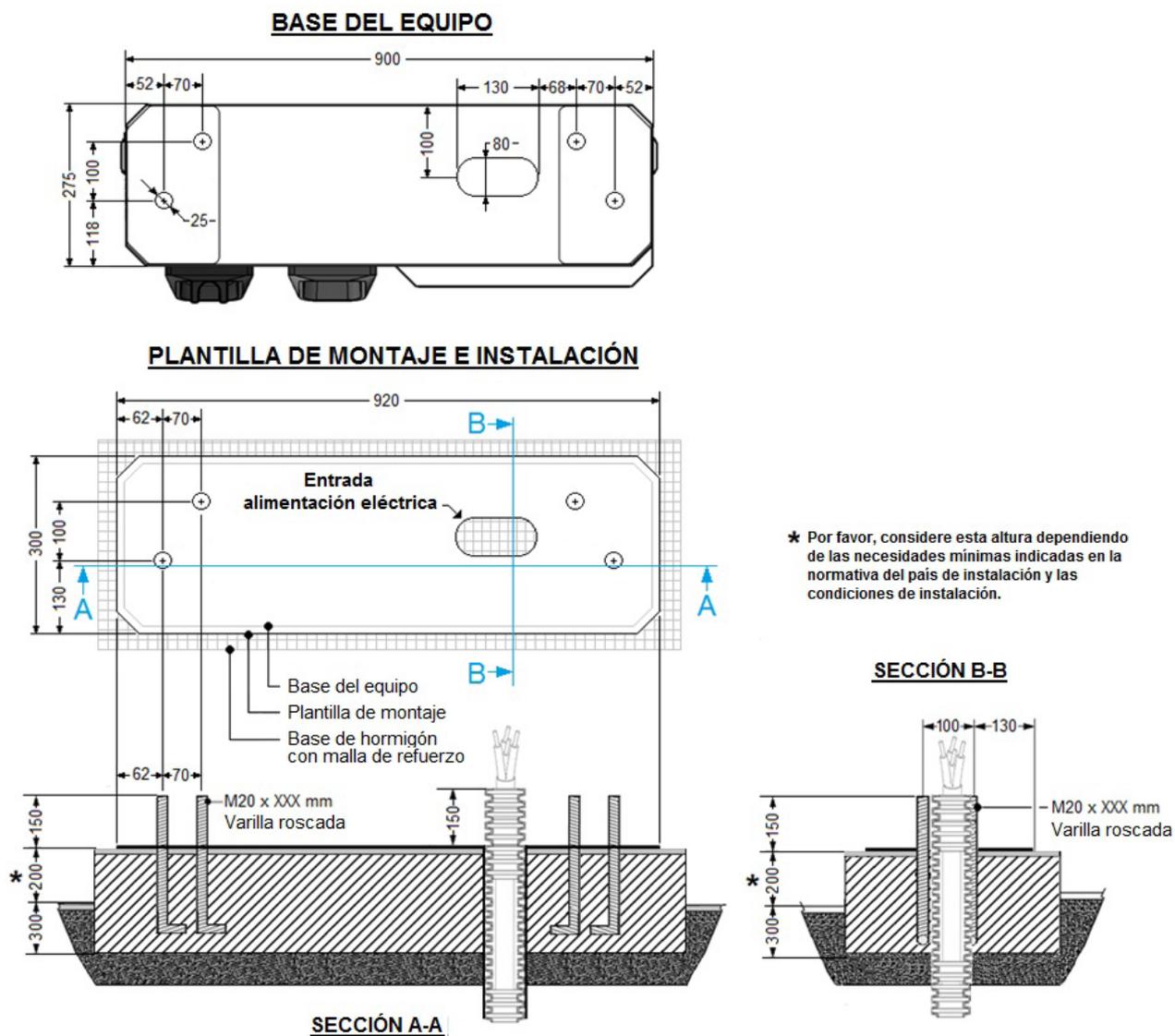


Figura 6: Montaje con base de hormigón.

	<p>Recuerde que debe retirar la plantilla de montaje antes de instalar el equipo.</p>
--	---

### 3.5.- INSTALACIÓN DE LA ESTACIÓN DE RECARGA

**Nota :** El camión del transporte sólo descargará el palet con la estación de recarga.

**Nota :** Es probable que el camión del transporte no tenga medios de elevación y/o transporte del equipo hasta su ubicación final.

**Nota :** La colocación del equipo en su ubicación final es la responsabilidad del contratista/ instalador.

**Paso 1:** Una vez haya desembalado la estación de recarga, localice en el interior una caja con los siguientes elementos:

- ✓ Guía de instalación.
- ✓ Tres llaves de seguridad.
- ✓ Dos tarjetas de identificación de usuario.
- ✓ Plantilla metálica de montaje.
- ✓ Dos cáncamos de transporte.

**Paso 2:** Abra el equipo para quitar las tuercas que mantienen el equipo fijado al palet de transporte.

**1-** Cuando la puerta está cerrada, la maneta está colocada en la posición retraída. Inserte la llave y gire en sentido horario 180°, tire de la palanca hacia afuera y después gire 90° grados hacia la izquierda para abrir la puerta, **Figura 7**.



Figura 7:Apertura del equipo.

**2-** En la parte baja de la estación de recarga encontrará 4 tuercas de 4 x M20 con las correspondientes arandelas, tienen que ser retiradas para liberar el equipo del palet, **Figura 8**.



Figura 8: Tuerzas para liberar el equipo.

**Paso 3:**

Una vez que el equipo está libre de la plataforma, hay dos opciones para mover el equipo a la ubicación final:

- 1.- Mover el equipo utilizando los cáncamos superiores de transporte.
- 2.- Mover el equipo con la ayuda de una carretilla elevadora.

**1.- Mover el equipo utilizando los cáncamos superiores de transporte.**

a) Retire la cubierta del equipo quitando las seis tuerzas de 6 x M5 desde la parte interior, **Figura 9.**

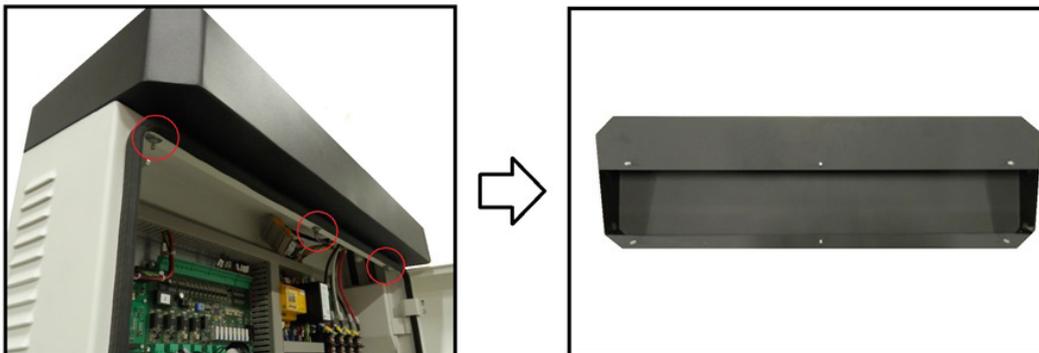


Figura 9: Retirar la cubierta del equipo.

b) Coloque los cáncamos suministrados como puede ver en la **Figura 10.**

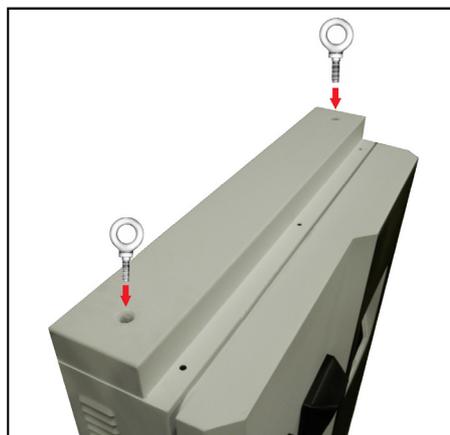


Figura 10: Colocar los cáncamos.

c) Coloque las eslingas de transporte a través de los cáncamos, eleve el equipo y colóquelo en su ubicación final, **Figura 11**.

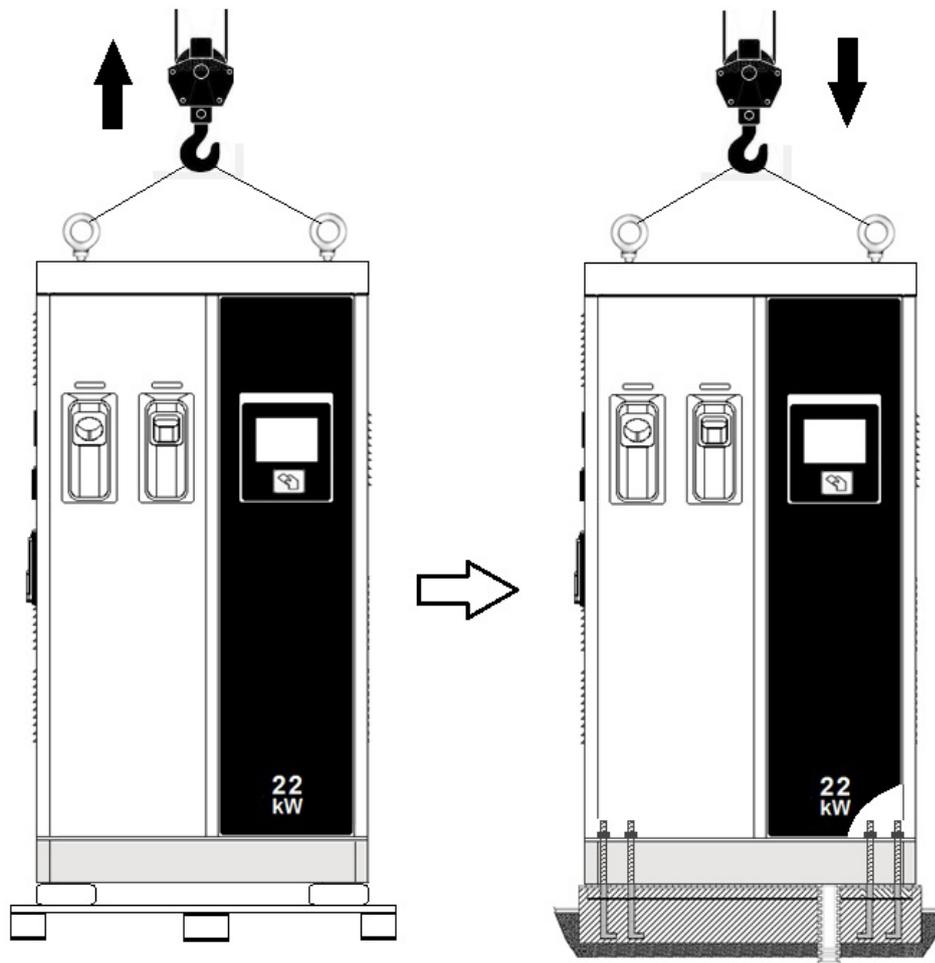


Figura 11: Colocar el equipo en su ubicación final.

d) Vuelva a colocar las 4 tuercas 4 x M20 junto con sus arandelas sobre las varillas roscadas, **Figura 12**.



Figura 12: Colocar las tuercas.

## 2.- Mover el equipo con la ayuda de una carretilla elevadora.

### a) Retire el panel decorativo frontal:

✓ Para ello, retire primero los 4 tornillos métrico 5 (M5), **Figura 13**.



Figura 13:Retirar los tornillos.

✓Retire ahora, el panel decorativo frontal, **Figura 14**.



Figura 14:Retirar panel decorativo frontal.

### b) Retire el panel decorativo trasero, **Figura 15**.

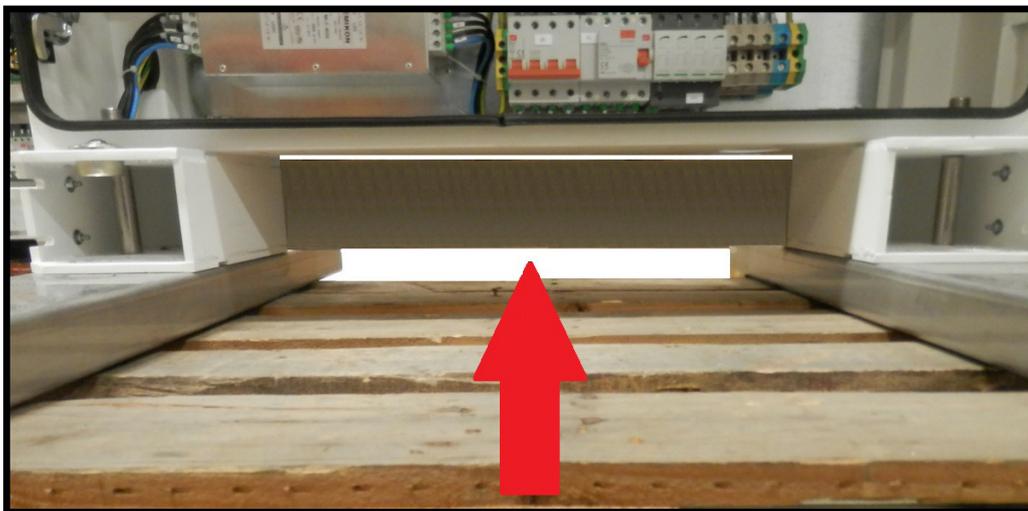
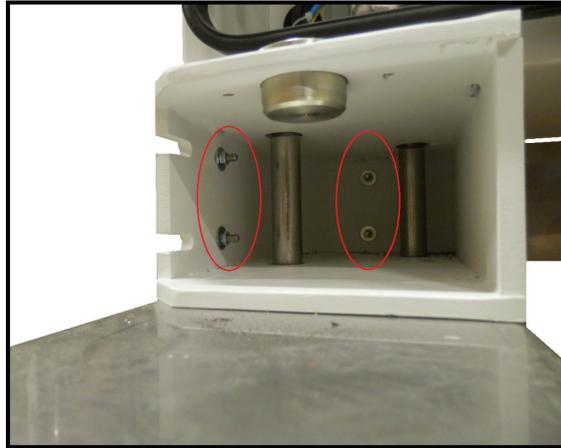


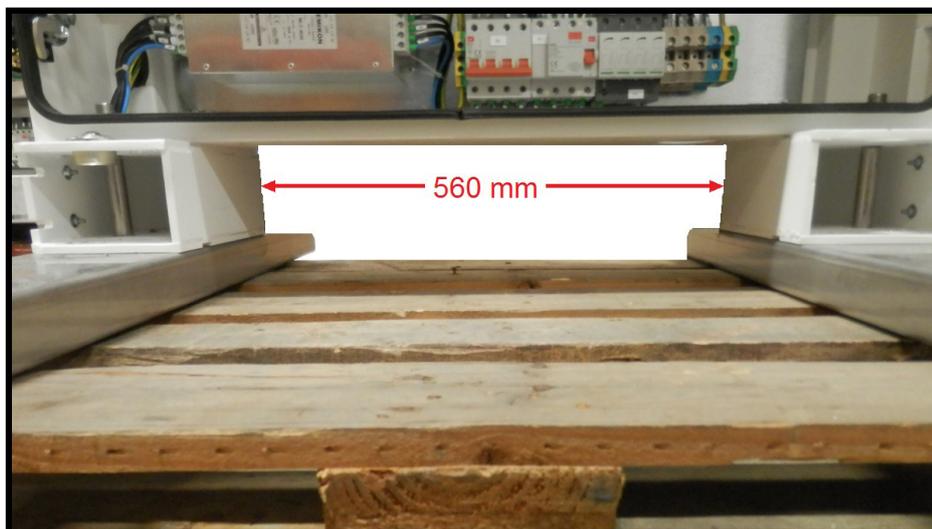
Figura 15:Panel decorativo trasero.

✓ Hay 4 tornillos métrico 5 (M5) en cada lado, retírelos, **Figura 16**.



**Figura 16:**Retirar los 4 tornillos métricos.

c) Una vez que los paneles decorativos hayan sido retirados, habrá suficiente espacio disponible para introducir la carretilla elevadora, **Figura 17**.



**Figura 17:**Colocar las tuercas.

d) Una vez que el equipo se encuentre en su ubicación final, coloque de nuevo las 4 tuercas y arandelas de M20 en las varillas roscadas, **Figura 18**.



**Figura 18:**Colocar las tuercas.

## 4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 4.1.- CONSIDERACIONES ELÉCTRICAS

La empresa instaladora será la responsable de dimensionar la sección de los cables y elementos de protección, todo ello, de conformidad con la normativa vigente en cada país.

La alimentación eléctrica para el equipo debe ser realizada por una línea específica de suministro, con un interruptor general y un diferencial único, instalado de acuerdo con las normas de seguridad local o estatal.

Compruebe que la línea de alimentación tiene la capacidad suficiente para alimentar el equipo así como, longitud y sección del cable. Comprobar con un multímetro que la tensión de alimentación es estable dentro de valores aceptables.

Antes de iniciar la conexión del cableado para el equipo, tendrán que ser comprobados los siguientes elementos importantes:



1.- Asegúrese de que el interruptor general de la línea eléctrica que alimentará a la estación de recarga esté desconectado mientras se realiza la instalación.

2.- Se recomienda seguir estrictamente las normas vigentes para determinar la sección correspondiente de los cables de alimentación que alimentan el equipo y en cualquier momento, como mínimo, cumplir con indicado en el cuadro de arriba.

3.- Después de desembalar el equipo, asegúrese de que todos los componentes eléctricos están en buenas condiciones.

4.- Después de la instalación, debe sellar todos los agujeros dentro del equipo para evitar el acceso de suciedad, objetos extraños, animales, etc.

**Nota :** En el caso de que su estación de recarga esté integrada en un sistema de gestión general, como pudiera ser un Back Office, también se debe realizar la instalación de comunicación que sea necesaria.

## 4.2.- PROCEDIMIENTO

La alimentación para el equipo debe ser realizada por una línea de alimentación específica, hay dos opciones de entrar en el equipo:

- ✓ Entrar por la parte inferior del equipo.
- ✓ Entrar por el panel decorativo trasero.

### Paso 1: Entrada de los cables

#### a) Entrar por la parte inferior del equipo.

Si la estación de recarga ha sido instalada sobre una base de hormigón, la manera más usual de realizar la alimentación eléctrica es entrando por debajo, **Figura 19**.

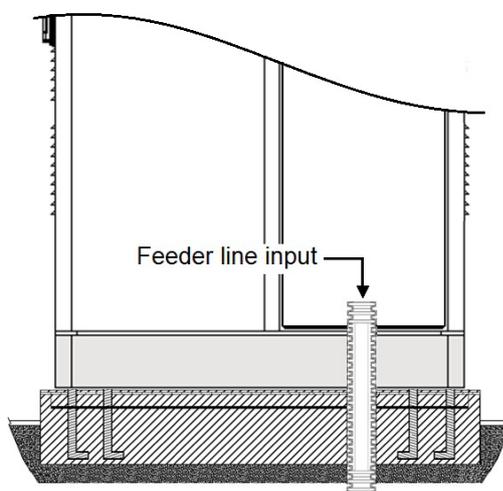


Figura 19:Entrada por la parte inferior del equipo.

#### b) Entrar por el panel decorativo trasero.

Si la estación de recarga ha sido instalada directamente sobre el pavimento, la manera más usual de realizar la alimentación eléctrica es entrando por el zócalo decorativo trasero,

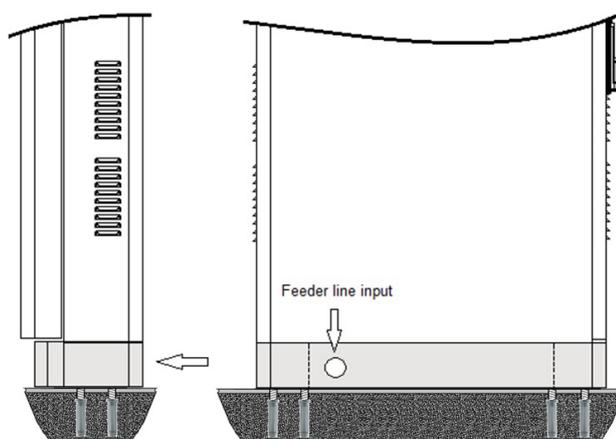


Figura 20:Entrada por el panel decorativo trasero.

## Paso 2: Conexión



Asegúrese que el interruptor principal de la línea de alimentación, MCCB o fusibles, se encuentra desconectado durante la instalación.

Hay dos formas de conectar la estación de recarga, con respecto al cable de línea de alimentación, el bloque de terminales 'X0' está listo para la conexión de 1 o 2 cables de la línea de alimentación, siempre en función de su instalación.

### a) Conexión con un solo cable de alimentación

Un cable de alimentación para AC y DC → máxima corriente: **64 A**

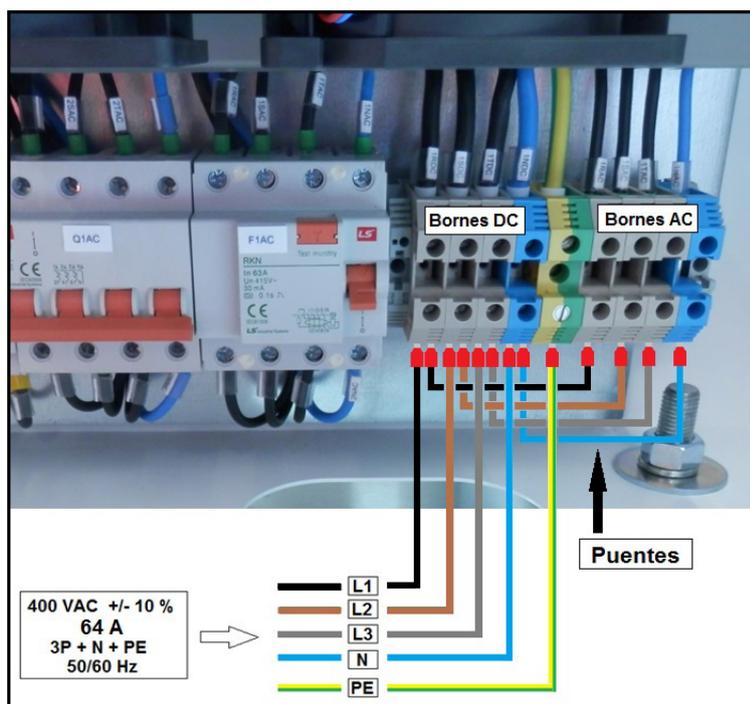


Figura 21: Conexión con un solo cable de alimentación.

Conectar el cable de alimentación a los “bornes DC” y después conecte los “bornes AC” con conexiones mediante puentes **Figura 21**.

