

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**Trabajo Fin de Grado**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA  
DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E  
HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016



## **RESUMEN**

Se ha proyectado un parking para vehículos con estaciones de recarga para ocho coches eléctricos apoyados por una instalación fotovoltaica en el término municipal de Candelaria.

En primer lugar, se analizaron las distintas alternativas y se llegó a la conclusión de que podía ser viable diseñar un sistema que inyectara a la red en momentos de alta producción y consumiera energía de la red cuando la energía generada no fuera suficiente.

El Proyecto incluye la instalación eléctrica formada por 4 estaciones de recargas para coches eléctricos e híbridos enchufables, los sistemas de gestión típicos de un parking público, la iluminación y la instalación fotovoltaica de 100 kWp.

Se decidió ubicar el mismo en el municipio de Candelaria debido a las buenas condiciones climáticas que durante todo el año favorecen una mayor producción energética. Además, no existe actualmente en los alrededores ninguna estación de recarga pública, por lo que la instalación tendría una gran afluencia de usuarios y promovería el uso de vehículos eléctricos, así como un planeta con menos emisiones de contaminantes a la atmósfera.

# ABSTRACT

It has been projected a parking with charging stations for eight electric cars supported by a photovoltaic plant in the municipality of Candelaria.

First, different alternatives were analysed and it was concluded that it might be viable to design a system that could feed the mains at times of high production and consume energy from the mains when the energy generated is not enough.

The Project includes the electrical installation composed of four charging stations, systems for the management of a public parking, lightning and a 100 kWp photovoltaic system.

It was decided to locate it in Candelaria due to good weather conditions during the whole year that favour bigger energy production. In addition, there are not public charging stations in that area, so this installation would attract a large number of users and promote the use of electric vehicles as well as a planet with fewer emissions of pollutants into the atmosphere.



# ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. Memoria</b> .....                        | 1   |
| <b>2. Anexos</b>                               |     |
| I.    Cálculos Instalación eléctrica .....     | 60  |
| II.   Cálculos Instalación fotovoltaica .....  | 96  |
| III.  Cálculos luminotécnicos .....            | 127 |
| IV.  Estudio Impacto Ambiental .....           | 161 |
| V.   Estudio Básico de Seguridad y Salud ..... | 172 |
| VI.  Tabla de cálculos eléctricos .....        | 202 |
| VII.  Hojas de características .....           | 209 |
| VIII. Estudio de viabilidad .....              | 259 |
| <b>3. Planos</b> .....                         | 276 |
| <b>4. Pliego de condiciones</b> .....          | 290 |
| <b>5. Mediciones</b> .....                     | 314 |
| <b>6. Presupuesto</b> .....                    | 327 |
| <b>7. Conclusiones</b> .....                   | 397 |

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **I. MEMORIA**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

## ÍNDICE

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Introducción. ....   | 3  |
| 1.1.   | Cambio climático. ....   | 3  |
| 1.2.   | Valores de consumo de energía primaria y final en España ...               | 3  |
| 1.3.   | Tipos de vehículos eléctricos .....  | 4  |
| 1.4.   | Ventajas de los vehículos eléctricos frente a los de combustión: .....     | 5  |
| 1.5.   | Desventajas de los vehículos eléctricos frente a los de combustión: .....  | 6  |
| 1.6.   | Subvenciones a nivel Estatal (España) .....                                | 6  |
| 1.7.   | Tipos de conectores.....   | 10 |
| 1.8.   | Tipos de recarga .....   | 12 |
| 1.9.   | Modos de carga .....   | 13 |
| 1.10.  | Sistema fotovoltaico.....  | 15 |
| 2.     | Objeto del proyecto .....  | 16 |
| 3.     | Peticionario.....  | 16 |
| 4.     | Emplazamiento .....  | 16 |
| 5.     | Descripción del establecimiento .....                                      | 17 |
| 6.     | Normativa aplicable .....  | 17 |
| 6.1.   | Normas de carácter estatal .....   | 17 |
| 6.2.   | Normas de carácter autonómico.....   | 18 |
| 6.3.   | Normas UNE.....  | 19 |
| 7.     | Clasificación de la actividad .....  | 19 |
| 7.1.   | Descripción de la instalación .....  | 19 |
| 7.1.1. | Instalación conectada a la red.....  | 19 |
| 7.1.2. | Instalación aislada de la red con producción fotovoltaica y baterías ..... | 20 |
| 7.1.3. | Instalación conectada a la red y con energías renovables .....             | 20 |
| 8.     | Componentes de la instalación .....  | 23 |
| 8.1.   | Instalación de enlace .....  | 23 |
| 8.1.2. | Acometida .....  | 24 |

|   |    |
|---|----|
| 8.1.3. Caja general de protección (CGP).....                | 25 |
| 8.1.4. Línea general de alimentación.....                   | 26 |
| 8.1.5. Caja de derivación.....                              | 27 |
| 8.1.6. Equipos de medida.....                               | 27 |
| 8.1.7. Derivación individual.....                           | 28 |
| 8.2. Instalación interior.....                              | 29 |
| 8.2.1. Cargadores.....                                      | 29 |
| 8.2.1.1. Cargador semi-rápido.....                          | 29 |
| 8.2.1.2 Cargador lento.....                                 | 30 |
| 8.2.1.3. Cargador rápido.....                               | 31 |
| 8.2.3 Elementos del parking.....                            | 33 |
| 8.2.4 Luminaria exterior.....                               | 35 |
| 8.3 Instalación fotovoltaica.....                           | 38 |
| 8.3.1 Módulos fotovoltaicos.....                            | 39 |
| 8.3.2. Soportes.....  | 41 |
| 8.3.3 Inversor.....   | 42 |
| 8.3.4. Contador bidireccional.....                          | 44 |
| 8.3.5 Control dinámico de potencia.....                     | 45 |
| 8.3.6. Caseta de inversores.....                            | 47 |
| 8.3.7 Cableado.....   | 47 |
| 8.3.7.1. Paneles fotovoltaicos-cuadro de protección DC..... | 48 |
| 8.3.7.2. Cuadro de protección DC – Inversores.....          | 48 |
| 8.3.7.3 Inversores – Cuadro de protección AC.....           | 49 |
| 8.3.7.4 Cuadro de protección AC-Contadores.....             | 49 |
| 8.4 Puesta a tierra.....                                    | 49 |
| 8.5 Canalizaciones.....                                     | 50 |
| 8.6 Protecciones.....                                       | 55 |
| 9. Bibliografía.....  | 57 |

## **1. Introducción.**

### **1.1. Cambio climático.**

El cambio climático amenaza a diario a nuestro planeta. Este es debido, entre otros, a las continuas emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la industria automovilística que da lugar al conocido efecto invernadero.

El principal tipo de energía consumido en España proviene aproximadamente en un 75 % de combustibles fósiles altamente contaminantes. Esta característica del suministro energético aleja al país de los compromisos del Protocolo de Kioto. Compromiso que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

Es por ello, que se debe apostar por el reforzamiento del ahorro energético y el apoyo a las energías renovables, ya que estas últimas no solamente reducen las emisiones de gases como CO<sub>2</sub>, sino que también garantizan un suministro energético autóctono y seguro. Además, el país cuenta con óptimos recursos energéticos renovables destacando la energía solar fotovoltaica y la energía eólica.

El principal objetivo del presente proyecto es realizar el diseño de un parking con puntos de recarga de coches eléctricos utilizando las energías renovables (energía solar fotovoltaica) como fuente primaria para abastecer el establecimiento, en el caso de que la energía producida por la instalación fotovoltaica no fuese suficiente, se inyectaría energía eléctrica de la red a la que se estará conectado.

### **1.2. Valores de consumo de energía primaria y final en España**

Actualmente, existe una gran dependencia de los combustibles fósiles, sumando estos un total de 74,4% de la energía consumida en España. Estos datos se pueden observar en la figura 1.

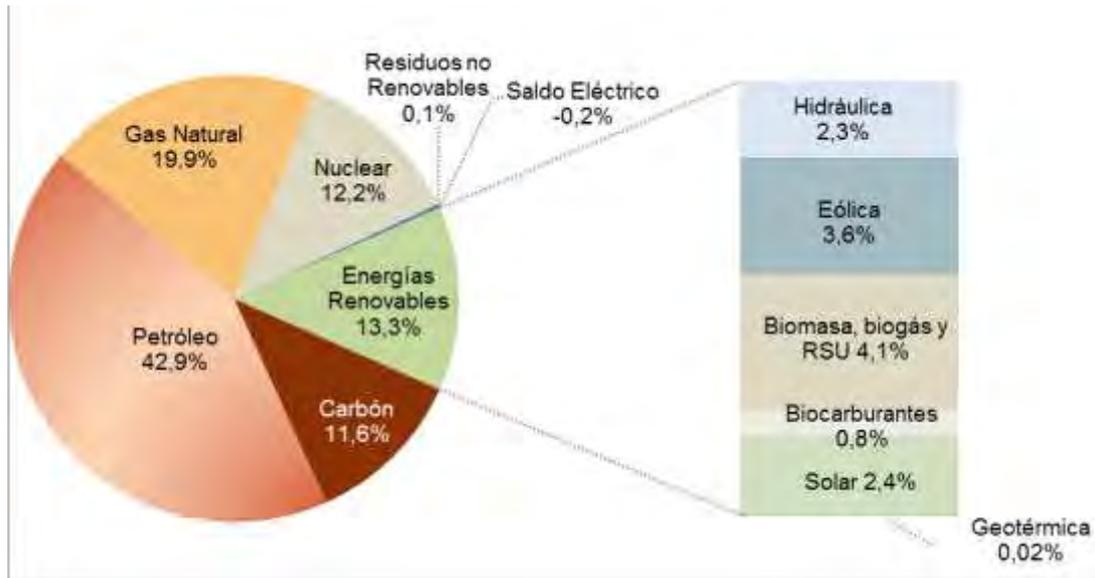


Figura 1. Datos de consumo de energía en España. [Datos obtenidos del IDAE]

Además, se puede observar en la siguiente figura el reparto de la energía en el país donde, el principal consumidor es el transporte con un 43% del total de energía. De ahí la importancia por cambiar el modo de abastecimiento de este, dejando atrás su dependencia al petróleo, gas y carbón, por energías renovables.



Figura 2. Datos del reparto de la energía en España.

### 1.3. Tipos de vehículos eléctricos

Estos vehículos se propulsan total o parcialmente mediante una toma de corriente que se encarga de recargar las baterías que a su vez alimentan un motor eléctrico.

Destaca el vehículo 100% eléctrico, siendo este la alternativa de futuro a la movilidad y el transporte urbano.

Vehículo híbrido eléctrico (HEV): Un vehículo híbrido combina como mínimo dos fuentes de energía. En la mayoría de los casos una de ellas es energía térmica

y la otra eléctrica. Pero puede combinar otros tipos de energías, como un motor de aire comprimido.

**Vehículo híbrido enchufable (PHEV):** Un vehículo híbrido eléctrico con baterías recargables que pueden ser completamente cargadas conectando una toma de corriente a la red eléctrica. La configuración del sistema de propulsión puede ser en serie o en paralelo. Este vehículo combina las características de un vehículo híbrido convencional teniendo un motor eléctrico y otro térmico y las características de un vehículo eléctrico por la presencia de la toma de corriente capaz de conectarse en la red eléctrica.

**Vehículo eléctrico (EV):** Un vehículo eléctrico está propulsado únicamente por un motor eléctrico. La fuente de energía proviene de la electricidad almacenada en la batería que se debe cargar a través de la red.

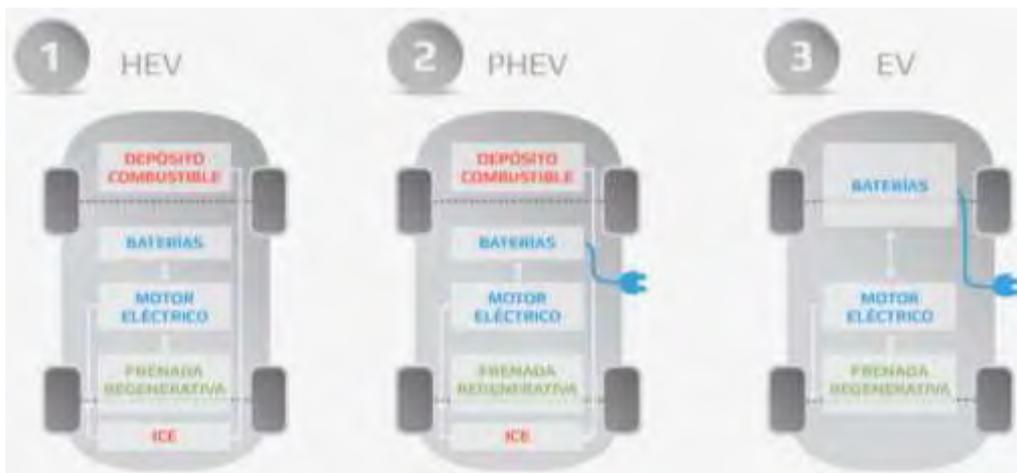


Figura 3. Tipos de vehículos eléctricos.

#### 1.4. Ventajas de los vehículos eléctricos frente a los de combustión:

- Contaminación atmosférica reducida.
  - Cero emisiones locales en las ciudades.
  - No emite gases ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ), ni partículas (PM10, PM2.5), ni  $\text{CO}_2$  a nivel local.
- Ahorro económico.
- Contaminación acústica. El vehículo es totalmente silencioso.
- Independencia energética. La posibilidad que ofrece la electricidad de ser generada a través de fuentes de energías renovables, permite una mayor independencia energética de los usuarios.

- Ahorro energético.
  - No consume en las fases de ralentí.
  - Las baterías se recargan en las fases de desaceleración y de frenado.
- Fiabilidad.
  - Es muy robusto, permite recorrer hasta 1 millón de kilómetros.
  - Tiene muchos menos componentes que el vehículo de combustión interna.
  - Los gastos de mantenimiento se reducen entre un 30 y un 40%.
  - Las averías son 3 veces más escasas.
- Comodidad de conducción.
  - El arranque se efectúa siempre rápidamente.
  - El motor no se cala nunca (ausencia de embrague).

### **1.5. Desventajas de los vehículos eléctricos frente a los de combustión:**

- Poca autonomía de desplazamiento.
- Redes de carga escasas.
- Poca potencia.
- Alto coste de las baterías.
- Cargadores domésticos caros.
- Mayor coste inicial de adquisición.

A pesar de las desventajas que pueda tener, a día de hoy, el coche eléctrico, sus ventajas son muy importantes y beneficiosas para el medio ambiente. Pudiéndose solventar, poco a poco, algunos de esos inconvenientes que presenta y que, en la actualidad se encuentran en periodo de desarrollo.

### **1.6. Subvenciones a nivel Estatal (España)**

Las ayudas para la compra de vehículos eléctricos así como la instalación de puntos de recarga dependen a nivel estatal del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Algunas de las ayudas que se ofrecen son las siguientes:

- PLAN PIVE 8: plan que pretende promover la baja incentivada de aproximadamente 300.00 vehículos con más de 10 años de antigüedad, en el caso de vehículos turismo (categoría M1) y más de 7 años, en el caso de vehículos comerciales ligeros (categoría N1) y modernizar el parque incentivando la adquisición de vehículos nuevos de alta eficiencia energética.

Para disfrutar del descuento en la factura, es obligatorio entregar un coche usado de, al menos 10 años de antigüedad a cambio del nuevo. Ahora bien, el vehículo a achatarrar debe haber pasado la ITV y el beneficiario de las ayudas tiene que haber sido titular del mismo durante un período mínimo de un año.

Los beneficiarios de esta ayuda son las personas físicas mayores de edad, profesionales autónomos, microempresas y PYMES.

Se concederán ayudas a la adquisición de vehículos nuevos de categoría M1 o N1 ya sean convencionales, híbridos, híbridos enchufables, eléctricos puros, etc.

La ayuda inicial es de 2.000 euros, de los que el Gobierno (concretamente el Ministerio de Industria, Energía y Turismo) pone los 1.000 primeros y el fabricante o concesionario, los restantes. Si el comprador presenta un documento que acredite que el coche a comprar está destinado al uso y disfrute de una familia numerosa, la subvención pasa de 2.000 a 3.000 euros que nuevamente se reparten a partes iguales entre Administración y vendedor. Eso sí, debe ser un modelo de, mínimo, cinco plazas.

También disfrutarán de un descuento de 3.000 euros en 2016 las personas con movilidad reducida.

Cuando finalice el Plan PIVE 8, el Gobierno dará paso al Plan Movea 2016. Este contará con una dotación inicial de 16 millones de euros y premiará la compra de coches menos contaminantes, es decir, híbridos, eléctricos, de gas...

- PLAN PIMA AIRE 4: plan de ayuda a la adquisición de vehículos de las siguientes categorías:
  - M1 con carrocería AF Multiuso
  - N1 cuya masa máxima no supere las 3,5 toneladas diseñados y fabricados para el transporte de mercancías.
  - M1, M2, M3, N1, N2 y N3 homologados como Gas Licuado del Petróleo, Gas Natural Comprimido, Gas Natural Licuado o bifuel gasolina-gas.

Los beneficiarios de las ayudas podrán ser personas físicas, personas jurídicas de naturaleza privada y comunidades de bienes.

Estas cuantías de ayuda se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 1. Cuantías de ayuda Plan PIMA AIRE 4*

| Tipo de vehículo  | Cuantía por vehículo   |
|---|--|
| M1 con carrocería AF multiuso o N1 con masa máxima menor de 2.500 kg  | 1000 €   |
| M1 con carrocería AF multiuso o N1 con masa máxima igual o mayor de 2.500 kg  | 2500 €   |
| M1 con carrocería AF multiuso o N1 con masa máxima menor de 2.500 kg homologado como GLP, GNC, GNL o bifuel         | 2500 € + 1000 € que aportará el punto de venta, fabricante o importador. |
| M1 con carrocería AF multiuso o N1 con masa máxima igual o mayor de 2.500 kg homologado como GLP, GNC, GNL o bifuel | 5500 € + 2000 € que aportará el punto de venta, fabricante o importador. |
| M2, M3, N2 y N3 homologados como GLP, GNC, GNL o bifuel con masa máxima inferior a 18.000 kg                        | 10000 €  |
| M2, M3, N2 y N3 homologados como GLP, GNC, GNL o bifuel con masa máxima superior a 18.000 kg                        | 20000 €  |

- PLAN MOVELE 2015: el objetivo de este plan es la concesión de ayudas para incentivar y promover la adquisición de nuevos vehículos eléctricos. Estas ayudas se destinarán a la adquisición directa o por medio de operaciones de financiación por leasing financiero o arrendamiento por renting de vehículos eléctricos nuevos, matriculados por primera vez en España.

Los beneficiarios de dichas ayudas podrán ser, entre otros, profesionales autónomos, personas físicas mayores de edad residentes en España y empresas privadas constituidas en España.

Estas cuantías individuales de ayuda se presentan en la siguiente tabla según la categoría del vehículo.

Tabla 2. Cuantías de ayuda Plan MOVELE 2015

| Cuantías individuales de ayuda |  |                      |                                  |
|--------------------------------|--|----------------------|----------------------------------|
| Categoría                      | 15 km ≤ aut. ≤ 40 km                         | 40 km ≤ aut. ≤ 90 km | 90 km ≤ autonomía modo eléctrico |
| <b>M1</b>                      | 2.700 €                                      | 3.700 €              | 5.500 €                          |
| <b>N1/N2/M2</b>                | 8000 € (autonomía > 60 km)                   |                      |                                  |
| <b>M3</b>                      | 20.000 € (autonomía > 60 km)                 |                      |                                  |
| <b>L6e</b>                     | 1.950 € (no condicionado a autonomía mínima) |                      |                                  |
| <b>L7e</b>                     | 2.350 € (no condicionado a autonomía mínima) |                      |                                  |

Para el caso de familias numerosas y discapacitados con movilidad reducida que adquieran vehículos adaptados para su conducción se dispone de las siguientes ayudas:

Tabla 3. Cuantía de ayudas para familias numerosas y discapacitados.

| Cuantía ayuda para familias numerosas y discapacitados que adquieran vehículos adaptados con carácter previo a su adquisición |  |                      |                                  |
|---|--|----------------------|----------------------------------|
| Categoría   | 15 km ≤ aut. ≤ 40 km                         | 40 km ≤ aut. ≤ 90 km | 90 km ≤ autonomía modo eléctrico |
| <b>M1</b>   | 3.200 €                                      | 4.200 €              | 6.000 €                          |
| <b>L6e</b>  | 2.250 € (no condicionado a autonomía mínima) |                      |                                  |
| <b>L7e</b>  | 2.650 € (no condicionado a autonomía mínima) |                      |                                  |

Además, existe un límite en el precio del coche para poder recibir la ayuda: el precio franco fábrica del coche, esto es antes de impuestos, será como máximo de 40.000 euros.

- **PLAN MOVEA:** este plan de Impulso a la Movilidad con Vehículos de Energías Alternativas es una medida diseñada y puesta en marcha por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo con el objeto de apoyar la adquisición de los vehículos más eficientes hasta el momento.

Se concederán ayudas a la adquisición de vehículos eléctricos, de gas licuado del petróleo (GLP), de gas natural comprimido (GNC) y licuado (GNL), motos eléctricas y bicicletas de pedaleo asistido por motor eléctrico.

### 1.7. Tipos de conectores

Existen diferentes tipos de conectores con diferente tamaño y propiedades para recargar un vehículo eléctrico.

- Conector doméstico tipo Schuko. Es compatible con las tomas de corriente europeas. Tiene dos bornes y toma de tierra y soporta corrientes de hasta 16 A, solo para recarga lenta y sin comunicación integrada.



Figura 4. Conector doméstico Tipo Schuko

- Conector SAE J1772, o Tipo 1. Es un estándar norteamericano, y es específico para vehículos eléctricos. Tiene cinco bornes, los dos de corriente, el de tierra, y dos complementarios, de detección de proximidad (el coche no se puede mover mientras está enchufado) y de control (comunicación con la red).

Consta de dos niveles:

- Nivel 1: hasta 16 A, para recarga lenta.
- Nivel 2: hasta 80 A, para recarga rápida.



Figura 5. Conector SAE J1772 o Tipo 1

- Conector Mennekes, o Tipo 2, es un conector alemán de tipo industrial a priori no específico para vehículos eléctricos. Tiene siete bornes, los cuatro para corriente (trifásica), el de tierra y dos para comunicaciones.

Existen dos tipos:

- Monofásico, hasta 16 A, para recarga lenta.
- Trifásico, hasta 63 A, para recarga rápida.



*Figura 6. Conector Mennekes o Tipo 2*

- Conector único combinado o CCS, se ha propuesto por norteamericanos y alemanes como solución estándar. Tiene cinco bornes, para corriente, protección a tierra y comunicación con la red. Admite recarga tanto lenta como rápida.



*Figura 7. Conector único combinado o CCS*

- Conector Scame, o Tipo 3, también conocido como EV Plug-in Alliance, principalmente apoyado por los fabricantes franceses. Tiene cinco o siete bornes,

ya sea para corriente monofásica o trifásica, tierra y comunicación con la red. Admite hasta 32 A (para recarga semi-rápida).



*Figura 8. Conector Scame o Tipo 3*

- Conector CHAdeMO, es el estándar de los fabricantes japoneses. Está pensado específicamente para recarga rápida en corriente continua. Tiene diez bornes, toma de tierra y comunicación con la red. Admite hasta 200 A de intensidad de corriente (para recargas rápidas).



*Figura 9. Conector CHAdeMO*

## 1.8. Tipos de recarga

Se consideran cinco tipos de recarga según la velocidad de esta, es decir, cuánto tiempo lleva recargar las baterías, que depende directamente de la potencia disponible.

- Recarga super-lenta, cuando la intensidad de corriente se limita a 10 A o menos por no disponer de una base de recarga con protección e instalación eléctrica

adecuada. La recarga completa de las baterías de un coche eléctrico medio puede llevar entre diez y doce horas.

- Recarga lenta o recarga normal. Se realiza a 16 A, demandando unos 3,6 kW de potencia. Recarga esas mismas baterías puede llevar entre seis y ocho horas.
- Recarga semi-rápida. Se realiza a una potencia de unos 22 kW a 25kW. La recarga puede llevar una hora u hora y cuarto.
- Recarga rápida, la potencia que se demanda es muy alta, entre 44 y 50 kW. La recarga de baterías puede llevar media hora. Lo normal es que no se haga una recarga del 100% sino en torno al 80% o 90%.
- Recarga super-rápida, la potencia de recarga es todavía más alta que en la recarga rápida, aproximadamente el doble. Este tipo de recarga la utiliza por ejemplo Tesla Motors en su Tesla Model S, con una potencia entre 90 y 120 kW. Recargar unos 250 km de autonomía viene a requerir unos 20 minutos.
- Recarga ultra-rápida, apenas se usa, y debe considerarse algo todavía experimental, en vehículos eléctricos a prueba con acumuladores de tipo supercondensadores. La potencia de recarga es muy elevada, por encima de 130 o 150 kW, y en unos cinco o diez minutos se pueden recargar las baterías. En principio, las baterías de iones de litio no soportan la temperatura tan elevada que provoca este tipo de recarga, pues deteriora gravemente su vida útil.

### **1.9. Modos de carga**

Los modos de carga tienen que ver con el nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga (y por consiguiente la red eléctrica), y el control que se puede tener del proceso de carga, para programarla, ver el estado, pararla, reanudarla, o incluso volcar electricidad a la red

Se han estandarizado los diferentes modos de carga, dando lugar a cuatro modos de carga diferenciados.

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

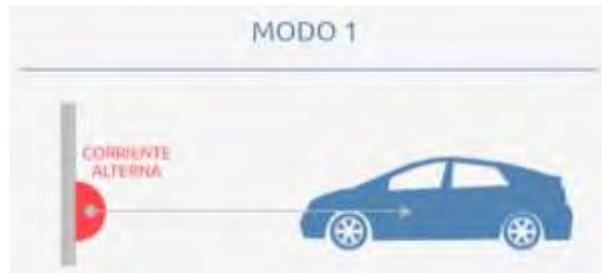


Figura 10. Modo de recarga 1

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



Figura 11. Modo de recarga 2

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



Figura 12. Modo de recarga 3

- Modo 4: Infraestructura de recarga con convertor a corriente continua. Sólo se aplica a recarga rápida. Es el modo a implantar en las calles y futuras electrolineras.

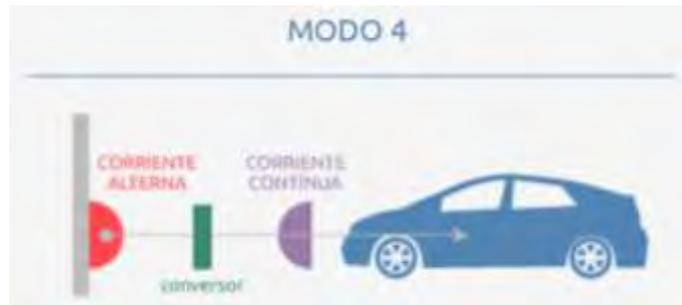


Figura 13. Modo de recarga 4

### 1.10. Sistema fotovoltaico

Una instalación fotovoltaica consiste en un conjunto de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos que transforman la energía solar en energía eléctrica. Se obtiene corriente continua en las células fotovoltaicas que se ha de convertir mediante un inversor en corriente alterna para ser usada, en este caso, en la carga de vehículos eléctricos.

Estos sistemas independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a) Instalación aislada de la red con energías renovables
- b) Instalación con energías renovables conectada a la red

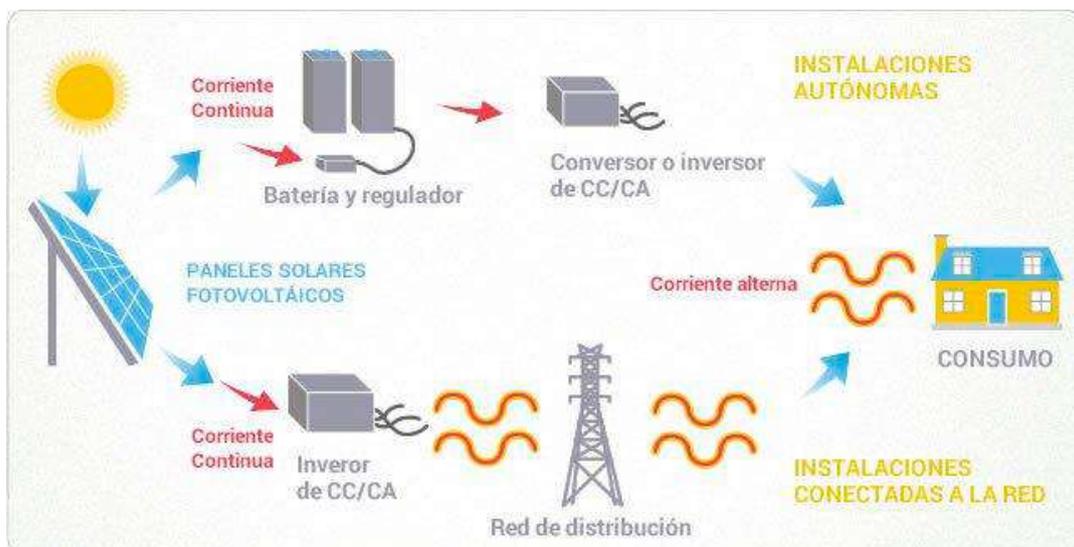


Figura 14. Tipos de instalaciones

En este caso, la opción elegida es una instalación conectada a la red.

## **2. Objeto del proyecto**

La finalidad de este proyecto es la realización del Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Se trata del acondicionamiento de un aparcamiento para la carga de vehículos eléctricos e híbridos, concretamente tres estaciones de carga rápida con dos puntos de recarga cada uno contiguo al IES Punta Larga situado en Candelaria, Tenerife.

Se proyectarán las instalaciones eléctricas, mecánicas e iluminación necesarias para el parking y además, se realizará un estudio de viabilidad, analizando detalladamente la instalación fotovoltaica conectada a la red y la instalación conectada a red.

Este proyecto surge tras la carencia de un punto de recarga rápida de vehículos eléctricos e híbridos desde el municipio de Arico hasta Santa Cruz.

## **3. Peticionario**

El petionario del presente proyecto es la Escuela de Ingeniería y Tecnología.

CIF: Q-3818001 D

Domicilio: Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, 38200, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, España.

## **4. Emplazamiento**

La instalación estará situada en un aparcamiento dentro del municipio de Candelaria, en Tenerife. Concretamente se realizará en la Rambla de Los Menceyes s/n, 38530, Candelaria, Tenerife, España. En el correspondiente plano de situación nº 1 que se acompaña se aprecia la ubicación del establecimiento, al objeto de su mejor comprensión con respecto a las restantes vías.

Se trata de un aparcamiento rectangular con unas dimensiones de 112 x 52m, haciendo un área total de 5824 m<sup>2</sup>, con capacidad para 205 vehículos y dotado de 4 estaciones de recarga con 2 puntos de recarga cada una para vehículos eléctricos.

## **5. Descripción del establecimiento**

El parking se encuentra contiguo al IES Punta Larga en el que, además de recargar sus vehículos los propios profesores del centro, lo puede hacer cualquier usuario pagando la correspondiente tasa según el punto de recarga a utilizar o la correspondiente por el simple uso de una plaza de aparcamiento.

Cuenta con 205 plazas puestas en batería de 2,5 x 5 m y 3,2 x 5 m para minusválidos, y a su vez, divididas en distintas zonas, todas ellas contando con una marquesina metálica sobre la que se encuentran los paneles fotovoltaicos. Existe una zona en la que se encuentran las cuatro estaciones de recarga, cada una con dos tomas. Por tanto, se dispone de ocho puntos de recarga de vehículos.

En la entrada al parking se encuentra el puesto de garita del personal de seguridad y contigua a ella, la caseta de los inversores en la que además, se encuentra la centralización de contadores y el cuadro de mando y protección.

## **6. Normativa aplicable**

Para la realización de las instalaciones, se deben tener en cuenta la siguiente normativa:

### **6.1. Normas de carácter estatal**

- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 21/1992, de 16 de Julio, de Industria.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/97, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección personal.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el código técnico de la Edificación.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 647/2011, de 9 de Mayo, por el que se regula la actividad del gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 <<Instalaciones con fines especiales.

Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos>>, del Reglamento Electrotécnico para baja tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.

- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, IDEA, de julio de 2011.

## **6.2. Normas de carácter autonómico**

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

### **6.3. Normas UNE**

- UNE 21.1002: Cables de tensión asignada hasta 450/750V con aislamiento de compuesto termoplástico de baja emisión de humos y gases corrosivos. Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas.
- UNE-EN-50.102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE 21144-3-2: Cables eléctricos. Cálculos de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

## **7. Clasificación de la actividad**

### **7.1. Descripción de la instalación**

La instalación propuesta consta de una estación de recarga rápida, dos estaciones de recarga semi-rápida y una de recarga lenta de la marca Circutor, las luminarias y los equipos de gestión del parking. La potencia total de la instalación será de aproximadamente 203 kW.

Se estudiaron tres alternativas de suministro energético de la instalación:

- Instalación conectada a la red
- Instalación aislada de la red con producción fotovoltaica y baterías
- Instalación con energías renovables conectada a la red

#### **7.1.1. Instalación conectada a la red**

En un principio, se analizó la opción de conectar la instalación a la red sin apoyo de la energía solar fotovoltaica, pero debido a la situación actual del medio ambiente, se ve oportuno diseñar una instalación que minimice los efectos adversos de contaminación hacia el mismo mediante el uso de energías renovables, evitando el uso de combustibles fósiles.

En este caso la instalación debería de contar con la acometida de la empresa suministradora, caja de protección y medida CPM, derivación individual y dispositivos generales de mando y protección.

### **7.1.2. Instalación aislada de la red con producción fotovoltaica y baterías**

Otra alternativa barajada fue diseñar una instalación aislada que se autoabasteciera mediante la energía solar en los picos de producción y el sobrante fuera utilizado para cargar las baterías auxiliares que entrarían en funcionamiento en épocas de radiación escasa o por la noche.

Se descartó esta alternativa puesto que las baterías supondrían una inversión inicial importante además del costo de mantenimiento y de reemplazo de las mismas cada cierto tiempo.

### **7.1.3. Instalación conectada a la red y con energías renovables**

En este tipo de instalación se conecta la instalación a la red para consumir energía en horas de poca producción por falta de irradiación solar o un pico de demanda de energía. En caso de que la energía producida sea superior a la demandada por los cargadores, se inyectará a la red obteniendo un beneficio mutuo acuerdo con la empresa suministradora.

Según el Real Decreto 900/2015 se establecen dos modalidades de autoconsumo conectado a la red atendiendo a la potencia contratada de la instalación:

- Modalidad tipo 1:
  - Consumidor único en un único punto de suministro con una o varias instalaciones de generación conectadas en su red interior.
  - Sólo existe sujeto consumidor a efectos de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.
  - Por lo tanto y debido a que sólo existe sujeto consumidor, la instalación generadora no estará dada de alta como instalación de producción eléctrica.
  - Sólo se admite para consumidores que tengan contratado un máximo de 100 kW.
  - La potencia máxima instalada (potencia de paneles solares) no superará nunca la potencia contratada.
  - Mismo titular del punto de suministro que de todas las instalaciones de generación.
  - Se tramitan y legalizan de acuerdo al RD1699/2011.
  - Para empezar el procedimiento de tramitación es necesario solicitar un punto de conexión a la compañía eléctrica, incluso en el caso de que no vayas a verter ningún excedente de producción a la red eléctrica.

- A las instalaciones con una potencia contratada igual o inferior a 10 kW y que acrediten instalar un sistema de inyección 0, la compañía eléctrica no les podrá cobrar cantidad alguna por el estudio de conexión del punto anterior.
- Obligatorio instalar un contador homologado que mida la energía generada, y otro equipo de medida independiente que mida la energía que se importa de la red eléctrica.
- Los excedentes de generación que no se consuman instantáneamente y se viertan a la red eléctrica no serán remunerados.

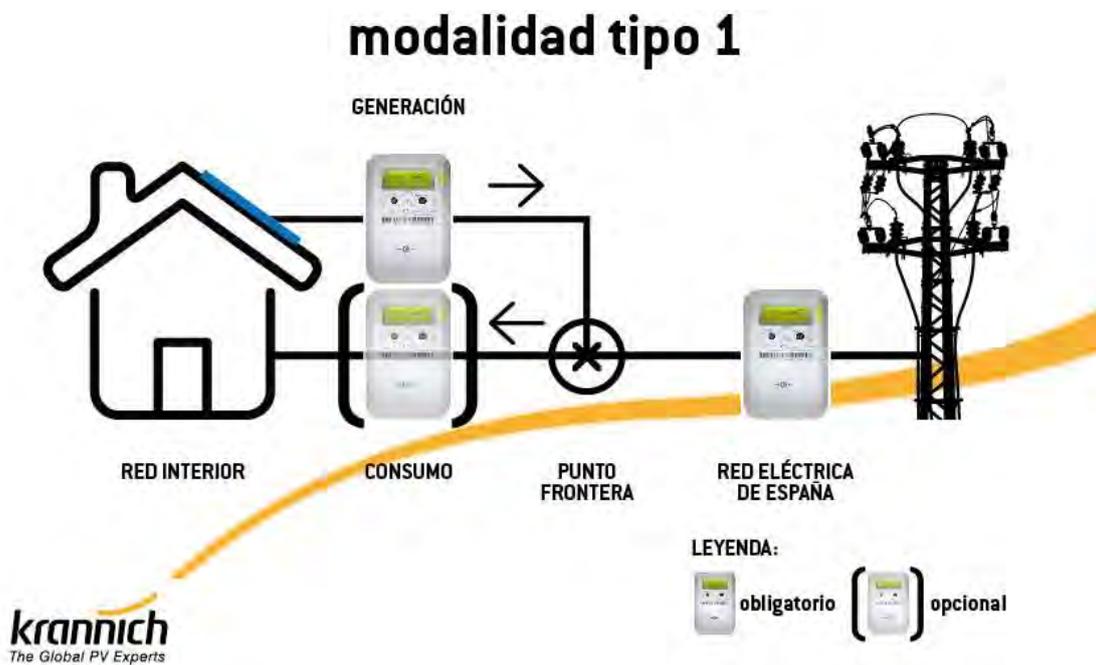


Figura 15. Instalación Modalidad tipo 1

- Modalidad tipo 2:
  - Consumidor único en un único punto de suministro con una o varias instalaciones de producción conectadas en su red interior o que compartan infraestructura de conexión con el consumidor a través de una línea directa.
  - Existe sujeto consumidor y productor a efectos de la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico, por lo tanto en este caso, la instalación generadora sí estará dada de alta como instalación de producción eléctrica.
  - No existe límite de potencia contratada por parte del consumidor asociado.

- La potencia máxima instalada (potencia de paneles solares) no superará nunca la potencia contratada.
- Si hay más de una instalación de producción conectada a un consumidor, el titular de todas las instalaciones de producción tiene que ser el mismo, pero no se obliga a que el consumidor y el productor sean el mismo como en el caso del autoconsumo Tipo1.
- Se tramitan de acuerdo al RD1699/2011 hasta 100 kWp, y por el RD1955/2000 a partir de 100 kWp.
- Se tiene que solicitar un punto de conexión a la compañía eléctrica.
- Para instalaciones de hasta 100 kWp y el titular consumidor y productor es el mismo, se deberá instalar un contador bidireccional homologado que mida la energía neta generada y un contador bidireccional que mida la energía importada y exportada a la red eléctrica.
- Para instalaciones de más de 100 kW deberán instalar el equipo de medida bidireccional para la generación, y un equipo de medida que mida el consumo total del consumidor asociado.
- Se pueden vender los excedentes de producción en el mercado de generación de electricidad al precio que cotice el mercado en cada hora, pero al precio de venta de los excedentes solares se deberá restar el impuesto de generación para productores eléctricos y que asciende al 7%.

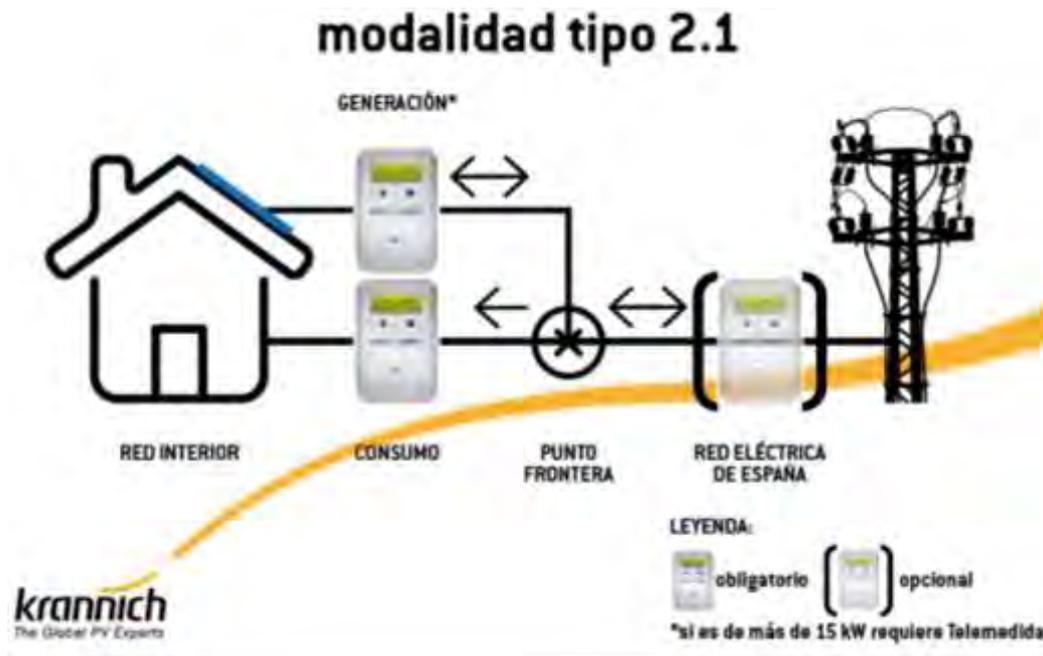


Figura 16. Instalación Modalidad 2

La instalación propuesta se acoge a la modalidad tipo 2 con una instalación solar fotovoltaica de 100 kWp, siendo el titular y consumidor el mismo usuario, además se deberá instalar un contador bidireccional homologado que mida la energía neta generada y un contador bidireccional que mida la energía importada y exportada a la red eléctrica.

## 8. Componentes de la instalación

### 8.1. Instalación de enlace

En los siguientes apartados se describen las partes de la instalación de baja tensión, los elementos de protección y contadores irán empotrados en la centralización de contadores mostrada en la figura 17. La distribución de la instalación más detallada se muestra en el Esquema Unifilar del anexo PLANOS.

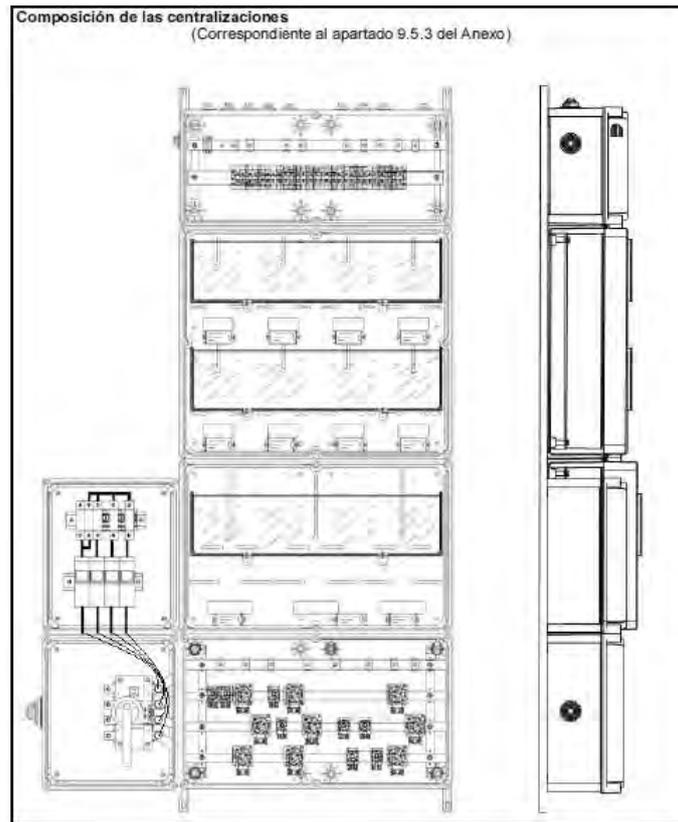


Figura 17. Armario de centralización de contadores y cuadro de protección y medida

### 8.1.2. Acometida

La acometida, será dimensionada según la ITC-BT-11 y las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de UNELCO Endesa, que es la empresa que proveerá de suministro eléctrico a la instalación.

Los cables de la acometida serán de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), tensión asignada 0,6/1V y de color verde con una etiqueta que los identifique. Los cables se situarán enterrados y deben quedar totalmente estancos después de la instalación.

La sección del cableado será calculada de acuerdo a las siguientes características:

Tabla 4. Características de la acometida

| Longitud de la línea | Potencia de la instalación | Caída de tensión máxima | Intensidad circulante |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 15 m                 | 203 kW                     | 3%                      | 365,5 A               |

La empresa suministradora, en este caso UNELCO Endesa, proporciona el punto de conexión a 15 m de la instalación, por lo que se debe utilizar un conductor enterrado a 0,8 metros del suelo con un recorrido lo más rectilíneo posible, evitando cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones ya presentes, en el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 de la ITC-BT-07.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada de la instalación, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

Realizando los cálculos correspondientes y comprobando que se cumplen los criterios anteriormente nombrados, se obtiene que la sección de 240 mm<sup>2</sup> y la sección del neutro será de 120 mm<sup>2</sup> según la tabla 1 de la ITC-BT-07.

La canalización de la acometida debe dimensionarse conforme a la ITC-BT-21, tabla 9, que indica que el diámetro mínimo para la acometida proyectada es de 225 mm que debe cumplir con las especificaciones de resistencia a compresión y efectos meteorológicos determinadas por la norma.

### **8.1.3. Caja general de protección (CGP)**

En la caja general de protección y medida se alojarán los elementos de protección de la línea general de alimentación (LGA), señalando el principio de la instalación propiedad del usuario. Se dimensionará según lo dispuesto en la ITC-BT-13 y las normas particulares de enlace de UNELCO Endesa.

El modelo escogido es la CGP-7-400 con tensión nominal 500 V. Tendrá tres fusibles de 315 A tipo NH 2 de seguridad, clase gG, tipo bases unipolares cerradas, según esquema tipo 7 con la entrada de los cables de la acometida por la parte inferior y la salida de los cables de la línea general de alimentación por la parte inferior.

Además poseerá un interruptor seccionador de corte omnipolar de calibre 400 A y poder de corte de 100 kA, que dejará la instalación aislada del suministro eléctrico.

La CGP se situará empotrada en la fachada de la caseta, en una envolvente aislante y precintable a un metro de altura. Estará protegida con puerta metálica y tendrá un grado de protección IP34 según Norma UNE 20324 y IK 08 según norma UNE-EN-50102.

En el caso de acometida subterránea, las dimensiones de la CGP estarán condicionadas en función de la sección de la acometida, en este caso puesto que la acometida es de  $240 \text{ mm}^2$ , el tamaño de la base portafusible será NH-2, las dimensiones del armario ( $580 \times 290 \times 160 \text{ mm}$ ) y el diámetro del tubo  $160 \text{ mm}$ .

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, tipo Inox M10.

#### **8.1.4. Línea general de alimentación**

La derivación individual enlazará la caja general de protección (CGP) con la centralización de contadores (CC). Se dimensionará según lo dispuesto en la IT-BT-14.