## b) Conexión con dos cables de alimentación

Un cable de alimentación para DC → máxima corriente: **32 A**

Un cable de alimentación para AC → máxima corriente: **32 A**

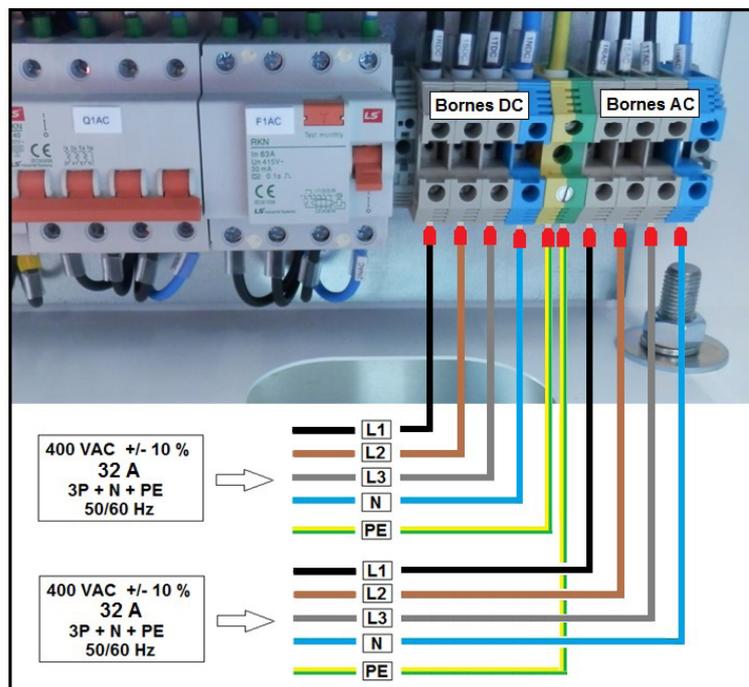


Figura 22: Conexión con dos cables de alimentación.

Conecte el primer cable de alimentación a los “bornes DC” y el segundo a los “bornes AC” de forma independiente, **Figura 22**.

**Nota:** se recomienda utilizar terminales de punta en los cables, acordes con la sección.

- 1.- Cortar los cinco cables unifilares del cable de alimentación a las longitudes correctas para llegar a los terminales de conexión “X0” e introdúzcalo por el prensaestopas.
- 2.- Use alicates pelacables para quitar 15 mm del aislamiento de los extremos de los cinco cables (negro, marrón, gris, azul y amarillo-verde).
- 3.- Coloque un terminal en el extremo de cada cable.
- 4.- Afloje los tornillos de cada borne de conexión en “X0” e inserte los cables, vuelva a apretar los tornillos.

## 5.- TARJETA SIM

Esta sección describe como instalar la tarjeta SIM en el módem 3G.

### 5.1.- LOCALIZACIÓN MÓDEM 3G

El módem se encuentra ubicado dentro de la estación de recarga y la antena se encuentra instalada justo detrás del equipo.

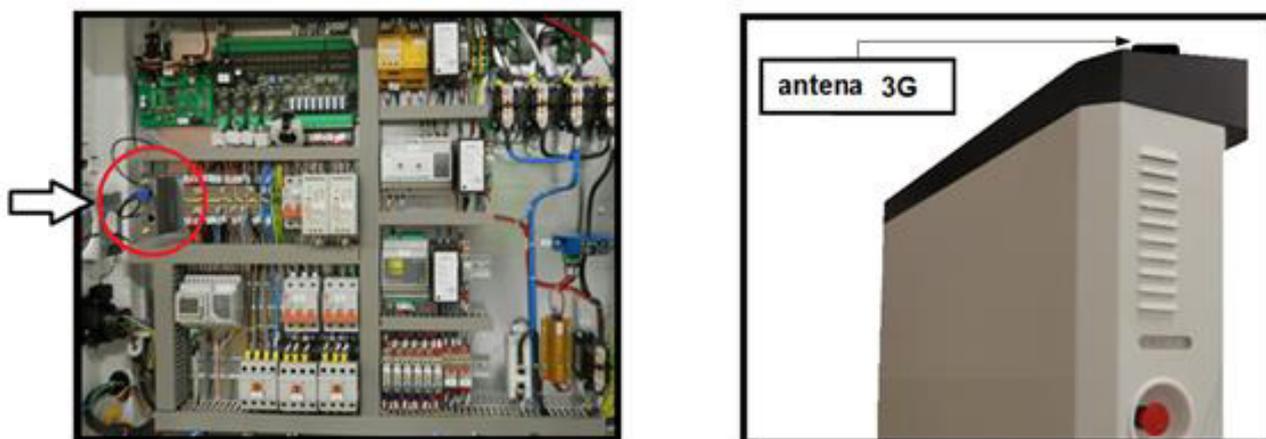


Figura 23: Localización módem 3G.

### 5.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MÓDEM

El módem 3G instalado de fábrica en la estación de recarga es el **Sierra Wireless AirLink LS300**. Este dispositivo permite la conexión remota a través de redes 3G para monitorear y administrar el estado del equipo (tarjeta SIM no proporcionada con el equipo).



Figura 24: Descripción módem 3G.

### 5.3.- INSTALACIÓN

Antes de instalar la tarjeta SIM en el módem, asegúrese de desconectar el cable de alimentación del módem. El esquema de la **Figura 25** explica en detalle la instalación correcta de la tarjeta SIM.

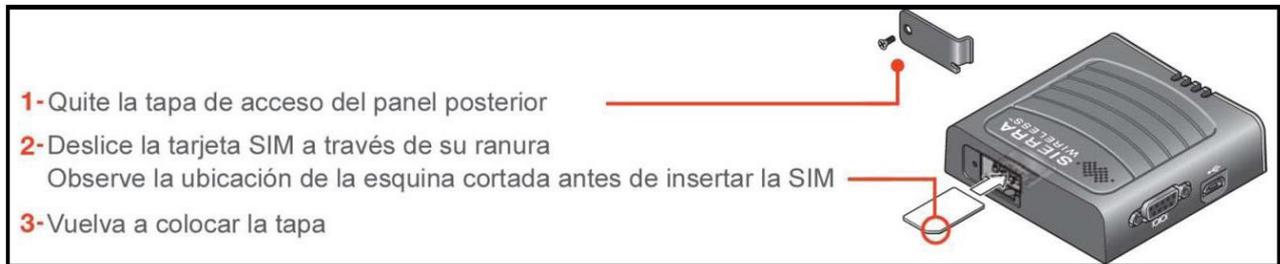


Figura 25: Instalación de la tarjeta SIM.

### 5.4.- CONFIGURACIÓN

1.- Conecte de nuevo la alimentación eléctrica al módem.

**Nota:** Después de conectar de nuevo el módem, puede tardar hasta 5 minutos en responder.

La configuración del módem 3G se realiza utilizando la interfaz Ethernet.

2.- Conectar el PC de servicio mediante un cable Ethernet como se muestra en la **Figura 26**.

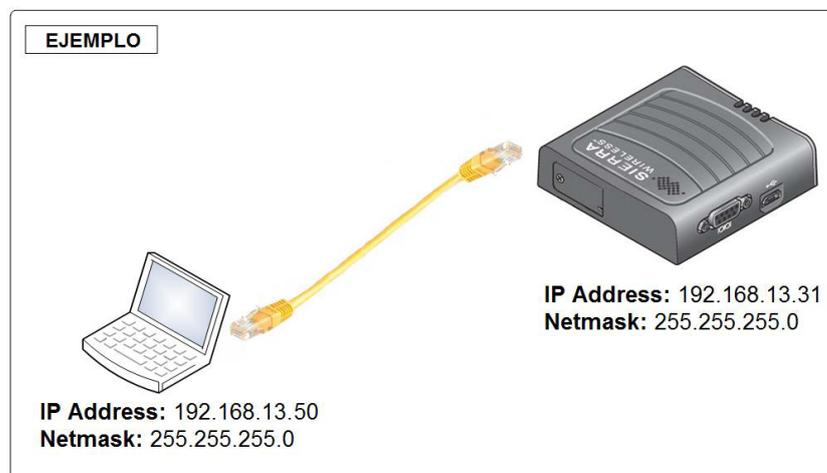


Figura 26: Conexión del PC de servicio.

3.- Abra un navegador web en el PC de servicio e introduzca **http://192.168.13.31:9191**. Espere hasta que se cargue la página de inicio.

4.- El usuario por defecto es **user** y la contraseña **12345**.

No cambie las credenciales por defecto, la estación de recarga requiere consultar la información del módem 3G.

5.- La página de inicio de ACE manager se carga correctamente. Ahora puede configurar su dispositivo con la tarjeta SIM insertada de su operador.

**Nota :** Para más información sobre cómo configurar el módem 3G, por favor visite: <http://www.sierrawireless.com>

## 6.- VERIFICACIÓN



**Una vez completado todo el proceso de instalación, compruebe los siguientes puntos:**

- 1.- Compruebe que todas las protecciones eléctricas estén conectadas antes de poner en marcha la estación de recarga.
- 2.- Compruebe que los conectores de la estación de recarga estén en buenas condiciones.
- 3.- Todas las balizas de estado del equipo deben estar en verde.
- 4.- Asegúrese de que el flujo de aire de ventilación es correcto y no existe ningún elemento que obstaculice la entrada y salida de ventilación.
- 5.- Revise que todas las etiquetas de seguridad estén correctamente colocadas.
- 6.- Compruebe que no exista ningún ruido extraño durante la recarga del vehículo.

## 7.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Entrada de AC	
Tensión nominal	400 V ~ ± 10% ( 3P + N + PE)
Corriente máxima de entrada	64 A
Potencia aparente	45 kVA
Factor de potencia	> 0.98
Eficiencia	94 % a potencia nominal
Frecuencia	50/ 60 Hz

Salida	AC	DC	
Modo de carga	Modo 3	Modo 4	
Conectores	Tipo 2 base	JEVS G105	Combo 2
Longitud del cable	-	3 metros	
Potencia máxima de salida	22 kW	22.5 kW (@400 Vdc)	
Corriente máxima de salida	32 A	56 A dc	
Rango de tensión	400 V ~	150 - 550 Vdc	

Protecciones eléctricas	
Protección contra sobrecargas	MCB (1 x AC + 1 x DC)
Protección diferencial	RCD 30 mA; Tipo A (1 x AC + 1 x DC)

Características ambientales	
Temperatura de trabajo	- 5°C ... + 45°C
Temperatura de almacenamiento	- 20°C ... + 60°C
Humedad relativa (sin condensación)	5% ... 90%
Grado de protección	IP54 / IK10
Nivel sonoro	< 55 dBA

General	
Sistema RFID	ISO / IEC14443A / B MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1, FeliCa®, ISO 18092 / ECMA-340 (NFC) 13.56 MHz
Display	8 " TFT, pantalla táctil anti vandálica
Indicador del estado de carga	Balizas LED RGB
Protocolo de integración	OCPP / XML
Sistema de refrigeración	Ventiladores axiales

Características mecánicas	
Dimensiones	310 <sup>(1)</sup> x 900 x 1700 (Figura 27)
Peso	215 kg.
Envolvente	Acero inoxidable

<sup>(1)</sup> 390 mm con los conectores colgados.

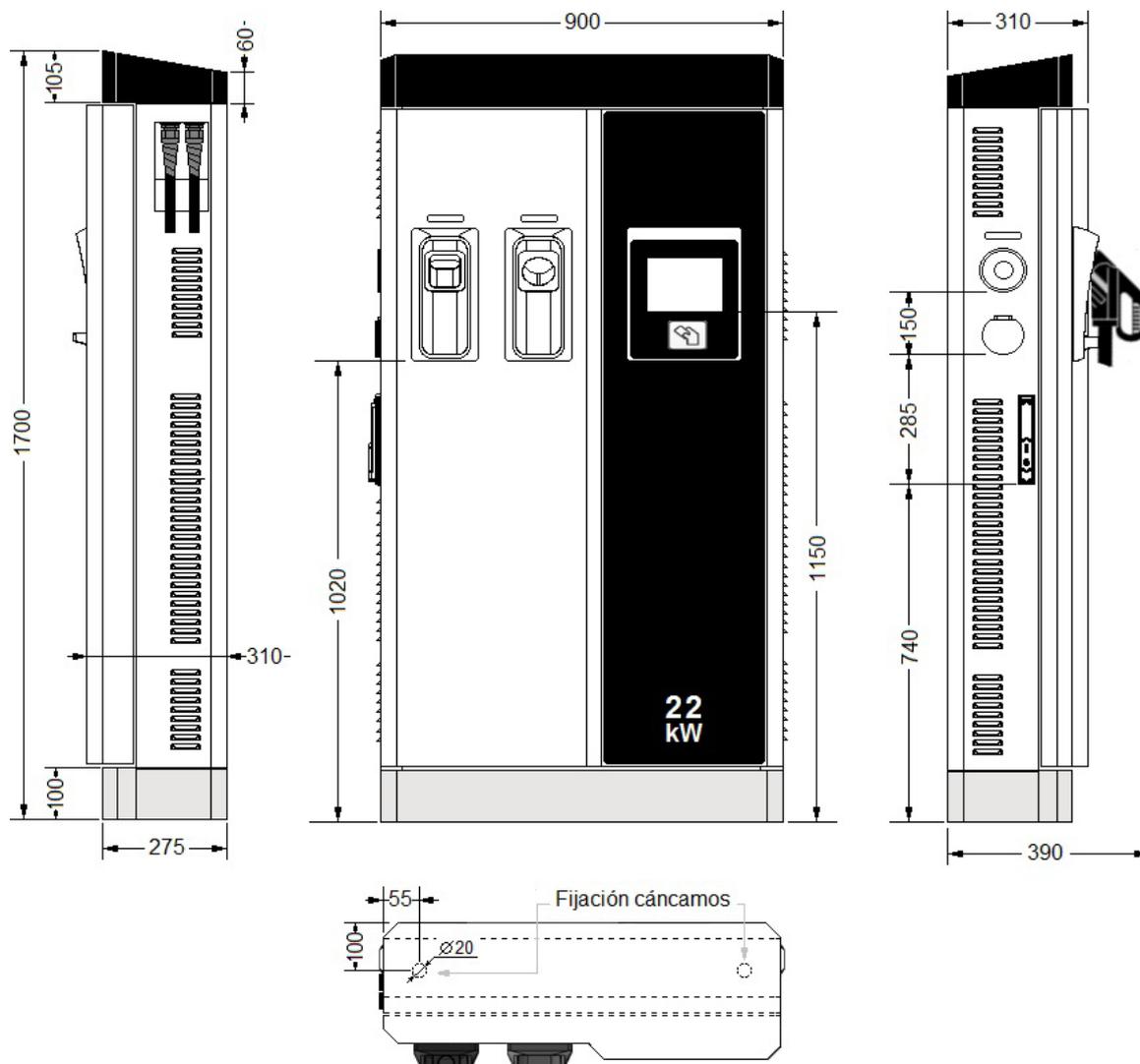


Figura 27: Dimensiones.

Normas	
Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales.	IEC 61851-1:2010
Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 22: Estación de carga en c.a. para vehículos eléctricos.	IEC 61851-22: 2001
Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 23: Estación de carga en corriente continua para vehículos eléctricos.	IEC 61851-23: 2014
Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales.	IEC 62196-1:2014
Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 3: Compatibilidad dimensional y requisitos de intercambiabilidad para acopladores de vehículo de espigas y alvéolos en corriente continua y corriente alterna/continua.	IEC 62196-3:2014
Protocolo CHAdeMO	
Protocolo CCS	
Equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación	Directiva 2014/53/UE
Compatibilidad electromagnética (CEM)	Directiva 2014/30/UE
Directiva de Bajo Voltaje	Directiva 2014/35/UE

## 8.- MANTENIMIENTO Y SERVICIO TÉCNICO

En caso de cualquier duda de funcionamiento o avería del equipo, póngase en contacto con el Servicio de Asistencia Técnica de **CIRCUTOR, SA**

### Servicio de Asistencia Técnica

Vial Sant Jordi, s/n, 08232 - Viladecavalls (Barcelona)

Tel: 902 449 459 ( España ) / +34 937 452 919 (fuera de España)

email: sat@circutor.com

## 9.- GARANTÍA

**CIRCUTOR** garantiza sus productos contra todo defecto de fabricación por un período de dos años a partir de la entrega de los equipos.

**CIRCUTOR** reparará o reemplazará, todo producto defectuoso de fabricación devuelto durante el período de garantía.



- No se aceptará ninguna devolución ni se reparará ningún equipo si no viene acompañado de un informe indicando el defecto observado o los motivos de la devolución.
- La garantía queda sin efecto si el equipo ha sufrido “mal uso” o no se han seguido las instrucciones de almacenaje, instalación o mantenimiento de este manual. Se define “mal uso” como cualquier situación de empleo o almacenamiento contraria al Código Eléctrico Nacional o que supere los límites indicados en el apartado de características técnicas y ambientales de este manual.
- **CIRCUTOR** declina toda responsabilidad por los posibles daños, en el equipo o en otras partes de las instalaciones y no cubrirá las posibles penalizaciones derivadas de una posible avería, mala instalación o “mal uso” del equipo. En consecuencia, la presente garantía no es aplicable a las averías producidas en los siguientes casos:
  - Por sobretensiones y/o perturbaciones eléctricas en el suministro
  - Por agua, si el producto no tiene la Clasificación IP apropiada.
  - Por falta de ventilación y/o temperaturas excesivas
  - Por una instalación incorrecta y/o falta de mantenimiento.
  - Si el comprador repara o modifica el material sin autorización del fabricante.



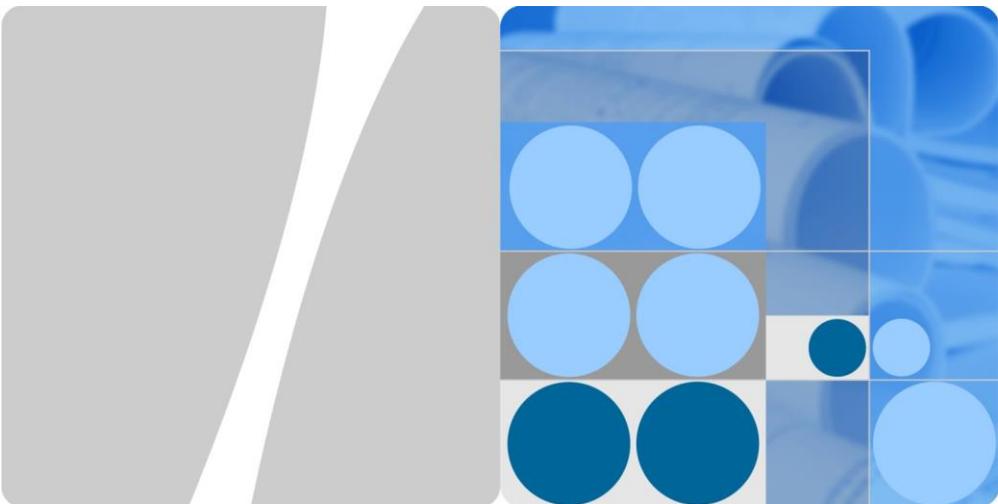
**CIRCUTOR, SA**

Vial Sant Jordi, s/n

08232 - Viladecavalls (Barcelona)

Tel: (+34) 93 745 29 00 - Fax: (+34) 93 745 29 14

[www.circutor.es](http://www.circutor.es) [central@circutor.com](mailto:central@circutor.com)



# SUN2000 (8KTL-28KTL) Quick Installation Guide

Issue: 16

Part Number: 31505445

Date: 2019-02-23

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.



HUAWEI

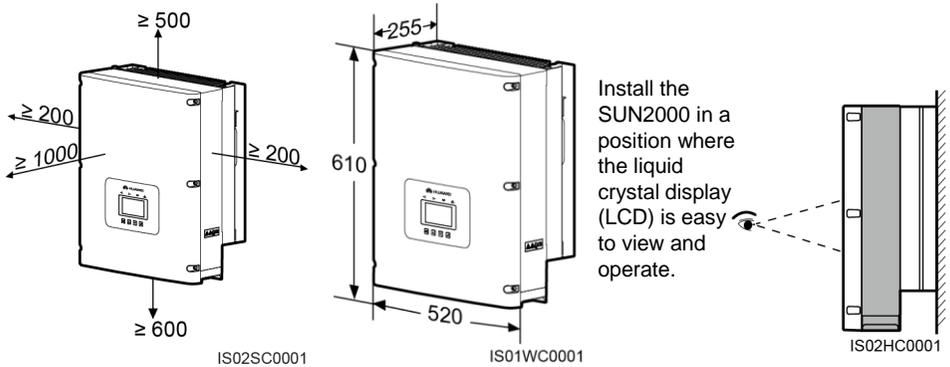
## NOTICE

1. Before you install the devices, closely read the *SUN2000 (8KTL-28KTL) User Manual* to get familiar with product information and precautions.
2. Use insulated tools.

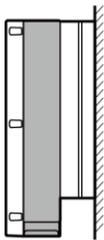
# 1 System Installation

## 1.1 Determining the Installation Position

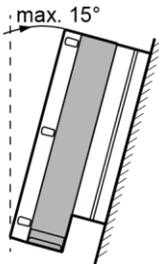
Unit: mm



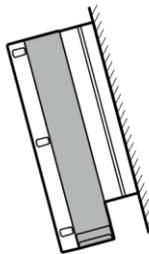
Vertical



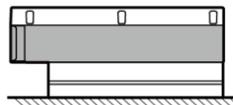
Backward



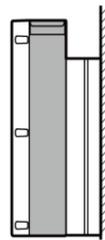
Forward



Horizontal



Upside down

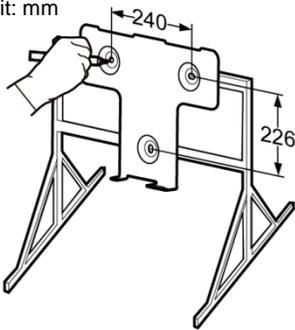


IS02HC0002

## 1.2 Installing an Inverter (support-mounting is used as an example)

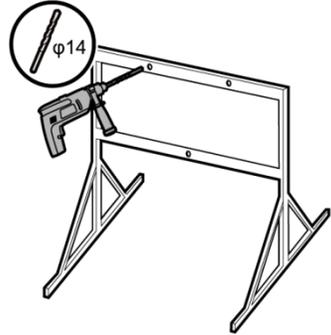
1. Determine the hole positions on the support based on rear panel dimensions.

Unit: mm



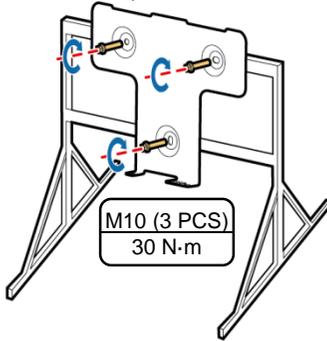
IS01HC0016

2. Drill holes.



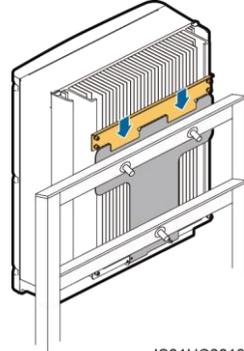
IS01HC0017

3. Secure the rear panel.



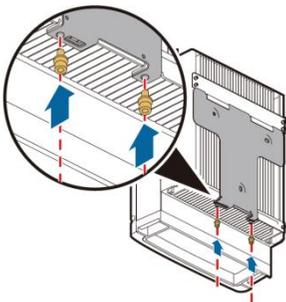
IS01HC0012

4. Mount the inverter on the rear panel.



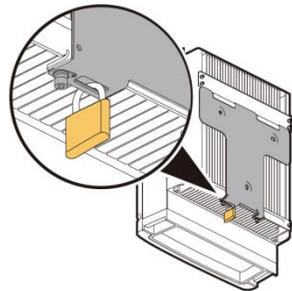
IS01HC0013

5. Tighten hexagon bolts.



IS01HC0019

6. (Optional) Install an anti-theft lock.



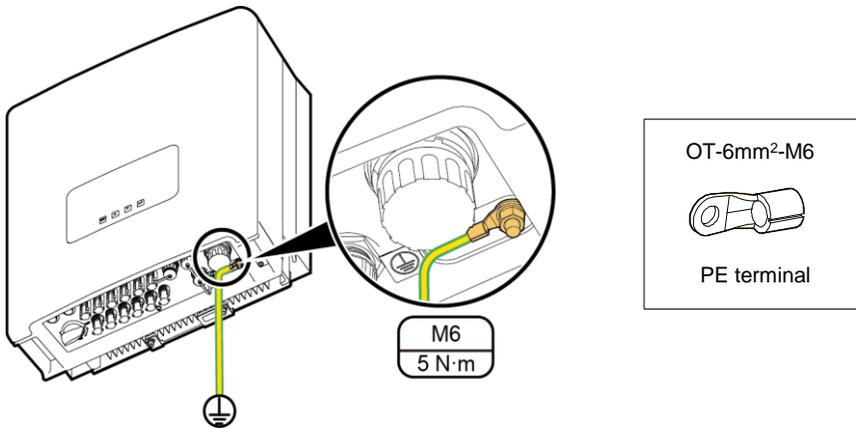
IS01HC0020

### NOTE

1. The antitheft lock is prepared by customers.
2. For details about wall-mounting the device, see the *SUN2000 (8KTL-28KTL) User Manual*.

## 2 Electrical Connection

### 2.1 Installing a PGND Cable



IS02IC0001

#### NOTE

1. It is recommended that the ground cable be connected to a nearby ground position.
2. To enhance the corrosion resistance performance of the PE terminals, apply silica gel on them after connecting the ground cable.

### 2.2 Installing AC Output Power Cables

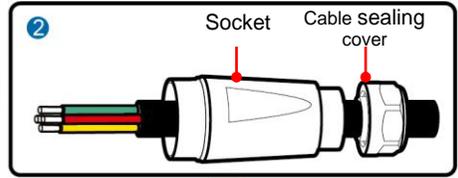
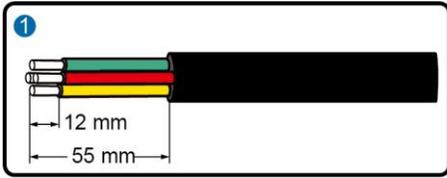
Inverter Model	Cross-sectional Area of the Cable (Recommended)
SUN2000-8KTL/10KTL/12KTL	4.0 mm <sup>2</sup> (12 AWG)
SUN2000-15KTL/17KTL/20KTL/23KTL/28KTL	6.0 mm <sup>2</sup> (10 AWG) / 10.0 mm <sup>2</sup> (8 AWG)

#### NOTE

The table lists only the recommended cable specifications. For more information about cable specifications, see the *SUN2000 (8KTL-28KTL) User Manual*.

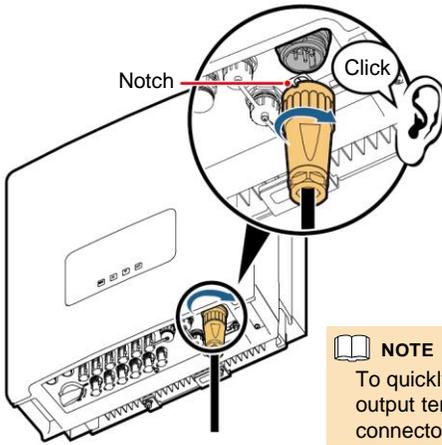
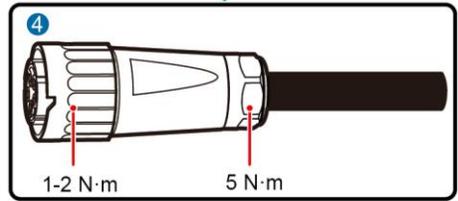
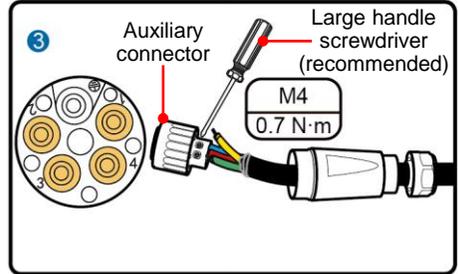
#### NOTICE

1. Do not use solid conductor hard cables.
2. 3-core outdoor cables (L1, L2, L3) are configured for the SUN2000-28KTL and 4-core outdoor cables (L1, L2, L3, and N) are for other models.



**NOTICE**

The N cable is inserted into hole 4. Do not insert L1/L2/L3 into .



**NOTE**

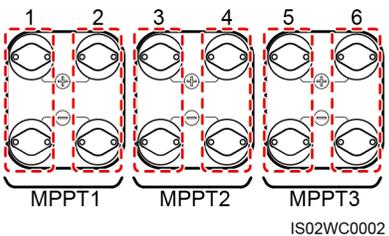
To quickly connect the AC output connector to the AC output terminal of the inverter, keep the notch of the connector facing exactly to the operator.

**NOTICE**

Ensure that the AC output connector is securely connected. Otherwise, the connector may be damaged after the inverter has been running for a long time.

### 2.3 Installing DC Input Power Cables

**Optional DC input terminals:**

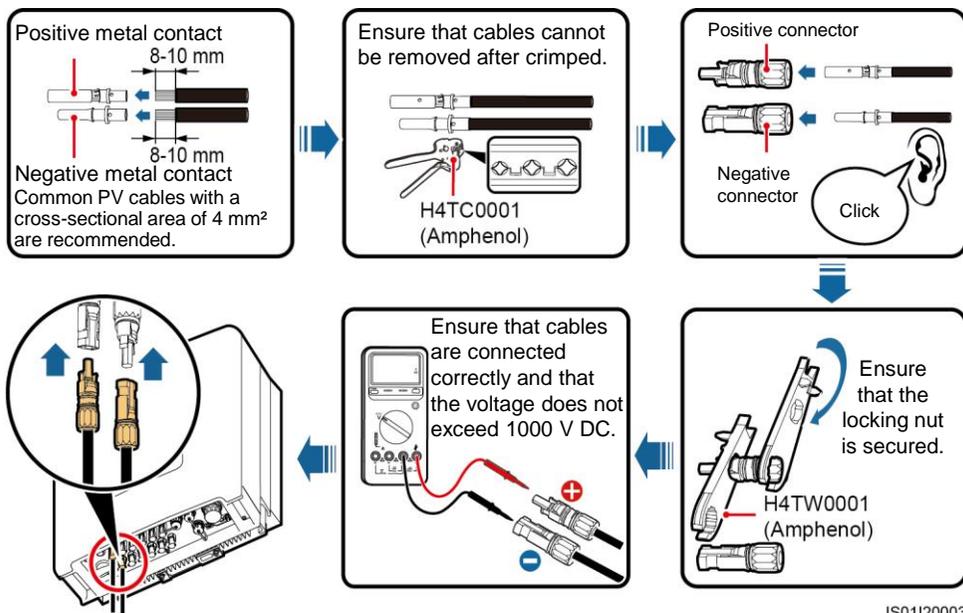


Number of Inputs	8KTL-12KTL	15KTL-28KTL
1	Connects to any one route	Connects to any one route
2	Connects to routes 1 and 3	Connects to routes 1 and 3
3	Connects to routes 1, 2, and 3	Connects to routes 1, 3, and 5
4	Connects to routes 1, 2, 3, and 4	Connects to routes 1, 2, 3, and 5
5	N/A	Connects to routes 1, 2, 3, 4, and 5
6	N/A	Connects to routes 1, 2, 3, 4, 5, and 6

## NOTICE

1. Use the positive and negative metal contacts and DC connectors supplied with the SUN2000. Using other models of positive and negative metal contacts and DC connectors may result in serious consequences. The caused device damage is not covered under any warranty or service agreement.
2. The metal contacts supplied with the DC connectors are either cold forming contacts or stamping forming contacts. Crimp the metal cold forming contacts using crimping tool H4TC0001 (Amphenol). Crimp the metal stamping forming contacts using crimping tool H4TC0002 (Amphenol). Choose the crimping tools that fit the metal contact types. Do not mix up the tools.
3. Before connecting DC input power cables, mark the polarities on the cables to ensure that the cables are connected correctly. If the cables are connected incorrectly, the device may be damaged.
4. Insert the crimped metal terminals of the positive and negative power cables into the appropriate positive and negative connectors. Then pull the DC input power cables to ensure that they are connected securely.
5. Connect the positive and negative connectors to the appropriate positive and negative DC input terminals. Then pull the DC input power cables to ensure that they are connected securely.
6. If the DC input power cables are reversely connected and the DC SWITCH is ON, do not turn off the DC SWITCH immediately. Otherwise, the inverter may be damaged and the damage is beyond the warranty scope. Wait until the PV string voltage reduces to the safety range (below 60 V DC). Then, turn off the DC SWITCH, remove the positive and negative connectors, and rectify the connection.

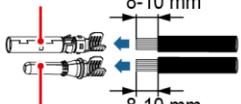
## Installing a DC input power cable (using metal cold forming contacts)



IS0120003

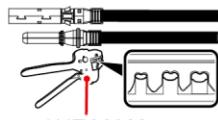
## Installing a DC input power cable (using metal stamping forming contacts)

Positive metal contact  
8-10 mm



Negative metal contact  
8-10 mm

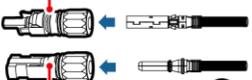
Common PV cables with a cross-sectional area of 4 mm<sup>2</sup> are recommended.



H4TC0002  
(Amphenol)

Ensure that cables cannot be removed after crimped.

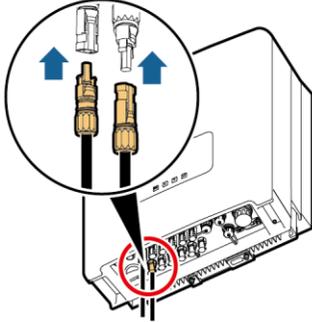
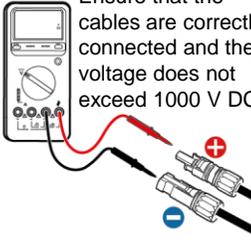
Positive connector



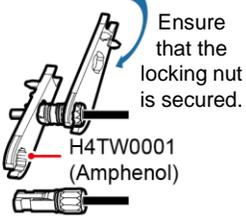
Negative connector



Click

Ensure that the cables are correctly connected and the voltage does not exceed 1000 V DC.

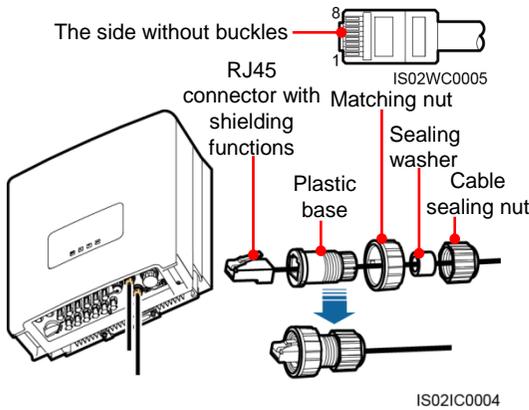


Ensure that the locking nut is secured.

H4TW0001  
(Amphenol)

ISO11C0003

## 2.4 Installing RS485 Communications Cables



No.	Color	Pin Definition
1	White and orange	RS485A, and RS485 differential signal+
2	Orange	RS485B, and RS485 differential signal-
3	White and green	PGND
4	Blue	RS485A, and RS485 differential signal+
5	White and blue	RS485B, and RS485 differential signal-
6	Green	PGND
7	White and brown	PGND
8	Brown	PGND

### 3 Installation Verification

1. Check that all screws, especially the screws used for electrical connections, are secured.	Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/>
2. Check that all circuit breakers are switched to OFF.	Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/>
3. Check that the ground cable is securely connected and no short circuit occurs.	Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/>
4. Check that AC output power cables are connected correctly and securely (the N wire is connected to hole 4, and L1/L2/L3 can be connected to any hole of 1/2/3; for details, see 2.2 Install AC output power cables), with no short circuit.	Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/>
5. Check that DC input power cables are connected correctly and securely, with no short circuit.	Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/>
6. Ensure that idle DC input terminals are sealed.	Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/>
7. Check that the idle USB and RS485 ports are plugged with waterproof plugs.	Passed <input type="checkbox"/> Failed <input type="checkbox"/>

### 4 System Power-on

1. Switch on the AC circuit breaker between the SUN2000 and the power grid.
2. Ensure that the DC Switch at the bottom of the SUN2000 is ON.
3. (Optional) Measure the temperatures at the joints between the DC terminals and the connectors.

### 5 Setting Monitoring Parameters

 **NOTE**

1. If no data collector is used, set the following parameters before connecting the SUN2000 to the power grid. For the other parameter settings, see the *SUN2000 (8KTL-28KTL) User Manual*. If a data collector is used, see the *SmartLogger1000 User Manual* for the parameter settings.
2. The preset password for **Common User**, **Advanced User**, and **Special User** is **000001**. Use the preset password to log in to the SUN2000 for the first time and then change the password to a new one to ensure the account security.

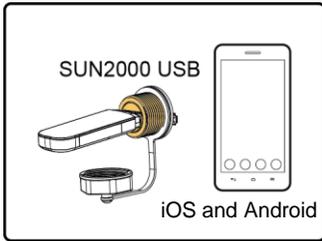
Main Menu	Second-Level Menu	Third-Level Menu	Fourth-Level Menu	Setting
Wizard	Language	-	-	Set based on site requirements.
	Date&Time	Date	-	Set based on site requirements.
		Time	-	Set based on site requirements.
	Grid Code	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• China medium-voltage power grid, choose <b>CHINA-MV480</b>.</li> <li>• China low-voltage power grid, choose <b>NB/T 32004</b>.</li> </ul> For other cases, see the Appendix.
Main Menu	Settings	Isolation (Advanced User)	Input Grounded, With TF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• When the PV- is grounded, an isolation transformer should be connected. Set <b>Isolation</b> to <b>Input Grounded, With TF</b>.</li> <li>• When the PV- is not grounded, set <b>Isolation</b> to <b>Input Ungrounded, Without TF</b> or <b>Input Ungrounded, With TF</b>.</li> </ul>
			Input Ungrounded, Without TF	
			Input Ungrounded, With TF	

# 6 SUN2000 APP

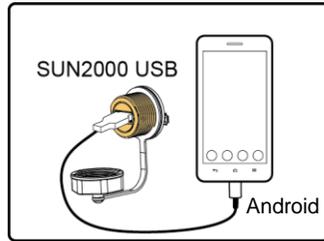
## NOTE

1. The SUN2000 app enables the SUN2000 to communicate with the monitoring system through a USB data cable or Bluetooth for you to query alarms, configure parameters, and perform routine maintenance. The SUN2000 app is a convenient platform for local monitoring and maintenance. The app name is SUN2000.
2. Access the Huawei app store (<http://appstore.huawei.com>), **Google Play** (<https://play.google.com>), or **App Store** (iOS), search for **SUN2000**, and download the SUN2000 app software package.
3. Connect a USB data cable or a Bluetooth module to the USB port of the SUN2000 to enable the communication between the SUN2000 and the app.

### Bluetooth connection



### USB data cable connection



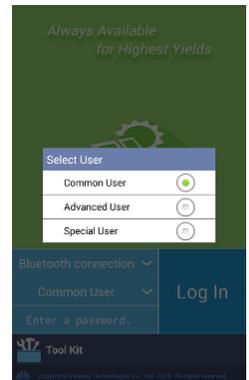
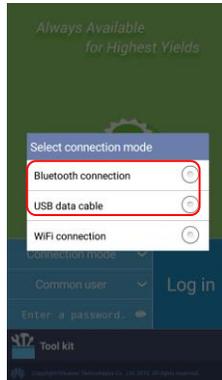
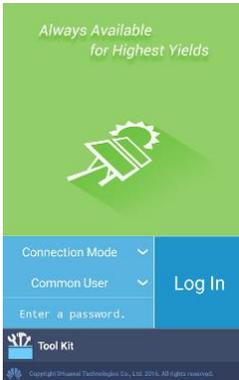
IS07H00020

Login screen

Selecting a connection mode

Connecting Bluetooth

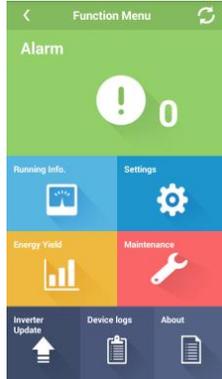
Switching between users



## Quick settings



## Main menu screen



### NOTICE

- The preset passwords for **Common User**, **Advanced User**, and **Special User** are **00000a**.
- Use the preset password upon initial login. To ensure account security, change the password immediately after login.
- The screen snapshots in this document correspond to app 2.2.00.035 (Android).
- Set the correct grid code based on the application region and scenario of the SUN2000.

## Appendix: Power Grid Standard Code Mapping Table

No.	Power Grid Standard Code	Country and Condition	No.	Power Grid Standard Code	Country and Condition
1	CHINA-MV480	China medium-voltage power grid	24	IEC61727-MV480	IEC medium-voltage power grid
2	NB/T 32004	China low-voltage power grid	25	VDE 0126-1-1-BU	Bulgaria low-voltage power grid
3	UTE C 15-712-1(A)	France low-voltage power grid	26	VDE-AR-N-4105	Germany low-voltage power grid
4	UTE C 15-712-1(B)	Islands of France 230 V 50 Hz	27	BDEW-MV480	Germany medium-voltage power grid
5	UTE C 15-712-1(C)	Islands of France 230 V 60 Hz	28	BDEW-MV	Germany medium-voltage power grid (400 V AC)
6	UTE C 15-712-1-MV480	France medium-voltage power grid	29	TAI-PEA	Thailand low-voltage power grid (PEA)
7	G59-England-MV480	UK 480 V Medium-voltage power grid (I > 16 A)	30	TAI-MEA	Thailand low-voltage power grid (MEA)
8	G59-England	England 230 V power grid (I > 16 A)	31	TAI-PEA-MV480	Thailand medium-voltage power grid (PEA)
9	G59-Scotland	Scotland 240 V power grid (I > 16 A)	32	TAI-MEA-MV480	Thailand medium-voltage power grid (MEA)
10	G83-England	England 230 V power grid (I < 16 A)	33	EN 50438-DK	Denmark medium-voltage power grid
11	G83-Scotland	Scotland 240 V power grid (I < 16 A)	34	Japan(50Hz)	Japan power grid (50 Hz)
12	CEI0-21	Italian low-voltage power grid	35	Japan(60Hz)	Japan power grid (60 Hz)
13	CEI0-16	Italian medium-voltage power grid	36	EN50438-TR-MV480	Turkey medium-voltage power grid
14	IEC61727	IEC low-voltage power grid	37	EN50438-TR	Turkey low-voltage power grid
15	VDE 0126-1-1-GR(A)	Mainland of Greece low-voltage power grid	38	C10/11	Belgium low-voltage power grid
16	VDE 0126-1-1-GR(B)	Islands of Greece low-voltage power grid	39	C11/C10-MV480	Belgium medium-voltage power grid
17	EN50438-CZ	Czech Republic low-voltage power grid	40	Philippines	Philippines low-voltage power grid
18	RD1699	Spanish low-voltage power grid (Pn < 100 kW)	41	Philippines-MV480	Philippines medium-voltage power grid
19	RD661	Spanish low-voltage power grid (Pn > 100 kW)	42	EN50438-NL	Netherlands low-voltage power grid
20	AS4777	Australia low-voltage power grid	43	Custom(50Hz)	Reserved
21	AS4777-MV480	Australia medium-voltage power grid	44	Custom(60Hz)	Reserved
22	NRS-097-2-1	South Africa low-voltage power grid	45	Custom-MV480 (50Hz)	Reserved
23	NRS-097-2-1-MV480	South Africa medium-voltage power grid	46	Custom-MV480 (60Hz)	Reserved

### NOTE

Grid codes are subject to change. The listed codes are for your reference only.