El trazado de la LGA debe ser lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Las dimensiones de las canalizaciones deben permitir una ampliación de los conductores en un 100%.

Los conductores a utilizar, tres de fase y uno de neutro, serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores de incendios con emisión de humos y opacidad reducida

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de  $10 \text{ mm}^2$  en cobre.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460 -5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje, de acuerdo con la previsión de potencias establecidas en la ITC-BT-10.

Por lo tanto, la LGA dimensionada tendrá una sección de  $240 \text{ mm}^2$  con neutro de  $120 \text{ mm}^2$  según ITC-BT-07.

### **8.1.5. Caja de derivación**

Es la caja destinada a albergar exclusivamente las derivaciones que se realicen de la LGA en el interior del local destinado a la Centralización de Contadores o adosada al armario de la Centralización de Contadores.

En la instalación se utilizará para las barras a las que se conectarán los dos equipos de medidas necesarios, el contador bidireccional de la instalación fotovoltaica y el contador unidireccional del resto de la instalación.

En este caso no es oportuno colocar en él elementos de protección puesto que no se va a realizar ningún cambio de sección.

### **8.1.6. Equipos de medida**

Los equipos de medida serán dimensionados según la ITC-BT-17. En la instalación propuesta se deben colocar dos equipos de medidas para atender a la modalidad tipo 2 según Real Decreto 900/2015.

El grado de protección de los dispositivos debe cumplir para instalaciones de interior IP 40 de acuerdo con la norma UNE 20.234 e IK 09 de acuerdo con la norma UNE 50.102.

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Los equipos de medida poseerán fusibles de seguridad NH1, con protección para la líneas generales de alimentación, el calibre de los mismos será de 250 A tendrán un poder de corte de 100 kA.

Atendiendo a las normas particulares de UNELCO Endesa, se instalará un máxímetro puesto que la potencia contratada es superior a 15 kW.

### **8.1.7. Derivación individual.**

La derivación individual, comprendida por los elementos de protección, los dispositivos de medida y los dispositivos generales de mando y protección, conducirá la energía hasta la instalación. Debido a las características de la instalación se propone instalar dos derivaciones individuales, una conectada al cargador rápido y la otra al resto de la instalación.

Según la ITC-BT-15, la sección de los cables será de  $6\text{mm}^2$  como mínimo, uniforme y sin empalmes, se dimensionará según la intensidad máxima circulante y se limita la caída de tensión en este tramo a un 1%.

Los conductores serán tres, puesto que se requiere de alimentación trifásica con neutro y conductor de protección. Estos serán de cobre unipolares, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), no propagadores de incendio con reducción de humos, opacidad reducida y con tensión nominal asignada 0,6/1 kV.

Las canalizaciones deben tener una sección que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, esta estará situada a una profundidad mínima de 0,6 m en acera y 0,8 m en calzada.

Los conductores de la derivación individual 1 tendrán una sección, según la tabla A.1 de la norma UNE 21145, de  $70\text{ mm}^2$ , el neutro de  $70\text{ mm}^2$  y el conductor de protección de  $50\text{ mm}^2$  según la tabla C.1. Estará protegida por fusibles de 160 A que posee un poder de corte de 100 kA.

Los conductores de la derivación individual 2 tendrán una sección, según la tabla A.1 de la norma UNE 21145, de  $70\text{ mm}^2$ , el neutro de  $70\text{ mm}^2$  y el conductor de protección de  $50\text{ mm}^2$  según la tabla C.1. Estará protegida por fusibles 160 A que posee un poder de corte de 100 kA.

Los dispositivos generales de mando y protección se encargarán de proteger los distintos circuitos de la instalación eléctrica contra sobre intensidades, cortocircuitos y derivaciones, constará de los siguientes elementos:

Un interruptor automático regulable (IAR), obligatorio puesto que se instalará un maxímetro. Tendrá un calibre de 400 A y poder de corte de 100 kA.

Un interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, con accionamiento manual. Tendrá por características calibre de 400 A y con poder de corte 100 kA.

Un interruptor magnetotérmico (PIA), que protegerá la instalación de sobrecargas y cortocircuitos. Tendrá por características 200 A y un poder de corte de 100 kA.

Un interruptor diferencial general, que protegerá a los usuarios de contactos indirectos en todos los circuitos. Tendrá por características un calibre de 200 A y una sensibilidad de 300 mA.

Un interruptor diferencial en combinación de un interruptor magnetotérmico para cada circuito de la instalación. El calibre dependerá del circuito desde los 16 A hasta los 100 A, la sensibilidad de los diferenciales será de 300 mA y el poder de corte de los dispositivos de protección de 25 kA.

## 8.2. Instalación interior

### 8.2.1. Cargadores.

Se han escogido tres tipos de puntos de recarga para atender a las necesidades de los clientes:

#### 8.2.1.1. Cargador semi-rápido

Se instalarán dos unidades de cargador de recarga semi-rápida tipo RVE-PT3 del fabricante Circutor, capaz de cargar 2 vehículos simultáneamente cada uno y suministrar una potencia máxima de 2x22 kW en modo de recarga 3. Posee dos conectores Tipo II según norma IEC 62196-2.

*Tabla 5. Características eléctricas cargador semi-rápido*

| Características eléctricas      |         |
|---------------------------------|---------|
| <b>Tensión de entrada</b>       | 400V    |
| <b>Tolerancia</b>               | +/-10%  |
| <b>Tensión de salida</b>        | 400V    |
| <b>Frecuencia</b>               | 50 Hz   |
| <b>Corriente máx. de salida</b> | 2x32 A  |
| <b>Potencia máxima</b>          | 2x22 kW |

Tabla 6. Características mecánicas cargador semi-rápido

| Características mecánicas           |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Envolvente</b>                   | Poliuretano anti-vandálica                  |
| <b>Grado de protección mecánica</b> | IK10  |
| <b>Grado de protección</b>          | IP54  |
| <b>Anclaje</b>                      | Plantilla de fijación al suelo con 4 pernos |



Figura 18. Cargador semi-rápido

#### 8.2.1.2 Cargador lento

Se instalará una unidad de recarga lenta tipo RVE-PM1 del fabricante Circutor, capaz de cargar 2 vehículos simultáneamente cada uno y suministrar una potencia máxima de 2x16w en modo de recarga 1. Posee dos conectores tipo Schuko.

Tabla 7. Características eléctricas cargador lento

| Características eléctricas      |          |
|---------------------------------|----------|
| <b>Tensión de entrada</b>       | 230V     |
| <b>Tolerancia</b>               | +/-5%    |
| <b>Tensión de salida</b>        | 230V     |
| <b>Frecuencia</b>               | 50 Hz    |
| <b>Corriente máx. de salida</b> | 2x16 A   |
| <b>Potencia máxima</b>          | 2x3,6 kW |

Tabla 8. Características mecánicas cargador rápido

| Características mecánicas           |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Envoltente</b>                   | Poliuretano anti-vandálica                  |
| <b>Grado de protección mecánica</b> | IK10  |
| <b>Grado de protección</b>          | IP54  |
| <b>Anclaje</b>                      | Plantilla de fijación al suelo con 4 pernos |



Figura 19. Cargador lento

### 8.2.1.3. Cargador rápido

Se instalará una unidad de recarga rápida tipo RVE-QPC-CH-CCS del fabricante Circutor, capaz de cargar 2 vehículos simultáneamente cada uno y suministrar una potencia máxima de 2x50w en modo de recarga 4. Posee dos conectores, uno tipo Combo-2 y otro CHAdeMO-JEVS G105.

Tabla 9. Características eléctricas cargador rápido.

| Características eléctricas |       |
|----------------------------|-------|
| <b>Tensión de entrada</b>  | 400V  |
| <b>Tolerancia</b>          | +/-5% |
| <b>Tensión de salida</b>   | 400V  |
| <b>Frecuencia</b>          | 50 Hz |

|                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| <b>Corriente máx. de salida</b> | 2x125 A          |
| <b>Potencia máxima</b>          | 2x50 kW          |
| <b>Protección de seguridad</b>  | RCD 30 mA Tipo A |

*Tabla 10. Características mecánicas cargador rápido*

| <b>Características mecánicas</b>    |   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Envoltente</b>                   | Acero Zincado & Acero inoxidable            |
| <b>Grado de protección mecánica</b> | IK10  |
| <b>Grado de protección</b>          | IP54  |
| <b>Anclaje</b>                      | Plantilla de fijación al suelo con 4 pernos |
| <b>Peso</b>                         | 445 kg                                      |
| <b>Longitud del cable</b>           | 3 m   |



*Figura 20. Cargador rápido*

Todos los cargadores poseen lector de tarjetas para gestionar el consumo de cada vehículo, medida de energía integrada e indicación luminosa del estado de carga. El control y monitorización de forma remota mediante conexiones Ethernet y RS-485.

### 8.2.3 Elementos del parking

El parking dispone de equipos de gestión. Dos cajeros automáticos BP-500\ C, que además llevan integrados la recarga del coche eléctrico, cobrando la carga del mismo. Estos se encuentran situados en la entrada y en la salida del establecimiento.



*Figura 21. Cajero automático*

Además, se dispone de un sistema de barreras BP-500\ C de aparcamiento con cierre automático para el control de paso de los vehículos a la entrada y a la salida del parking.

También existe un expendedor de tickets magnéticos en banda magnética central. Incluyen las más modernas tecnologías existentes en el mercado.



*Figura 22. Exendedor de tickets*

Se incluye además, un lector de tickets magnéticos en banda magnética a la salida del parking.



*Figura 23. Lector de tickets*

Se incluye en estos elementos del parking, un sistema automático de lectura de matrículas de vehículos para exterior, instalado en las vías de entrada y salida del

aparcamiento, el reconocimiento de las matrículas se realiza a través de cámara IP y de Software OCR especial de reconocimiento de matrículas instalado en las máquinas de entrada o salida.



*Figura 24. Lector de matrícula*

Por último, se dispone de un letrero situado en la entrada del parking, sujeto a la garita a una altura de 3 metros. El letrero luminoso BP-15\C tiene un diseño compacto exclusivo con pintura final de poliéster para intemperie.

#### **8.2.4 Luminaria exterior**

En el parking se instalarán dos tipos de luminarias acordes a la iluminación de espacios exteriores del fabricante Philips. La localización de las luminarias se observa en el anexo de PLANOS, y el estudio de iluminación se realiza con el software de simulación RELUX.

Para la iluminación perimetral de la instalación, se instalarán 19 unidades de Philips Lightning UrbanScene BDP704 LED de 112 W por unidad. Ofrecen un diseño moderno y homogéneo, junto al ahorro energético permite obtener una propuesta innovadora y sostenible de alumbrado nocturno. Las lámparas tendrán un color de luz blanco cálido (WW) y una temperatura de color máxima de 3000K, además poseen certificaciones de protección IP 66 e IK 07 y unas dimensiones de 768 x 897 mm en postes de 60 mm de diámetro. La instalación se hará en postes a una altura de 3 metros a lo largo del perímetro del parking.



*Figura 25. Philips Lightning UrbanScene BDP704*

Para la iluminación de los aparcamientos y las estaciones de recarga bajo las marquesinas del parking, se instalarán 25 unidades de Philips Lightning UrbanSky BSP390 de potencia unitaria 113 W. Ofrecen un diseño innovador y un ahorro energético gracias a su tecnología LED con una vida útil de 100000 horas. Las lámparas tendrán un color de luz blanco cálido (WW) y una temperatura de color máxima de 3000K, además poseen certificaciones de protección IP 66 e IK 07 y unas dimensiones de 561 x 500 x 221 mm. La instalación se hará bajo la marquesina a una altura de 3 metros.



*Figura 26. Luminaria Philips Lightning UrbanSky BSP390*

Se instalarán drivers para tecnología LED. Llevarán una inscripción en la que se indique el nombre o marca del fabricante, el número de catálogo, la tensión en voltios, la intensidad en amperios, la frecuencia en hercios, el esquema de conexión, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara para la que ha sido prevista.

Con las luminarias empleadas se obtienen los siguientes datos luminotécnicos a nivel del suelo, utilizando el software de simulación Relux:

Tabla 11. Datos luminotécnicos

|  |  |
|--|--|
| <b>Flujo luminoso total</b>  | 427740 lm  |
| <b>Factor de mantenimiento</b>   | 0,8  |
| <b>Iluminación media (<math>E_m</math>)</b>                                | 36,2 lx  |
| <b>Iluminación mínima (<math>E_{min}</math>)</b>                           | 17,6 lx  |
| <b>Iluminación máxima (<math>E_{max}</math>)</b>                           | 72,2 lx  |
| <b>Uniformidad media (<math>U_o</math>) <math>E_{min}/E_m</math></b>       | 0,49   |
| <b>Uniformidad extrema (<math>U_d</math>) <math>E_{min}/E_{max}</math></b> | 0,24   |
| <b>Valor de eficiencia energética VEEI</b>                                 | 0,85 W/m <sup>2</sup> (2,35 W/m <sup>2</sup> /100lx) |

Según la ITC-EA-02, para aparcamientos de exterior, se establece que como mínimo debe haber 50 lx en las entradas y salidas al parking y 15 lx en el resto.

Además, atendiendo a la iluminación normativa y control de la eficiencia, se cumple que el valor de eficiencia energética (VEEI) del parking es menor que el VEEI límite:  $0,85 \text{ W/m}^2 \leq 4 \text{ W/m}^2$ .

Para la selección de las luminarias se han tenido en cuenta las normativas básicas expuestas en la Ley del Cielo (Ley 31/1988), incluidas en el ANEXO de luminarias, que preservan la calidad astronómica de los observatorios de Canarias. Puesto que se trata de una instalación LED a menos de 1000 metros de altura respecto al nivel del mar, es indicado como “aceptable” y cumple las especificaciones expuestas respecto a la temperatura del color, ángulo de iluminación, tipo de lámpara, instalación y deslumbramiento.

A pesar de esto, se ha dimensionado la instalación para soportar instalaciones de luminarias con tecnologías diferentes, como las lámparas de Vapor de sodio a Baja presión (VSBP).

Por ello las luminarias escogidas pueden ser objeto de modificación a posteriori si se concluye que no cumplen con la normativa del cielo de Canarias, especificadas por la Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC).

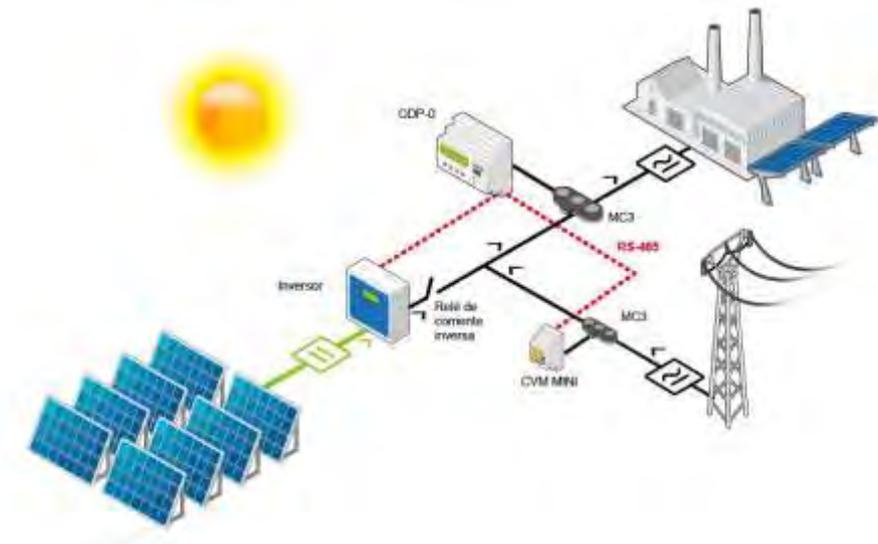
### 8.3 Instalación fotovoltaica

La instalación propuesta dispondrá de las siguientes características:

*Tabla 12. Características instalación fotovoltaica*

| Características                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| <b>Potencia nominal generada</b> | 100 kWp          |
| <b>Paneles fotovoltaicos</b>     | SunPower SPR-300 |
| <b>Potencia nominal unitaria</b> | 300 Wp           |
| <b>Número de módulos</b>         | 333              |
| <b>Inversores</b>                | SolarMax 15MT3   |
| <b>Potencia nominal unitaria</b> | 15 kW            |
| <b>Número inversores</b>         | 7                |

Los componentes descritos a continuación se dispondrán atendiendo al esquema de instalación solar fotovoltaica conectado a la red, que se representa en la figura 27.



*Figura 27. Instalación fotovoltaica conectada a la red*

### 8.3.1 Módulos fotovoltaicos

Se han escogido módulos solares monocristalinos puesto que poseen un mayor rendimiento. Se han descartado las placas de silicio amorfo y policristalino debido a su bajo rendimiento en zonas como esta de sol intenso la mayor parte del año.

Se ha elegido el módulo solar modelo SPR-300 de 300 Wp, del fabricante SunPower. Este consta de 96 células solares, un rendimiento del 18,4% y poseen un coeficiente voltaje-temperatura reducido además de un funcionamiento excepcional en condiciones de baja luminosidad, dando una garantía de 25 años de producción de energía y 10 años de garantía del producto que le han otorgado las certificaciones IEC 61215 Ed. 2 y IEC 61730 (SCII).



Figura 28. Módulo solar SunPower 300

Tabla 13. Características módulo solar SunPower 300

| Características    |                              |
|--------------------|------------------------------|
| <b>Células</b>     | 96 de silicio monocristalino |
| <b>Dimensiones</b> | 1559x1046x46mm               |
| <b>Peso</b>        | 18,6 kg                      |
| <b>Cables</b>      | 1000mm                       |
| <b>Conector</b>    | MultiContact (MC4)           |
| <b>Rendimiento</b> | 18,4%                        |

|                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Material de los bordes</b> | Aluminio anodizado tipo 6063      |
| <b>Carga máxima</b>           | 245 kg / m <sup>2</sup> (2400 Pa) |

*Tabla 14. Datos eléctricos módulo solar SunPower 300*

| <b>Datos eléctricos</b>                            |                   |
|--|-------------------|
| <b>Potencia nominal</b>                            | 300W <sub>p</sub> |
| <b>Tensión nominal de pico (V<sub>mpp</sub>)</b>   | 54,7 V            |
| <b>Corriente nominal de pico (I<sub>mpp</sub>)</b> | 5,49A             |
| <b>Intensidad de cortocircuito</b>                 | 5,87 A            |
| <b>Tensión máxima</b>                              | 1000V             |
| <b>Tensión circuito abierto (V<sub>oc</sub>)</b>   | 64 V              |

*Tabla 15. Características térmicas módulo solar SunPower 300*

| <b>Características térmicas</b>           |               |
|---|---------------|
| <b>Temperatura</b>                        | -40°C a +85°C |
| <b>Coficiente T<sup>a</sup> potencia</b>  | -0,38% / K    |
| <b>Coficiente T<sup>a</sup> voltaje</b>   | -176,6 mV / K |
| <b>Coficiente T<sup>a</sup> corriente</b> | 3,5 mA / K    |
| <b>TONC</b>                               | 45 +- 2°C     |

En la gráfica de la figura, se representa la relación de voltaje-corriente que aumenta con radiación recibida por el módulo fotovoltaico.

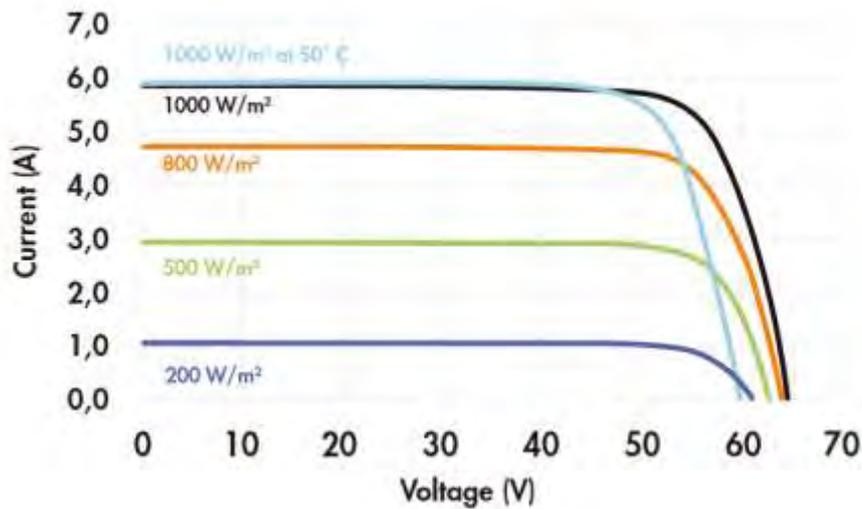


Figura 29. Relación voltaje-corriente módulo solar

Todos los datos expuestos han sido medidos en condiciones estándar de 25 °C de temperatura y una radiación de 1000W/m.

Estos paneles se situarán con un ángulo de inclinación de 18° en soportes sobre las marquesinas del aparcamiento.

### 8.3.2. Soportes

Los soportes se encargarán de sostener los módulos fotovoltaicos y darles la inclinación para su funcionamiento óptimo. Estos estarán situados sobre las marquesinas, y se colocarán con orientación hacia el sur geográfico.

Se utilizará el modelo SS-N1-AL del fabricante SoportesSolares S.L, para estructuras sobreelevadas, fabricadas en aluminio 6060 T6. La estructura de los mismos soportará la carga de los módulos además de aguantar condiciones climáticas adversas. Harán falta 333 unidades y tendrán unas medidas suficientes para las dimensiones de cada módulo, por lo que serán de 1559x1046mm.



Figura 30. Soportes de módulos fotovoltaicos.

### 8.3.3 Inversor

El convertidor de corriente DC/AC, también llamado inversor u ondulator, es un dispositivo electrónico de potencia encargado de convertir la corriente continua (DC) proveniente de los generadores fotovoltaicos en corriente alterna (AC) para su consumo. Además sincroniza la frecuencia de la corriente inyectada con la de la red, adaptándola a las condiciones requeridas según el tipo de carga, garantizando así la calidad de la energía vertida en la instalación eléctrica.

El inversor escogido es el SolarMax 15MT3 de 15 kW del fabricante Sputnik Engineering, la conversión se realiza mediante una forma de conexión de dos etapas sin transformador. La conexión y la alimentación síncrona de la corriente convertida a la red eléctrica pública se realiza de forma trifásica permanente. Poseen una garantía de servicio estándar de 5 años.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático y depende de la potencia suministrada por los módulos fotovoltaicos. Si hay potencia suficiente, el inversor se pone en operación en red y alimenta la potencia existente en la red eléctrica. Si el generador FV no suministra potencia suficiente, el inversor se separa de la red eléctrica y se desactiva.



Figura 31. Inversor SolarMax 15MT3

Tiene las siguientes características:

Tabla 16. Valores de entrada del inversor SolarMax 15 MT 3

| Valores de entrada  |          |
|---|----------|
| <b>Tensión de entrada (rango MPP)</b>                     | 320-750V |
| <b>Potencia máx. del generadr FV por cada tracker MPP</b> | 9 kW     |
| <b>Tensión CC de entrada máxima</b>                       | 900V     |
| <b>Tensión CC de entrada mínima</b>                       | 250V     |
| <b>Corriente CC de entrada máxima</b>                     | 3 x 16A  |
| <b>Corriente CC de cortocircuito máxima</b>               | 3 x16 A  |
| <b>Conexiones de strings</b>                              | 3x2      |
| <b>Tipo de conector</b>                                   | MC4      |

Tabla 17. Valores de salida del inversor SolarMax 15 MT 3

| Valores de salida                         |                      |
|---|----------------------|
| <b>Tensión de salida</b>                  | 3 x 400V + 10%, -15% |
| <b>Corriente CA máxima</b>                | 3x22 A               |
| <b>Corriente de cortocircuito CA máx.</b> | 42 A <sub>peak</sub> |
| <b>Potencia nominal (cos fi =1)</b>       | 15 kW                |
| <b>Factor de potencia cos phi</b>         | >0,95%               |
| <b>Frecuencia de red</b>                  | 50 Hz+-0,5Hz         |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| <b>Factor de distorsión (THD)</b> | <3%   |
| <b>Eficiencia</b>                 | 98%   |
| <b>Eficiencia europea</b>         | 97,5% |
| <b>Consumo nocturno</b>           | 0 W   |

*Tabla 18. Características físicas inversor SolarMax 15MT3*

| <b>Características físicas</b> |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| <b>Peso</b>                    | 42 kg                    |
| <b>Carcasa</b>                 | Aluminio                 |
| <b>Modo de protección</b>      | IP 65                    |
| <b>Dimensiones</b>             | 550x750x200 mm           |
| <b>Temperatura</b>             | -20°C a 60°C             |
| <b>Humedad relativa</b>        | 0 al 100% (condensación) |

Además cada inversor tiene de posibilidad de tener comunicación vía puerto serie RS-485, que estará conectado al Control Dinámico de Potencia y así se conseguirá una mejor gestión de la energía.