**Huawei Technologies Co., Ltd.**  
Huawei Industrial Base, Bantian, Longgang  
Shenzhen 518129 People's Republic of China  
[www.huawei.com](http://www.huawei.com)



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**PLANOS**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González

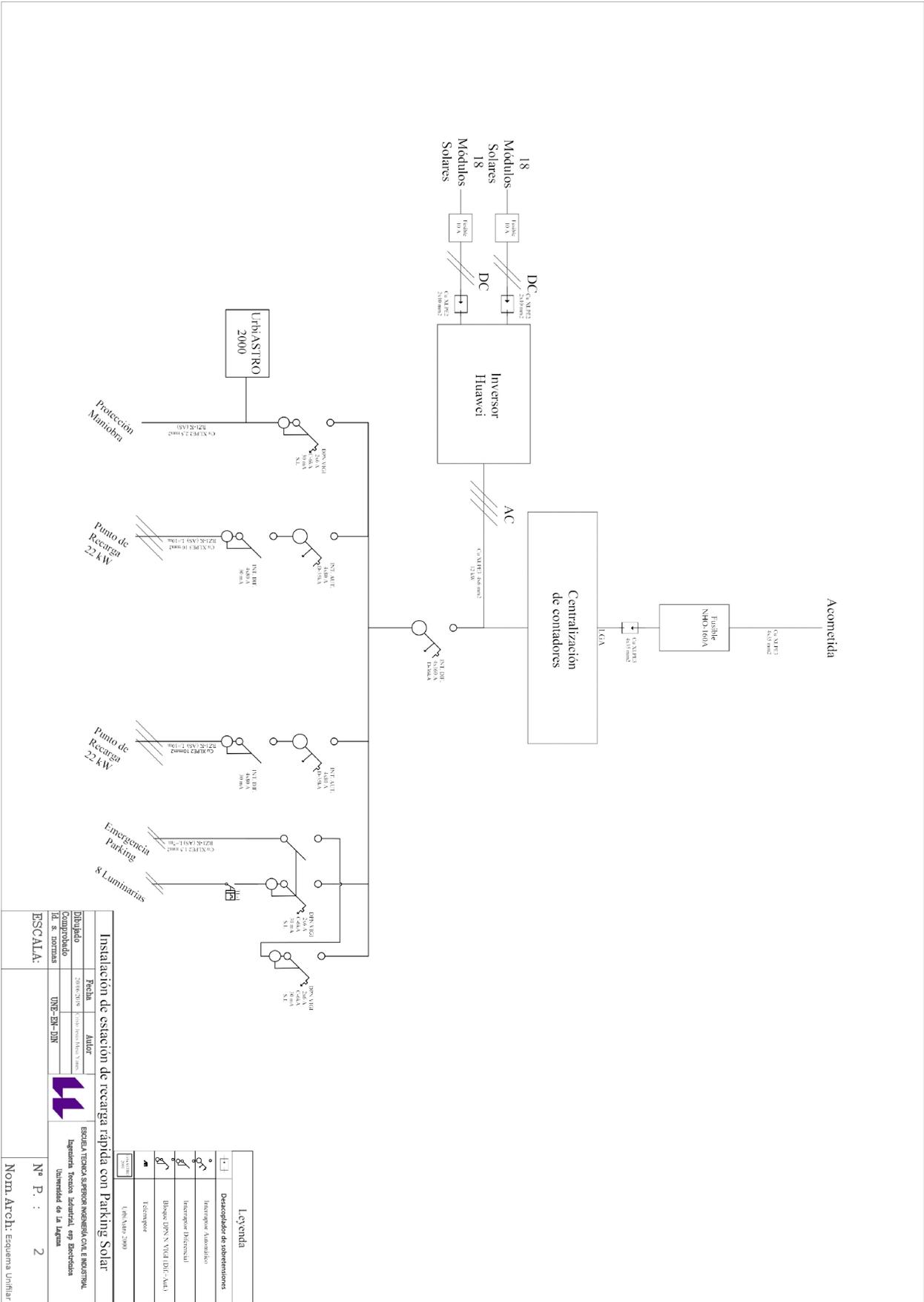


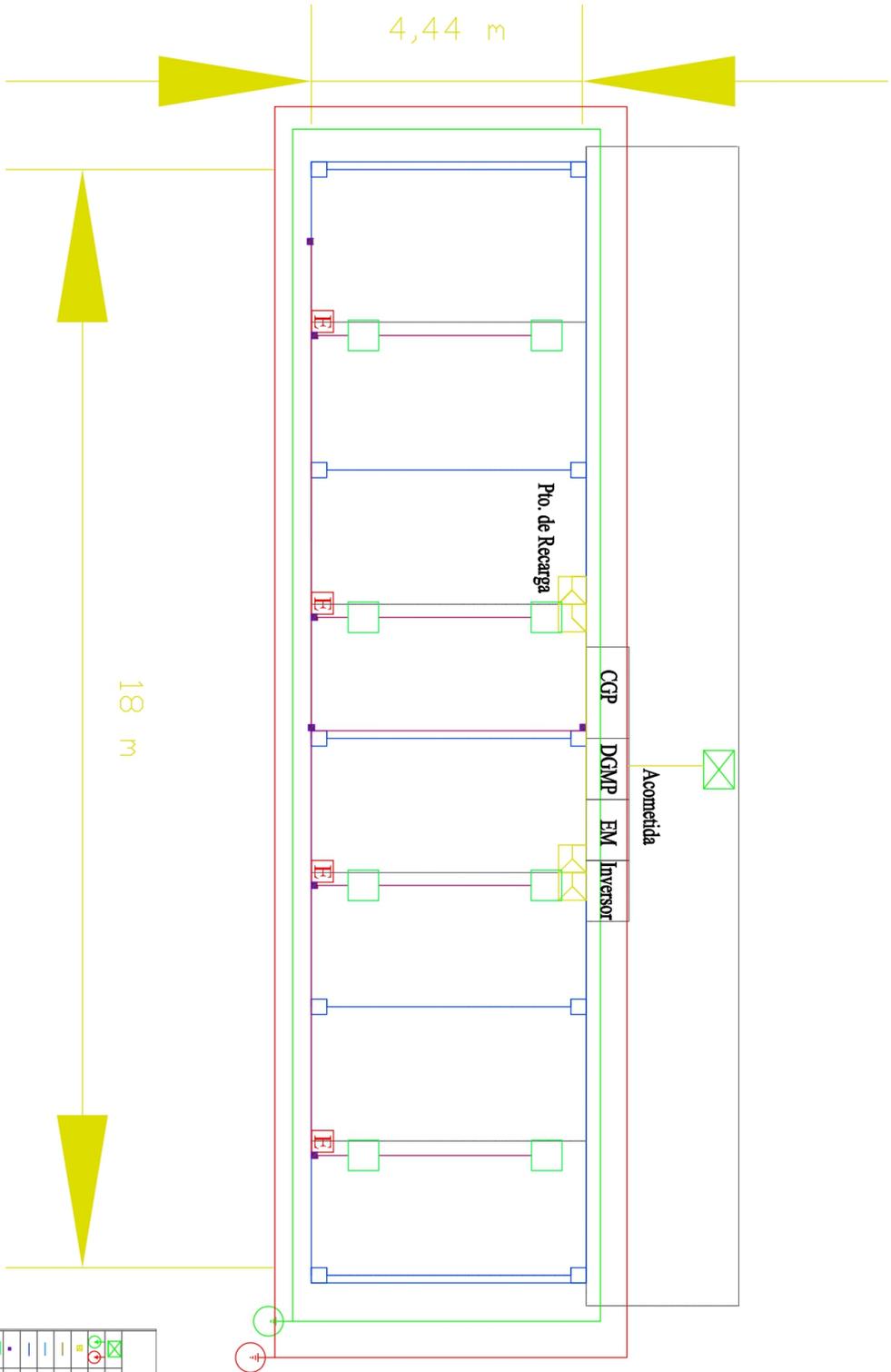
# ÍNDICE PLANOS

1. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
2. ESQUEMA UNIFILAR
3. PLANO DE INSTALACIÓN



Instalación de estación de recarga rápida con Parking Solar			
	<b>Fecha</b>	<b>Autor</b>	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL Ingeniería Técnica Industrial, esp. Electrónica Universidad de La Laguna
<b>Dibujado</b>	20/06/2019	Cristo Josa Mesa Yanes	
<b>Comprobado</b>			
<b>Id. s. normas</b>	UNE-EN-DIN		
<b>ESCALA:</b>			Nº P. : 1
			Nom. Arch.: Plano Emplazamiento





### Leyenda

	Arquitecto A2
	Anillo Tierra
	Punto de Recarga
	Tubo enterrado
	Tubo PVC
	Techo Solar
	Caja de Derivación
	Luminaria Estanca 54 W
	Luminaria de Emergencia

Instalación de estación de recarga rápida con Parking Solar			
Dibujado	Fecha	Autor	
Comprobado	20/6/2019	Cristóbal Frías, M.ª Y.ª	
Rel. s. normas		UNE-BN-DIN	Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna
ESCALA:		Nº P. : 3	
		Nom. Arch.: Plano de Instalación	



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**PLIEGO DE CONDICIONES**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González



## ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES FACULTATIVAS.....	7
1.2    TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA. ....	7
1.3    CONSTRUCTOR O INSTALADOR.....	8
1.4    VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO. ....	9
1.5    PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA. ....	9
1.6    TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.....	9
1.7    INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES. ....	10
1.8    RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA .....	10
1.9    ORDEN DE LOS TRABAJOS. ....	11
1.10   CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS. ....	11
1.11   DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA. ....	11
1.12   GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS. ....	11
1.13   LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	12
1.14   DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	12
1.15   CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE .....	12
1.16   DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	12
2.    CONDICIONES ECONÓMICAS .....	13
2.1    MEDICIÓN Y ABONO. ....	13
2.2    PRECIOS CONTRADICTORIOS. ....	13
2.3    RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.....	13
2.4    ACOPIO DE MATERIALES. ....	13
2.5    MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.....	14
2.6    PAGOS. ....	14
2.7    IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS. ....	14
2.8    DEMORA DE LOS PAGOS. ....	14
2.9    MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS. ....	15
2.10   UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.....	15
2.11   SEGURO DE LAS OBRAS. ....	15
2.12   CONSERVACIÓN DE LA OBRA.....	16
2.13   USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.....	17
3.    CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y.....	18
MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA .....	18
TENSIÓN.....	18

3.1	CONDICIONES GENERALES. ....	18
3.2	CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO PARA BAJA TENSIÓN. ....	18
3.2.1	MODOS DE INSTALACIÓN .....	19
3.2.2	CAÍDAS DE TENSIÓN .....	19
3.2.3	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES.....	20
3.2.4	FACTORES DE CORRECCIÓN .....	20
3.3	ACOMETIDA .....	20
3.3.1	DEFINICIÓN.....	20
3.3.2	ACOMETIDA SUBTERRANEA.....	20
3.3.3	INSTALACIÓN .....	20
3.3.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES Y CONDUCTORES.....	21
3.4	CAJA GENERAL DE PROTECCIONES.....	21
3.4.1	DEFINICIÓN.....	21
3.4.2	TIPOLOGIAS .....	22
3.4.3	CARACTERISTICAS .....	22
3.4.4	DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN .....	23
3.4.5	ENTRADA Y SALIDA DE CABLES.....	23
3.4.6	BASES DE LOS CORTACIRCUITOS FUSIBLES.....	24
3.4.7	CONEXIONES DE ENTRADA Y DE SALIDA .....	24
3.4.8	CARACTERISTICAS DEL NEUTRO .....	25
3.4.9	EMPLAZAMIENTO DE LA CGP .....	25
3.4.10	ELECCIÓN Y DIMENSIONES DE LA CGP .....	26
3.5	LINEA GENERAL DE ALIMENTACION .....	26
3.5.1	DEFINICION.....	27
3.5.2	CARACTERISTICAS .....	27
3.5.3	EQUIPOS DE MEDIDA .....	27
3.5.4	DEFINICION.....	27
3.5.5	CARACTERISTICAS GENERALES .....	28
3.5.6	FORMAS DE COLOCACION .....	28
3.5.7	CONSTITUCIÓN .....	28
3.5.8	INSTALADO INDIVIDUALMENTE Y POTENCIA CONTRADA > 44 KW. ....	29
3.5.9	ENVOLVENTES.....	30
3.5.10	CABLEADO DEL EQUIPO DE MEDIDA.....	32
3.5.11	SITUACION.....	33
3.6	DERIVACIÓN INDIVIDUAL .....	33
3.6.1	DEFINICION.....	33

3.6.2	INSTALACIÓN .....	34
3.6.3	CABLES .....	35
3.7	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN .....	36
3.7.1	SITUACION.....	36
3.7.2	COMPOSICION Y CARACTERISITCAS DE LOS CUADROS .....	36
3.7.3	CARACTERISITCAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION .....	37
3.8	SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO EN INSTALACIONES DE ENLACE. ....	38
4.	CONDICIONES REVISIÓN Y MANTENIMIENTO .....	39
4.1	MANTENIMIENTO Y GARANTÍA.....	39
4.2	ACABADOS Y REMATES FINALES .....	39
4.3	PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA .....	40
4.4	INSPECCIONES.....	41
4.5	CALIDADES .....	41
4.6	SEGURIDAD .....	42
4.7	DOCUMENTACIÓN.....	43
4.7.1	DOCUMENTACIÓN GRÁFICA .....	43
4.7.2	DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA.....	44
5.	OBJETO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	45
6.	GENERALIDADES .....	45
7.	DEFINICIONES.....	46
8.	DISEÑO .....	50
8.1	DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	50
8.2	INTEGRACIÓN ARQUITECTONICA.....	50
9.	COMPONENTES Y MATERIALES .....	51
9.1	GENERALIDADES.....	51
9.2	SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS .....	52
9.3	ESTRUCTURA DE SOPORTE .....	54
9.4	INVERSORES .....	55
9.5	CABLEADO .....	57
9.6	CONEXIÓN A RED.....	58
9.7	MEDIDAS .....	58
9.8	PROTECCIONES.....	58
9.9	PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS .....	58
9.10	ARMONICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA .....	59
9.11	MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	59
10.	RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	60

10.1	CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA .....	61
10.2	RENDIMIENTO ENERGETICO DE LA INSTALACIÓN O PERFORMANCE RATIO PR .....	62
11.	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE CONTRATO DE MANTENIMIENTO .....	63
11.1	GENERALIDADES.....	63
11.2	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO .....	63
11.3	GARANTÍAS .....	64
11.3.1	ÁMBITO GENERAL DE LA GARANTÍA .....	64
11.3.2	PLAZOS.....	65
11.3.3	CONDICIONES ECONOMICAS .....	65
11.3.4	ANULACIÓN DE LA GARANTÍA.....	66
11.3.5	LUGAR Y TIEMPO DE LA PRESENTACIÓN .....	66

## **1. CONDICIONES FACULTATIVAS.**

### **1.1 TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA.**

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
  
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
  
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
  
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
  
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
  
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
  
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
  
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
  
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
  
- Suscribir el certificado final de la obra.

## **1.2 CONSTRUCTOR O INSTALADOR.**

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **1.3 VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### **1.4 PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.**

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **1.5 TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria,

Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

## **1.6 INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## **1.7 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

## **1.8 ORDEN DE LOS TRABAJOS.**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

## **1.9 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

## **1.10 DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

## **1.11 GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrán comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

### **1.12 LIMPIEZA DE LAS OBRAS.**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

### **1.13 DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.**

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente, según lo establecidos en los apartados siguientes.

### **1.14 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

### **1.15 DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

## **2. CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **2.1 MEDICIÓN Y ABONO.**

Las diferentes unidades de obra se medirán y abonarán según aparece en el Cuadro de Número Uno.

### **2.2 PRECIOS CONTRADICTORIOS.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **2.3 RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

### **2.4 ACOPIO DE MATERIALES.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## **2.5 MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

## **2.6 PAGOS.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

## **2.7 IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

## **2.8 DEMORA DE LOS PAGOS.**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## **2.9 MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

## **2.10 UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

## **2.11 SEGURO DE LAS OBRAS.**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público,

el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## **2.12 CONSERVACIÓN DE LA OBRA.**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

### **2.13 USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

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

#### **3.1 CONDICIONES GENERALES.**

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

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

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

#### **3.2 CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO PARA BAJA TENSIÓN.**

Conductores eléctricos para instalaciones interiores dentro del campo de aplicación del artículo 2 (límites de tensión nominal igual o inferior a 1000V) y con tensión asignada dentro de los márgenes fijados en el artículo 4 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT-19).

### **3.2.1 MODOS DE INSTALACIÓN**

Según la clasificación establecida en la UNE 20460-5-523 (tabla 52-B2) en la que se identifican instalaciones cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar por lo que pueden agruparse en una determinada tabla común de cargas.

Denominación según UNE 20460. Conductores aislados: Conductores aislados sin cubierta, unipolares, con nivel de aislamiento hasta 750V. Se instalarán en conductos de superficie o empotrados o sistemas cerrados análogos. Cables: Conductores aislados con una cubierta adicional, unipolares o multipolares, con un nivel de aislamiento de 1000V.

Las condiciones generales de instalación serán las que se establecen en la ITC-BT-19.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan las conexiones con terminales de presión y fundas termorretráctiles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor sobresalga de la borna o terminal.

Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits. No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor, sobre todo.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudiquen a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederán de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

### **3.2.2 CAÍDAS DE TENSIÓN**

La sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización se corresponda con los valores máximos fijados en la ITC-BT-19.

### **3.2.3 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES**

De acuerdo con los valores indicados en la UNE 20460-5-523 (tabla A.52-1bis) para una temperatura ambiente del aire de 40°C y para los distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable. Se deberá tener en cuenta la división entre cables termoplásticos (PVC, Z1 o similares) y termoestables (XLPE, EPR, Z o similares).

### **3.2.4 FACTORES DE CORRECCIÓN**

Cuando las condiciones de la instalación sean distintas a las fijadas en la tabla A.52-1bis (temperatura ambiente distinta a 40°C, circuitos agrupados en una misma canalización, influencia de armónicos, etc.), se tomarán los factores de correcciones correspondientes a las condiciones de instalación previstas.

## **3.3 ACOMETIDA**

Con carácter general se atenderá a lo dispuesto en la ITC-BT-11.

### **3.3.1 DEFINICIÓN**

Parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (en adelante CGP).

### **3.3.2 ACOMETIDA SUBTERRANEA**

Este tipo de instalación, se realizará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-07. Se tendrá en cuenta las separaciones mínimas indicadas en la ITC-BT-07 en los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicación y con otros conductores de energía eléctrica.

### **3.3.3 INSTALACIÓN**

Con carácter general, las acometidas se realizarán siguiendo los trazados más cortos, realizando conexiones cuando éstas sean necesarias mediante sistemas o dispositivos apropiados. En todo caso se realizarán de forma que el aislamiento de los conductores se mantenga hasta los elementos de conexión de la CGP.

La acometida discurrirá por terrenos de dominio público excepto en aquellos casos de acometidas aéreas o subterráneas, en que hayan sido autorizadas las

correspondientes servidumbres de paso. Se evitará la realización de acometidas por patios interiores, garajes, jardines privados, viales de conjuntos privados cerrados, etc..

En general se dispondrá de una sola acometida por edificio o finca. Sin embargo, podrán establecerse acometidas independientes para suministros complementarios establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión o aquellos cuyas características especiales (potencias elevadas, entre otras) así lo aconsejen.

### **3.3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES Y CONDUCTORES**

Los conductores o cables serán aislados, de cobre o aluminio y los materiales utilizados y las condiciones de instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en la ITC-BT-06 y la ITC-BT-07 para redes aéreas o subterráneas de distribución de energía eléctrica respectivamente.

Por cuanto se refiere a las secciones de los conductores y al número de los mismos, se calcularán teniendo en cuenta los siguientes aspectos: - Máxima carga prevista de acuerdo con la ITC-BT-10. - Tensión de suministro. - Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación. - La caída de tensión máxima admisible.

Esta caída de tensión será la que la empresa distribuidora tenga establecida, en su reparto de caídas de tensión en los elementos que constituyen la red, para que en la caja o cajas generales de protección esté dentro de los límites establecidos por el Reglamento por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

## **3.4 CAJA GENERAL DE PROTECCIONES**

Con carácter general se atenderá a lo dispuesto en la ITC-BT-13.

### **3.4.1 DEFINICIÓN**

Es la caja destinada a alojar exclusivamente los elementos de protección de la Línea General de Alimentación, señalando el principio de la instalación propiedad del usuario.

### **3.4.2 TIPOLOGIAS**

La intensidad nominal de estas cajas estará comprendida entre 100 y 630 A. El esquema de caja general de protección a utilizar, estará en función de las necesidades del suministro solicitado, del tipo de red de alimentación y será del tipo 7 ó 9. En el caso de alimentación subterránea, cuando exista salida de red de distribución, ésta será única y de la misma sección (sin protección). En este caso los esquemas a utilizar serán el 14 o el 10 respectivamente.

Las cajas CGP-7 y CGP-14 son cajas con entrada y salida de cables por la parte inferior. Las cajas CGP-9 y CGP-10 son cajas con entrada de cable por la parte inferior y salida por la parte superior.

El uso de los esquemas 9 y 10 sólo se aplicarán en el caso de acometida subterránea y en el que la LGA tenga que conectarse en el interior de una envolvente ubicada sobre de la CGP.

### **3.4.3 CARACTERISTICAS**

Bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, y una conexión amovible para el neutro situada a la izquierda de las fases.

También dispondrá de un sistema mediante el que la tapa, en posición abierta, quede unida al cuerpo de la caja sin que entorpezca la realización de trabajos en el interior. Su ángulo de apertura será superior a 90°. Cuando la CGP sea accesible desde el suelo el cierre de la tapa se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular de 11 mm de lado y posibilidad de cierre por candado.

Cuando la CGP esté a más de 3 m del suelo dicho cierre será con tornillos y deberán ser imperdibles. Todos estos dispositivos tendrán un orificio de 2 mm de diámetro, como mínimo, para el paso del hilo precinto. En el caso de que la CGP sea accesible desde el suelo debe estar diseñada de forma que, abierta la tapa de la CGP no pueda accederse directamente a partes en tensión y a conductores que no tengan, además del aislamiento funcional, una protección suplementaria de grado de protección no inferior a IP 20 (Norma UNE 20324) e IK 07 (Norma UNEEN 50102). Esta protección será transparente y de grosor mínimo 2 mm. Deberán tener su interior ventilado con el fin de evitar las condensaciones y los elementos que proporcionen esta ventilación no deberá reducir su grado de protección. Así mismo, cuando se instale en un nicho, la puerta de éste no impedirá esta ventilación. Si la trasera de la CGP da a un local o zona no común del edificio se protegerá mediante una plancha metálica de 2,5 mm de espesor, de tal manera que proteja a éste de cualquier golpe o taladro que involuntariamente se pueda realizar.

### **3.4.4 DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN**

La CGP estará diseñada de forma tal que se pueda instalar mediante los correspondientes elementos de fijación, manteniendo la rigidez dieléctrica y el grado de protección previsto para cada una de ellas. No se permitirá taladrar las cajas para su fijación.

### **3.4.5 ENTRADA Y SALIDA DE CABLES**

La disposición para entrada y salida de los cables por la parte inferior de las CGP de intensidades superiores a 100 A, será tal que permita la conexión de los mismos sin necesidad de ser enhebrados. En los casos de red subterránea en los que la CGP esté anexa a un Armario de Distribución, origen de la nueva acometida, se admite el paso directo por los laterales inferiores adyacentes, siempre y cuando se mantenga la rigidez dieléctrica y el grado de protección previsto para cada una de ellas.