Puesto que se requieren 100 kW de potencia se deben instalar siete inversores de 15 kW conectados en paralelo que se encargarán de distribuir la intensidad total de la instalación. La salida de los inversores se conectará al cuadro de protección AC, donde mediante los correspondientes elementos de protección y medida se conectará a los receptores de la instalación.

#### **8.3.4. Contador bidireccional**

El contador escogido es el CIRWATT B 410D, trifásico directo con display LCD y estará situado en la caseta prefabricada a una altura de 1 metro. Este contador es bidireccional por lo que permite llevar un seguimiento de la energía consumida e inyectada a la red. Debe ser accesible en todo momento para la empresa suministradora.

Tabla 19. Características contador bidireccional

| Características                             | Descripción                                   |
|---|---|
| <b>Tensión nominal</b>                      | 3x230(400)V – 3x127 (230)V                    |
| <b>Tolerancia</b>                           | 80%   |
| <b>Consumo</b>                              | < 2 W; 10 V·A                                 |
| <b>Frecuencia</b>                           | 50-60 Hz                                      |
| <b>Precisión medida de energía activa</b>   | EN 50470 (Clase B)–<br>IEC 62053-21 (Clase 1) |
| <b>Precisión medida de energía reactiva</b> | IEC 62053-23 (Clase 2)                        |



Figura 32. Contador bidireccional

### 8.3.5 Control dinámico de potencia

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

Este dispositivo realiza los cálculos necesarios para tener una menor dependencia de la red eléctrica y una reducción de los costes energéticos. Asignando un consumo a cada carga y una prioridad, el CDP-G es capaz de calcular y conectar automáticamente la

carga adecuada a cada momento, en función del excedente disponible. Además, el CDP-G permite asignar un porcentaje de contribución de la red eléctrica para optimizar aún más la utilización de la instalación fotovoltaica.

El dispositivo se conecta mediante bus de comunicaciones RS-485 al analizador de redes y a los tres inversores. El controlador dinámico de potencia monitoriza en todo momento el consumo del usuario, comunicándose con los inversores en caso de que haya un pico de consumo y satisfacer la demanda del usuario. En caso de que la energía proporcionada por los inversores sea insuficiente, se consumirá energía de la red eléctrica para completar la demanda del usuario. Además es capaz de detectar la sobreproducción de energía de los paneles y se encargará de inyectar el sobrante a la red.



Figura 33. Control dinámico de potencia

Tabla 20. Datos eléctricos control dinámico de potencia

| Datos eléctricos       |         |
|------------------------|---------|
| <b>Tensión nominal</b> | 230 V   |
| <b>Frecuencia</b>      | 50 Hz   |
| <b>Consumo</b>         | 6 VA    |
| <b>Tolerancia</b>      | 80-115% |

Tabla 21. Características físicas

| Características físicas |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| <b>Dimensiones</b>      | 105x70x90 mm                       |
| <b>Material</b>         | Plástico UL94 – V0 Auto extingible |
| <b>Peso</b>             | 250 g                              |
|                         |                                    |

### 8.3.6. Caseta de inversores

Los inversores han de situarse en una caseta prefabricada, que los protegerá de condiciones climáticas adversas y de intrusiones de personal no autorizado, donde además se alojarán también todos los elementos de mando y protección de la instalación. Se ha escogido la CMT Solar 6000, amplia y con capacidad de ventilación excelente tanto natural como forzada, para mantener una temperatura óptima de funcionamiento de los equipos, además de constar de la posibilidad de instalar iluminación de emergencia. Tiene unas dimensiones de 6000x2400x2550mm y una estructura UPN 160 S 275 JR de acero laminado en caliente, base de hormigón y paredes de planchas de PVC Sapelly.

La hoja de características del mismo se incluye en el anexo VII Hojas de características y además, en el documento Planos se puede observar la localización dicha caseta.



Figura 34. Caseta de inversores CMT Solar 6000.

### 8.3.7 Cableado.

El dimensionado de la instalación fotovoltaica se hará siguiendo la ITC-BT-07, ITC-BT-40 y el pliego de condiciones técnicas del IDAE, en el que se especifica que la caída máxima en la parte DC debe ser inferior al 1,5 % y en la parte AC inferior al 1 %.

Las secciones se han calculado en el anexo II Cálculos de Instalación fotovoltaica, comprobando que se cumplen los criterios de caída de tensión, criterio térmico y de cortocircuito.

Se estudiará por tanto la instalación en diferentes tramos:

### 8.3.7.1. Paneles fotovoltaicos-cuadro de protección DC

Se utilizarán conductores del fabricante TotalCable® tipo Solar ZZ-F (PV) 0,6/1 kV unipolares de cobre (clase 5 según IEC 60228) con aislamiento de goma libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos. Pensados para la interconexión de paneles en instalaciones fotovoltaicas y para la conexión de estos con las cajas de conexión y los inversores, tanto en interiores, exteriores e instalaciones fijas o móviles (seguidores solares), como en tierra, tejados o integrados en edificios de manera eficiente, poseen una gran resistencia climática (rayos UV, frío, humedad...) y una excelente resistencia al fuego.

La sección vendrá determinada por la configuración de conexión entre los módulos solares en la instalación, ya que se debe fijar el voltaje y la corriente a la entrada del inversor. Se tomará un valor para los cálculos un 125 % de esta corriente, cumpliendo con lo indicado en la ITC-BT 40 para instalaciones generadoras.

La sección del conjunto de módulos fotovoltaicos conectados al inversor A es de 10 mm<sup>2</sup>.

La sección de los conjuntos de módulos fotovoltaicos conectados a los inversores B, C, D, E y F es de 16 mm<sup>2</sup>.

La sección del conjunto de módulos fotovoltaicos conectados al inversor G es de 25 mm<sup>2</sup>.

### 8.3.7.2. Cuadro de protección DC – Inversores

Los conductores de este tramo tendrán las mismas características que el tramo anterior, se utilizarán conductores del fabricante TotalCable® tipo Solar ZZ-F (PV) 0,6/1 kV unipolares de cobre (clase 5 según IEC 60228) con aislamiento de goma libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos. Estos estarán empotrados bajo tubo fijados a la pared de la caseta de los inversores, por lo que satisfará las condiciones expuestas en la ITC-BT-19 y los criterios de caída de tensión y térmico.

La sección de estos conductores será de 6mm<sup>2</sup>.

### 8.3.7.3 Inversores – Cuadro de protección AC

Los inversores generarán corriente trifásica y se unirá con el cuadro de protección alterna donde se encontrarán los fusibles de protección, se utilizarán para este tramo cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) libre de halógenos, baja emisión de humos y gases contaminantes, tipo RZ1-K 0,6/1 kV del fabricante EXZHELLENT® GeneralCable con una sección de 6 mm<sup>2</sup>.

### 8.3.7.4 Cuadro de protección AC-Contadores

Se utilizarán para este tramo cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) libre de halógenos, baja emisión de humos y gases contaminantes, tipo RZ1-K 0,6/1 kV del fabricante EXZHELLENT® GeneralCable con una sección de 120 mm<sup>2</sup>.

## **8.4 Puesta a tierra**

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. Según la ITC-BT-18.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

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

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso. Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor

- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La instalación propuesta se encuentra en un solar en Candelaria, por lo que la resistividad toma un valor de  $3000 \Omega \cdot m$ , ya que el suelo donde se encuentra situada la instalación es suelo pedregoso (ITC-BT-18).

La instalación de puesta a tierra estará formada por un conductor enterrado de 120 m de cobre desnudo  $35 \text{ mm}^2$  de sección y 11 picas de cobre con  $300 \mu m$ , fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.

Siguiendo las especificaciones del IDAE, se deben conectar todas las masas metálicas a tierra con tensiones superiores a 48 V. Por tanto, entre ellas cabe a destacar, la estructura metálica de la marquesina, los marcos y soportes de las placas así como las carcasas de los inversores y las estaciones de recarga.

## 8.5 Canalizaciones

Las canalizaciones han sido elegidas atendiendo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y su ITC-BT-21.

En el caso de las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias las indicadas en la tabla 8 de la ITC-BT-21.

Tabla 22. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas según ITC-BT-21

| Tabla 8. Características mínimas para tubos en canalizaciones enterradas  |        |  |
|---|--------|--|
| Característica  | Código | Grado  |
|   |        | especificadas                                  |
| Propiedades eléctricas  | 0      | No declaradas                                  |
| Resistencia a la penetración de objetos sólidos   | 4      | Protegido contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$ |
| Resistencia a la penetración del agua   | 3      | Protegido contra el agua en forma de lluvia    |
| Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos  | 2      | Protección interior y exterior media           |
| Resistencia a la tracción   | 0      | No declarada                                   |
| Resistencia a la propagación de la llama  | 0      | No declarada                                   |
| Resistencia a las cargas suspendidas  | 0      | No declarada                                   |
| Notas:  |        |  |
| NA : No aplicable   |        |  |
| (*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal  |        |  |
| Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas. |        |  |

Para la elección del diámetro exterior de los tubos se utiliza la Tabla 9 de dicha instrucción.

Los conductores del cargador rápido irán en el interior de tubos rígidos de XLPE de 140 mm de diámetro según dicha tabla 9 de la ITC-BT-21 para conductores de 95 mm<sup>2</sup> de sección.

Los conductores de los dos cargadores semi-rápidos irán en el interior de tubos rígidos de XLPE de 90 mm de diámetro cada uno según su sección de 25 mm<sup>2</sup>.

Los conductores del cargador lento irán en el interior de un tubo rígido de XLPE de 90 mm de diámetro ya que está formado por conductores de 25 mm<sup>2</sup> de sección.

Los conductores de los elementos del parking como son los cajeros automáticos, los sistemas de barreras, etc., irán también en tubos rígidos de XLPE de 90 mm de diámetro puesto que constan de conductores de 25 mm<sup>2</sup> de sección.

Los conductores de las farolas exteriores, tanto las de un lado (A) como las del otro (B), estarán puestos en tubos rígidos de XLPE cuyo diámetro será de 90 mm, dado que se trata de conductores soterrados con sección 25 mm<sup>2</sup>.

Las líneas enterradas bajo tubo irán cableadas en zanjas a una profundidad de 0,7 m. Además, tendrá un recubrimiento inferior de 0,03 m de arena y superior de 0,06 m. Tal como se muestra en la siguiente figura.



*Figura 35. Zanja*

En el caso de canalizaciones fijas en superficie, los tubos protectores deben ser rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en la siguiente tabla 1 de la ITC-BT-21.

Tabla 23. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas según ITC-BT-21.

Tabla 1. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas

| Característica   | Código | Grado   |
|--|--------|---|
| Resistencia a la compresión                                | 4      | Fuerte  |
| Resistencia al impacto                                     | 3      | Media   |
| Temperatura mínima de instalación y servicio               | 2      | -5°C  |
| Temperatura máxima de instalación y servicio               | 1      | +60°C   |
| Resistencia al curvado                                     | 1-2    | Rígido/curvable   |
| Propiedades eléctricas                                     | 1-2    | Continuidad eléctrica/aislante  |
| Resistencia a la penetración de objetos sólidos            | 4      | Contra objetos $D > 1 \text{ mm}$   |
| Resistencia a la penetración del agua                      | 2      | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado $15^\circ$ |
| Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos | 2      | Protección interior y exterior media  |
| Resistencia a la tracción                                  | 0      | No declarada  |
| Resistencia a la propagación de la llama                   | 1      | No propagador   |
| Resistencia a las cargas suspendidas                       | 0      | No declarada  |

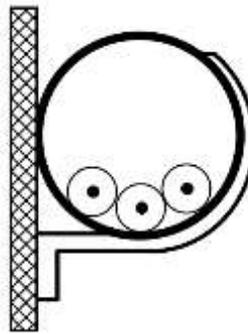


Figura 36. Tubo en canalización superficial fija para conductores unipolares

Los conductores de los elementos de la caseta de vigilancia estarán en tubos rígidos de XLPE con diámetro de 16 mm puesto que dichos conductores tienen una sección de  $1,5 \text{ mm}^2$  y  $2,5 \text{ mm}^2$ .

Los conductores de la luminaria exterior que se encuentra distribuida por todo el parking fijada a las marquesinas estarán en tubos rígidos de XLPE de 20 mm de diámetro al tener una sección por cable unipolar de  $4 \text{ mm}^2$ .

Los conductores de corriente alterna de la instalación fotovoltaica irán en tubo rígido fijo en la pared de la caseta. El diámetro de dicho tubo será de  $20 \text{ mm}^2$ .

Según la ITC-BT-21, la instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir lo indicado a continuación y en su defecto lo prescrito en la norma UNE 20.460-5-523 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

-El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

-Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

-Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

-Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN-50.086-2-2.

-Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

-Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

-Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

En cuanto a la instalación presente, en la que se dispone de canalizaciones enterradas bajo tubo y fijas en pared bajo tubo, se debe tener en cuenta, para estas últimas, además de las descritas en el párrafo anterior, las siguientes prescripciones:

- Montaje fijo en superficie:

-Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será como máximo, de 0,5 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

-Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

-En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

-Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

## **8.6 Protecciones**

La instalación, debe cumplir con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1663/2000:

1. Interruptor general manual, interruptor magnetotérmico o diferencial con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.
2. Interruptor automático diferencial, como protección contra derivaciones en la parte de alterna de la instalación.
3. Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a funcionamiento en isla, incluidas en el inversor, como ya hemos detallado en apartado previo.
4. Puesta a tierra del marco de los módulos y de la estructura mediante cable de cobre desnudo y pica de tierra, siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones; es decir, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.
5. Puesta a tierra de las carcasas de los inversores.
6. Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.

7. Varistores entre positivo y tierra y negativo y tierra para el generador fotovoltaico, contra sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas.

8. Fusible en cada polo del generador fotovoltaico, con función seccionadora.

Se tendrán en cuenta en la instalación además el siguiente punto adicional con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal:

a) Todos los conductores serán de cobre, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores al 1,5% en el tramo DC y al 1% en el tramo AC. Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado (UNE 21123).

b) La red de distribución estará formada por el conjunto de conductores - agrupación de ternos, conductores de cobre aislados tipo RV-K 0.6/1 kV UNE 21123 IEC 502 90, de tensión nominal no inferior a 1000V, sección según cálculos adjuntos, elementos de sujeción, etc... La red de distribución AC desde el inversor hasta los contadores (formada por los ternos conductores de cobre aislados tipo RV-K 0.6/1 kV UNE 21123 IEC 502 90, de tensión nominal no inferior a 1000V.

c) Se respetará el RBT en lo que a conducciones de cable se refiere. Así:

- Para alturas con respecto al suelo inferior a 2,5 m, el cableado discurrirá en tubo de acero, que será puesto a la tierra del sistema.
- Cuando discurra en zanja, lo hará dentro de tubo y ésta tendrá una profundidad mínima de 60 cm, con aviso 20 cm por encima del cable.

## 9. Bibliografía

Energía solar fotovoltaica. Autores: Javier María Méndez Muñiz y Rafael Cuervo García.

Instalaciones de energías renovables. Instalaciones fotovoltaicas Gobierno de Canarias

Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión. José García Trasancos. Ed.Paraninfo.

<http://www.idae.es/>

<http://www.endesavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/el-vehiculo/tipos>

<http://www.avele.org/el-vehiculo-electrico/>

<https://autosolar.es/inversores>

<http://es.krannich-solar.eu/2015/10/15/real-decreto-de-autoconsumo-rentabilidad/>

<http://www.lighting.philips.com/main/prof/outdoor-luminaires/road-and->

[http://www.lighting.philips.com/main/prof/outdoor-luminaires/road-and-urban-lighting/road-and-urban-luminaires/urbansky/910505016747\\_EU/product](http://www.lighting.philips.com/main/prof/outdoor-luminaires/road-and-urban-lighting/road-and-urban-luminaires/urbansky/910505016747_EU/product)

<http://www.iac.es/servicios.php?op1=28&op2=69>

<http://es.krannich-solar.com/es/autoconsumo/autoconsumo-conectado-a-red/autoconsumo-con-venta-electricidad.html>

<http://www.solarmax.com/es/productos/inversores-string/mt-serie/?tab=features>

<http://www.totalsolar.es/index.php/productos/ongrid/ongrid-100kw-250kw>

<http://www.consmetal.es/13solar.html>

<http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/impacto-medioambiental-energia-solar/>

<http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/piac/temas/evaluacion-ambiental/>  
Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. IDAE.

<http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/tipos-de-conectores-tipos-de-recarga-y-modos-de-carga>

[http://www.construmatica.com/archivos/81781/capitulo\\_14\\_glosario\\_de\\_conceptos\\_luminotecnicos\\_mas\\_importantes.pdf](http://www.construmatica.com/archivos/81781/capitulo_14_glosario_de_conceptos_luminotecnicos_mas_importantes.pdf)

<http://www.iac.es/servicios.php?op1=28&op2=69&op3=13>

<http://www.recargacoheselectricos.com/puntos-de-recarga-vehiculos-electricos/>



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **ANEXO I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

## ÍNDICE

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1.       | Objeto.....   | 63 |
| 2.       | Instalación eléctrica y de enlace .....                                 | 63 |
| 2.1      | . Potencia instalada .....  | 63 |
| 2.1.     | Previsión de potencia.....  | 66 |
| 2.3      | Potencia contratada.....  | 67 |
| 2.4      | Consumo .....   | 67 |
| 2.4.1.   | Tiempo de carga .....   | 67 |
| 2.4.2.   | Consumo previsto.....   | 68 |
| 2.5      | Puesta a tierra.....  | 73 |
| 2.6      | Selección del cableado.....   | 75 |
| 2.6.1.   | Cálculo cableado de instalaciones de enlace.....                        | 77 |
| 2.6.1.1  | Acometida .....   | 77 |
| 2.6.1.2. | Línea general de alimentación.....                                      | 78 |
| 2.6.1.3. | Derivación individual 1 .....   | 79 |
| 2.6.1.4. | Derivación individual 2 .....   | 80 |
| 2.6.2.   | Cálculo de cableado de la instalación interior.....                     | 80 |
| 2.6.2.1. | Tramo. Cuadro de mando y protección - Cargador Rápido .....             | 81 |
| 2.6.2.2. | Tramo. Cuadro de mando y protección - cargadores semi rápido 1 y 2..... | 81 |
| 2.6.2.3. | Tramo. Cuadro de mando y protección - cargador lento.....               | 82 |
| 2.6.2.4. | Tramos cuadro de mando y protección - líneas del parking.....           | 83 |
| 2.6.2.5. | Tramo cuadro de mando y protección - Caseta .....                       | 84 |
| 2.7      | Protecciones.....   | 85 |
| 2.7.1.   | Cálculo de protecciones de las instalaciones de enlace.....             | 87 |
| 2.7.1.1. | Caja General de Protección .....  | 87 |
| 2.7.1.2. | Derivaciones individuales.....  | 89 |
| 2.7.2.   | Cálculo de protecciones de las instalaciones de interior.....           | 90 |
| 2.7.2.1. | Cargador rápido .....   | 91 |

Anexo I. Cálculos Instalación Eléctrica

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

|  |    |
|--|----|
| 2.7.2.2. Cargadores semi-rápidos ..... | 91 |
| 2.7.2.3. Cargador lento .....          | 91 |
| 2.7.2.6. Elementos del parking .....   | 92 |
| 2.7.2.7. Caseta .....                  | 92 |

## ÍNDICE Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Calibres nominales de fusible .....                       | 86 |
| Figura 2. Intensidades de fusión según el calibre del fusible ..... | 86 |

## 1. Objeto

En el presente anexo se justificarán los cálculos de las instalaciones de interior y enlace realizados, atendiendo al cumplimiento de la instrucción técnicas complementarias competentes para cada tipo de instalación.

## 2. Instalación eléctrica y de enlace

### 2.1. Potencia instalada

El parking dispone de cuatro estaciones de recarga: una de carga rápida, dos de carga semi-rápida y uno de carga lenta. El tiempo estimado de la carga depende del vehículo eléctrico a recargar.

La potencia instalada será la suma de las potencias de dichos puntos de recarga además de los sistemas de control del parking y las luminarias. Todas las estaciones de recarga así como los sistemas de control y luminarias se alimentan de corriente alterna, se tendrá un cargador rápido de 100 kW, dos cargadores semi-rápidos de 44 kW, un cargador lento de 7,2 kW, dos barreras al parking de 575 W, dos cajeros automáticos de 210 W, un expendedor de tickets de 138 W y un cancelador de tickets de 100 W. Además, la luminaria exterior supone 4953 W.

Por tanto, la potencia total aproximada, se obtiene mediante la ecuación (10), es decir, sumando las potencias de los distintos cargadores, los elementos de control, iluminación y circuitos de fuerza: 203 kW.

$$P_{\text{rápidos}} = P_{\text{rap}} \cdot n_{\text{rap}} = 100 \text{ kW} \cdot 1 = 100 \text{ kW}$$

Donde:

- $P_{\text{rápidos}}$ : potencia total consumida por las estaciones de carga rápida [kW].
- $P_{\text{rap}}$ : potencia consumida por la estación de carga rápida [kW].
- $n_{\text{rap}}$ : número de estaciones rápidas.

$$P_{semi-rápidos} = P_{semi} \cdot n_{semi} = 44 \text{ kW} \cdot 2 = 88 \text{ kW}$$

Donde:

- $P_{semi-rápidos}$ : potencia total consumida por las estaciones de carga semi-rápida [kW].
- $P_{semi}$ : potencia consumida por la estación de carga semi-rápida [kW].
- $N_{semi}$ : número de estaciones semi-rápidas

$$P_{lentos} = P_{len} \cdot n_{len} = 7,2 \text{ kW} \cdot 1 = 7,2 \text{ kW}$$

Donde:

- $P_{lentos}$ : potencia total consumida por las estaciones de carga lenta [kW].
- $P_{len}$ : potencia consumida por la estación de carga lenta [kW].
- $n_{len}$ : número de estaciones lenta.

$$P_{barreras} = P_{bar} \cdot n_{bar} = 575 \text{ W} \cdot 2 = 1150 \text{ W} = 1,15 \text{ kW}$$

Donde:

- $P_{barreras}$ : potencia total consumida por las barreras de entrada y salida al parking [kW].
- $P_{bar}$ : potencia consumida por barrera [W].
- $N_{bar}$ : número de barreras.

$$P_{cajeros} = P_{caj} \cdot n_{caj} = 210 \text{ W} \cdot 2 = 420 \text{ W} = 0,42 \text{ kW}$$

Donde:

- $P_{cajeros}$ : potencia total consumida por los cajeros automáticos [kW].
- $P_{caj}$ : potencia consumida por cajero [W].
- $N_{caj}$ : número de cajeros.

$$P_{tickets} = (P_{t.entrada} + P_{t.salida}) \cdot n_{tick} = (138 + 100) W \cdot 4 = 952W \quad (1)$$

$$= 0,952 kW$$

Donde:

- $P_{tickets}$ : potencia total consumida por los expendedores de tickets y los canceladores [kW].
- $P_{entrada}$ : potencia consumida por cada expendedor de tickets [W].
- $P_{salida}$ : potencia consumida por cada lector de tickets [W].
- $n_{tick}$ : número de expendedores y canceladores de tickets.

$$P_{lectores} = (P_{lector}) \cdot n_{lectores} = (150) W \cdot 2 = 300W = 0,3 kW$$

Donde:

- $P_{lectores}$ : potencia total consumida por los lectores de matrículas [kW].
- $P_{lector}$ : potencia consumida por cada lector de matrículas [W].
- $n_{lectores}$ : número de lectores de matrícula.

$$P_{letreros} = (P_{letr}) \cdot n_{letr} = 14) W \cdot 1 = 146W = 0,146 kW$$

Donde:

- $P_{letreros}$ : potencia total consumida por el letrero luminoso del parking[kW]
- $P_{letr}$ : potencia consumida por cada letrero del parking[W]
- $N_{letr}$ : número de letreros del parking

$$P_{luminaria} = P_{farola} \cdot n_{farolas} + P_{lampara} \cdot n_{lamparas} + P_{luzinterior} \cdot n_{lucinteriores} =$$

$$= 112 W \cdot 19 + 105W \cdot 25 + 133W \cdot 3 = 5152W = 5,152 kW$$

Donde:

- $P_{farola}$ : potencia total consumida por las farolas del parking[kW]
- $n_{farola}$ : número de farolas instaladas en el parking

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

- $P_{\text{lámpara}}$ : potencia consumida por cada letrero del parking[W]
- $n_{\text{lámparas}}$ : número de lámparas instaladas en el parking
- $P_{\text{luzinterior}}$ : potencia consumida por la iluminación de la caseta[W]
- $N_{\text{lucinteriores}}$ : número de lámparas instaladas en la caseta

Por lo tanto la potencia total de la instalación será:

$$\begin{aligned} P_{\text{maxtotal}} &= P_{\text{rápidos}} + P_{\text{semi-rápidos}} + P_{\text{lentos}} + P_{\text{barreras}} + P_{\text{tickets}} + P_{\text{cajeros}} \\ &\quad + P_{\text{luminaria}} = \\ &= 100 \text{ kW} + 88 \text{ kW} + 7,2 \text{ kW} + 1,15 \text{ kW} + 0,95 \text{ kW} + 0,3 \text{ kW} + 0,146 \text{ kW} \\ &\quad + 5,152 \text{ kW} = 202,89 \text{ kW} \cong 203 \text{ kW} \end{aligned}$$

Donde:

- $P_{\text{maxtotal}}$ : potencia total máxima instalada por las estaciones de recarga, los elementos de control y luminarias [kW]

Por tanto, la potencia instalada es de 203 kW.

## 2.1. Previsión de potencia

La potencia prevista se determina a partir de lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su ITC-BT-10. Sin embargo, al tratarse de una instalación para la recarga de vehículos eléctricos, habrá que utilizar además, la ITC-BT-52.

Se realizará la previsión de potencia según lo indicado en la ITC-BT-52 para “*una instalación en plazas de aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios en régimen de propiedad horizontal*”. Continúa de la siguiente manera: “*La previsión de cargas para la carga del vehículo eléctrico se calculará multiplicando 3.680 W, por el 10 % del total de las plazas de aparcamiento construidas*”

Por tanto, si el parking dispone de 205 plazas de aparcamiento, se tendrá la siguiente potencia prevista según la ITC correspondiente:

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

$$P = 3680 W \cdot \frac{10}{100} \cdot 205 = 75,44 kW$$

De acuerdo con los cálculos previos, se decide dimensionar la instalación para una previsión de carga de 203 kW, siendo esta potencia notablemente superior a la potencia prevista según la ITC.

### 2.3. Potencia contratada

Atendiendo a las previsiones de recarga de vehículos eléctricos en Tenerife y al tiempo medio de recarga de las baterías de un vehículo, se estima que se debe aplicar un factor de simultaneidad para contratar la potencia necesaria a la empresa suministradora, en este caso UNELCO Endesa. Por lo tanto se ve oportuno, contratar la mitad de la potencia instalada, es decir, aproximadamente 100 kW.

### 2.4 Consumo

#### 2.4.1. Tiempo de carga

Se hace una estimación del tiempo de carga necesario para recargar la mitad de la batería de un vehículo. Según la tabla 3 del anexo VIII del Estudio de Viabilidad del proyecto, en la que aparecen diferentes modelos de vehículos eléctricos y sus respectivas autonomías y baterías, se obtiene una batería media de 20 kWh, siendo entonces, 10 kWh lo que se necesita para recargar la mitad de la batería.

Por tanto, si el vehículo fuese recargado utilizando la estación de carga rápida que proporciona una salida de 50 kW:

$$T_{carga} = \frac{10kWh}{50kW} = 0,2 h = 12 min$$

Se determina un tiempo medio de carga de 15 minutos.

Si el vehículo fuese recargado utilizando la estación de carga semi-rápida que proporciona una salida de 22kW:

$$T_{carga} = \frac{10kWh}{22kW} = 0,45 h = 27 min$$

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Se determina un tiempo medio de carga de 30 min.

Si el vehículo fuese recargado utilizando la estación de carga lenta que proporciona una salida de 3,6kW

$$T_{carga} = \frac{10kWh}{3,6kWh} = 2,78 h$$

Se determina un tiempo medio de carga de 180 minutos.

#### 2.4.2. Consumo previsto

Se estima, teniendo en cuenta la previsión de vehículos eléctricos en Tenerife en los próximos años, que diariamente 3 usuarios cargarán su vehículo en el punto de recarga rápida, 4 usuarios en el punto de recarga normal y 3 usuarios en el punto de recarga lenta. Por lo tanto, el consumo dependerá de la potencia suministrada por cada toma y el tiempo que tardará en cargarse el 50 % de las baterías de los vehículos.

- **Potencia estimada para los cargadores rápidos:**

$$P_{est} = P_{carg} \cdot n_{veh} = 50kW \cdot 3 = 150 kW$$

Donde:

- $P_{est}$ : Potencia estimada diaria que se necesita para los 3 vehículos que se prevé tener [kW]
- $P_{carg}$ : potencia por cada surtidor de la estación de carga rápida [kW]
- $n_{veh}$ : número de vehículos estimados al día para las estaciones de carga rápida

- **Energía de consumo diaria para los cargadores rápidos:**

$$E_{rap} = P_{est} \cdot t = 150 kW \cdot 0,25h = 37,5 kWh$$

Donde:

- $E_{rap}$ : energía de consumo diaria estimada por las estaciones rápidas [kWh]
- $P_{est}$ : Potencia estimada diaria que se necesita para los 3 vehículos que se prevé tener [kW]
- $t$ : tiempo en cargar el 50 % de la batería en modo rápido (15 min= 0,25 h)

▪ **Potencia estimada para los cargadores semi-rápidos:**

$$P_{est} = P_{carg} \cdot n_{veh} = 22kW \cdot 4 = 88 kW$$

Donde:

- $P_{est}$ : Potencia estimada diaria que se necesita para los 4 vehículos que se prevé tener [kW]
- $P_{carg}$ : potencia por cada surtidor de la estación de carga semi-rápida [kW]
- $n_{veh}$ : número de vehículos estimados al día para las estaciones de carga semi-rápida

▪ **Energía de consumo diaria para los cargadores semi-rápidos:**

$$E_{sem} = P_{est} \cdot t = 88 kW \cdot 0,5h = 44 kWh$$

Donde:

- $E_{sem}$ : energía de consumo diaria por las estaciones de carga semi-rápida [kWh]
- $P_{est}$ : Potencia estimada diaria que se necesita para los 4 vehículos que se prevee tener [kW]
- $t$ : tiempo en cargar el 50 % de la batería con cargador semi-rápido modo 2 (30 min)

▪ **Potencia estimada para el cargador lento:**

$$P_{est} = P_{carg} \cdot n_{veh} = 3,6kW \cdot 3 = 10,8 kW$$

Donde:

- $P_{est}$ : Potencia estimada diaria que se necesita para los 4 vehículos que se prevé tener [kW]
  - $P_{carg}$ : potencia por cada surtidor de la estación de carga lenta [kW]
  - $n_{veh}$ : número de vehículos estimados al día para las estaciones de carga lenta
- **Energía de consumo diaria para el cargador lento:**

$$E_{len} = P_{est} \cdot t = 10,8 \text{ kW} \cdot 3 \text{ h} = 32,4 \text{ kWh}$$

Donde:

- $E_{len}$ : energía de consumo diaria por las estaciones de carga lenta [kWh]
- $P_{estlen}$ : Potencia estimada diaria que se necesita para los 4 vehículos que se prevé tener [kW]
- $t$ : tiempo en cargar el 50 % de la batería con cargador lento modo 1 (3 h).

Por lo tanto la energía total consumida diariamente por los cargadores será:

$$E_{cargadores} = E_{rap} + E_{sem} + E_{len} = 37,5 \text{ kWh} + 44 \text{ kWh} + 32,4 \text{ kWh} = 113,9 \text{ kWh} \\ \cong 114 \text{ kWh}$$

Se hace también una previsión de consumo de los sistemas del parking:

Se dispone en las hojas de características de los elementos del parking (anexo VII) de sus potencias consumidas en reposo y en trabajo. Para el cálculo del consumo diario, se realiza una estimación del tiempo que se encuentra el parking ocupado así como del tiempo en funcionamiento de elementos como los cajeros automáticos.

Se supone una ocupación del 80% diario del parking.

Horario (06:00h-00:00h):

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Si se dispone de 205 plazas durante 18 horas:  $205 \text{ plazas} \cdot 0,8 = 164 \text{ plazas ocupadas}$  a la hora. Si el horario es de 18 horas y se estima que cada usuario se está una media de 2,5 h:  $164 \text{ plazas ocupadas} \cdot 7,2 \text{ horas} = 1180 \text{ plazas ocupadas al día}$ .

Por tanto, en el caso de los sistemas de barrera, se usarán cuatro veces por vehículo (dos movimientos de subida y dos de bajada), lo que supone:  $1180 \text{ usuarios} \cdot 4 = 4720$  movimientos de barrera. Además, según la hoja de características que se adjunta en el anexo VII, la velocidad de apertura y cierre de las barreras es de 1 segundo. Por tanto, la potencia consumida por estos elementos en trabajo es de:  $4720 \text{ movimientos} \cdot 575 \text{ W en trabajo} \cdot 2,78 \cdot 10^{-4} \text{ h} = 754,5 \text{ Wh}$ .

El consumo en reposo de estas barreras es de 33,5 W, entonces, si se encuentran en este estado aproximadamente 16 horas:  $33,5 \text{ W} \cdot 15 \text{ h} = 536 \text{ Wh}$ .

Por tanto, se concluye que los sistemas de barreras consumen diariamente 1,3 kWh aproximadamente.

Para el caso de los dos cajeros automáticos de los que se dispone en el establecimiento, si estos van a ser utilizados 1180 veces al día, una media de 0,9 minutos por usuario, se obtiene lo siguiente:  $1180 \text{ veces} \cdot 0,9 \text{ min} = 1062 \text{ minutos} = 17,7 \text{ h}$ . Por tanto, si en trabajo este modelo de cajero automático consume 210 W:  $17,7 \text{ h} \cdot 210 \text{ W} = 3717 \text{ Wh} = 3,7 \text{ kWh}$  en este periodo los dos cajeros automáticos en trabajo.

De las 18 horas de apertura del parking, estos cajeros estarán en reposo durante 0,3 horas, por tanto:  $69 \text{ W} \cdot 0,3 \text{ h} = 20,7 \text{ Wh}$ .

Por tanto, se concluye que los cajeros automáticos consumen diariamente 3,7 kWh aproximadamente.

En el caso del expendedor de tickets, del que solamente se dispone de uno en la entrada al parking, va a ser utilizado 1180 veces al día. Conociendo su potencia consumida en trabajo y estimando un tiempo de uso por usuario de 4 segundos, se obtiene lo siguiente:  $1180 \text{ usuarios} \cdot 138 \text{ W} \cdot 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ h} = 180,75 \text{ Wh}$ .

De las 18 horas de apertura del parking, este expendedor estará en reposo durante 16,68 horas, por tanto:  $69 \text{ W} \cdot 16,68 \text{ h} = 1151,5 \text{ Wh}$ .

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Por tanto, se concluye que el expendedor de tickets consume diariamente 1,3 kWh aproximadamente.

En el caso del lector de tickets, del que solamente se dispone de uno en la salida del parking, va a ser utilizado 1180 veces al día. Conociendo su potencia consumida en trabajo y estimando un tiempo de uso por usuario de 4 segundos, se obtiene lo siguiente:  $1180 \text{ usuarios} \cdot 100 \text{ W} \cdot 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ h} = 131 \text{ Wh}$ .

De las 18 horas de apertura del parking, este lector estará en reposo durante 15,12 horas, por tanto:  $69 \text{ W} \cdot 16,68 \text{ h} = 1150,9 \text{ Wh}$ .

Por tanto, se concluye que el lector de tickets consume diariamente 1,3 kWh aproximadamente.

En el caso de los lectores de matrículas, uno situado en la entrada y otro a la salida del parking, van a ser utilizados 1180 veces al día cada uno. Conociendo su potencia consumida en trabajo y estimando un tiempo de uso por usuario de 2 segundos, se obtiene lo siguiente:  $1180 \text{ usuarios} \cdot 150 \text{ W} \cdot 5,56 \cdot 10^{-3} \text{ h} = 984,12 \text{ Wh}$  cada lector de matrícula.

De las 18 horas, estos lectores estarán en reposo durante 17,3 horas, por tanto:  $20 \text{ W} \cdot 17,3 \text{ h} = 346 \text{ Wh}$  cada lector.

Por tanto, se concluye que los lectores de matrícula consumen diariamente 1,3 kWh aproximadamente cada uno.

Por lo tanto la energía total consumida diariamente por los sistemas del parking será:

$$\begin{aligned} E_{\text{parking}} &= E_{\text{barreras}} + E_{\text{expendedor}} + E_{\text{lector}} + E_{\text{cajeros}} + \\ E_{\text{matriculas}} &= 1,3 \text{ kWh} + 1,3 \text{ kWh} + 1,3 \text{ kWh} + 3,7 \text{ kWh} + 1,3 \text{ kWh} \cdot 2 = \\ &10,2 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Los siguientes cálculos se realizarán suponiendo 10 kWh.

Por último se estima que el consumo diario por las luminarias del parking es de 29,7 kWh.

Por lo tanto la energía total consumida diariamente por los sistemas será:

$$E_{total} = E_{cargadores} + E_{parking} + E_{luminarias} = 114 \text{ kWh} + 10 \text{ kWh} = 29,7 \text{ kWh} = 153,7 \text{ kWh} \quad (5)$$

Se aplica un factor de seguridad (FS=1,1) para atender a posibles imprevistos y pérdidas de carga:

$$E_{totcons} = E \cdot FS = 153,7 \text{ kWh} \cdot 1,1 \cong 169 \text{ kWh} \quad (6)$$

Donde:

- $E_{totcons}$ : Energía de consumo total con factor de seguridad [kWh]

Por tanto, se concluye que el sistema necesitaría generar 169 kWh al día, ya sea mediante energía fotovoltaica, red o una combinación de las dos, para poder abastecer la instalación.

## 2.5 Puesta a tierra

Se calcula en primer lugar la resistencia de puesta a tierra mínima según el RBT:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_A} = \frac{50V}{0,03A} = 1666,67 \Omega$$

Se debe escoger para estas instalaciones, una resistencia de puesta a tierra máxima normalizada de  $37 \Omega$  al no disponer de pararrayos.

Esta resistencia se consigue utilizando varias opciones que se analizan a continuación, utilizando un conductor enterrado de cobre, picas o una combinación de ambas.

Se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{Lh}$$

$$R_{picas} = \frac{\rho}{n \cdot Lp}$$

Donde:

- $\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $L_h$ : longitud del hilo conductor, m
- $L_p$ : longitud de la pica, m
- n: número de picas

- 1) Se emplea la opción de picas verticales enterradas a una distancia no menor del doble de su longitud, en este caso las picas son de 2 metros. Por lo tanto la resistencia total de las picas debe ser igual a lo exigido por la normativa.

$$R_t = R_{picas} = \frac{\rho}{n \cdot L_p} = \frac{3000}{n \cdot 2} = 37\Omega \rightarrow n = 41 \text{ picas}$$

- 2) La segunda opción es emplear un conductor enterrado de cobre bajo el establecimiento.

$$R_t = R_{conductor} = \frac{2\rho}{L_h} = \frac{2 \cdot 3000}{L} = 37\Omega \rightarrow L = 162,2 \text{ metros}$$

- 3) La última opción es combinar los métodos anteriormente descritos, para ello se utiliza conductor enterrado y picas. Se calcula la resistencia total, teniendo en cuenta la expresión de resistencias en paralelo, fijando una longitud de conductor a 120 metros por conveniencia y costes:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{conductor}} + \frac{1}{R_{picas}} \rightarrow R_{picas} = \frac{1}{\frac{1}{R_t} - \frac{1}{R_{conductor}}} = 142,3\Omega$$

De la expresión de la resistencia equivalente de las picas se obtiene el número de picas necesarias:

$$R_{picas} = \frac{\rho}{n \cdot L_p} = \frac{3000}{n \cdot 2} = 142,3 \Omega \rightarrow n = 11 \text{ picas}$$

Finalmente se optará por instalar una combinación de picas con conductor enterrado, constará de 120 metros de cable y 11 picas dispuestas en el terreno del parking.

## 2.6 Selección del cableado

Para el dimensionamiento del cableado se debe tener en cuenta el criterio de caída de tensión, el criterio térmico y las instrucciones técnicas competentes a cada tipo de montaje.

En el anexo Cálculos se adjuntan las tablas y fórmulas empleadas.

Los cableados irán mayormente enterrados bajo tubo, por lo que se recurre a la ITC-BT-07 y también en tubos fijados en pared que corresponde a la ITC-BT-19.

Se debe calcular en primer lugar las intensidades que circulan por cada circuito, en el caso de la instalación fotovoltaica, se deben dimensionar los conductores teniendo en cuenta el 120% de la intensidad nominal de la línea. Se utilizan las siguientes ecuaciones:

Para los circuitos trifásicos:

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

Para los circuitos monofásicos:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\theta}$$

Donde:

- P: Potencia del circuito (W)
- V: Tensión del circuito (230V en monofásica, 400V en trifásica).
- $\cos\theta$ : factor de potencia, si no se especifica 0,8.

Las fórmulas que se emplearán para el cálculo de la sección de los conductores serán:

Para receptores trifásicos:

$$s = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V}$$

Para receptores monofásicos:

$$s = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V}$$

Donde:

- P : Potencia del circuito (W)
- L: Longitud de la línea (m).
- V: Tensión del circuito (230V en monofásica y 400V en trifásica).
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- $\gamma$ : conductividad del material (56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )
- $\Delta V$ : caída de tensión admisible (según RBT del 5% para receptores)

Se debe escoger la sección normalizada superior. Se verificará que la intensidad máxima admisible del cable nunca superará la intensidad circulante.

Por último se calcula la caída de tensión en el conductor seleccionado, que debe ser menor que la establecida por la norma, mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\theta}{\gamma \cdot s} \rightarrow \text{Monofásica}$$

$$\Delta V = \frac{L \cdot I \cdot \cos\theta}{\gamma \cdot s} \rightarrow \text{Trifásica}$$

Donde:

- I: Corriente circulante (A).
- L: Longitud de la línea (m).
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- $\gamma$ : Conductividad del material. Cobre: 56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$  y Aluminio : 36 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$
- $\cos\theta$ : factor de potencia, si no se especifica 0,8.

### 2.6.1. Cálculo cableado de instalaciones de enlace

Para el dimensionado de los conductores de las instalaciones de enlace se recurre a las condiciones particulares de UNELCO Endesa y a las instrucciones técnicas complementarias competentes para cada tipo de instalación.

#### 2.6.1.1. Acometida

Este tramo unirá el punto de conexión establecido por le empresa suministradora y el CGP de la instalación. Se limitará la caída de tensión a un 0,5% y se tendrá en cuenta el criterio térmico para la selección de los conductores de aluminio.

La intensidad total que circulará por la acometida, será la suma de todos los circuitos de la instalación.

$$I_{total} = 293,4 A$$

La intensidad circulante por la acometida es de 293,4 A, la caída de tensión máxima del 0,5%, la potencia total de la instalación 203 kW y la distancia al punto de conexión 15m.

Según la fórmula de caída de tensión, se obtiene la sección mínima del conductor:

$$s = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 203000W \cdot 15 m}{35 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (400 V)^2 \cdot 0,5} = 108,75 mm^2$$

La siguiente sección normalizada es de 120 mm<sup>2</sup>, insuficiente puesto que su intensidad circulante admisible es de 230 A inferior a la que circulará por la línea, por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A-1 de la norma UNE 211435 de la ITC-BT-07 se indica que para las características de conductores unipolares de aluminio en instalación tubular soterrada, la intensidad nominal superior a la circulante requiere una sección de los conductores 240 mm<sup>2</sup>.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-07, será de 120 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 225 mm según la tabla 9 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,7 metros de profundidad bajo aceras.

### 2.6.1.2. Línea general de alimentación.

La línea general de alimentación se dimensionará según lo dispuesto en la ITC-BT-14. Se limitará la caída de tensión a un 0,5%, puesto que tenemos unos contadores totalmente centralizados, y se tendrá en cuenta el criterio térmico para la selección de los conductores de cobre.

La intensidad circulante, será igual a la de la acometida, por lo tanto la suma de todos los circuitos de la instalación:

$$I = 290,6 A$$

La intensidad circulante por la LGA es de 293,7 A, la caída de tensión máxima del 0,5%, la potencia total de la instalación 203 kW y la distancia al CGP 2m. La sección mínima para cumplir con el criterio de caída de tensión será:

$$s = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 203000W \cdot 2 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (400 V)^2 \cdot 0,5} = 9,1 mm^2$$

La siguiente sección normalizada es de 25 mm<sup>2</sup>, insuficiente puesto que su intensidad circulante admisible es de 105 A inferior a la que circulará por la línea, por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A-1 de la norma UNE 211435 de la ITC-BT-07 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación tubular soterrada, la intensidad nominal superior a la circulante requiere una sección de los conductores 240 mm<sup>2</sup>.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-07, será de 120 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 225 mm según la tabla 9 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,7 metros de profundidad bajo la caseta.

### 2.6.1.3. Derivación individual 1

Los conductores de la derivación individual 1, tendrán que soportar la intensidad del cargador rápido. Se limitará en este tramo la caída de tensión en este tramo a un 1% y se tendrá en cuenta el criterio térmico para la elección de los conductores.

La intensidad total circulante en este tramo será de 150,4 A teniendo en cuenta el 125% de la intensidad circulante en la línea, la caída de tensión del 1%, la potencia 100 kW y la longitud del conductor de 31,5 m. La sección por lo tanto será:

$$s = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 100000W \cdot 31,5 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (400 V)^2 \cdot 1} = 35,2 mm^2$$

La siguiente sección normalizada es de 50 mm<sup>2</sup>, suficiente puesto que su intensidad circulante admisible es de 159 A pero, debido a las condiciones impuestas por los elementos de protección y la selección de un dispositivo apropiado, se escogerá la siguiente sección nominal, por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla 1 de la ITC-BT-19 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación tubular soterrada, la intensidad nominal superior a la circulante requiere una sección de los conductores 70 mm<sup>2</sup>.

El conductor del neutro, según la ITC-BT-19, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases, por lo tanto será de 95 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 63 mm según la tabla 2 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,6 metros de profundidad bajo la caseta. (ITC-BT-19)

2.6.1.4. Derivación individual 2

Los conductores de la derivación individual 2, tendrán que soportar la intensidad del resto de la instalación. Se limitará en este tramo la caída de tensión en este tramo a un 1% y se tendrá en cuenta el criterio térmico para la elección de los conductores.