La CGP de intensidad superior a 100 A dispondrá de un orificio independiente que permita el paso de un cable aislado, de hasta 50 mm<sup>2</sup>, para la puesta a tierra del neutro. El conductor discurrirá por un tubo de 32 mm de diámetro hasta la arqueta de la acometida donde irá el punto de puesta a tierra. Los orificios para el paso de los cables llevarán incorporados dispositivos de ajuste, que se suministrarán colocados en su emplazamiento o en el interior de las CGP.

En caso de que se adose otra caja sobre la CGP y la salida de la LGA sea por la parte superior (esquema 9 ó 10), éstas deberán disponer de un útil homologado que mantenga el grado de protección y estanqueidad para el paso de los conductores. Los dispositivos de ajuste dispondrán de un sistema de fijación tal que permita que, una vez instalados, sean solidarios con la CGP, pero que en cuanto se abra la misma, sean fácilmente desmontables.

Las llegadas y salidas de los cables deberán estar convenientemente selladas, tal que se evite la entrada de animales, humedades, etc. El material que se utilice para el sellado será compatible con el tipo de instalación eléctrica.

### **3.4.6 BASES DE LOS CORTACIRCUITOS FUSIBLES**

Las bases de los cortacircuitos para fusibles de cuchillas serán de tensión nominal de 500 V, unipolares y desmontables del tipo NH BUC (Bases Unipolares Cerradas). El tipo de bases a utilizar deberá ser coherente con el esquema eléctrico de la CGP.

En redes subterráneas se admitirá la instalación de BTVC (Base Tripolar Vertical Cerrada), en las que las pletinas del embarrado quedarán aisladas mediante fundas termorretráctil. En ambos casos llevarán una conexión amovible para el neutro situada a la izquierda de las fases. Las CGP con bases de cortacircuitos del tipo BUC, tendrán pantallas aislantes, entre todos los polos, de forma que, una vez instalados los terminales, imposibiliten un cortocircuito entre fases o entre fase y neutro.

El espesor mínimo de estas pantallas será de 2,5 mm. Éstas tendrán un diseño o un dispositivo que permita fijarlas entre las bases portafusibles, de manera que, siendo fácilmente desmontables, quede imposibilitado su desplazamiento de forma accidental.

### **3.4.7 CONEXIONES DE ENTRADA Y DE SALIDA**

Las conexiones de entrada y salida se efectuarán mediante terminales de pala, excepto en aquellas de tamaño 00. En la CGP con entrada y salida por su parte inferior, la disposición relativa de las conexiones se efectuará teniendo en cuenta que la conexión más próxima a la puerta es la correspondiente a la línea general de alimentación.

En las de intensidad asignada superior a 100 A., el neutro llevará incorporado un borne o terminal que permita la conexión independiente del conductor de protección. Esta conexión se realizará siempre por la parte de la red de distribución. La capacidad del mismo será tal que permita la conexión de un conductor de 6 a 50 mm<sup>2</sup> de cobre.

En las CGP con entrada y salida de cables por su parte inferior, de intensidades asignadas inferiores a 160 A, la situación de los bornes o de las conexiones, debe permitir que el radio de curvatura del cable de 0,6/1 kV, de la máxima sección prevista, sea superior a 5 veces su diámetro. Podrán aceptarse otras soluciones constructivas previo acuerdo con la empresa suministradora, atendiendo a la ITC-BT-13.

Las pletinas adicionales de soporte de las conexiones tendrán los puntos de sujeción necesarios para evitar que se deformen o se desplacen al efectuar el apriete de los tornillos de conexión.

### **3.4.8 CARACTERÍSTICAS DEL NEUTRO**

El neutro estará constituido por una conexión amovible de pletina cobre, situada a la izquierda de las fases, mirando a las CGP como si estuvieran en posición de servicio. La conexión y desconexión se deberá realizar sin manipular los cables. El dispositivo de apriete correspondiente será inoxidable, de cabeza hexagonal y con arandela incorporada.

### **3.4.9 EMPLAZAMIENTO DE LA CGP**

Se instalará en la fachada del edificio, preferentemente en la fachada principal. No está permitida su ubicación en rampas o zonas de rodadura para accesos a garajes, salvo en casos excepcionales debidamente justificados y previo acuerdo con la empresa distribuidora.

Para las CGP que sea necesario instalar en cascos históricos, su ubicación podrá ser en el interior del vestíbulo, o zaguán, de acceso al inmueble, siempre y cuando se trate de obras de rehabilitación o reforma de una edificación existente, no autorizándose este tipo de instalaciones en obras de nueva construcción.

Se podrán admitir otras soluciones en casos excepcionales motivadas por el entorno histórico-artístico, estas soluciones contemplarán las disposiciones municipales, así como las características y tipología de la red.

La distancia mínima entre la envolvente de la CGP y otras instalaciones tales como agua, gas, etc., será de 30 cm. Cuando se trate de una zona en la que esté proyectado el paso de la red aérea a subterránea, la caja general de protección se situará como si se tratase de una acometida en subterránea. Tal exigencia deberá ser justificada por la empresa distribuidora, a través de la acreditación de la existencia del oportuno proyecto o norma urbanística en vigor.

Cuando la acometida sea subterránea se instalará preferentemente en un nicho en pared (empotrada o fijada con tornillos), que se cerrará con una puerta de aluminio o acero inoxidable, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, la cual será revestida exteriormente de acuerdo con las características de la fachada o entorno y estará protegida contra la corrosión disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Será admisible el montaje empotrado, siempre y cuando la puerta de la CGP cumpla el grado de protección IK 10, pudiendo, en tal caso, aplicarse un revestimiento exterior para mimetizarla con las características de la fachada o entorno.

La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm y máximo de 90 cm sobre el nivel del suelo. Esta puerta no tendrá aristas vivas que sobresalgan, se señalará mediante placa rígida de riesgo eléctrico y su ángulo de apertura será mayor de 90°.

Asimismo, con objeto de facilitar la operación de explotación en el caso de instalar puerta del nicho, se guardará una distancia mínima de 10 cm en todo su contorno desde el perímetro de la CGP hasta el marco de la puerta del nicho. Además, la puerta del nicho, deberá contar con posibilidad de cierre para candado.

Los revestimientos exteriores aplicables no podrán disminuir el grado de seguridad ni restringir la funcionalidad de la instalación.

### 3.4.10 ELECCIÓN Y DIMENSIONES DE LA CGP

En el caso de acometida subterránea, las dimensiones de la CGP estarán condicionadas en función de la sección de la acometida, tal y como se indica en la tabla I.

Sección de los Conductores de Fase de la Acometida (mm <sup>2</sup> )							
	10	16	25	35	50	70	95
Tamaño base portafusible	NH-00	NH-00	NH-00	NH-0	NH-0	NH-1	NH-1
Armario: fondo x alto (cm)	21 x 50	30 x 75	30 x 75				
Diámetro de tubo (mm)	110	110	110	110	110	110	110
	120	150	185	240	2 x 150	2 x 240	
Tamaño base portafusible	NH-1	NH-1	NH-2	NH-2	NH-2	NH-3	
Armario: fondo x alto (cm)	30 x 75	30 x 75	30 x 75	30 x 75	42 x 100	42 x 100	
Diámetro de tubo (mm)	110	160	160	160	200	200	

Tabla I, Características de la CGP en función de la sección de la acometida

En redes de distribución subterránea al pie de cada CGP se colocará una arqueta, y siempre que la acera lo permita será del tipo A3. De la misma partirán dos tubos flexibles de doble pared reforzados de 450 N, de resistencia al impacto normal, según norma UNE-EN 50086-2-4, que llegarán hasta la CGP. Esta arqueta se situará a no más de 2 metros de la vertical de la CGP.

### 3.5 LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

Con carácter general se atenderá a lo dispuesto en la ITC-BT-14.

### **3.5.1 DEFINICION**

La línea general de alimentación (LGA) es aquella que enlaza la caja general de protección (CGP) con una o varias centralizaciones de contadores (CC), existiendo una sola LGA por CGP. Es admisible la instalación de dos CGP por nicho y en tal caso, sólo se podrán instalar dos LGA por nicho.

### **3.5.2 CARACTERISTICAS**

Tal y como establece el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en su ITC-BT-14, no se admitirán cambios de sección en el trazado de las líneas generales de alimentación. Cuando la sección de la LGA, haya sido dimensionada con capacidad suficiente para alimentar diversas CC, se podrá cambiar la sección de la derivación de alimentación de cada CC con respecto a la

que posee dicha LGA. A estos efectos será obligatoria la colocación de una caja de derivación con sus salidas debidamente protegidas según sea el caso, ubicándose

la misma en el interior del local o adosada al armario de la CC.

La intensidad máxima de cada centralización de contadores será de 250 A, que corresponde a:

150 kW en redes a 400 V entre fases.

90 kW en redes a 230 V entre fases.

### **3.5.3 EQUIPOS DE MEDIDA**

Con carácter general se atenderá a lo dispuesto en la ITC-BT-16.

### **3.5.4 DEFINICION**

Se entiende por Equipo de Medida el Conjunto de Contador o Contadores y demás elementos necesarios para el control y medida de la energía eléctrica.

Cada Equipo de Medida estará estructurado en unidades funcionales, entendiéndose como tales las constituidas por los elementos destinados a realizar la misma función. Se podrán instalar de forma individual o concentrados.

### **3.5.5 CARACTERISTICAS GENERALES**

Los cables de conexionado del equipo de medida serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre, de clase 2 según norma UNE 21.022, con un aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables o termoplásticos. Estos cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (UNE 21.1002); y se identificarán según los colores prescritos en la ITC-BT-26, punto 6.2.

Se utilizarán los colores siguientes:

- Negro, marrón y gris para las fases.
- Azul para el neutro.
- Amarillo-verde (bicolor) para los conductores de protección.

### **3.5.6 FORMAS DE COLOCACION**

Cuando los Equipos de Medida se coloquen en el Exterior, se podrán instalar:

- Empotrados en las fachadas, en los muros o vallas de cerramiento o en un monolito situado en los límites de propiedad.
- Concentrado en el interior de hornacinas, caseta o similar.

Cuando los Equipos de Medida se coloquen en el Interior, se podrán instalar:

- Concentrados en Locales.
- Concentrados en Armarios.

### **3.5.7 CONSTITUCIÓN**

El Equipo de Medida, según el tipo, podrá estar formado por:

- Unidad funcional de interruptor general de maniobra.
- Unidad funcional de protección contra sobretensiones.
- Unidad funcional de embarrado general y fusibles de seguridad.
- Unidad funcional de Transformadores de medida.
- Unidad funcional de medida.
- Unidad funcional de comprobación (regleta verificación).
- Unidad funcional de mando o reloj.
- Unidad funcional de embarrado de protección y bornes de salida.

- Unidad funcional de telecomunicaciones.

Las envolventes que contengan estas unidades deberán estar acopladas entre sí y serán precintables.

### **3.5.8 INSTALADO INDIVIDUALMENTE Y POTENCIA CONTRADA > 44 KW.**

Se instalará siempre en el exterior. El nicho que contenga las envolventes de los equipos de medida será de unas dimensiones tales que permitan la fácil instalación y apertura de las mismas, respetándose como mínimo una separación de al menos 10 cm entre el contorno de la envolvente y el marco de la puerta del nicho. Se admitirá el montaje de envolventes dentro de armarios en montaje superficial o empotrado. Éstos tendrán un grado de protección IP 43 e IK 10 y estarán debidamente ventilados. Nunca se ocuparán calles o zonas públicas (aceras, caminos, etc.) salvo autorización administrativa expresa en contrario.

En general estos equipos se instalarán aplicando el concepto de la caja general de protección y medida (CPM), incluyendo en un solo conjunto la caja general de protección (CGP) y el equipo de medida (EM). Al igual que la CGP, sólo en el caso de que la CPM se instale en montaje empotrado y siempre y cuando la puerta de la CPM cumpla el grado de protección IK 10 se podrá prescindir de la puerta del nicho. La puerta del nicho, o puerta de la CPM con grado IK 10, deberá identificar que en su interior existen contadores (rotulado en la puerta la palabra "CONTADOR ELÉCTRICO"), cuando no sean visibles directamente éstos desde el exterior.

Dicha puerta estará dotada de cierre triangular y/o posibilidad de cierre por candado. Nunca se permitirá la entrada y salida de la red de distribución. En caso necesario, se instalará un conjunto de distribución, protección y medida, formado por dos cajas. La caja inferior con entrada y salida de la red. La caja superior, albergará los fusibles de seguridad y el equipo de medida. Se admitirá el montaje de CGP independiente. Esta caja deberá estar adosada o muy próxima a la situación del equipo de medida. En estos casos y siempre que el corte sea visible desde la situación de éste (EM), se podrá prescindir de los fusibles de seguridad del EM al coincidir éstos con los de la CGP.

### **3.5.9 ENVOLVENTES**

Se dispondrá en el interior de 3 envolventes.

#### **3.5.9.1 ENVOLVENTE DE CONTADORES**

Esta envolvente contendrá las unidades funcionales de medida, comprobación y comunicaciones (módem). Esta unidad deberá estar diseñada de forma que permita la fácil instalación y sustitución de los mismos. Las medidas de esta envolvente serán como mínimo de 500 x 500 mm. Se admitirá igualmente medidas mínimas de 700 x 360 mm.

El panel de fijación que soporte los aparatos eléctricos se fijará a la envolvente mediante tornillos, dos de los cuales, diametralmente opuestos, serán precintables. Dicho panel dispondrá de las aberturas necesarias para el conexionado de los distintos aparatos eléctricos y el triángulo de fijación del contador.

La distancia entre los paneles de fijación de los aparatos y las tapas, de la unidad funcional de contadores tendrá un mínimo de 130 mm. La parte frontal de la envolvente correspondiente al contador, llevará una ventana abatible y precintable que permita el acceso al mismo, de dimensiones mínimas 196 x 235 mm<sup>2</sup>, dejando accesible el puerto óptico y el puerto serie de comunicaciones que lleva el contador en el cubre hilos.

La unidad de comprobación (Regleta de Verificación) para suministros en B.T. de Medida Indirecta estará compuesta de 10 elementos (6 intensidad y 4 de tensión) que se designarán por las siglas (R, RR, S, SS, T, TT, 1, 2, 3, N).

#### **3.5.9.2 ENVOLVENTE DE TRANSFORMADORES DE MEDIDA**

Es la unidad destinada a alojar la unidad funcional de transformadores de medida. Esta unidad estará diseñada de tal forma que los transformadores de intensidad del tipo encapsulable sean fácilmente intercambiables y dispondrán de un módulo precintable independiente del resto del equipo de medida.

Las medidas mínimas de la unidad funcional de transformadores de medida son 360 x 540 mm para transformadores 100/5 y 200/5 A, y 540 x 540 mm para 500/5 A o superiores.

El material envolvente de los transformadores de intensidad será de aislamiento seco autoextinguible.

Los transformadores de intensidad serán de las siguientes características:

- Intensidad secundaria 5 A.
- Potencia: 10 VA.
- Clase: 0,5 S.

El resto de características serán las indicadas en la Norma UNE-EN 60044.

Las características específicas para cada uno de los suministros, son las que a continuación se describen en la tabla II.

Relación	Medida de las Pletinas	Borna de Tierra Sección mínima
TI		
100/5A	40x4 mm	16 mm <sup>2</sup>
200/5A	40x4 mm	16 mm <sup>2</sup>
500/5A	50x6 mm	16 mm <sup>2</sup>
1000/5 A (*)	.....	.....

*Tabla II, Medidas de pletinas y bornas para cada tipo de transformador*

En estos casos en que la medida sea indirecta, los transformadores de Intensidad a instalar en función de la potencia a contratar serán los de la tabla siguiente, estableciéndose asimismo la máxima regulación que deben alcanzar los limitadores de potencia según la potencia contratada. Indicados en la tabla III.

R.T. (A)	230/400 V		Máxima Regulación IAR (A)
	Potencia a contratar (kW)		
	desde	hasta	
Clase 0,5 S			
100/5	44**	83	150
200/5	55	166	300
500/5	139	416	750
1000/5	277	831	1500

Tabla III, Clase de transformador en función de la potencia contratada

### 3.5.9.3 ENVOLVENTE DE FUSIBLES

Esta envolvente contendrá la unidad funcional de protección. Esta unidad deberá estar diseñada de forma que permita la fácil instalación y sustitución de los fusibles. Las bases fusibles serán de tensión nominal de 500 V, unipolares y desmontables del tipo NH BUC (Bases Unipolares Cerradas). Las medidas mínimas de estos módulos serán de 540 x 360 mm.

### 3.5.10 CABLEADO DEL EQUIPO DE MEDIDA

El conexionado entre transformadores y regleta serán de clase 5 (flexible). Se realizará utilizando terminales preaislados, siendo de punta los destinados a la conexión de la regleta de verificación y redondo el del secundario del transformador de intensidad.

Los extremos a embornar de los conductores de unión entre elementos de medida, serán identificados de forma indeleble con la siguiente nomenclatura y codificación:

Entrada de intensidad R, S, T.

Salida de intensidad RR, SS, TT.

Tensiones 1, 2, 3, N.

La sección de los conductores de conexionado del equipo de medida será de 6 mm<sup>2</sup>. Para las intensidades y 4 mm<sup>2</sup> para las tensiones.

El conexionado entre la regleta y contadores serán de sección 6 mm<sup>2</sup>.

### **3.5.11 SITUACION**

Cuando el número de contadores a instalar sea superior a 16, será obligatoria su ubicación en local.

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, portales o sectores si su desarrollo es horizontal, la concentración de los contadores se situará de la forma siguiente:

- En edificios de hasta 12 plantas se colocarán en la planta baja, entresuelo o primer sótano. En edificios superiores a 12 plantas se podrá concentrar por plantas intermedias, comprendiendo cada concentración los contadores de 6 o más plantas.
- Podrán disponerse concentraciones por plantas, portales, o sectores, cuando el número de contadores en cada una de las concentraciones sea superior a 16.

## **3.6 DERIVACIÓN INDIVIDUAL**

Con carácter general se atenderá a lo dispuesto en la ITC-BT-16.

### **3.6.1 DEFINICION**

Derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

### 3.6.2 INSTALACIÓN

Los tubos y canales protectoras tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. En las mencionadas condiciones de instalación, los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta, asegurándose así la separación necesaria entre derivaciones individuales.

En cualquier caso, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones. En locales donde no esté definida su partición, se instalará como mínimo un tubo por cada 50 m<sup>2</sup> de superficie.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos.

En el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, en edificios comerciales, de oficinas, o destinados a una concentración de industrias, las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes.

Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego RF 120, preparado única y exclusivamente para este fin, empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en la NBE-CPI-96, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrado convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por la NBE-CPI-96. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, RF 30.

Las dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica, se ajustarán a la tabla IV.

**Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.**

DIMENSIONES (m)		
Número de derivaciones	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Tabla IV, Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica

**3.6.3 CABLES**

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección. En el caso de suministros individuales el punto de conexión del conductor de protección, se dejará a criterio del proyectista de la instalación. Además, cada derivación individual incluirá el hilo de mando para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas. No se admitirá el empleo de conductor neutro común ni de conductor de protección común para distintos suministros.

A efecto de la consideración del número de fases que compongan la derivación individual, se tendrá en cuenta la potencia que en monofásico está obligada a suministrar la empresa distribuidora si el usuario así lo desea.

Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuándose en este caso las conexiones realizadas en la ubicación de los contadores y en los dispositivos de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT 19.

Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1 kV.

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

### **3.7 DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.**

Se atenderá a lo dispuesto en la ITC-BT-17.

#### **3.7.1 SITUACION**

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales, se colocará una caja para el I.C.P.(cuando proceda), antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable.

Esta caja se podrá colocar en el cuadro donde de los dispositivos generales de mando y protección. En todos casos, la situación de los dispositivos generales de mando y protección se realizará lo mas cerca posible de la entrada.

Los dispositivos individuales de mando y protección, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares. En locales de pública concurrencia, se tomarán las precauciones necesarias para que no sean accesibles al público en general. La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. „En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

#### **3.7.2 COMPOSICION Y CARACTERISITCAS DE LOS CUADROS**

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable

y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado. Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario. Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

### **3.7.3 CARACTERISITCAS PRINCIPALES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION**

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo. Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24. Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

### **3.8 SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO EN INSTALACIONES DE ENLACE.**

Al objeto de minimizar los Riesgos Eléctricos, tanto para el usuario en general como para las tareas que impliquen manipulación o maniobra de instalaciones en tensión, establecidas en el Real Decreto 614/2001, todas las cajas y cuadros contemplados en esta norma, se señalarán con el símbolo gráfico de Riesgo eléctrico, contenido en la norma UNE 81501 (L=52 mm).

En el caso de las centralizaciones de contadores las puertas serán señalizadas con el símbolo gráfico de Riesgo Eléctrico, contenido en la norma UNE 81501 (L=110 mm).

## **4. CONDICIONES REVISIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **4.1 MANTENIMIENTO Y GARANTÍA**

La Empresa adjudicataria garantizará por un año el correcto funcionamiento de todos los dispositivos e instalación del Sistema, ante un mal funcionamiento derivado de defectos de los materiales o de la realización de la misma.

Independientemente de esta garantía, la Empresa adjudicataria podrá, a la entrega de la instalación, suscribir un contrato de mantenimiento, por lo que en la presentación de la oferta deberá describir y evaluar su propuesta concreta de mantenimiento, así como la lista de repuestos, para un año, que considere necesarios.

El año mínimo de garantía, se entiende a partir de la recepción definitiva de la instalación.

### **4.2 ACABADOS Y REMATES FINALES**

Antes de la aceptación de la obra por parte de la Dirección Técnica, el Contratista tendrá que realizar a su cargo y sin costo alguno para la Propiedad cuanto se expone a continuación:

- La reconstrucción total o parcial de equipos o elementos deteriorados durante el montaje.
- Limpieza total de canalizaciones, equipos, cuadros y demás elementos de la instalación.
- Evacuación de restos de embalajes, equipos y accesorios utilizados durante la instalación.
- Protección contra posibles oxidaciones en elementos eléctricos o sus accesorios (bandejas, portacables, etc.) situados en puntos críticos, o en período de oxidación.
- Ajuste de la regulación de todos los equipos que lo requieran.
- Letreros indicadores, placas, planos de obra ejecutada y demás elementos aclaratorios de funcionamiento.

### 4.3 PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

Independientemente de las pruebas de puesta en marcha específicas que para algunas instalaciones especiales puedan haber quedado ya recogidas en apartados anteriores de este Pliego, deberán realizarse las siguientes:

- Prueba con las potencias demandadas calculadas, de las instalaciones de alumbrado y fuerza.
- Prueba del correcto funcionamiento de todas las luminarias.
- Prueba de existencia de tensión en todas las bases de enchufe y tomas de corriente.
- Prueba del correcto funcionamiento de todos los receptores conectados a la instalación de fuerza.
- Medida de la resistencia de aislamiento de los tramos de instalación que se considere oportuno.
- Medida de la resistencia a tierra en los puntos que se considere oportuno.