La intensidad total circulante en este tramo será 149,4 A, la caída de tensión del 1%, la potencia 103 kW y la longitud del conductor de 2 m. La sección por lo tanto será:

$$s = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 103000W \cdot 2 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (400 V)^2 \cdot 1} = 2,3 mm^2$$

La siguiente sección normalizada es de 4 mm<sup>2</sup>, insuficiente puesto que su intensidad circulante admisible es de 34 A inferior a la que circulará por la línea, por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla 1 de la ITC-BT-19 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación tubular soterrada, la intensidad nominal superior a la circulante requiere una sección de los conductores 70 mm<sup>2</sup>.

El conductor del neutro, según la ITC-BT-19, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases, por lo tanto será de 95 mm<sup>2</sup> y los tubos fijos en pared tendrán un diámetro de 63 mm según la tabla 2 de la ITC-BT-21.

**2.6.2. Cálculo de cableado de la instalación interior**

La sección de los conductores de los circuitos interiores vendrá determinada por el criterio de caída de tensión, el criterio térmico y las instrucciones técnicas complementarias competentes a cada tipo de instalación.

2.6.2.1. Tramo. Cuadro de mando y protección - Cargador Rápido

En este tramo unirá el CMP con el cargador rápido en una línea exclusiva soterrada. Para el dimensionado del conductor se aplicarán las condiciones expuestas en la ITC-BT-07 y en la ITC-BT-52, junto a los criterios de caídas de tensión y criterio térmico.

La línea será de cobre tendrá una longitud hasta el cargador de 31,5m, una caída de tensión máxima, según la ITC-BT-52, del 5% y se dimensionará teniendo en cuenta la intensidad circulante, 150,4 A. Por lo tanto la sección mínima para que se cumpla el criterio de caída de tensión será:

$$s = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 100000W \cdot 31,5 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (400 V)^2 \cdot 5} = 7 mm^2$$

La siguiente sección normalizada es de 25 mm<sup>2</sup>, insuficiente puesto que su intensidad circulante admisible es de 105 A inferior a la que circulará por la línea, 150,35 A. Por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A-1 de la norma UNE 211435 de la ITC-BT-07 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación tubular soterrada, la intensidad nominal superior a la circulante requiere una sección de los conductores 95 mm<sup>2</sup>.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-07, será de 50 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 140 mm según la tabla 9 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,7 metros de profundidad bajo la acera del parking.

2.6.2.2. Tramo. Cuadro de mando y protección - cargadores semi rápido 1 y 2

Se calcularán en este apartado las secciones de los dos conductores que unen el cuadro de mando y protección con los dos cargadores semi-rápidos. Para el dimensionado de los conductores se aplicarán las condiciones expuestas en la ITC-BT-07 y en la ITC-BT-52, junto a los criterios de caídas de tensión y criterio térmico.

Las líneas serán de cobre, tendrá una longitud hasta el cargador semi-rápido 1 de 57,5 m y con el cargador semi-rápido 2 de 65 m, deberá suministrar energía a cada cargador con una potencia de 44 kW, una caída de tensión máxima, según la ITC-BT-52, del 5% y se dimensionará teniendo en cuenta la intensidad circulante, 79,4 A. Por lo tanto la sección mínima para que se cumpla el criterio de caída de tensión será para cada caso:

$$s1 = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 44000W \cdot 57,5 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (400 V)^2 \cdot 5} = 5,65 mm^2$$

$$s2 = \frac{100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 44000W \cdot 65 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (400 V)^2 \cdot 5} = 6,38 mm^2$$

Por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A-1 de la norma UNE 211435 de la ITC-BT-07 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación tubular soterrada, la siguiente sección normalizada es de 25 mm<sup>2</sup>, suficiente puesto que la intensidad circulante admisible por el conductor de cada cargador es de 105 A mayor a la que circulará por la línea.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-07, será de 16 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 90 mm según la tabla 9 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,7 metros de profundidad bajo la acera del parking.

### 2.6.2.3. Tramo. Cuadro de mando y protección - cargador lento

Este tramo se dimensionará según lo dispuesto en la ITC-BT-52 e ITC-BT-07, además de los criterios térmicos y de caída de tensión.

La longitud del conductor será de 72 m, deberá suministrar energía a un cargador de 7200 W de potencia, una caída de tensión máxima del 5% y se dimensionará teniendo en

cuenta la intensidad circulante, 22,6 A. Por lo tanto la sección mínima para que se cumpla el criterio de caída de tensión será:

$$s = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 7200W \cdot 72m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (230 V)^2 \cdot 5} = 7 mm^2$$

Por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A-1 de la norma UNE 211435 de la ITC-BT-07 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación tubular soterrada, la siguiente sección normalizada es de 25 mm<sup>2</sup>, suficiente puesto que la intensidad circulante admisible por el conductor de cada cargador es de 105 A, mayor a la que circulará por la línea.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-07, será de 25 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 90 mm según la tabla 9 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,7 metros de profundidad bajo la acera del parking.

#### 2.6.2.4. Tramos cuadro de mando y protección - líneas del parking

Se calcularán en este apartado las secciones de los conductores que unen el cuadro de mando y protección con todos los receptores encargados de la gestión del parking. Para el dimensionado de los conductores se aplicarán las condiciones expuestas en la ITC-BT-07, junto a los criterios de caídas de tensión y criterio térmico.

Las líneas serán de cobre y se tomará como referencia la longitud del receptor más alejado que estará a 116,5 m, deberá suministrar energía al receptor con una potencia de 210 W, una caída de tensión máxima, según el RBT, del 5% y se dimensionará teniendo en cuenta la intensidad circulante. Por lo tanto la sección mínima para que se cumpla el criterio de caída de tensión será:

$$s1 = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{100 \cdot 210W \cdot 116,5 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (230 V)^2 \cdot 5} = 0,33 mm^2$$

Por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A-1 de la norma UNE 211435 de la ITC-BT-07 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación tubular soterrada, la siguiente sección normalizada es de 25 mm<sup>2</sup>, suficiente puesto que la intensidad circulante admisible por el conductor para el receptor del parking es de 105 A mayor a la que circulará por la línea.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-07, será de 16 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 90 mm según la tabla 9 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,7 metros de profundidad bajo la acera del parking.

#### 2.6.2.5. Tramo cuadro de mando y protección - Caseta

Este tramo se dimensionará según lo dispuesto en la ITC-BT-19, además de los criterios térmicos y de caída de tensión.

La longitud del conductor será de 2 m, deberá suministrar energía a los equipos del puesto de garita del parking, una caída de tensión máxima del 5% y se dimensionará teniendo en cuenta la intensidad circulante. Por lo tanto la sección mínima para que se cumpla el criterio de caída de tensión será:

$$s = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 1089W \cdot 2m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (230 V)^2 \cdot 5} = 0,03 mm^2$$

Por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A1 de la ITC-BT-19 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación fija en pared bajo tubo, para el circuito de iluminación se utilizarán conductores de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección y para el circuito de fuerza de 2,5 mm<sup>2</sup>.suficiente puesto que la intensidad circulante admisible por el conductor para los equipos de la caseta es mayor a la que circulará por la línea.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-19, será de 1,5 mm<sup>2</sup> para la luminaria y 2,5mm<sup>2</sup> para el circuito de fuerza, los tubos tendrán un diámetro de 16 mm según la tabla 2 de la ITC-BT-21, fijos en pared bajo tubo.

## 2.7. Protecciones

Según el RBT, se debe escoger los elementos de protección con intensidad admisible superior a la circulante, pero inferior a la intensidad máxima admisible del conductor, para proteger los circuitos de la instalación.

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

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

Donde:

- $I_B$  = corriente circulante por el conductor (A)
- $I_N$  = calibre del dispositivo de protección (A)
- $I_F$  = corriente de actuación del dispositivo de protección (A).

Se utilizarán los siguientes dispositivos de protección contra sobre intensidades y cortocircuitos:

- Magnetotérmicos

Los magnetotérmicos serán capaces de detectar sobre corrientes y cortocircuitos, se instalará uno por cada circuito y su intensidad nominal debe ser mayor que la intensidad de conducción y menor que la intensidad máxima admisible del cable. Debe cumplir:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

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

- Fusibles

Los fusibles tendrán un poder de corte superior a la intensidad de cortocircuito ( $I_{cc}$ ). Debe cumplir además las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

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

Donde:

- $I_B$  = corriente circulante por el conductor (A)
- $I_N$  = calibre del dispositivo de protección (A)
- $I_Z$  = corriente máxima admisible por el conductor (A)
- $I_F$  = corriente de actuación del dispositivo de protección (A).

Además a la hora de seleccionar el fusible se tendrán en cuenta los valores normalizados mostrados en las siguientes tablas:

|     |     |     |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 2   | 4   | 6   | 10  | 16  | 20  | 25  | 35   |
| 40  | 50  | 63  | 80  | 100 | 125 | 160 | 200  |
| 250 | 315 | 400 | 425 | 500 | 630 | 800 | 1000 |

Figura 1. Calibres nominales de fusible

| $I_n$<br>(A)         | Tiempo<br>convencional<br>(h) | $I_k$<br>Corriente<br>convencional<br>de fusión |
|----------------------|-------------------------------|---|
| $I_n \leq 4$         | 1                             | $2,1 I_n$                                       |
| $4 < I_n \leq 16$    | 1                             | $1,9 I_n$                                       |
| $16 < I_n \leq 63$   | 1                             | $1,6 I_n$                                       |
| $63 < I_n \leq 160$  | 2                             | $1,6 I_n$                                       |
| $160 < I_n \leq 400$ | 3                             | $1,6 I_n$                                       |
| $400 < I_n$          | 4                             | $1,6 I_n$                                       |

Figura 2. Intensidades de fusión según el calibre del fusible

- Diferenciales

Los diferenciales serán capaces de detectar derivaciones a tierra y proteger contra contactos directos e indirectos, se instalará uno por cada circuito y su intensidad nominal debe ser mayor que la intensidad de conducción y menor que la intensidad máxima admisible del cable. Debe cumplir:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Tendrán una sensibilidad de 30 mA, para proteger a los usuarios y 300 mA aguas arriba en la instalación.

Para determinar el poder de corte de las protecciones es necesario calcular la intensidad de cortocircuito mediante:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}}$$

Donde:

- $I_{cc}$ : corriente de cortocircuito (A)
- $V$ : tensión de cortocircuito, se supone fase-neutro (230 V)
- $R_{cc}$ : resistencia de cortocircuito (ohm)

La resistencia de cortocircuito se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$R_{cc} = \frac{2 \cdot L \cdot \rho}{s}$$

Donde:

- $\rho$ : resistividad del cobre a 20°C (A)
- $R_{cc}$ : resistencia de cortocircuito ( $\Omega$ )
- $L$ : longitud (m)
- $s$ : sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

### **2.7.1. Cálculo de protecciones de las instalaciones de enlace**

#### **2.7.1.1. Caja General de Protección**

En el CGP se alojarán los elementos de protección de la línea general de alimentación, para ello se debe calcular a intensidad de cortocircuito hasta ese punto mediante las fórmulas anteriormente descritas en este anexo.

La resistencia de cortocircuito hasta este punto será la de la acometida:

$$R_{cc} = \frac{2 \cdot L \cdot \rho}{s} = \frac{2 \cdot 15 \text{ m} \cdot 0,029 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}{240 \text{ mm}^2} = 0,0036 \Omega$$

La intensidad de cortocircuito se multiplicará por un factor de 0,8 ya que se desconoce la resistencia de cortocircuito del centro de transformación de la empresa suministradora. Por lo tanto:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R_{cc}} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,0036} = 51111,1 \text{ A} = 51,1 \text{ kA}$$

El poder de corte de los fusibles debe ser superior a este valor por lo que se escoge un poder de corte de 100 kA. Para calcular el calibre se deben cumplir las condiciones anteriormente descritas en este anexo:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 293,7 \text{ A} \leq I_N \leq 430 \text{ A}$$

Por lo tanto, es oportuno escoger un fusible de calibre 315 A.

La corriente convencional de fusión vendrá determinada por el calibre del fusible escogido, según la figura 1 y la intensidad máxima admisible del cable.

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

Ya que los fusible serán de 315 A, su corriente nominal fusible será de 1,6 In. Por lo tanto:

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,6 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,6 \cdot 315 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 430 \text{ A} \rightarrow 504 \text{ A} \leq 623,5 \text{ A}$$

Se cumplen ambas condiciones con un fusible de 315 A de seguridad, alta capacidad de apertura NH, clase gG para protección contra sobrecargas, y poder de corte 100 kA.

Además se añadirá un interruptor seccionador para aislar la instalación en caso de cualquier imprevisto.

2.7.1.2. Derivaciones individuales

En la centralización de contadores se situarán los elementos de protección de las dos derivaciones individuales. Se emplearán, según las normas particulares de UNELCO Endesa, fusibles de seguridad tipo NH, clase gG para protección contra sobrecargas..

La resistencia de cortocircuito será la suma de las de la acometida, calculada en el apartado anterior y la línea general de alimentación.

$$R_{cc} = R_{acometida} + \frac{2 \cdot L_{LGA} \cdot \rho}{s} = 0,0036 + \frac{2 \cdot 2 \text{ m} \cdot 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}{240 \text{ mm}^2} = 0,0039 \Omega$$

La intensidad de cortocircuito se multiplicará por un factor de 0,8 ya que se desconoce la resistencia de cortocircuito del centro de transformación de la empresa suministradora. Por lo tanto:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R_{cc}} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,0039} = 47179,48,1 \text{ A} = 47,2 \text{ kA}$$

El poder de corte de los fusibles debe ser superior a este valor por lo que se escoge un poder de corte de 100 kA. Para calcular el calibre se deben cumplir las condiciones anteriormente descritas en este anexo:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 150 \text{ A} \leq I_N \leq 202 \text{ A}$$

Por lo tanto, es oportuno escoger fusibles de calibre 160 A.

La corriente convencional de fusión vendrá determinada por el calibre del fusible escogido, según la figura 1 y la intensidad máxima admisible del cable.

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

Ya que el fusible será de 160 A, su corriente nominal fusible será de 1,6 In. Por lo tanto:

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,6 \cdot I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,6 \cdot 160 A \leq 1,45 \cdot 202 A \rightarrow 256A \leq 292,9A$$

Se cumplen ambas condiciones fusibles de 250 A de seguridad, alta capacidad de apertura NH 1 y poder de corte 100 kA.

### 2.7.2. Cálculo de protecciones de las instalaciones de interior

Las instalaciones de interior se protegerán en el cuadro de mando y protección de posibles sobretensiones y cortocircuitos. Se dispondrán de elementos de protección para cada circuito mediante la combinación de un interruptor automático (PIA) y un diferencial.

Deben cumplirse las solicitudes técnicas descritas anteriormente en este anexo con respecto al calibre, la intensidad de funcionamiento y el poder de corte de los elementos de protección.

El poder de corte es el mismo para todos los elementos del cuadro, por lo tanto se calculará la intensidad de cortocircuito hasta este punto que será común para todos los circuitos.

Para calcular el poder de corte de las protecciones, se toma la resistencia de cortocircuito hasta el cuadro de mando y protección:

$$R_{cc} = R_{ccAcometida} + R_{ccLGA} + R_{ccDI} = 0,0036 + 0,0036 + 0,0037 = 0,0109 \Omega$$

Se calcula a continuación la intensidad de cortocircuito, el poder de corte de los elementos de protección debe ser mayor.

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R_{cc}} = \frac{0,8 \cdot 400 V}{0,0109 \Omega} = 16880,7 A \leq PdCo$$

Por lo tanto, los elementos de protección tendrán poder de corte de 25 kA y los calibres se calcularán en los siguientes apartados.

2.7.2.1. Cargador rápido

Deben cumplirse las solicitudes técnicas descritas anteriormente en este anexo con respecto al calibre, la intensidad de funcionamiento y el poder de corte de los elementos de protección.

Los conductores del cargador rápido deberán soportar la corriente circulante a la que se aplica un factor del 125% según la ITC-BT-20 y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 150,35 \leq I_N \leq 225 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 225 A \rightarrow I_F = 326,25 A$$

Por tanto, se escogerá un calibre de magnetotérmico de 200 A y para el diferencial de 200 A con una sensibilidad de 300 mA, ya que el propio cargador dispone de los dispositivos de protección integrados.

2.7.2.2. Cargadores semi-rápidos

Los conductores de los cargadores semi-rápidos deberán soportar la corriente circulante a la que se aplica un factor del 125% según la ITC-BT-20 y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 79,39A \leq I_N \leq 105 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 105 A \rightarrow I_F = 152,25 A$$

Por tanto, se escogerá un calibre de magnetotérmico de 100 A y un diferencial de 100 A con una sensibilidad de 30 mA, para cada cargador.

2.7.2.3. Cargador lento

Los conductores del cargador lento deberán soportar la corriente circulante a la que se aplica un factor del 125% según la ITC-BT-20 y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 22,6 A \leq I_N \leq 50 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 50 A \rightarrow I_F = 72,5 A$$

Por tanto, se escogerá un calibre de magnetotérmico de 40 A y un diferencial de 40 A con una sensibilidad de 30 mA.

#### 2.7.2.6. Elementos del parking

Los conductores de los elementos de gestión del parking deberán soportar la corriente circulante y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

Para los elementos del parking del circuito 1:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 9,02 \leq I_N \leq 125 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 125 A \rightarrow I_F = 181,25 A$$

Para los elementos del parking del circuito 2:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 3,23 \leq I_N \leq 125 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 125 A \rightarrow I_F = 181,25 A$$

Por tanto, se escogerá un calibre de magnetotérmico de 16 A y un diferencial de 16 A con una sensibilidad de 30 mA, para cada circuito.

#### 2.7.2.7. Caseta

Los conductores los circuitos de la caseta deberán soportar la corriente circulante a la y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,92 A \leq I_N \leq 16 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 16 A \rightarrow I_F = 23,2 A$$

Por tanto, se escogerán interruptores magnetotérmicos de calibre 16 A y diferenciales de 16 A con una sensibilidad de 30 mA, para cada circuito.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **ANEXO II. CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| 1. Objeto.....   | 99  |
| 2. Cálculos de instalación solar fotovoltaica .....                                | 99  |
| 2.1 Radiación solar .....  | 99  |
| 2.2 Factores de pérdidas energéticas .....   | 100 |
| 2.2.1. Pérdidas por no cumplimiento de la potencia nominal .....                   | 100 |
| 2.2.2. Pérdidas por polvo y suciedad.....  | 100 |
| 2.2.3. Pérdidas por orientación e inclinación .....                                | 100 |
| 2.2.4. Pérdidas por incremento de la temperatura de las células fotovoltaicas:.... | 104 |
| 2.2.5. Pérdidas por sombreado .....  | 105 |
| 2.2.6. Pérdidas eléctricas .....   | 106 |
| 2.2.7. Performance Ratio.....  | 106 |
| 2.3 Módulos fotovoltaicos .....  | 107 |
| 2.4 Cálculo de los inversores.....   | 108 |
| 2.5 Distancia entre módulos .....  | 109 |
| 2.6 Cálculo de cableado de la instalación fotovoltaica .....                       | 111 |
| 2.6.1. Tramo módulos solares-caja protección DC .....                              | 112 |
| 2.6.2 Tramo protección DC – Inversores .....                                       | 114 |
| 2.6.3. Tramo inversores-cuadro de protección AC .....                              | 115 |
| 2.6.4. Cuadro de protección AC-contador bidireccional.....                         | 116 |
| 2.6.5. Cálculo de protecciones de la instalación fotovoltaica .....                | 117 |
| 2.6.5.1. Inversor A-cuadro dc .....  | 117 |
| 2.6.5.2.. Inversor B-cuadro DC .....   | 118 |
| 2.6.5.3. Inversor C-cuadro dc .....  | 118 |
| 2.6.5.4. Inversor D-cuadro dc.....   | 118 |
| 2.6.5.5. Inversor E-cuadro dc .....  | 119 |
| 2.6.5.6. Inversor F-cuadro dc.....   | 119 |
| 2.6.5.7. Inversor G-cuadro dc .....  | 120 |
| 2.6.5.8. Protecciones AC .....   | 121 |
| 3. Informe PVSYST.....   | 122 |

## ÍNDICE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Perfil del captador .....                  | 101 |
| Figura 2. Cálculo del ángulo de azimut.....          | 101 |
| Figura 3. Diagrama para el cálculo de pérdidas ..... | 103 |
| Figura 4. Distancia entre<br>módulos.....            | 110 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Radiación solar. ....   | 99  |
| Tabla 2. Orientación en inclinación de los módulos solares .....   | 102 |
| Tabla 3. Sombras según orientación e inclinación de los módulos .....  | 102 |
| Tabla 4. Irradiancia y temperatura media mensual en Candelaria. ....   | 105 |
| Tabla 5. Pérdidas mensuales por temperatura. ....  | 105 |
| Tabla 6. Datos para el cálculo del Performance Ratio (PR). ....  | 106 |
| Tabla 7. Performance ratio medio. ....   | 107 |
| Tabla 8. Cálculo de las secciones en los tramos entre módulos e inversores.....  | 113 |
| Tabla 9. Cálculos de conductores de los tramos entre el cuadro de protección DC y las<br>entradas de los inversores. ....  | 115 |
| Tabla 10. Cálculos de los conductores en los tramos entre los inversores y el cuadro de<br>protección AC.....              | 116 |
| Tabla 11. Cálculos de los conductores en el tramo entre el cuadro de protección de AC y<br>el contador bidireccional. .... | 117 |

## 1. Objeto

En el presente anexo se justificarán los cálculos de la instalación fotovoltaica realizados, atendiendo al cumplimiento de la ITC-BT-40 de instalaciones generadoras, además de las instrucciones técnicas complementarias competentes para cada tipo de instalación.

Estos cálculos, se complementan con el informe obtenido mediante el software de simulación PVSYST®, incluido al final de este anexo.

## 2. Cálculos de instalación solar fotovoltaica

### 2.1 Radiación solar

La Radiación Solar es un fenómeno físico debido a la emisión de energía por parte del sol en forma de radiaciones electromagnéticas. Estas radiaciones pueden ser cuantificadas y se expresan en unidades de irradiancia, una unidad que refleja su potencia por unidad de superficie.

A continuación, se muestra una tabla obtenida según las temperaturas medias del municipio con el programa PVSYST en la que aparece la radiación solar diaria según el mes. Los datos obtenidos, son las horas solares pico, HSP.

*Tabla 1. Radiación solar.*

| Mes        | $H_d(\text{kWh/m}^2)$ |
|------------|-----------------------|
| Enero      | 5,01                  |
| Febrero    | 5,80                  |
| Marzo      | 6,45                  |
| Abril      | 6,34                  |
| Mayo       | 6,33                  |
| Junio      | 6,41                  |
| Julio      | 6,73                  |
| Agosto     | 6,74                  |
| Septiembre | 6,18                  |
| Octubre    | 6,07                  |
| Noviembre  | 4,99                  |
| Diciembre  | 4,54                  |

## **2.2 Factores de pérdidas energéticas**

Las pérdidas que se producen en una instalación fotovoltaica son un factor determinante y a tener presente en todo momento para poder posteriormente evaluar los rendimientos de los equipos.

A continuación, se presentan las principales fuentes de estas pérdidas energéticas:

### **2.2.1. Pérdidas por no cumplimiento de la potencia nominal**

El fabricante de los módulos fotovoltaicos garantiza una potencia nominal de módulo que puede oscilar entre  $P^* \pm 3\%$ ,  $P^* \pm 5\%$ ,  $P^* \pm 10\%$ . Sin embargo, en algunas ocasiones dicha potencia se sitúa dentro de la banda inferior de potencias.

En este caso, el módulo solar del establecimiento modelo SPR-300 del fabricante SunPower tiene una potencia que oscila entre  $P^* \pm 3\%$ .

### **2.2.2. Pérdidas por polvo y suciedad**

La deposición de polvo y suciedad en la superficie de los módulos fotovoltaicos genera una disminución de la potencia del generador fotovoltaico. Se destacan dos tipos de suciedad, por un lado la presencia de una suciedad uniforme que da lugar a una disminución de la corriente y tensión entregada por el generador fotovoltaico y por otro lado la presencia de suciedad localizada (como puede ser el caso de excrementos de aves) da lugar a un aumento de las pérdidas de conexionado y a las pérdidas por formación de puntos calientes.