En todo caso, las pruebas reseñadas deberán realizarse en presencia de la Dirección Técnica y siguiendo sus instrucciones. Para ello el Instalador deberá disponer el personal, medios auxiliares y aparatos de medida precisos. Será competencia exclusiva de la Dirección Técnica determinar si el funcionamiento de la instalación o las mediciones de resistencia son correctos y conformes a lo exigido en este Pliego y las reglamentaciones vigentes, entendiéndose que en caso de considerarlos incorrectos el Instalador queda obligado a subsanar las deficiencias sin cargo adicional alguno para la Propiedad.

#### **4.4 INSPECCIONES**

La Dirección de Obra podrá solicitar cualquier tipo de Certificación Técnica de materiales y/o montajes. Asimismo, podrán realizar todas las revisiones o inspecciones que consideren oportunas, tanto en el edificio, como en los Talleres, Fábricas, Laboratorios u otros lugares, donde el Instalador se encuentre realizando trabajos correspondientes a esta instalación. Las mencionadas inspecciones pueden ser totales o parciales, según los criterios que la Dirección de Obra dictamine al respecto para cada caso.

#### **4.5 CALIDADES**

Cualquier elemento, máquina, material y, en general, cualquier concepto en el que pueda ser definible una calidad, ésta será la indicada en el Proyecto, bien determinada por una marca comercial o por una especificación concreta. Si no estuviese definida una calidad, la Dirección de Obra podrá elegir la que corresponda en el Mercado a niveles considerados similares a los del resto de los materiales especificados en Proyecto. En este caso, el Instalador queda obligado, por este Pliego de Condiciones Técnicas, a aceptar el material que le indique la Dirección de Obra.

Si el Instalador propusiese una calidad similar a la especificada en Proyecto, corresponde exclusivamente a la Dirección de Obra definir si ésta es o no similar.

Por tanto, toda marca o calidad que no sea la específicamente indicada en el Documento de medición y presupuesto o en cualquier otro Documento del Proyecto deberá haber sido aprobada por escrito por la Dirección de Obra previamente a su instalación, pudiendo ser rechazada, por tanto, sin perjuicio de ningún tipo para la propiedad, si no fuese cumplido este requisito.

Todos los materiales y equipos deberán ser productos normalizados de catálogo de Fabricantes dedicados con regularidad a la fabricación de tales materiales o equipos y deberán ser de primera calidad y del más reciente diseño del Fabricante que cumpla con los requisitos de estas especificaciones y la normativa vigente.

Salvo indicación expresa escrita en contrario por la Dirección de Obra, no se aceptará ningún material y/o equipo cuya fecha de fabricación sea anterior, en 9 meses o más, a la fecha de Contrato del Instalador.

Todos los componentes principales de equipos deberán llevar el nombre, la dirección del Fabricante y el modelo y número de serie en una placa fijada con seguridad en un sitio visible. No se aceptará la placa del agente distribuidor. En

aquellos equipos en los que se requiera placa o timbre autorizados y/o colocados por la Delegación de Industria o cualquier otro Organismo Oficial, será competencia exclusiva del Instalador procurar la correspondiente placa y abonar cualquier Derecho o Tasa exigible al respecto.

Durante la obra, el Instalador queda obligado a presentar a la Dirección de Obra cuantos materiales o muestras de los mismos le sean solicitados. En el caso de materiales voluminosos, se admitirán catálogos que reflejen perfectamente las características, terminado y composición de los materiales de que se trate.

#### **4.6 SEGURIDAD**

Durante la realización de la obra se estará de acuerdo en todo momento con el "Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo" y, en general, con todas aquellas normas y ordenanzas encaminadas a proporcionar el más alto grado de seguridad, tanto al personal, como al público en general.

El Instalador efectuará a su cargo el plan de seguridad y el seguimiento correspondiente a sus trabajos, debiendo disponer de todos los elementos de seguridad, auxiliares y de control exigidos por la Legislación vigente. Todo ello con la debida coordinación en relación al resto de la obra, por lo que será preceptiva la compatibilidad y aceptación de este trabajo con el plan de seguridad general de la obra y, en cualquier caso, deberá contar con la conformidad de la Dirección Técnica responsable en obra de esta materia y el Contratista general. En cualquier caso, queda enterado el Instalador, por este Pliego de Condiciones Técnicas, que es de su total responsabilidad vigilar y controlar que se cumplen todas las medidas de seguridad descritas en el plan de seguridad, así como las normas relativas a montajes y otras indicadas en este apartado.

El Instalador colocará protecciones adecuadas en todas las partes móviles de equipos y maquinaria, así como barandillas rígidas en todas las plataformas fijas y/o móviles que instale por encima del suelo, al objeto de facilitar la correcta realización de las obras de su competencia.

Todos los equipos y aparatos eléctricos usados temporalmente en la obra serán instalados y mantenidos de una manera eficaz y segura e incluirán su correspondiente conexión de puesta a tierra. Las conexiones a los cuadros eléctricos provisionales se harán siempre con clavijas, quedando prohibida la conexión con bornes desnudos.

## **4.7 DOCUMENTACIÓN**

### **4.7.1 DOCUMENTACIÓN GRÁFICA**

A partir de los planos del Proyecto es competencia exclusiva del Instalador preparar todos los planos de ejecución de obra, incluyendo tanto los planos de coordinación, como los planos de montaje necesarios, mostrando en detalle las características de construcción precisas para el correcto montaje de los equipos y redes por parte de sus montadores, para pleno conocimiento de la Dirección de Obra y de los diferentes oficios y Empresas Constructoras que concurren en la edificación. Estos planos deben reflejar todas las instalaciones en detalle al completo, así como la situación exacta de bancadas, anclajes, huecos, soportes, etc.

El Instalador queda obligado a suministrar todos los planos de detalle, montaje y planos de obra en general, que le exija la Dirección de Obra, quedando este trabajo plenamente incluido en su Oferta.

Estos planos de obra deben realizarse paralelamente a la marcha de la obra y previo al montaje de las respectivas instalaciones, todo ello dentro de los plazos de tiempo exigidos para no entorpecer el programa general de construcción y acabados, bien sea por zonas o bien sea general. Independientemente de lo anterior, el Instalador debe marcar en obra los huecos, pasos, trazados y, en general, todas aquellas señalizaciones necesarias, tanto para sus montadores, como para los de otros oficios o Empresas Constructoras.

Es, asimismo, competencia del Instalador, la presentación de los escritos, Certificados, visados y planos visados por el Colegio Profesional correspondiente, para la Legalización de su instalación ante los diferentes entes u Organismos. Estos planos deberán coincidir sensiblemente con lo instalado en obra.

Asimismo, al final de la obra el Instalador queda obligado a entregar los planos de construcción y los diferentes esquemas de funcionamiento y conexionado necesarios para que haya una determinación precisa de cómo es la instalación, tanto en sus elementos vistos, como en sus elementos ocultos. La entrega de esta Documentación se considera imprescindible previo a la realización de cualquier recepción provisional de obra.

Cualquier Documentación gráfica generada por el Instalador sólo tendrá validez si queda formalmente aceptada y/o visada por la Dirección de Obra, entendiéndose que esta aprobación es general y no releva de ningún modo al

Instalador de la responsabilidad de errores y de la correspondiente necesidad de comprobación y adaptación de los planos por su parte, así como de la reparación de cualquier montaje incorrecto por este motivo.

#### **4.7.2 DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA**

Previo a la recepción de las instalaciones, cada Instalador queda obligado a presentar toda la Documentación de Proyecto, ya sea de tipo Legal y/o Contractual, según los Documentos de Proyecto y conforme a lo indicado en este Pliego de Condiciones. Como parte de esta Documentación, se incluye toda la Documentación y Certificados de tipo Legal, requeridos por los distintos Organismos Oficiales y Compañías Suministradoras.

En particular, esta Documentación se refiere a lo siguiente:

- Certificados de cada instalación, presentados ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía. Incluye autorizaciones de suministro, boletines, etc.
- Idem ante Compañías Suministradoras.
- Protocolos de pruebas completos de las instalaciones (original y copia).
- Manual de instrucciones (original y copia), incluyendo fotocopias de catálogo con instrucciones técnicas de funcionamiento, mantenimiento y conservación de todos los equipos de la instalación.
- Libro oficial de mantenimiento Legalizado.
- Proyecto actualizado (original y copia), incluyendo planos as-built de las instalaciones.
- Libro del edificio Legalizado.

Como parte de la Documentación que debe entregar el Instalador, durante y al final de la obra, queda incluida toda la información relativa al LIBRO DEL EDIFICIO, de acuerdo a lo estipulado por la Ley y según requiera, en todo caso, la Dirección Facultativa. Esta Documentación se refiere a planos as-built, normas e instrucciones de conservación y mantenimiento de las instalaciones, definición de las calidades de los materiales utilizados, así como su garantía y relación de Suministradores y normas de actuación en caso de siniestro o situaciones de emergencia.

## 5. OBJETO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

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

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

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

## 6. GENERALIDADES

Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

Podrá, asimismo, servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.

En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

-Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.

- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

## **7. DEFINICIONES**

### **Radiación solar:**

Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

### **Irradiancia:**

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en KW/m<sup>2</sup>.

**Irradiación:**

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>, o bien en MJ/m<sup>2</sup>.

**Instalaciones fotovoltaicas:**

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

**Instalaciones fotovoltaicas interconectadas:**

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

**Línea y punto de conexión y medida:**

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

**Interruptor automático de la interconexión:**

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

**Interruptor general:**

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

**Generador fotovoltaico:**

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

**Rama fotovoltaica:**

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

**Inversor:**

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulador.

**Potencia nominal del generador:**

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

**Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal:**

Suma de la potencia nominal de los inversores, la especificada por el fabricante, que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

**Célula solar o fotovoltaica:**

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

**Célula de tecnología equivalente (CTE):**

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

**Módulo o panel fotovoltaico:**

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

**Condiciones Estándar de Medida (CEM):**

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

**Potencia pico:**

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

**TONC:**

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

**Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos:**

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

**Revestimiento:**

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

**Cerramiento:**

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

**Elementos de sombreado:**

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

## **8. DISEÑO**

### **8.1 DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO**

- El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.
- Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.
- En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.
- La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I del PCT del IDAE. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica.
- En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

### **8.2 INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA**

- En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico, la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.
- Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

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

## **9. COMPONENTES Y MATERIALES**

### **9.1 GENERALIDADES**

- Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.
- Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.
- En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.
- Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

## 9.2 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

- Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:
  - UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
  - UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
  - UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
- Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.
- Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.
- Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.
- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

- Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 3 \%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Será deseable una alta eficiencia de las células.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

### 9.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE

- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.
- Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terracea) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el apartado sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.
- Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.
- En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

#### **9.4 INVERSORES**

- Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.
- Las características básicas de los inversores serán las siguientes:
  - Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
  - Autoconmutados.
  - Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
  - No funcionarán en isla o modo aislado.
- La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:
  - UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.

- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
  - Cortocircuitos en alterna.
  - Tensión de red fuera de rango.
  - Frecuencia de red fuera de rango.
  - Sobretensiones, mediante varistores o similares.
  - Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.
- Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
  - Encendido y apagado general del inversor.
  - Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como

mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.
- Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

## 9.5 CABLEADO

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.
- El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

## 9.6 CONEXIÓN A RED

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019, (artículos 7, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

## 9.7 MEDIDAS

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 244/2019, artículo 11, en el cual se establecen los requisitos generales de medida de las instalaciones acogidas a las distintas modalidades de autoconsumo.

## 9.8 PROTECCIONES

- Se hará de acuerdo a los establecido en la ITC-BT-40.
- En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

## 9.9 PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.
- Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

## 9.10 ARMONICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA

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

## 9.11 MEDIDAS DE SEGURIDAD

- Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.
- La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.
- Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida. La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.
- Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

## 10. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

- El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.
- Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.
- Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:
  - Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
  - Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
  - Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:
  - Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
  - Retirada de obra de todo el material sobrante.
  - Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.
- No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## 10.1 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

- En la Memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.
- Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

### - $G_{dm}(0)$ :

Valor medio mensual y anual de la irradiación sobre superficie horinzotal, en kWh/m<sup>2</sup>\*día, obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

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

### - $G_{dm}(\alpha,\beta)$ :

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m<sup>2</sup>\*día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas

superiores a un 10 % anual . El parámetro  $\alpha$  representa el azimut y  $\beta$  la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II del PCT del IDAE.

## 10.2 RENDIMIENTO ENERGETICO DE LA INSTALACIÓN O PERFORMANCE RATIO PR

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

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

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

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

Donde:

$P_{mp}$  = Potencia pico del generador

$G_{CEM}$  = 1 KW/m<sup>2</sup>

## **11. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE CONTRATO DE MANTENIMIENTO**

### **11.1 GENERALIDADES**

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. 8.1.2 El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

### **11.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

- El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.
- Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
  - Mantenimiento preventivo.
  - Mantenimiento correctivo.
- Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
  - La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
  - El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
  - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

- El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:
  - Comprobación de las protecciones eléctricas.
  - Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
  - Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc. – Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.
- Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

### **11.3 GARANTÍAS**

#### **11.3.1 ÁMBITO GENERAL DE LA GARANTÍA**

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

### **11.3.2 PLAZOS**

- El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.
- Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

### **11.3.3 CONDICIONES ECONOMICAS**

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

#### **11.3.4 ANULACIÓN DE LA GARANTÍA**

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto anterior.

#### **11.3.5 LUGAR Y TIEMPO DE LA PRESENTACIÓN**

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González



## ÍNDICE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

1.	OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	4
2.	NORMATIVA.....	5
3.	DATOS DE LA OBRA.....	5
4.	PRIMEROS AUXILIOS .....	6
4.1.	MEDIOS AUXILIOS EXTERIOR. ....	6
4.2.	MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA. ....	6
5.	ESTUDIO DE RIESGOS POSIBLES EN PROCEDIMIENTOS. ....	6
5.1.	Movimientos de tierras.....	6
5.2.	Excavación de zanjas.....	7
5.3.	Trabajos complementarios para el hormigonado .....	7
5.4.	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA:.....	8
6.	ESTUDIO DE RIESGOS POSIBLES EN OFICIOS .....	9
6.1.	ALBAÑILERÍA .....	9
6.1.1.	Cubiertas: .....	10
6.1.2.	Alicatados:.....	10
6.1.3.	Solados:.....	10
6.1.4.	Carpintería metálica y cerrajería .....	11
6.1.5.	Medios auxiliares .....	11
6.1.6.	Maquinaria de Obra .....	12
7.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	13
8.	DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.....	13
8.1.	Medios de protección colectiva a implantar en la obra .....	13
8.1.1.	Exposición de medios de protección colectiva a implantar. ....	14
8.2.	Medios de protección personal a utilizar en la obra. ....	16
8.2.1.	Exposición de medios de protección personal a implantar. ....	17
9.	APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN A LAS .....	20
	TÉCNICAS DE EJECUCIÓN MATERIAL. ....	20
9.1.	Albañilería.....	20
9.2.	Carpintería metálica y cerrajería. ....	21
10.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA .....	23
10.1.	Cables y empalmes .....	23
10.2.	INTERRUPTORES.....	23
10.3.	CUADROS ELÉCTRICOS .....	23

10.4.	Tomas de Corriente .....	24
10.5.	Interruptores automáticos .....	24
10.6.	Disyuntores diferenciales .....	24
10.7.	Tomas de tierra .....	24
10.8.	Alumbrado .....	25
10.9.	Mantenimiento y reparaciones .....	26
10.10.	Señalización y aislamiento .....	26
11.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEFINITIVA .....	27
12.	FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD .....	27
13.	INSTALACIONES DE HIGIENE EN OBRA.....	28
13.1.	Aseos .....	28
13.2.	Vestuario.....	28
13.3.	Comedor .....	28
13.4.	Aguas residuales .....	29
13.5.	Basuras .....	29
13.6.	Limpieza.....	29
14.	ASISTENCIA SANITARIA Y ACCIDENTES.....	30
14.1.	Botiquín de Obra .....	30
14.2.	Accidentes.....	30
14.3.	Actuaciones administrativas .....	31
15.	CONTROL DE ACCESOS A LA OBRA .....	31
16.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....	32
17.	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD .....	32

## **1. OBJETO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El objeto de este “Plan de Seguridad y Salud”, es la aplicación de los medios de seguridad de los que dispone la contrata, para cumplir con lo definido en el Estudio de Seguridad y diseñar el conjunto de sistemas alternativos que permitan abordar de forma integral la seguridad en la obra, definiendo así mismo la línea de prevención recomendable a cada situación potencial de riesgo, para evitar los accidentes laborales y de otra índole durante la duración de los trabajos.

Este “Plan de Seguridad y Salud” se redacta considerando los riesgos detectables a surgir en el transcurso de esta obra. Esto quiere decir que no pueden surgir otros riesgos, que serán estudiados de la forma más profunda posible por esta empresa, en colaboración estrecha con el redactor del Estudio de Seguridad y a su vez con la Dirección Facultativa, que será el encargado de arbitrar las soluciones oportunas a cada situación novedosa. Todo ello recogiendo lo preceptuado en el Real Decreto n 1627/97, por el que se implanta la obligatoriedad de inclusión de un “Plan de Seguridad e Higiene” en las obras de edificación y obras públicas.

En definitiva, se pretende cumplir con lo legislado y eliminar de la obra la siniestralidad laboral y la enfermedad profesional, elevando así el nivel de las condiciones de trabajo de esta construcción.

Por todo lo redactado anteriormente y dado que este Plan de Seguridad e Higiene va a servir de guía y consulta para el personal de la obra, no solo contendrá las propuestas alternativas al Estudio de Seguridad, sino que contendrá, resaltaré y explicará todos aquellos aspectos destacables, insustituibles y obligados descritos en dicho Estudio, para que sea el único documento de consulta, y por lo que deberá haber permanentemente en la obra una copia del mismo.

## 2. NORMATIVA

La normativa de Seguridad aplicables en la obra son las siguientes:

- Real Decreto 1215/ 1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1.994).
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

## 3. DATOS DE LA OBRA

El presente Plan de Seguridad y Salud se redacta para la obra de instalación de estaciones de recarga con parking solar, que se ejecutará en el municipio de la Orotava.

- Se prevé un plazo de 3 semanas.
- Superficie a intervenir, parking Leroy Merlin, con una superficie de 2690 m<sup>2</sup>, de los cuales las obras se centrarán en 72 m<sup>2</sup>.
- Se prevé que intervenga 6 operarios en la obra en sus diferentes fases.

## **4. PRIMEROS AUXILIOS**

### **4.1. MEDIOS AUXILIOS EXTERIOR.**

La ubicación de la obra se encuentra a una distancia de 3 kilómetros, del centro de salud de la Orotava ubicado en Calle Cologan, 4, 38300 La Orotava, Santa Cruz de Tenerife.

Y el centro hospitalario más cercano es el hospital San Fernando a una distancia 4 kilómetros ubicado en Carretera de las Tapias, 4, 38400 Puerto de la Cruz, Santa Cruz de Tenerife.

### **4.2. MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA.**

La obra dispondrá de dos botiquines que serán vigilado por el responsable de la seguridad de la obra, procurando en todo momento reponer el material utilizado.

## **5. ESTUDIO DE RIESGOS POSIBLES EN PROCEDIMIENTOS.**

### **5.1. Movimientos de tierras**

#### **DESBROCE Y EXPLANACIÓN DE TIERRAS:**

- Atropellos, golpes, vuelcos de las máquinas.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos de las maniobras de carga y descarga.
- Polvo ambiental.
- Ruido.

#### **EXCAVACIÓN:**

- Atropellos, golpes, vuelcos de las máquinas.
- Caídas de personas desde la maquinaria y camiones.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caída de material desde la maquinaria y camiones.
- Vuelcos de las maniobras de carga y descarga.
- Polvo ambiental.
- Ruido.

### **DESMONTES Y VACIADOS:**

- Caídas Desde el borde de la excavación.
- Atropellos, golpes, vuelcos de las máquinas.
- Interferencias con conducciones enterradas.
- Polvo ambiental.
- Ruido.

### **TERRAPLENES:**

- Caídas Desde el borde de la excavación.
- Atropellos, golpes, vuelcos de las máquinas.
- Interferencias con conducciones enterradas.
- Ruido.

## **5.2. Excavación de zanjas**

Vuelco de los cortes de una zanja por:

- Cargas ocultas tras el corte.
- Sobrecarga en la coronación, por acumulación de tierras.
- Prolongada apertura.
- Taludes inadecuados.
- Caída de personas al interior de la zanja.
- Golpes por las máquinas.
- Atrapamientos por la maquinaria.
- Caída de la maquinaria a la zanja.

## **5.3. Trabajos complementarios para el hormigonado**

### **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO:**

- Desprendimientos por el mal apilado de la madera (acopio y transporte a gancho).
- Golpes en las manos (al clavar puntas, manejar tablones, etc).
- Riesgos de incendio (hogueras descontroladas).
- Cortes al utilizar la mesa de sierra circular.
- Golpes en la cabeza.
- Contactos con el cemento.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Golpes por caída de objetos.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.

### **CAIDAS DEL PERSONAL DESE LOS TAJOS AL VACÍO POR:**

- Empuje de cargas suspendidas.
- Uso de castillete sin proteger.

- Trabajos al borde de forjados y huecos.
- trabajos en el interior de fondos de vigas.
- Vuelco de los medios de elevación de encofrados por enganche defectuoso.
- Caída de tableros o piezas de madera a nivel inferiores al encofrar o desencofrar.
- Caída de trabajadores al andar por el borde de los encofrados.

**FERRALLADO:**

- Cortes y heridas en manos, piernas y/o pies, por manipulación de redondos de acero.
- Aplastamiento de manos y/o pies en operaciones de carga y descarga.
- Tropiezos y torceduras al caminar entre las parrillas, o sobre ferralla en fase de montaje.
- Accidentes por eventual rotura de hierros durante el estirado.
- Caída desde altura durante el montaje de nervios y armaduras.
- Caída de armaduras durante su transporte.
- Pisadas sobre objetos punzantes y/o cortantes.

**5.4. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA:**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.

**CAÍDAS AL VACIO POR:**

- Empujón del canjilón pendiente del gancho de grúa.
- Desprendimiento de la plataforma de servicio del encofrado.
- Fallo de los puntos fuertes de sustentación de paneles de encofrado.
- Hundimientos.
- Desplome de las paredes de las zanjas.
- Trabajo sobre pisos húmedos o mojados (resbalón).
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cemento).
- Vibraciones por manejo de la aguja vibrante.
- Ruido puntual y ambiental.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Electrocución.
- Aplastamiento por reventón de encofrado.