En unas condiciones normales de emplazamiento y realizando tareas de mantenimiento y limpieza regular, estas pérdidas no pueden suponer más de un 3%.

### **2.2.3. Pérdidas por orientación e inclinación**

El que la radiación solar incida sobre la superficie de un módulo fotovoltaico con un ángulo diferente de  $0^\circ$  implica unas pérdidas adicionales.

A continuación, se calcularán las pérdidas por orientación e inclinación siguiendo estos conceptos:

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

-Ángulo de inclinación,  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal.

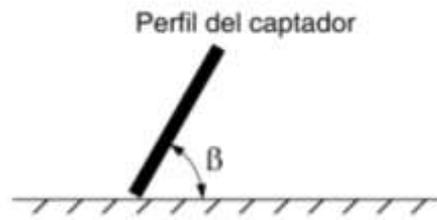


Figura 1. Perfil del captador

-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.

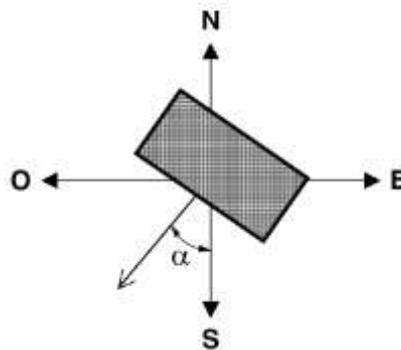


Figura 2. Cálculo del ángulo de azimut

Para el caso de esta instalación situada en el hemisferio norte, la orientación óptima sería hacia el sur. Sin embargo, esto no es posible por la situación en la que se encuentra el terreno, por lo que la inclinación óptima, en este caso, resulta la latitud menos  $10^\circ$ :  $28^\circ - 10^\circ = 18^\circ$ .

Para instalaciones orientadas al Este, como es el caso, se utiliza un ángulo de Azimut de  $-45^\circ$ .

En resumen, la disposición final de los módulos será la que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 2. Orientación en inclinación de los módulos solares

| Orientación e inclinación de los módulos solares |             |
|--|-------------|
| Orientación Este (Azimut, $\alpha$ )             | Inclinación |
| -45°   | 18°         |

Según la normativa, la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la siguiente tabla:

Tabla 3. Sombras según orientación e inclinación de los módulos

| Caso                              | Orientación e inclinación | Sombras | Total |
|-----------------------------------|---------------------------|---------|-------|
| <b>General</b>                    | 10%                       | 10%     | 15%   |
| <b>Superposición</b>              | 20%                       | 15%     | 30%   |
| <b>Integración arquitectónica</b> | 40%                       | 20%     | 50%   |

Esta instalación resulta un caso general, puesto que placas fotovoltaicas irán en unas estructuras (marquesinas) de uso exclusivo para producir energía.

Por tanto, las pérdidas límite por orientación e inclinación son del 10%.

Para calcular las pérdidas reales se hace uso del siguiente diagrama conociendo el ángulo de azimut y la inclinación.

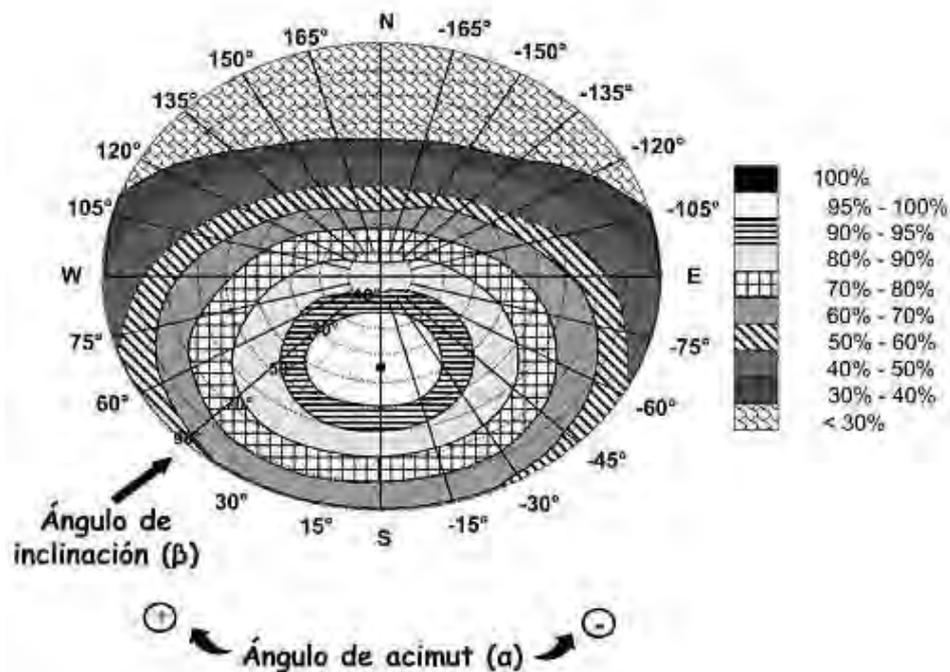


Figura 3. Diagrama para el cálculo de pérdidas

En este caso, el ángulo de azimut es de  $-45^\circ$  aproximadamente y, por tanto, se encontraría entre el límite de pérdidas de 90%-95% cuyo ángulo de inclinación es aproximadamente  $42^\circ$  y el de 95%-100% cuyo ángulo de inclinación es  $7^\circ$ . Se debe tener en cuenta, además, que estos valores se obtienen para la latitud=  $41^\circ$  y, este caso se encuentra en una latitud de  $28^\circ$ .

Por tanto, se corrige la lalidad del lugar:

$$\text{-Inclinación máxima} = 42^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = 29^\circ$$

-Inclinación mínima=  $7^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = -6^\circ$ , que está fuera de rango y se toma, por tanto, inclinación mínima=  $0^\circ$ .

Se concluye que la inclinación de  $18^\circ$  de la instalación cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

Por otro lado, aplicando la expresión para las pérdidas exactas proporcionada por el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, se obtiene un porcentaje del 7,08%.

#### 2.2.4. Pérdidas por incremento de la temperatura de las células fotovoltaicas:

El rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el incremento de la temperatura a la que se encuentra la superficie del panel. Al ser un elemento expuesto a la radiación solar de manera continuada se produce un incremento de la temperatura de la superficie de los módulos con respecto a la temperatura ambiente exterior.

Para el cálculo del factor que considera las pérdidas por incremento de la temperatura del panel (PT), se emplea la siguiente expresión:

$$P_T = K_T \cdot (T_C - 25^\circ C)$$

Donde:

- $K_T$ : coeficiente de temperatura, medido en  $^\circ C^{-1}$ .
- $T_C$ : temperatura media mensual a la que trabajan las placas fotovoltaicas.

Se puede calcular  $T_C$  de la siguiente manera:

$$T_C = T_{amb} + \left( \frac{T_{onc} - 20^\circ C}{800} \cdot E \right)$$

Donde:

- $T_{amb}$ : temperatura ambiente media mensual del lugar donde se instalarán los módulos fotovoltaicos. [ $^\circ C$ ]
- $T_{onc}$ : temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiación de  $800 W/m^2$ . Suele venir definida por el fabricante. En este caso, es de  $45^\circ C$ .
- $G$ : irradiancia [ $W/m^2$ ]

Los datos de las temperaturas así como de la irradiancia se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4. Irradiancia y temperatura media mensual en Candelaria.

| $T_{amb}$ (°C) | G (W/m <sup>2</sup> ) | $T_{onc}$ (°C) |
|----------------|-----------------------|----------------|
| 17,5           | 593                   | 45             |
| 17,5           | 675                   |                |
| 18,4           | 761                   |                |
| 19             | 814                   |                |
| 20,2           | 828                   |                |
| 22,3           | 895                   |                |
| 24,3           | 911                   |                |
| 25,1           | 907                   |                |
| 24,3           | 774                   |                |
| 22,8           | 700                   |                |
| 20,3           | 613                   |                |
| 18,6           | 566                   |                |

Por tanto, sustituyendo los valores correspondientes en las expresiones anteriores, se obtienen las siguientes pérdidas mensuales por temperatura:

Tabla 5. Pérdidas mensuales por temperatura.

| $Kt$ (°C <sup>-1</sup> ) | $T_c$ | $P_t$ | Pérdidas (%) |
|--------------------------|-------|-------|--------------|
| 0,0038                   | 36,0  | 0,04  | 4,19         |
|                          | 38,6  | 0,05  | 5,17         |
|                          | 42,2  | 0,07  | 6,53         |
|                          | 44,4  | 0,07  | 7,39         |
|                          | 46,1  | 0,08  | 8,01         |
|                          | 50,3  | 0,10  | 9,60         |
|                          | 52,8  | 0,11  | 10,55        |
|                          | 53,4  | 0,11  | 10,81        |
|                          | 48,5  | 0,09  | 8,93         |
|                          | 44,7  | 0,07  | 7,48         |
|                          | 39,5  | 0,05  | 5,49         |
|                          | 36,3  | 0,04  | 4,29         |

### 2.2.5. Pérdidas por sombreado

Los sistemas FV de conexión a red se suelen instalar en entornos urbanos en los que en muchas ocasiones es inevitable la presencia de sombras en determinadas horas del día sobre el generador FV que conducen a unas determinadas pérdidas energéticas.

Sin embargo, el establecimiento se encuentra situado de tal forma que no existen dichas pérdidas puesto que no existe sombra alguna.

### 2.2.6. Pérdidas eléctricas

La instalación eléctrica y el conexionado entre módulos, y de estos con los demás componentes de la instalación fotovoltaica, se deberá realizar según las recomendaciones recogidas en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDEA, donde se indica que la caída de tensión no podrá superar el 3% (1,5% para la parte de corriente continua y del 2% para los conductores de la parte de corriente alterna). Por tanto, teniendo en cuenta estas consideraciones, se estiman que las pérdidas eléctricas serán del 3%.

### 2.2.7. Performance Ratio

Finalmente, contabilizando todas las pérdidas anteriores, se obtiene el “Performance Ratio” (PR) o rendimiento energético de la instalación, definido como la eficacia alcanzada de la instalación, y de valor en este caso de:

Tabla 6. Datos para el cálculo del Performance Ratio (PR).

| Pérdidas                         | %     |
|----------------------------------|-------|
| No cumplimiento potencia nominal | 3     |
| Por polvo y suciedad             | 3     |
| Por orientación e inclinación    | 7     |
| Por sombreado                    | 0     |
| Eléctricas                       | 3     |
| Por incremento de la temperatura |       |
| Enero                            | 4,19  |
| Febrero                          | 5,17  |
| Marzo                            | 6,53  |
| Abril                            | 7,39  |
| Mayo                             | 8,01  |
| Junio                            | 9,6   |
| Julio                            | 10,55 |
| Agosto                           | 10,81 |
| Septiembre                       | 8,93  |
| Octubre                          | 7,48  |
| Noviembre                        | 5,49  |
| Diciembre                        | 4,29  |
| Rendimiento del inversor         | 97,5  |

Tabla 7. Performance ratio medio.

| Mes        | PR            |
|------------|---------------|
| Enero      | 0,7981        |
| Febrero    | 0,7883        |
| Marzo      | 0,7747        |
| Abril      | 0,7661        |
| Mayo       | 0,7599        |
| Junio      | 0,744         |
| Julio      | 0,7345        |
| Agosto     | 0,7319        |
| Septiembre | 0,7507        |
| Octubre    | 0,7652        |
| Noviembre  | 0,7851        |
| Diciembre  | 0,7971        |
| Anual      | <b>0,7663</b> |

### 2.3.Módulos fotovoltaicos

Se calcula el número de módulos fotovoltaicos que puedan generar 169 kWh mediante la siguiente ecuación, teniendo en cuenta, además, las distintas pérdidas.

$$N_{mód} = \frac{C_{est}}{P_{mód} \cdot HSP \cdot PR} = \frac{169 \text{ kWh}}{300 \text{ W} \cdot 4,54 \text{ HSP} \cdot 0,76} = 163,26 \text{ módulos}$$

Donde:

- $C_{est}$ : consumo estimado por la instalación (W)
- $P_{mód}$ : potencia nominal generada por cada módulo fotovoltaico (W)
- HSP: horas solares de pico.
- PR: 'performance ratio'.

Se necesitan 164 módulos fotovoltaicos para obtener el consumo estimado. Sin embargo, se deciden instalar 333 paneles aprovechando que se dispone de espacio suficiente en las marquesinas y se quiere disponer de un margen de generación suficiente, ya que según el Real Decreto 900/2015 se puede dimensionar la instalación fotovoltaica a una potencia no superior a la contratada, siendo por tanto 100 kW, en caso de que dicha energía no sea utilizada será inyectada a la red eléctrica.

La potencia total fotovoltaica instalada:

$$P_{total\ fotovoltaica} = P_{panel} \cdot n^{\circ}_{paneles} = 300Wp \cdot 333paneles = 99900\ Wp$$

A efectos prácticos se supondrá una potencia instalada de 100 kWp

## 2.4.Cálculo de los inversores

Se ha elegido el inversor SolarMax 15MT3 de 15 kW del fabricante Sputnik Engineering. Teniendo en cuenta sus características, se calcula el número de inversores necesarios:

$$N^{\circ}inversores = \frac{P_{fv}}{P_{inversor}} = \frac{100kW}{15\ kW} = 6,6 \rightarrow 7\ inversores$$

Donde:

- $P_{fv}$ : potencia de la instalación fotovoltaica
- $P_{inversor}$ : potencia nominal del inversor

Por lo tanto, para la instalación dimensionada se requiere de 7 inversores de 15 kW. Estos inversores se deberán conectar de tal manera que se limite la tensión y corriente de entrada generada por los módulos fotovoltaicos. Es oportuno calcular el número de módulos que se repartirá cada inversor de manera equitativa, para que la instalación esté lo más compensada posible:

$$N^{\circ} \frac{módulos}{inv} = \frac{N^{\circ}modulos}{N^{\circ}inversores} = \frac{333\ módulos}{7\ inversores} = 47,6 \rightarrow 48\ módulos/inversor$$

Puesto que los inversores poseen 3 entradas con 2 strings cada uno, haciendo un total de 6 strings por inversor, se realizan los siguientes cálculos para que los inversores soporten la misma carga cada uno y así tener la instalación lo más equilibrada posible. Para ello se debe tener en cuenta el rango de tensiones de entrada del inversor y la tensión de circuito abierto (caso más desfavorable).

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Se calcula en primer lugar el número máximo de módulos que se deben conectar al inversor para que funcione correctamente:

$$N^{\circ}pmax = \frac{V_{invmax}}{V_{oc}} = \frac{750 V}{64 V} = 11,7 \text{ módulos}$$

Se limita a 11 módulos para que la tensión no supere la admisible del inversor.

Donde:

- $V_{invmax}$ : tensión máxima soportada a la entrada del inversor.
- $V_{oc}$ : tensión de circuito abierto del módulo fotovoltaico.
- $N^{\circ}pmax$ : número de paneles máximo que se pueden conectar en serie.

En segundo lugar se calcula el número mínimo de módulos que pueden conectarse a la entrada del inversor:

$$N^{\circ}pmin = \frac{V_{invmin}}{V_{oc}} = \frac{320 V}{64 V} = 5 \text{ módulos}$$

Donde:

- $V_{invmin}$ : tensión mínima a la entrada del inversor para que entre en funcionamiento.
- $V_{oc}$ : tensión de circuito abierto del módulo fotovoltaico.
- $N^{\circ}pmin$ : número de paneles mínimo que se pueden conectar en serie.

Por tanto, atendiendo a los resultados obtenidos se pueden conectar entre 5 y 11 módulos en serie a cada string del inversor, se deciden conectar 8 módulos a cada uno, teniendo un total de 48 módulos conectados a cada inversor. Mediante esta configuración, cada inversor tendrá 15 kW de potencia nominal a la entrada, cumpliendo con sus características técnicas.

## 2.5 Distancia entre módulos

La distancia mínima entre módulos fotovoltaicos se calcula según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDEA. De esta manera, se asegura que las sombras que puedan

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández  
aparecer a lo largo del día, no afecten a ningún panel y así, aprovechar al máximo las horas de sol.

Según dicho pliego, la distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

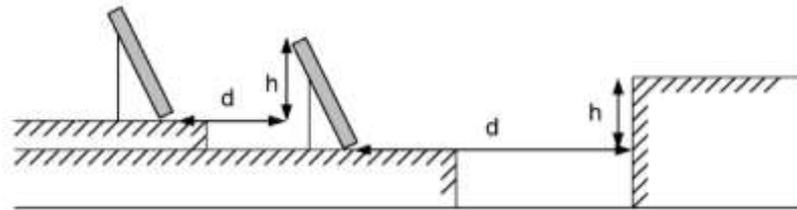


Figura 4. Distancia entre módulos

Esta distancia  $d$ , será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Donde  $1 / \tan(61^\circ - \text{latitud})$  es un coeficiente adimensional denominado  $k$ .

En este caso, con una latitud de  $28^\circ$ , el valor de  $k$  es el siguiente:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - 28)} = 1,53$$

En cuanto a la diferencia de altura entre la parte alta de una fila de paneles y la parte baja de la siguiente se calcula teniendo en cuenta la inclinación de los módulos y la longitud de los mismos:

$$h = \tan(18^\circ) \cdot 1,559 = 0,5 \text{ m}$$

Por tanto, la distancia mínima entre filas de módulos será la siguiente:

$$d = h \cdot k = 0,5 \cdot 1,53 = 0,77 \text{ m}$$

## 2.6. Cálculo de cableado de la instalación fotovoltaica

Para el dimensionamiento del cableado se debe tener en cuenta el criterio de caída de tensión, el criterio térmico y las instrucciones técnicas competentes a cada tipo de montaje.

Los conductores irán enterrados bajo tubo, por lo que se recurre a la ITC-BT-07 y también en tubos fijados en la estructura metálica de la marquesina, por lo que se recurre también a la ITC-BT-19.

Se debe calcular en primer lugar las intensidades que circulan por cada circuito.

Para los circuitos de corriente continua:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

- P: Potencia del circuito (W)
- V: Tensión del circuito (420V en continua)

Para receptores de corriente continua:

$$s = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V}$$

Donde:

- P : Potencia del circuito (W)
- L: Longitud de la línea (m).
- V: Tensión del circuito (420V en continua y 400 V en trifásica).
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- $\gamma$ : conductividad del material cobre(56 m/Ω·mm<sup>2</sup>)
- $\Delta V$ : caída de tensión admisible (según RBT del 3% para luminarias)

Se debe escoger la sección normalizada superior. Se verificará que la intensidad máxima admisible del cable nunca superará la intensidad circulante.

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Por último se calcula la caída de tensión en el conductor seleccionado, que debe ser menor que la establecida por la norma, mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot s} \rightarrow \text{Corriente continua}$$

Donde:

- I: Corriente circulante (A).
- L: Longitud de la línea (m).
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- $\gamma$ : Conductividad del material. Cobre: 56 m/Ω·mm<sup>2</sup> y Aluminio : 36 m/Ω·mm<sup>2</sup>
- $\cos\theta$ : factor de potencia, si no se especifica 0,8.

### 2.6.1. Tramo módulos solares-caja protección DC

Este tramo conecta los módulos fotovoltaicos con la caja de protección de continua que poseerá los fusibles de protección. Se utilizarán cables del fabricante TopCable® del tipo Solar ZZ-F (PV) 0,6/1 kV unipolares de cobre (clase 5 flexible según EN 60228) con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI 6, con baja emisión de humos y gases contaminantes. Recomendados para la interconexión de paneles en instalaciones fotovoltaicas.

Para el cálculo de la sección de los conductores se deben tener en cuenta los criterios térmicos, que según la ITC-BT-40 obligan a dimensionar el cableado para soportar un 125% de la intensidad circulante, y de caída de tensión limitada en este tramo a un 1,5 %. Además por seguridad se aumenta en un 15% la longitud de todos los conductores.

Mediante las fórmulas y consideraciones anteriormente descritas en este anexo, se conforma la siguiente tabla, teniendo en cuenta el número de módulos que se conectan a cada entrada del inversor.

Tabla 8. Cálculo de las secciones en los tramos entre módulos e inversores

|                       | Pot.<br>(W) | V<br>(V) | I <sub>b</sub><br>(A) | I <sub>b</sub> *125%<br>(A) | Long.<br>(m) | Long. +<br>15% (m) | S<br>mm <sup>2</sup> | I <sub>z</sub><br>(A) | e<br>(%) |
|-----------------------|-------------|----------|-----------------------|-----------------------------|--------------|--------------------|----------------------|-----------------------|----------|
| <b>INVERSOR<br/>A</b> |             |          |                       |                             |              |                    |                      |                       |          |
| <b>A.1</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 27,10        | 31,17              | 10                   | 96                    | 0,65     |
| <b>A.2</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 35,47        | 40,79              | 10                   | 96                    | 0,85     |
| <b>A.3</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 41,84        | 48,12              | 10                   | 96                    | 1,01     |
| <b>A.4</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 29,10        | 33,47              | 10                   | 96                    | 0,70     |
| <b>A.5</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 35,47        | 40,79              | 10                   | 96                    | 0,85     |
| <b>A.6</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 43,84        | 50,42              | 10                   | 96                    | 1,06     |
| <b>INVERSOR<br/>B</b> |             |          |                       |                             |              |                    |                      |                       |          |
| <b>B.1</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 52,21        | 60,04              | 16                   | 132                   | 0,79     |
| <b>B.2</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 60,58        | 69,67              | 16                   | 132                   | 0,91     |
| <b>B.3</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 66,95        | 76,99              | 16                   | 132                   | 1,01     |
| <b>B.4</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 54,21        | 62,34              | 16                   | 132                   | 0,82     |
| <b>B.5</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 60,58        | 69,67              | 16                   | 132                   | 0,91     |
| <b>B.6</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 68,95        | 79,29              | 16                   | 132                   | 1,04     |
| <b>INVERSOR<br/>C</b> |             |          |                       |                             |              |                    |                      |                       |          |
| <b>C.1</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 77,32        | 88,92              | 16                   | 132                   | 1,16     |
| <b>C.2</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 85,69        | 98,54              | 16                   | 132                   | 1,29     |
| <b>C.3</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 92,06        | 105,87             | 16                   | 132                   | 1,38     |
| <b>C.4</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 79,32        | 91,22              | 16                   | 132                   | 1,19     |
| <b>C.5</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 85,69        | 98,54              | 16                   | 132                   | 1,29     |
| <b>C.6</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 94,06        | 108,17             | 16                   | 132                   | 1,41     |
| <b>INVERSOR<br/>D</b> |             |          |                       |                             |              |                    |                      |                       |          |
| <b>D.1</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 15,23        | 17,51              | 16                   | 132                   | 0,23     |
| <b>D.2</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 23,53        | 27,06              | 16                   | 132                   | 0,35     |
| <b>D.3</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 31,83        | 36,60              | 16                   | 132                   | 0,48     |
| <b>D.4</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 17,38        | 19,99              | 16                   | 132                   | 0,26     |
| <b>D.5</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 25,68        | 29,53              | 16                   | 132                   | 0,39     |
| <b>D.6</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 33,98        | 39,08              | 16                   | 132                   | 0,51     |
| <b>INVERSOR<br/>E</b> |             |          |                       |                             |              |                    |                      |                       |          |
| <b>E.1</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 47,10        | 54,17              | 16                   | 132                   | 0,71     |
| <b>E.2</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 55,47        | 63,79              | 16                   | 132                   | 0,83     |
| <b>E.3</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 61,84        | 71,12              | 16                   | 132                   | 0,93     |
| <b>E.4</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 49,10        | 56,47              | 16                   | 132                   | 0,74     |
| <b>E.5</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 55,47        | 63,79              | 16                   | 132                   | 0,83     |
| <b>E.6</b>            | 2400        | 512      | 4,69                  | 5,86                        | 63,84        | 73,42              | 16                   | 132                   | 0,96     |

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

| <b>INVERSOR<br/>F</b> |      |     |      |      |        |        |    |     |      |
|-----------------------|------|-----|------|------|--------|--------|----|-----|------|
| <b>F.1</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 72,21  | 83,04  | 16 | 132 | 1,09 |
| <b>F.2</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 80,58  | 92,67  | 16 | 132 | 1,21 |
| <b>F.3</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 86,95  | 99,99  | 16 | 132 | 1,31 |
| <b>F.4</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 74,21  | 85,34  | 16 | 132 | 1,12 |
| <b>F.5</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 80,58  | 92,67  | 16 | 132 | 1,21 |
| <b>F.6</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 88,95  | 102,29 | 16 | 132 | 1,34 |
| <b>INVERSOR<br/>G</b> |      |     |      |      |        |        |    |     |      |
| <b>G.1</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 97,32  | 111,92 | 25 | 176 | 0,94 |
| <b>G.2</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 105,69 | 121,54 | 25 | 176 | 1,02 |
| <b>G.3</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 112,06 | 128,87 | 25 | 176 | 1,08 |
| <b>G.4</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 99,32  | 114,22 | 25 | 176 | 0,96 |
| <b>G.5</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 105,69 | 121,54 | 25 | 176 | 1,02 |
| <b>G.6</b>            | 2400 | 512 | 4,69 | 5,86 | 114,06 | 131,17 | 25 | 176 | 1,10 |

Aplicando el criterio térmico, se determina cual debe ser la intensidad mínima admisible por el cable teniendo en cuenta los factores de corrección descritos en la ITC-BT-07 ya que irán por un tramo en zanja y además la ITC-BT-19 ya que también irán en tubos fijados en las marquesinas. Estos tubos serán de dos conductores

Cumple con creces el criterio térmico de los conductores en todos los tramos, ya que la intensidad admisible de los cables es mucho mayor.