## **FORJADOS:**

Caída de personas a distinto nivel o al vacío por:

- Fallo del encofrado.
- Pérdida del equilibrio al manipular los materiales (ferralla, casetones, juntas, etc.).
- Pérdida del equilibrio durante la colocación de las bovedillas.
- Atrapamiento por fallo de puntales.
- Caída de objetos desprendidos sobre las personas durante el transporte a gancho de grúa.
- Caídas al mismo nivel, pisadas sobre ferralla, vuelco de casetones, etc.
- Hundimientos por sobrecarga de hormigón por vertido puntual.
- Contactos con el hormigón (dermatitis del cemento).
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre materiales.
- Sobreesfuerzos por manejo de piezas pesadas.

## **6. ESTUDIO DE RIESGOS POSIBLES EN OFICIOS**

### **6.1. ALBAÑILERÍA**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas desde el medio auxiliar utilizado.
- Caída de objetos.
- Cortes y erosiones por manejo de los materiales cerámicos.
- Partículas en los ojos (cemento, cerámica, arena).
- Golpes contra objetos.
- Caída de objetos a niveles inferiores (recortes, cascotes).
- Cortes por manejo de herramientas manuales (radial).

### **6.1.1. Cubiertas:**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos a niveles inferiores desde cubierta (recortes, cascotes).
- Quemaduras por manejo de sustancias calientes (betunes).
- Golpes por objetos y/o herramientas.
- Exposición a agentes atmosféricos.
- Hundimiento de cubierta por sobrecarga puntual.
- Caída por causa de vientos fuertes.
- Sobreesfuerzos.

### **6.1.2. Alicatados:**

- Golpes por objetos y/o herramientas.
- Cortes en miembros por aristas de materiales y/o herramientas.
- Caídas desde pequeñas alturas (fallo del medio auxiliar).
- Cortes en pies por pisadas sobre materiales.
- Heridas en los ojos por esquirlas.
- Contacto con el cemento (dermatitis).
- Afecciones respiratorias por polvo (corte cerámico).
- Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados.
- Golpes por desprendimientos de piezas.

### **6.1.3. Solados:**

- Golpes por objetos o piezas pesadas.
- Cortes en manos por manejo de piezas con aristas.
- Sobreesfuerzos por posturas o manejos de objetos pesados.

- Afecciones reumáticas por humedad continuada en las rodillas.
- Afecciones respiratorias por producción de polvo.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel por lodos durante el pulido.

#### **6.1.4. Carpintería metálica y cerrajería**

- Caída de objetos desde altura.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída materiales sobre personas.
- Golpes por objetos y/o herramientas.
- Cortes en manos por máquinas.
- Desplomes de cercos sobre personas.
- Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados (hojas de puerta).
- Cuerpos extraños en los ojos.

#### **6.1.5. Medios auxiliares**

- Caídas al mismo nivel de personas.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas por fallo estructural del medio auxiliar.
- Caída de objetos dese altura sobre personas.
- Sobreesfuerzos durante el montaje y desmontaje.
- Atrapamiento entre objetos.
- Vuelco del medio auxiliar por viento o falta de arriostamiento.
- Rotura por fatiga del material.
- Rotura por sobrecarga.
- Caída por mal anclaje.

### **6.1.6. Maquinaria de Obra**

- Contactos con la energía eléctrica.
- Golpes por objetos o elementos de la maquinaria.
- Formación de atmósferas tóxicas.
- Colisión entre vehículos.
- Atropello de personas por vehículos.
- Caída d vehículos por:
  - \*Cortes del terreno.
  - \*Rampas.
  - \*Terraplenes.
- Explosiones por riesgo de combustible.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos (mantenimiento).
- Ruido y vibraciones.
- Caída de la grúa torre, etc.,por:
  - \*Incorrecto anclaje.
  - \*Incorrecta nivelación de la vía.
  - \*Viento.
  - \*Sobrecarga.

## 7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Electrocución o quemaduras graves por:

- Mala protección de cuadro o grupos eléctricos.
- Maniobra en las líneas o aparatos eléctricos por personal inexperto.
- Utilización de herramienta (martillos, alicates, destornilladores, etc.), sin aislamiento eléctrico.
- Falta de aislamiento protector, en líneas y/o cuadros (disyuntores diferenciales).
- Falta de protección en fusibles, protecciones diferenciales, puesta a tierra, mala protección de cables de alimentación, interruptores, etc.
- Establecer puentes que anulen las protecciones.
- Conexiones directas sin clavijas.
- Cables no elevados en contacto con zonas húmedas o majadas.

## 8. DESCRIPCIÓN DE LOS MEDIOS DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Una vez enumeradas las distintas fases de la obra, y los riesgos inherentes a las misma, se enumeran a continuación, los medios que dispondrá la empresa para su prevención.

### 8.1. Medios de protección colectiva a implantar en la obra

Descritos los riesgos detectados a surgir en el transcurso de la obra, se prevé la eliminación de estos, en todo lo posible, mediante protecciones colectivas, en aquellos casos en los que es factible según la siguiente descripción.

- Barandillas de madera sobre aprietos “tipo sargento” en bordes de forjados, escaleras y ascensores.
- Marquesina de protección.
- Puentes volados para carga y descarga.
- Extintores para fuegos.
- Disyuntores diferencial de 30 mA. (alumbrado y maquinaria)
- Red general de seguridad de toma de tierra de la instalación eléctrica provisional de la obra.

- Pica de cobre, para toma de tierra.
- Cuerda de seguridad tipo “alpinista” para anclaje de los cinturones de seguridad.
- Señalización a base de cuerda de banderolas.
- Señales normalizadas de prevención de riesgos.
- Señales normalizadas de obligación.

### **8.1.1. Exposición de medios de protección colectiva a implantar.**

Los bordes de los forjados se protegerán con barandillas de 1,00 metro de altura, sobre los soportes metálicos (guarda cuerpos con tapón de hormigonado), formadas por pasamanos (tubería de  $\frac{3}{4}$ ”) hasta se realice el cerramiento definitivo.

Se dispondrán de cuerdas de seguridad tipo “alpinista” para anclaje de cinturones de seguridad, como protección de trabajos puntuales con riesgo de caída.

Los huecos se protegerán con barandillas de protección de 1,00 metro de altura sobre los soportes metálicos, formados por pasamanos de tubería de 1”, tabla intermedia y rodapié, y donde sea posible se dispondrán hierros de D 12 mm en forma de U en el cerramiento a la altura de 90 cm. que se dejarán hormigonados.

Sobre el dintel de la puerta del almacén de productos inflamables, se colocará un cartel de “Peligro de Incendio” y “Prohibido fumar en el interior”.

Se instalarán extintores en diferentes puntos de la obra con carteles de señalización.

Respecto a otros riesgos se adoptan fundamentalmente las siguientes medidas:

-La protección eléctrica se basará en la instalación de disyuntores diferenciales de 30 mA., para la fuerza y alumbrado, colocados en el cuadro general combinados con la red general de toma de tierra.

-Los portátiles a utilizar estarán formados con portalámparas estancos anti-impactos con mangos aislantes de la electricidad, alimentados a 24 V. para ilumina aquellos lugares en los que exista humedad. En todos los casos, las conexiones se efectuarán mediante clavijas estancas para intemperie.

-La maquinaria y los medios auxiliares serán entregados en obra revisados en sus elementos por nuestro personal como garantía de su buen estado, dando cuenta de ello a la D. F., en especial en caso de subcontratación.

-La maquinaria subcontratada antes de ser montada, deberá quedar garantizado su buen estado y el haber recibido el correcto mantenimiento y conservación.

La organización y vigilancia de la seguridad de la obra correrá a cargo del Vigilante de seguridad, que en estrecho contacto con el jefe de obra, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y en su nombre el comité de Seguridad e Higiene en caso de constituirse, arbitran cuantas medidas de seguridad contenidas en el Plan de Seguridad o surgidas posterior al mismo tiempo sean precisas. Periódicamente revisará la obra dando cuenta de ello al Jefe de Obra para proceder a la toma de medidas pertinentes.

Las inspecciones de la Propiedad ajenas a la Dirección material de la obra, es deseable que por motivos de seguridad se realicen fuera de las jornadas de trabajo, los visitantes serán advertidos de la existencia de este Plan de Seguridad y Salud quedando obligados, aparte de no exponerse a riesgos innecesarios, al uso de los elementos de protección precisos para cada situación, pudiendo la empresa ejecutora, prohibir el paso a la obra de las personas que no cumplan este requisito, y siempre acompañados del Vigilante de Seguridad o Jefe de Obra, ya que se pretende el máximo logro preventivo en materia de accidentes y salud laboral.

## **8.2. Medios de protección personal a utilizar en la obra.**

Los riesgos que no se hayan podido evitar mediante la instalación de la protección colectiva descrita, se eliminarán mediante el uso de prendas de protección personal según el siguiente desglose:

- Casco de seguridad, clase N.
- Pantalla de soldadura.
- Gafas contra proyecciones.
- Gafas contra polvo.
- Mascarilla antipolvo con filtro recambiable.
- Mascarilla antipintura con filtro químico recambiable.
- Protector auditivo de sustentación sobre casco.
- Cinturón de seguridad, clase A (sujeción).
- Cinturón de seguridad, clase C (caídas).
- Cinturón antivibratorio.
- Ropa de trabajo (mono o buzo).
- Traje impermeable.
- Guantes de goma.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes de la electricidad.
- Guantes de cuero para soldador.
- Polainas de cuero para soldador.
- Mandil de cuero.
- Bota de goma con plantilla de acero y puntera reforzada.
- Bota de goma caña alta para hormigonado.

### **8.2.1. Exposición de medios de protección personal a implantar.**

Casco de seguridad, clase N:

- Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos.
- Se deberán llevar siempre durante toda la jornada laboral.
- Cualquier persona ajena a la obra, no podrá entrar sin previa autorización del encargado de seguridad y haciendo uso del casco.

Pantalla Soldadura:

- Se emplearán en todos los trabajos de soldadura.

Gafas contra proyecciones:

- Para trabajos con posible proyección de partículas.

Gafas contra polvo:

- Para utilizar en ambientes pluvígenos.

Mascarilla antipolvo con filtro recambiable:

- Se utilizará cuando la formación de polvo durante el trabajo, no se pueda evitar por absorción o humidificación. Irá provista de filtro mecánico recambiable.

Mascarilla antipintura con filtro químico recambiable:

-En aquellos trabajos en los que se forme una atmósfera nociva debido a la pulverización de la pintura. Poseerá filtro recambiable específico para el tipo de pintura que se emplee.

Protector auditivo de sustentación sobre el casco:

-En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva. Se puede adaptar al casco.

Cinturón de seguridad, clase A (sujeción):

-Para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será de uso obligatorio. El operador de la grúa torre lo anclará a lugar sólido de la estructura, nunca al propio aparato.

Cinturón de seguridad, clase C (caídas):

-Para uso durante los trabajos con riesgo material de caída desde altura.

Cinturón antivibratorio:

-Para conductores de Dumpers y toda máquina que se mueve por terrenos accidentados. Lo utilizarán también los que manejen martillos neumáticos.

Ropa de trabajo (mono o buzo):

-Para todo tipo de trabajo.

Traje impermeable:

-Para días de lluvia o en zonas que existan filtraciones y/o salpicaduras.

Guantes de goma:

-Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

Guantes de cuero:

-Para manejar los materiales que normalmente se utilizan en la obra.

Guantes aislantes de la electricidad:

-Se utilizan cuando se manejen circuitos eléctrico o maquinaria que estén o tenga posibilidad de estar en tensión.

Guantes para soldar en cuero:

-Para los trabajos de soldadura.

Manguitos para soldar en cuero:

-Para los trabajos de soldadura.

Polainas para soldar en cuero:

-Para trabajos de soldadura.

Mandil de cuero:

-Para los trabajos con martillo neumático y de soldadura.

Bota de goma con plantilla de acero y puntera reforzada:

-Se utilizarán en días de lluvia, en trabajos en zonas húmedas o con barro. Al igual que en el hormigonado.

Bota de cuero con plantilla de acero y puntera reforzada:

-En todo trabajo en que exista manejo de materiales y en la zona de trabajo seca. También en trabajos de encofrado y desencofrado.

## **9. APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN A LAS TÉCNICAS DE EJECUCIÓN MATERIAL.**

### **9.1. Albañilería**

Todas las zonas de trabajo deberán tener una iluminación suficiente para poder realizar el trabajo encomendado.

Las zonas de trabajos dispondrán de accesos fáciles y seguros, y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para evitar que el piso esté o resulte resbaladizo.

Los huecos permanecerán constantemente protegidos, con las protecciones colectivas establecidas en fase de estructura.

Las cargas no se balancearán para alcanzar lugares inaccesibles; se suministrarán sobre bateas protegidas perimetralmente con plintos que eviten derrames fortuitos.

El izado de cargas se guiará con dos cables o cuerdas de retenida para evitar bruscas oscilaciones o choques con la estructura. Solamente cuando las cargas suspendidas estén a unos 40 cm. Del punto de recepción, podrán guiarse con las manos.

Cuando sea necesaria la retirada de los escombros resultantes de la ejecución de los trabajos y hayan de ser vertidos a un nivel inferior, la zona de vertido estará constantemente protegida con barandilla de 90 cm., y rodapié,

y la zona de caída acotada con vallas para impedir el paso; se usará siempre que sea posible, canaletas o rampas, regando con frecuencia los materiales para evitar la formación de polvo durante el vertido.

Se prohíbe expresamente:

- Realizar andamios de borriquetes sobre otros andamios.
- Trabajos sobre andamios sin arriostrar con elementos firmes.
- Trabajos sin protecciones colectivas.
- Retirar las protecciones colectivas sin reinstalarlas tras el trabajo que Exigía tal maniobra.
- Trabajar en la vertical de otras tareas.

## **9.2. Carpintería metálica y cerrajería.**

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Toda la maquinaria eléctrica que se utilice estará protegida por disyuntor diferencial y poseerá toma de tierra en combinación con el mismo.

Los elementos para izar, ya sean cuerdas, cadenas, o cables, estarán en perfecto estado; revisándose diariamente.

Los operarios no cargarán a mano o a hombro piezas cuyo peso sea superior a 50 kg.

Se acotarán las zonas en la vertical de los tajos de instalaciones de barandillas con riegos de caídas a otro nivel.

Las barandillas a montar con riesgo de caídas desde altura, las instalarán los operarios, con cinturón de seguridad, amarrado a lugares firmes y seguros.

Cuando termine la jornada laboral se tendrá cuidado que no queden obstáculos en los sitios de paso.

Si para realizar alguna operación se ha de retirar alguna protección colectiva, inmediatamente después de acabarse dicha operación, será colocada de nuevo, si el trabajo realizado no sustituye por sí la citada protección colectiva.

Mientras los elementos metálicos no estén debidamente recibidos en su emplazamiento definitivo, se asegurará su estabilidad mediante cuerdas, cables, puntales o dispositivos similares.

En la utilización de andamios y escaleras de mano, se seguirán las especificaciones y normativas en sus correspondientes apartados.

## **10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA**

### **10.1. Cables y empalmes**

Los calibres de los cables serán los adecuados para la carga que han de soportar en función del cálculo realizado.

La funda de los hilos será perfectamente aislante, despreciando las que apareciesen repeladas, empalmadas o con sospecha de estar rotas.

La distribución a partir del cuadro general se hará con cable manguera antihumedad perfectamente protegido; siempre que sea posible irá enterrado, señalizándose con tablonos su trayecto en los lugares de paso.

Los empalmes definitivos se harán mediante cajas de empalmes, admitiendo en ellos una elevación de temperatura igual a la admitida para los conductores. Las cajas de empalmes serán de modelos normalizados para intemperie.

Siempre que sea posible, los cables del interior del edificio irán colgados, los puntos de sujeción estarán perfectamente aislados, no serán simples clavos. Las mangueras tendidas por el suelo, al margen de deteriorarse y perder protección, son obstáculos para el tránsito normal de trabajadores.

### **10.2. INTERRUPTORES**

Los interruptores estarán protegidos, en cajas del tipo blindado, con cortacircuitos fusibles y ajustándose a las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se instalarán dentro de cajas normalizadas con puerta y cierre, con una señal de “peligro Electricidad” sobre la puerta.

### **10.3. CUADROS ELÉCTRICOS**

Cada cuadro eléctrico irá provisto de su toma de tierra correspondiente, a través del cuadro eléctrico general y señal normalizada de “peligro Electricidad” sobre la puerta, que estará provista de cierre.

Irán montados sobre tableros de materia aislante, dentro de una caja que los aisle, montados sobre soportes o colgados de pared, con puerta y cierre de seguridad.

El cuadro eléctrico general se accionará subido sobre una banqueta de aislamiento eléctrico específico. Su puerta estará dotada de enclavamiento.

El cuadro eléctrico general se instalará en el interior de un receptáculo cerrado con ventilación continua por rejillas y puerta con cerradura. La llave quedará identificada

mediante llavero específico en el cuadro de llaves de la oficina de la obra.

#### **10.4. Tomas de Corriente**

Las tomas de corriente serán blindadas, provistas de una clavija para toma de tierra y siempre que sea posible, con enclavamiento.

Se emplearán colores distintos en las tomas de corriente para diferenciar el servicio 220 v. del de 380 v.

#### **10.5. Interruptores automáticos**

Se colocarán todos los que la instalación requiera, pero de un calibre tal que “salten” antes de que la zona de cable que protege llegue a la carga máxima.

Con ellos se protegerán todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado.

#### **10.6. Disyuntores diferenciales**

Todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado irán protegidos con un disyuntor diferencial de 30 mA, para la protección de la maquinaria y del sistema de alumbrado ubicados en el cuadro eléctrico general.

Las máquinas eléctricas quedarán protegidas en sus cuadros, mediante disyuntores diferenciales selectivos, calibrados con respecto al del cuadro general para que se desconecten antes que aquel o aquellos de las máquinas con fallos, y evitar la desconexión general de toda la obra.

#### **10.7. Tomas de tierra**

En caso de ser necesaria la instalación de un transformador, se le dotará de la toma de tierra adecuada, ajustándose a los reglamentos, y exigencias de la empresa suministradora.

Se unirán entre si mediante cable desnudo de cobre que se conectará a una pica o placa, según conveniencia del terrero, para toma de tierra.

La toma de tierra de la maquinaria se hará mediante hilo de toma de tierra específico y por intermedio del cuadro de toma de corriente y cuadro general en combinación con los disyuntores diferenciales generales o selectivos.

La conductividad del terreno en el que se ha instalado la toma de tierra (pica o placa), se aumentará regándola periódicamente con un poco de agua.

Las picas de toma de tierra quedarán permanentemente señalizadas mediante una señal de riesgo eléctrico sobre un pie derecho.

## **10.8. Alumbrado**

El alumbrado de la obra en general y de los tajos en particular, será “bueno y suficiente”, con la claridad necesaria para permitir la realización de los trabajos, según las intensidades marcadas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nunca será inferior a 100 lux medidos a 2 metros del plano de trabajo.

El alumbrado estará protegido por un disyuntor diferencial de 30 mA. Instalado en el cuadro general eléctrico.

Siempre que sea posible, las instalaciones del alumbrado serán fijas. Cuando sea necesario utilizar portalámparas estancos, serán con mango aislante, rejilla de protección de bombilla y ganchos de cuelgue.

Cuando se utilicen portátiles en tajos en que las condiciones de humedad sean elevadas, la toma de corriente se hará en un transformador portátil de seguridad a 24 v.

Cuando se utilicen focos, se situarán sobre pies derechos de madera o sobre otros elementos recubiertos de material aislante, colocados a un mínimo de 2 m. de altura sobre el pavimento para evitar los deslumbramientos que suelen producir los focos a baja altura.

Todas las zonas de paso de la obra, y principalmente, las escaleras estarán bien iluminadas, evitando los “rincones oscuros”.

## **10.9. Mantenimiento y reparaciones**

Todo el equipo eléctrico se revisará periódicamente por electricista instalador de la obra.

Las reparaciones jamás se harán bajo corriente. Antes de realizar una reparación se quitarán los interruptores, colocando en su lugar una placa de “NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED”

Las nuevas instalaciones, reparaciones, conexiones, etc., únicamente las realizarán los electricistas autorizados.

## **10.10. Señalización y aislamiento**

Si en la obra hubiera voltajes, (125 v., 220 v., 380 v.,) en cada toma de corriente se indicará el voltaje a que corresponda.

Todos los cuadros eléctricos generales de maquinaria y carcazas de maquinaria eléctrica tendrán adherida una señal de “peligro Electricidad” normalizada

Las herramientas tendrán mangos aislantes y estarán homologadas MT para riesgos eléctricos.

Si se utilizan escaleras o andamios para hacer reparaciones, cumplirán con las especificaciones y normativas estipuladas en sus correspondientes apartados dentro de este mismo plan de Seguridad e Higiene.

## **11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEFINITIVA**

Durante el montaje de la instalación se impedirá, mediante carteles avisadores de “peligro electricidad”, que nadie pueda conectar la instalación a la red.

Se ejecutará como última fase de la instalación, el cableado desde el cuadro general al de la compañía, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles y seccionadores), que se instalarán poco antes de concluir la instalación.

Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas en tensión instándose carteles y señales de “Peligro Electricidad”

Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación, (cuidando de que no queden accesibles a terceros, uniones, empalmes y cuadros abiertos), comprobando la correcta disposición de fusibles, terminales, protección diferencial, puesta a tierra y manguera en cuadros y grupos eléctricos.

Los mangos de las herramientas manuales, estarán protegidas con materiales aislantes de la electricidad, quedando prohibida su manipulación y alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará la herramienta. Estas herramientas estarán homologadas MT para riesgos eléctricos.

Para la utilización de andamios y escaleras de mano es de aplicación lo contenido para estos dentro de este mismo plan de Seguridad e Higiene.

## **12. FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD**

Los riesgos detectados, a surgir durante la realización de la obra, recomiendan una formación de todo el personal, en prevención de accidentes y enfermedades profesionales, lo cual se llevará a cabo mediante cursillos o charlas, en la propia obra, o en las oficinas de la empresa.

## **13. INSTALACIONES DE HIGIENE EN OBRA**

Se ha previsto una contratación máxima de 6 trabajadores.

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se ubicarán en el interior de una caseta de obra, dicha vivienda se adecuará según las necesidades del personal contratado y de lo prescrito al efecto en las Ordenanzas de Seguridad e Higiene.

### **13.1. Aseos**

El lugar destinado para los aseos estará separado del resto de las instalaciones.

Como condición de Ordenanzas, las necesidades son:

- Un retrete por cada 25 plazas, con papel higiénico.
- Una ducha con agua caliente por cada 10 plazas.
- Un lavabo con agua caliente por cada 10 plazas.
- Un espejo por cada 25 plazas.

Las cabinas de W.C. y duchas estarán cerradas mediante puertas, montadas a 50 cm. sobre el pavimento para permitir el auxilio en caso de accidente en el interior (lipotimias, mareos). Se cerrarán mediante cerrojo simple.

### **13.2. Vestuario**

Contendrá una taquilla metálica individual por trabajador y los asientos necesarios.

### **13.3. Comedor**

Estará dotado de mesas, bancos.

### **13.4. Aguas residuales**

Se acometerá directamente red de alcantarillado situada en la vía, previa inspección de su estado y capacidad.

### **13.5. Basuras**

Se dispondrán en la obra recipientes en los que se verterán las basuras, recogiénolas diariamente para ser retiradas por el Servicio Municipal.

### **13.6. Limpieza**

Tanto el vestuario, como el comedor y los aseos, está previsto que se sometan a una limpieza diaria, y a una desinfección periódica.

## **14. ASISTENCIA SANITARIA Y ACCIDENTES**

### **14.1. Botiquín de Obra**

Se dispondrá un mínimo de 1 botiquines portátiles de urgencia. El vigilante de Seguridad será el encargado del mantenimiento y reposición del contenido de los botiquines, realizando una revista semanal y reponiendo lo encontrado a faltar, previa comunicación al Jefe de Obra.

El contenido previsto de cada botiquín es:

- Agua oxigenada.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo.
- Gasa estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo.
- Colirios.
- Antiácidos.
- Aspirinas.

### **14.2. Accidentes**

Actuaciones de socorro en caso de accidente laboral.

Se atenderán de inmediato las necesidades de cada accidentado con el objetivo de evitar el progreso de las lesiones o su agravamiento.

En caso de caída y antes de mover el accidentado se detectará en lo posible si las lesiones han podido afectar a la columna vertebral para tomar las máximas precauciones en el traslado.

Al accidentado se le moverá en camilla para garantizar en lo posible un correcto traslado.

En caso de gravedad manifiesta, se llamará a una ambulancia para su evacuación hasta el centro asistencial, para lo cual se disponen en la obra, de telefonía móvil en contacto permanente con la oficina central de la empresa.

Se dispondrá en lugar visible para todos (oficina de obras y vestuarios) el nombre del centro asistencial al que acudir en caso de accidente, la distancia existente entre este y la obra y el itinerario más adecuado para acudir al mismo.

### **14.3. Actuaciones administrativas**

Los accidentes con baja originarán un parte oficial de accidentes que se presentará en la Entidad Gestora Colaboradora en el plazo de cinco días hábiles contados a partir de la fecha del accidente. Los calificados de graves, muy graves o mortales o que haya afectado a 4 o más trabajadores se comunicarán telegráficamente o telefónicamente a la autoridad laboral en el plazo de 24 horas a partir del siniestro.

## **15. CONTROL DE ACCESOS A LA OBRA**

El contratista principal deberá de poner en práctica un procedimiento de control de accesos a la obra tanto de vehículos como de personas de forma que quede garantizado que únicamente las personas autorizadas puedan acceder a la misma.

Será en el Plan de Seguridad y Salud donde se materialice la forma en que el mismo se llevará a cabo y será el coordinador en la aprobación preceptiva de dicho plan quien valide el control diseñado.

Desde este documento se establecen los principios básicos de control entre los que se contemplan las siguientes medidas:

- El contratista designará a una persona del nivel de mando para responsabilizarse del correcto funcionamiento del procedimiento de control de accesos. Ante su ausencia en la obra, se designará sustituto competente de manera que en ningún momento quede desatendido este control.
- En los accesos a la obra se situarán carteles señalizadores, conforme al Real Decreto 485/1997 señalización de lugares de trabajo, que informen sobre la prohibición de acceso de personas no autorizadas y de las condiciones establecidas para la obra para la obtención de autorización.
- Durante las horas en las que en la obra no han de permanecer trabajadores, la obra quedará totalmente cerrada, bloqueando los accesos habitualmente operativos en horario de trabajo.

- El contratista garantizará, documentalmente si fuera preciso, que todo el personal que accede a la obra se encuentra al tanto en sus obligaciones con la administración social y sanitaria y dispone de la formación apropiada derivada de la Ley de Prevención de Riesgos, Convenio de aplicación y resto de normativa del sector.

## **16. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario. Coordinador en materia de seguridad y salud.

## **17. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD**

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González

**Presupuesto parcial nº 1 Instalación de enlace**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
1.1	Ud.	Realización de armario para cuadro eléctrico realizada con bloque de hormigón vibrado tomado con mortero de cemento y arena.			
		Total Ud. ....:	1,000	1.297,03	1.297,03
1.2	Ud.	Suministro y montaje de centralización de contadores preparada para equipo de medida trifásico de >15 kW y <44 kW, completamente instalado y conectado.			
		Total Ud. ....:	1,000	430,84	430,84
1.3	Ud.	Suministro e instalación de CGP - 1000 A según Normas de Enlace.			
		Total Ud. ....:	1,000	406,14	406,14
1.4	MI	Línea de cable unipolar RZ1-K (AS) de cobre de 1x35mm <sup>2</sup> , de tensión nominal 0,6/1kV. Especialmente indicado para: acometidas, LGA, DI e instalaciones receptoras y de pública concurrencia.			
		Total MI ....:	93,000	6,32	587,76
1.5	MI	Línea de cable unipolar RZ1-K (AS) de cobre de 1x16mm <sup>2</sup> , de tensión nominal 0,6/1kV. Especialmente indicado para: acometidas, LGA, DI e instalaciones receptoras y de pública concurrencia.			
		Total MI ....:	225,000	2,98	670,50
<b>Total presupuesto parcial nº 1 Instalación de enlace :</b>					<b>3.392,27</b>

Presupuesto parcial nº 2 Cuadro eléctrico

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.1.- Cuadro General de Distribución</b>					
2.1.1	Ud.	Instalación de topes finales de bornas			
		Total Ud. ....:	4,000	0,91	3,64
2.1.2	Ud.	Instalación tapas laterales de 10			
		Total Ud. ....:	2,000	1,03	2,06
2.1.3	Ud.	Instalación de bornas Entretec de 10 amarilla verde			
		Total Ud. ....:	3,000	4,31	12,93
2.1.4	Ud.	Instalación de bornas Entretec de 10 azul			
		Total Ud. ....:	3,000	2,00	6,00
2.1.5	Ud.	Instalación de bornas Entretec de 10 grises			
		Total Ud. ....:	3,000	1,83	5,49
2.1.6	Ud.	Suministro y montaje de cofret modular de 6 filas de 24 módulos por fila con puerta transparente. Características: metálico con revestimiento plástico. IP41. Para instalación en superficie.			
		Total Ud. ....:	1,000	360,48	360,48
2.1.7	Ud.	Tapa plena, 6 módulos, alto 300 mm . Marca: Merlin Gerin.			
		Total Ud. ....:	1,000	20,86	20,86
2.1.8	Ud.	Instalación de cerradura para cuadro, Marca Merlin Gerin.			
		Total Ud. ....:	1,000	12,81	12,81
2.1.9	Ud.	Suministro y montaje de repartidor Polybloc 250A de Merlyn Gerin.			
		Total Ud. ....:	1,000	55,43	55,43
2.1.10	Ud.	Suministro y montaje de interruptor automático magnetotérmico Merlin Gerin NS160N TMD de 4x160A / 36kA 4P4R curva D.			
		Total Ud. ....:	1,000	501,16	501,16
2.1.11	Ud.	Suministro y montaje de transformador de intensidad TI 200/5 abertura 20x5 mm. Marca Merlin Gerin.			
		Total Ud. ....:	1,000	18,38	18,38
2.1.12	Ud.	Suministro y montaje de distribuidor de 125 A de Merlin Gerin distribloc.			
		Total Ud. ....:	1,000	30,96	30,96
2.1.13	Ud.	Suministro y montaje de diferencial de 4x80A / 30mA. Marca Merlin.			
		Total Ud. ....:	2,000	301,25	602,50
2.1.14	Ud.	Suministro y montaje de interruptor automático magnetotérmico Merlin Gerin C60N de 4x80A / 35kA curva D.			
		Total Ud. ....:	2,000	169,06	338,12
2.1.15	Ud.	Suministro y montaje de bloque DPN-N VIGI diferencial de 2x6A/30mA,C-6kA, clase A "si". Características: protección de las instalaciones eléctricas contra defectos de aislamiento, protección de las personas contra los contactos directos e indirectos.			
		Total Ud. ....:	3,000	93,13	279,39
2.1.16	Ud.	Suministro y montaje de toma de 3P+ N + T. Características: hasta intensidades de 32A y tensiones de 250V con interruptor de bloqueo.			
		Total Ud. ....:	1,000	82,05	82,05
2.1.17	Ud.	Suministro y montaje de teleruptor con función auxiliar de 1P 16A con mando centralizado 230 V CA/110 V CC.			
		Total Ud. ....:	3,000	51,32	153,96
<b>Total subcapítulo 2.1.- Cuadro General de Distribución:</b>					<b>2.579,35</b>

**Presupuesto parcial nº 2 Cuadro eléctrico**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 2 Cuadro eléctrico :</b>					<b>2.579,35</b>

Presupuesto parcial nº 3 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1.- Parking</b>					
<b>3.1.1.- Generador Fotovoltaico</b>					
3.1.1.1	1	Instalación de Placa Fotovoltaica de 330 W marca Bauer Power Energy.			
		Total 1 .....	36,000	155,39	5.594,04
3.1.1.2	1	Instalación de Inversor de marca de Huawei de 12 KW de salida.			
		Total 1 .....	1,000	1.919,36	1.919,36
3.1.1.3	Ud.	Suministro e instalación de ángulo interior para canalización de 65x150 de PVC. Marca Legrand. Características: color blanco RAL9010, no propagador de la llama y libre de halógenos, resistencia media al impacto, IP42, canal con tapa de acceso que sólo puede abrirse con herramientas.			
		Total Ud. ....:	35,000	3,34	116,90
3.1.1.4	1	Punto de recarga marca RAPTION 22 TRIO de 2x22kW			
		Total 1 .....	2,000	25.000,00	50.000,00
3.1.1.5	Ud.	Suministro e instalación de retén de cables para canalización de 65x150 de PVC. Marca Legrand. Características: color blanco RAL9010, no propagador de la llama y libre de halógenos, resistencia media al impacto, IP42, canal con tapa de acceso que sólo puede abrirse con herramientas.			
		Total Ud. ....:	35,000	1,47	51,45
3.1.1.6	Ud.	Suministro e instalación de tabique de soporte para canalización de 65x150 de PVC. Marca Legrand. Características: color blanco RAL9010, no propagador de la llama y libre de halógenos, resistencia media al impacto, IP42, canal con tapa de acceso que sólo puede abrirse con herramientas.			
		Total Ud. ....:	2,000	5,90	11,80
3.1.1.7	Ud.	Suministro e instalación de ángulo interior variable para canalización de 65x150 de PVC. Marca Legrand. Características: color blanco RAL9010, no propagador de la llama y libre de halógenos, resistencia media al impacto, IP42, canal con tapa de acceso que sólo puede abrirse con herramientas.			
		Total Ud. ....:	4,000	7,68	30,72
3.1.1.8	Ud.	Suministro y montaje de caja cuadrada de derivación de superficie de 110x110x50 con tapa de cierre con tornillos, refª 30326. Marca Legrand. Características: Con caja y tapa de poliestileno, IP55 - IK07, con tornillos de 1/4 de vuelta, color gris RAL7035, autoextinguible, sin entradas.			
		Total Ud. ....:	3,000	7,22	21,66
3.1.1.9	Ud.	Suministro y montaje de caja rectangular de registro estanca de superficie de 155x110x74 con tapa de cierre con tornillos. Marca Legrand. Características: Con caja y tapa de poliestileno, IP55 - IK07, con tornillos de 1/4 de vuelta, color gris RAL7035, autoextinguible, sin entradas.			
		Total Ud. ....:	3,000	7,88	23,64
3.1.1.10	MI	Línea de cable unipolar RZ1-KZ1-K (AS) de cobre de 1x1,5mm², de tensión nominal 450/750V. Especialmente indicado para: instalaciones de pública concurrencia y derivaciones individuales en edificios. Características: Flexible, de colores: rojo, marrón, negro, gris, azul y amarillo/verde, aislamiento de poliolefina, temperatura máxima de utilización de 70°C en servicio continuo y 160°C en cortocircuito, no propagador de la llama, no propagador del incendio, baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión.			
		Total MI .....	40,000	0,50	20,00
3.1.1.11	Ud.	Suministro e instalación de placa de 6 módulos para mecanismos o tomas de 205x80. Marca Legrand. Características: de fijación por presión, sin cabezas de tornillos a la vista, con diseño sin filos ni esquinas prominentes, material no fácilmente deformable y que en caso de rotura no produzca astillas cortantes, no propagador de la llama.			
		Total Ud. ....:	1,000	4,15	4,15
3.1.1.12	Ud.	Suministro y montaje de caja de superficie de 6 módulos para albergar mecanismos o tomas. Marca Legrand. Características: con profundidad de 40mm, no propagador de la llama y de color blanco.			
		Total Ud. ....:	1,000	12,02	12,02

Presupuesto parcial nº 3 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1.1.13	Ud.	Suministro y montaje de 2 tomas de 2 polos y tierra cada una, con conexión eléctrica entre ellas, con alveolos protectores, color blanco. Marca Legrand. Características: para canales y cajas rectangulares de 4 y 6 módulos, apropiadas hasta intensidades de 16A y tensiones de 250V.			
		Total Ud. ....:	2,000	13,74	27,48
3.1.1.14	Ud.	Suministro y montaje de 3 tomas de 2 polos y tierra cada una, con conexión eléctrica entre ellas, con alveolos protectores, color rojo. Marca Legrand.			
		Total Ud. ....:	1,000	24,91	24,91
3.1.1.15	Ud.	Suministro y montaje de caja de superficie de 2 módulos para albergar mecanismos o tomas. Marca Legrand. Características: con profundidad de 40mm, no propagador de la llama y de color blanco.			
		Total Ud. ....:	1,000	3,64	3,64
3.1.1.16	Ud.	Suministro y montaje de toma RJ-45 Cat. 6 FTP de dos módulo, con conexión eléctrica, color blanco. Marca Legrand.			
		Total Ud. ....:	4,000	13,95	55,80
3.1.1.17	Ud.	Suministro y montaje de luminaria montaje superficial. Marca Legrand, modelo 61563. Características: fluorescente de tubo lineal de 6W, flujo luminoso de 315 lm, IP65 e IK07, Clase II, acumuladores de Ni-Cd de alta temperatura, tiempo de carga 24h, test de prueba de funcionamiento con tensión de red, protección de red mediante dispositivo electrónico automático, material de la envolvente autoextinguible, acumuladores de Ni-Cd de alta temperatura con una duracion mínima 1h, 2 leds de alta luminosidad y larga duración, 100.000 horas ó 12 años de vida media, con cargo RAEE.			
		Total Ud. ....:	1,000	86,20	86,20
<b>Total subcapítulo 3.1.1.- Generador Fotovoltaico:</b>					<b>58.003,77</b>
<b>3.1.2.- Luminotecnía</b>					
3.1.2.1	Ud.	Arqueta A-2 (750 X 500 x 35 mm fondo con de 10 cm de picón) de electricidad en exteriores, realizada con hormigón en masa encofrado HM-20/P/16/l, laterales enfoscados y bruñidos interiormente, recibido de las canalizaciones en chaflán, con marco y tapa rectangular (long. exterior marco 1000x750 mm) de fundición dúctil clase C 250, rotura > 400 kN, normalizada con leyenda a determinar según uso. Sellado ligero de canalización con escayola. Totalmente terminada según Normas Municipales.			
		Total Ud. ....:	2,000	221,31	442,62
3.1.2.2	Ud.	Suministro e instalación de abrazadera plástica de cierre para tubo de Ø20mm. Marca Desa. Características: poliamida libre de halógenos, fijación con tirafondo o tornillo, roscada en M6 o en carril, con sistema de cierre de seguridad a presión.			
		Total Ud. ....:	16,000	0,72	11,52
3.1.2.3	Ud.	Suministro y montaje de caja cuadrada de registro estanca de superficie de 100x100x55 con tapa de cierre con tornillos. Marca Legrand. Características: Con caja y tapa de poliestileno, IP55 - IK07, con tornillos de 1/4 de vuelta, color gris RAL7035, autoextinguible, sin entradas. Instalación: realización de huecos para introducción de los tubos, colocación de los mismos y fijación mural por 2 o 4 tornillos de 5mm, identificada, guardando en la zona las mayores condiciones de organización, seguridad y limpieza posibles. Totalmente terminado y ejecutado según REBT y Normas Municipales.			
		Total Ud. ....:	4,000	4,74	18,96
3.1.2.4	Ud.	Suministro y montaje de caja rectangular de registro estanca de superficie de 155x110x74 con tapa de cierre con tornillos. Marca Legrand. Características: Con caja y tapa de poliestileno, IP55 - IK07, con tornillos de 1/4 de vuelta, color gris RAL7035, autoextinguible, sin entradas. Instalación: realización de huecos para introducción de los tubos, colocación de los mismos y fijación mural por 2 o 4 tornillos de 5mm, identificada, guardando en la zona las mayores condiciones de organización, seguridad y limpieza posibles. Totalmente terminado y ejecutado según REBT y Normas Municipales.			
		Total Ud. ....:	4,000	7,88	31,52
3.1.2.5	MI	Línea de cable unipolar RZ1-KZ1-K (AS) de cobre de 1x1,5mm <sup>2</sup> , de tensión nominal 450/750V. Especialmente indicado para: instalaciones de pública concurrencia y derivaciones individuales en edificios. Características: Flexible, de colores: rojo, marrón, negro, gris, azul y amarillo/verde, aislamiento de poliolefina, temperatura máxima de utilización de 70°C en servicio continuo y 160°C en cortocircuito, no propagador de la llama, no propagador del incendio, baja emisión de gases tóxicos, baja opacidad de humos y bajo índice de acidez de los gases de combustión. Instalado: tomando todas las medidas oportunas para una instalación limpia, segura y organizada, y conectado con todos los accesorios correspondientes para su correcto funcionamiento acorde con el REBT 2002 y las normas de la compañía suministradora. Incluso revisada la instalación una vez terminado.			

**Presupuesto parcial nº 3 Instalación eléctrica**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
		<b>Total MI .....</b>	<b>80,000</b>	<b>0,50</b>	<b>40,00</b>
3.1.2.6	MI	Instalación de canalización con tubo PVC liso reforzado color gris Ø10mm nominal, para instalación en interiores. Marca Canplastica. Características: Grado mínimo de protección contra daños mecánicos de 7, no propagador de la llama y libre de halógenos, resistencia a la compresión superior a 1.250 NW, resistencia al impacto superior a 2 Julios, temperatura de trabajo desde -5°C hasta +60°C y rigidez eléctrica mayor de 2kV.			
		<b>Total MI .....</b>	<b>40,000</b>	<b>5,67</b>	<b>226,80</b>
3.1.2.7		Pantalla LED BBP5400 ECO75-3S 54 W			
		<b>Total .....</b>	<b>8,000</b>	<b>35,50</b>	<b>284,00</b>
				<b>Total subcapítulo 3.1.2.- Luminotecnia:</b>	<b>1.055,42</b>
				<b>Total subcapítulo 3.1.- Parking:</b>	<b>59.059,19</b>
		<b>Total presupuesto parcial nº 3 Instalación eléctrica :</b>			<b>59.059,19</b>

**Presupuesto parcial nº 4 Varios**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
4.1	Ud.	P.A. a justificar.			
			<b>Total Ud. ....:</b>	<b>1,000</b>	<b>1.545,00</b>
4.2	Ud.	P.A. instalación eléctrica			
			<b>Total Ud. ....:</b>	<b>1,000</b>	<b>3.089,03</b>
4.3	Ud.	Sujeción y conexionado de cuadro eléctrico completo de 3 filas, con comprobación de las instalaciones con tensión, acometidas, sentido de giro etc...			
			<b>Total Ud. ....:</b>	<b>1,000</b>	<b>151,89</b>
4.4	Ud.	P.A. De remates de albañilería de Instación, derivados de realización de obra.			
			<b>Total Ud. ....:</b>	<b>1,000</b>	<b>5.325,91</b>
4.5	1	Diseño de estructura y construcción de la misma.			
			<b>Total 1 ....:</b>	<b>1,000</b>	<b>12.000,00</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 4 Varios :</b>					<b>22.111,83</b>

## Presupuesto de ejecución material

<b>1 Instalación de enlace</b>	<b>3.392,27</b>
<b>2 Cuadro eléctrico</b>	<b>4.516,27</b>
2.1.- Cuadro General de Distribución	4.516,27
<b>3 Instalación eléctrica</b>	<b>59.059,19</b>
3.1.- Parking	59.059,19
3.1.1.- Generador Fotovoltaico	58.585,56
3.1.2.- Luminotecnia	1.055,42
<b>4 Varios</b>	<b>22.111,83</b>
<b>Total .....</b>	<b>89.142,64</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHENTA Y SEIS MIL CIENTO CUARENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

fvsdf

## RESUMEN

Instalación de estaciones de recarga rápida con parking solar.	<b>89,142.64</b>	
13% de gastos generales	11,655.98 €	
6% de beneficio industrial	5,379.68 €	
<b>Suma</b>	<b>106,178.3 €</b>	
	6,5% IGIC	6,901.59 €
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>113,079.89 €</b>	

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO TRECEMIL SETENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.



**Universidad**  
de La Laguna

# INSTALACIÓN DE ESTACIÓN DE RECARGA RÁPIDA CON PARKING SOLAR

Escuela Superior de Ingeniería Civil e Industrial  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**CONCLUSIÓN**

Alumno: Cristo Jesús Mesa Yanes.

Tutor: José Francisco Gómez González



## **CONCLUSION**

The realization of this project has turned out to be a challenge for me, it has allowed me to put into practice a great part of the knowledge acquired during these years and to shape what has turned out to be my final degree project.

On the one hand, combine all the necessary information to perform the necessary calculations for the sizing of the installation and be able to interpret them correctly and accurately.

On the other hand, it has been a challenge to write according to the rules and in a rigorous way, all the documents that together give form and context to this project.

In short, this project has helped me to realize everything that can be done with the knowledge we have and all those who have joined when it comes to advancing in the project.