### 2.6.2 Tramo protección DC – Inversores

Este tramo conecta la caja de protección de continua con los inversores. Se utilizará el mismo tipo de cable que el tramo anterior, TopSolar ZZ-F (PV) 0,6/1 kV unipolares de cobre (clase 5 según IEC 60228) con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y baja emisión de humos y gases contaminantes. La sección de todos los conductores será de 6 mm<sup>2</sup>.

Los conductores se conectarán a cada uno de los inversores mediante strings tal y como se ha indicado anteriormente en este ANEXO.

Tabla 9. Cálculos de conductores de los tramos entre el cuadro de protección DC y las entradas de los inversores.

|                   | P (W) | V (V) | I <sub>b</sub><br>(A) | I <sub>b</sub> *125%<br>(A) | L (m) | L + 15%<br>(m) | S<br>(mm <sup>2</sup> ) | I <sub>z</sub> (A) | e (%) |
|-------------------|-------|-------|-----------------------|-----------------------------|-------|----------------|-------------------------|--------------------|-------|
| <b>Inversor A</b> |       |       |                       |                             |       |                |                         |                    |       |
| A.A               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 2,10  | 2,42           | 6                       | 70                 | 0,17  |
| A.B               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 2,10  | 2,42           | 6                       | 70                 | 0,17  |
| A.C               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 2,10  | 2,42           | 6                       | 70                 | 0,17  |
| <b>Inversor B</b> |       |       |                       |                             |       |                |                         |                    |       |
| B.A               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 2,80  | 3,22           | 6                       | 70                 | 0,22  |
| B.B               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 2,80  | 3,22           | 6                       | 70                 | 0,22  |
| B.C               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 2,80  | 3,22           | 6                       | 70                 | 0,22  |
| <b>Inversor C</b> |       |       |                       |                             |       |                |                         |                    |       |
| C.A               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 3,40  | 3,91           | 6                       | 70                 | 0,27  |
| C.B               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 3,40  | 3,91           | 6                       | 70                 | 0,27  |
| C.C               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 3,40  | 3,91           | 6                       | 70                 | 0,27  |
| <b>Inversor D</b> |       |       |                       |                             |       |                |                         |                    |       |
| D.A               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 4,10  | 4,72           | 6                       | 70                 | 0,33  |
| D.B               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 4,10  | 4,72           | 6                       | 70                 | 0,33  |
| D.C               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 4,10  | 4,72           | 6                       | 70                 | 0,33  |
| <b>Inversor E</b> |       |       |                       |                             |       |                |                         |                    |       |
| E.A               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 4,80  | 5,52           | 6                       | 70                 | 0,39  |
| E.B               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 4,80  | 5,52           | 6                       | 70                 | 0,39  |
| E.C               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 4,80  | 5,52           | 6                       | 70                 | 0,39  |
| <b>Inversor F</b> |       |       |                       |                             |       |                |                         |                    |       |
| F.A               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 5,50  | 6,33           | 6                       | 70                 | 0,44  |
| F.B               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 5,50  | 6,33           | 6                       | 70                 | 0,44  |
| F.C               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 5,50  | 6,33           | 6                       | 70                 | 0,44  |
| <b>Inversor G</b> |       |       |                       |                             |       |                |                         |                    |       |
| G.A               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 6,00  | 6,90           | 6                       | 70                 | 0,48  |
| G.B               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 6,00  | 6,90           | 6                       | 70                 | 0,48  |
| G.C               | 4800  | 512   | 9,38                  | 11,72                       | 6,00  | 6,90           | 6                       | 70                 | 0,48  |

### 2.6.3. Tramo inversores-cuadro de protección AC

Los inversores generarán a su salida corriente trifásica en cables unipolares que se unirán en el cuadro de protección AC. En este tramo se debe contemplar el 125% de la intensidad circulante en la línea y una caída de tensión máxima admisible del 1%.

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Se utilizarán para este tramo cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) libre de halógenos, baja emisión de humos y gases contaminantes, tipo RZ1-K 0,6/1 kV del fabricante EXZHELLENT® GeneralCable con una sección de 6 mm<sup>2</sup>.

Los cables irán en tubos fijados a la pared de la caseta por lo que se deberán dimensionar según lo establecido en la ITC-BT-19 de instalaciones interiores.

Tabla 10. Cálculos de los conductores en los tramos entre los inversores y el cuadro de protección AC

|                   | P (W) | V (V) | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>b</sub> *125% (A) | L (m) | L + 15% (m) | S mm <sup>2</sup> | I <sub>z</sub> (A) | e (%) |
|-------------------|-------|-------|--------------------|--------------------------|-------|-------------|-------------------|--------------------|-------|
| <b>Inversor A</b> | 15000 | 400   | 21,65              | 27,06                    | 2,10  | 2,42        | 6                 | 70                 | 0,39  |
| <b>Inversor B</b> | 15000 | 400   | 21,65              | 27,06                    | 2,80  | 3,22        | 6                 | 70                 | 0,52  |
| <b>Inversor C</b> | 15000 | 400   | 21,65              | 27,06                    | 3,40  | 3,91        | 6                 | 70                 | 0,63  |
| <b>Inversor D</b> | 15000 | 400   | 21,65              | 27,06                    | 4,10  | 4,72        | 6                 | 70                 | 0,76  |
| <b>Inversor E</b> | 15000 | 400   | 21,65              | 27,06                    | 4,80  | 5,52        | 6                 | 70                 | 0,89  |
| <b>Inversor F</b> | 15000 | 400   | 21,65              | 27,06                    | 5,50  | 6,33        | 6                 | 70                 | 1,02  |
| <b>Inversor G</b> | 15000 | 400   | 21,65              | 27,06                    | 6,00  | 6,90        | 6                 | 70                 | 1,11  |

#### 2.6.4. Cuadro de protección AC-contador bidireccional

A la salida del cuadro de protección de AC se obtiene corriente trifásica que circulará por conductores que se conectarán al contador bidireccional de la instalación fotovoltaica.

En este tramo como en el anterior los cables estarán en tubos fijados en pared de la caseta, por lo que se dimensionarán según la ITC-BT-19. Además se debe contemplar el 125% de la intensidad circulante en la línea y la caída de tensión máxima admisible del 1%.

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Por lo tanto se instalarán cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) libre de halógenos, baja emisión de humos y gases contaminantes, tipo RZ1-K 0,6/1 kV del fabricante EXZHELLENT® GeneralCable y una sección de 120 mm<sup>2</sup>.

Tabla 11. Cálculos de los conductores en el tramo entre el cuadro de protección de AC y el contador bidireccional.

|                        | Voltaje (V) | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>b</sub> *125% (A) | Longitud (m) | Longitud + 15% (m) | S(mm <sup>2</sup> ) | I <sub>z</sub> (A) | e (%) |
|------------------------|-------------|--------------------|--------------------------|--------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|
| <b>CUADRO-CONTADOR</b> | 400         | 154,00             | 192,50                   | 3,00         | 3,45               | 120                 | 208                | 0,20  |

### 2.6.5. Cálculo de protecciones de la instalación fotovoltaica

Para el cálculo de las protecciones de la caja de continua se debe calcular en primer lugar la intensidad de cortocircuito para determinar el poder de corte de las mismas.

#### 2.6.5.1. Inversor A-cuadro dc

Se emplearán fusibles que cumplan las condiciones anteriormente descritas en este anexo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,86 A \leq I_N \leq 96 A$$

Se propone utilizar un fusible con un calibre de 10A. Que según las características tiene una corriente convencional de fusión de 1,9 I<sub>N</sub>

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot 10 \leq 1,45 \cdot 96 \rightarrow 19 \leq 139,2$$

Cumple con las solicitudes técnicas por lo tanto se escogerán fusibles con un calibre de 10 A NH1 para proteger los conductores del inversor A.

2.6.5.2. Inversor B-cuadro DC

Se emplearán fusibles que cumplan las condiciones anteriormente descritas en este anexo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,86 A \leq I_N \leq 132 A$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F \leq 1,45 \cdot 132 A \rightarrow I_F \leq 191,4 A$$

Se propone utilizar un fusible con un calibre de 10A. Que según las características tiene una corriente convencional de fusión de  $1,9 I_N$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot 10 \leq 1,45 \cdot 132 \rightarrow 19 \leq 191,4$$

Cumple con las solicitudes técnicas por lo tanto se escogerá un fusible con un calibre de 10A NH1 para proteger los conductores del inversor B.

2.6.5.3. Inversor C-cuadro dc

Se emplearán fusibles que cumplan las condiciones anteriormente descritas en este anexo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,86 A \leq I_N \leq 132 A$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F \leq 1,45 \cdot 132 A \rightarrow I_F \leq 191,4 A$$

Se propone utilizar un fusible con un calibre de 10A. Que según las características tiene una corriente convencional de fusión de  $1,9 I_N$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot 10 \leq 1,45 \cdot 132 \rightarrow 19 \leq 191,4$$

Cumple con las solicitudes técnicas por lo tanto se escogerá un fusible con un calibre de 10 A NH1 para proteger los conductores del inversor C.

2.6.5.4. Inversor D-cuadro dc

Se emplearán fusibles que cumplan las condiciones anteriormente descritas en este anexo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,86 A \leq I_N \leq 176 A$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F \leq 1,45 \cdot 176 A \rightarrow I_F \leq 246,2 A$$

Se propone utilizar un fusible con un calibre de 10A. Que según las características tiene una corriente convencional de fusión de  $1,9 I_N$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot 10 \leq 1,45 \cdot 176 \rightarrow 19 \leq 255,2$$

Cumple con las solicitudes técnicas por lo tanto se escogerá un fusible con un calibre de 10 A NH1 para proteger los conductores del inversor D.

#### 2.6.5.5. Inversor E-cuadro dc

Se emplearán fusibles que cumplan las condiciones anteriormente descritas en este anexo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,86 A \leq I_N \leq 132 A$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F \leq 1,45 \cdot 132 A \rightarrow I_F \leq 191,4 A$$

Se propone utilizar un fusible con un calibre de 10A. Que según las características tiene una corriente convencional de fusión de  $1,9 I_N$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot 10 \leq 1,45 \cdot 132 \rightarrow 19 \leq 191,4$$

Cumple con las solicitudes técnicas por lo tanto se escogerá un fusible con un calibre de 10 A NH1 para proteger los conductores del inversor E.

#### 2.6.5.6. Inversor F-cuadro dc

Se emplearán fusibles que cumplan las condiciones anteriormente descritas en este anexo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,86 A \leq I_N \leq 132 A$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F \leq 1,45 \cdot 132 A \rightarrow I_F \leq 191,4 A$$

Se propone utilizar un fusible con un calibre de 10A. Que según las características tiene una corriente convencional de fusión de  $1,9 I_N$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot 10 \leq 1,45 \cdot 132 \rightarrow 19 \leq 191,4$$

Cumple con las solicitaciones técnicas por lo tanto se escogerá un fusible con un calibre de 10 A NH1 para proteger los conductores del inversor F.

#### 2.6.5.7. Inversor G-cuadro dc

Se emplearán fusibles que cumplan las condiciones anteriormente descritas en este Anexo.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 5,86 A \leq I_N \leq 176 A$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F \leq 1,45 \cdot 176 A \rightarrow I_F \leq 246,2 A$$

Se propone utilizar un fusible con un calibre de 10A. Que según las características tiene una corriente convencional de fusión de  $1,9 I_N$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 1,9 \cdot 10 \leq 1,45 \cdot 176 \rightarrow 19 \leq 255,2$$

Cumple con las solicitaciones técnicas por lo tanto se escogerá un fusible con un calibre de 10 A NH1 para proteger los conductores del inversor G.

Para calcular el poder de corte de las protecciones de continua, se toma la longitud del módulo más cercano.

$$R_{cc} = \frac{2 \cdot L \cdot \rho}{s} = \frac{2 \cdot 27,1 \cdot 0,018}{10} = 0,098 \Omega$$

Se calcula a continuación la intensidad de cortocircuito, el poder de corte de los fusibles debe ser mayor.

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} = \frac{512 V}{0,098 \Omega} = 5224,5 A \leq PdCo$$

Por lo tanto, los fusibles tendrán los calibres anteriormente descritos y poder de corte de 6 kA.

#### 2.6.5.8. Protecciones AC

Se emplearán interruptores magnetotérmicos y diferenciales, situados en el cuadro de protección de alterna, para cada una de las líneas de los inversores.

Deben cumplirse las solicitaciones técnicas descritas anteriormente en este anexo con respecto al calibre, la intensidad de funcionamiento y el poder de corte de los elementos de protección. Según las características del inversor la corriente a la salida del mismo es de 22 A, a la que se aplica un factor del 125% según la ITC-BT-20, y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 27,06A \leq I_N \leq 70 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 70 A \rightarrow I_F = 101,5 A$$

Para calcular el poder de corte de las protecciones de alterna, se toma la longitud del inversor más cercano.

$$R_{cc} = \frac{2 \cdot L \cdot \rho}{s} = \frac{2 \cdot 2,1 \cdot 0,018}{10} = 0,00756 \Omega$$

Se calcula a continuación la intensidad de cortocircuito, el poder de corte de los elementos de protección debe ser mayor.

$$I_{cc} = \frac{0,8V}{R_{cc}} = \frac{512 V}{0,00756 \Omega} = 67724,87 A \leq PdCo$$

Se escogerán magnetotérmicos de 63 A y poder de corte 100 kA.

En el caso de los diferenciales serán de 63 A con una sensibilidad de 300 mA.

### Parking vehículos eléctricos Candelaria.

## Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

**Proyecto :** PRUEBATFG2

|                         |                           |             |               |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------------|
| <b>Lugar geográfico</b> | <b>Candelaria</b>         | <b>País</b> | <b>España</b> |
| <b>Ubicación</b>        | Latitud 28.4°N            | Longitud    | 16.4°W        |
| Hora definido como      | Hora Legal Huso hor. UT+0 | Altitud     | 23 m          |
|                         | Albedo 0.20               |             |               |

**Datos climatológicos :** Candelaria, Síntesis datos por hora

**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

Fecha de simulación 05/07/16 19h02

#### Parámetros de la simulación

**Orientación Plano Receptor**                      Inclinación 18°    Acimut -45°

**Perfil obstáculos**                                      Sin perfil de obstáculos

**Sombras cercanas**                                      Sin sombreado

#### Características generador FV

|   |         |                    |                          |                    |                    |
|---|---------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Módulo FV</b>                            | Si-mono | Modelo             | <b>SPR-300-WHT-I</b>     |                    |                    |
|   |         | Fabricante         | SunPower                 |                    |                    |
| Número de módulos FV                        |         | En serie           | 8 módulos                | En paralelo        | 42 cadenas         |
| Nº total de módulos FV                      |         | Nº módulos         | 336                      | Pnom unitaria      | 300 Wp             |
| Potencia global generador                   |         | Nominal (STC)      | <b>101 kWp</b>           | En cond. funciona. | 91.1 kWp (50°C)    |
| Caract. funcionamiento del generador (50°C) |         | V mpp              | 390 V                    | I mpp              | 234 A              |
| Superficie total                            |         | Superficie módulos | <b>548 m<sup>2</sup></b> | Superficie célula  | 479 m <sup>2</sup> |

#### Inversor

|                     |  |                   |                      |                |             |
|---------------------|--|-------------------|----------------------|----------------|-------------|
|                     |  | Modelo            | <b>SOLARMAX 15MT</b> |                |             |
|                     |  | Fabricante        | Sputnik              |                |             |
| Características     |  | Tensión Funciona. | 250-750 V            | Pnom unitaria  | 15.0 kW AC  |
| Banco de inversores |  | Nº de inversores  | 7 unidades           | Potencia total | 105.0 kW AC |

#### Factores de pérdida Generador FV

|  |                       |                      |                         |              |                              |
|--|-----------------------|----------------------|-------------------------|--------------|------------------------------|
| Factor de pérdidas térmicas  |                       | Uc (const)           | 20.0 W/m <sup>2</sup> K | Uv (viento)  | 0.0 W/m <sup>2</sup> K / m/s |
| => Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m <sup>2</sup> , Tamb=20° C, Viento=1m/s) |                       |                      |                         | TONC         | 56 °C                        |
| Pérdida Óhmica en el Cableado  | Res. global generador | 28 mOhm              | Fracción de Pérdidas    | 1.5 % en STC |                              |
| Pérdida Calidad Módulo   |                       |                      | Fracción de Pérdidas    | 1.5 %        |                              |
| Pérdidas Mismatch Módulos  |                       |                      | Fracción de Pérdidas    | 2.0 % en MPP |                              |
| Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE                                 | IAM =                 | 1 - bo (1/cos i - 1) | Parámetro bo            | 0.05         |                              |

**Necesidades de los usuarios :** Carga ilimitada (red)

**Parking vehículos eléctricos Candelaria.**

**Sistema Conectado a la Red: Resultados principales**

**Proyecto :** PRUEBATFG2

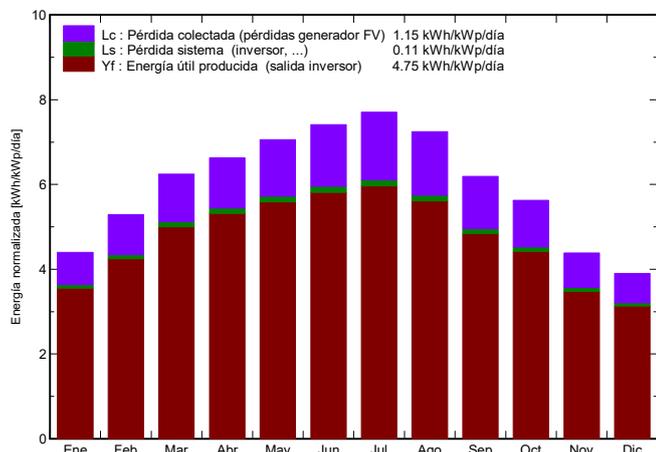
**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

|   |                       |                           |            |                  |
|---|-----------------------|---------------------------|------------|------------------|
| <b>Parámetros principales del sistema</b> | Tipo de sistema       | <b>Conectado a la red</b> |            |                  |
| Orientación Campos FV                     | inclinación           | 18°                       | acimut     | -45°             |
| Módulos FV                                | Modelo                | SPR-300-WHT-I             | Pnom       | 300 Wp           |
| Generador FV                              | N° de módulos         | 336                       | Pnom total | <b>101 kWp</b>   |
| Inversor                                  | Modelo                | SOLARMAX 15MT             | Pnom       | 15.00 kW ac      |
| Banco de inversores                       | N° de unidades        | 7.0                       | Pnom total | <b>105 kW ac</b> |
| Necesidades de los usuarios               | Carga ilimitada (red) |                           |            |                  |

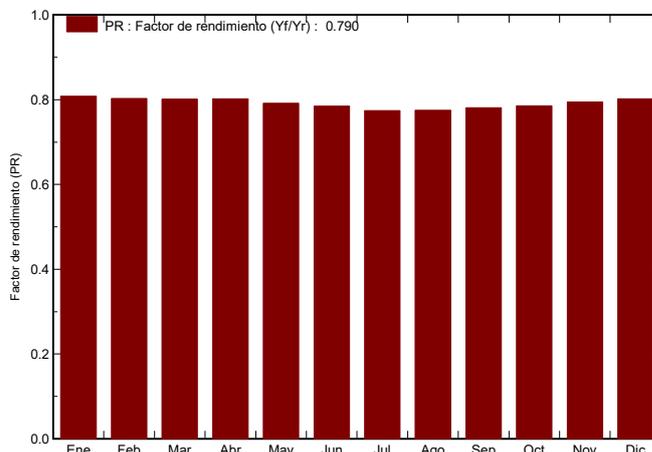
**Resultados principales de la simulación**

|                        |                            |                       |                    |                  |
|------------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| Producción del Sistema | <b>Energía producida</b>   | <b>174826 kWh/año</b> | Produc. específico | 1734 kWh/kWp/año |
|                        | Factor de rendimiento (PR) | 79.0 %                |                    |                  |

**Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 101 kWp**



**Factor de rendimiento (PR)**



**Nueva variante de simulación  
Balances y resultados principales**

|            | GlobHor            | T Amb | GlobInc            | GlobEff            | EArray | E_Grid | EffArrR | EffSysR |
|------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|--------|---------|---------|
|            | kWh/m <sup>2</sup> | °C    | kWh/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> | kWh    | kWh    | %       | %       |
| Enero      | 114.1              | 17.50 | 136.4              | 131.4              | 11378  | 11111  | 15.22   | 14.87   |
| Febrero    | 129.9              | 17.50 | 148.1              | 143.3              | 12263  | 11982  | 15.11   | 14.77   |
| Marzo      | 180.7              | 18.40 | 193.5              | 188.1              | 16002  | 15635  | 15.09   | 14.74   |
| Abril      | 196.5              | 19.00 | 199.0              | 193.6              | 16461  | 16088  | 15.10   | 14.76   |
| Mayo       | 225.7              | 20.20 | 218.9              | 212.9              | 17896  | 17469  | 14.92   | 14.57   |
| Junio      | 233.4              | 22.30 | 222.4              | 215.9              | 18017  | 17595  | 14.79   | 14.44   |
| Julio      | 248.6              | 24.30 | 238.8              | 232.0              | 19094  | 18637  | 14.59   | 14.24   |
| Agosto     | 226.3              | 25.10 | 224.6              | 218.7              | 17951  | 17542  | 14.59   | 14.25   |
| Septiembre | 177.9              | 24.30 | 185.8              | 180.6              | 14985  | 14635  | 14.72   | 14.38   |
| Octubre    | 156.2              | 22.80 | 174.4              | 168.7              | 14137  | 13814  | 14.79   | 14.46   |
| Noviembre  | 113.1              | 20.30 | 131.4              | 126.8              | 10789  | 10533  | 14.98   | 14.63   |
| Diciembre  | 100.4              | 18.60 | 121.0              | 116.2              | 10034  | 9785   | 15.14   | 14.76   |
| Año        | 2102.9             | 20.88 | 2194.3             | 2128.1             | 179004 | 174826 | 14.89   | 14.54   |

|           |         |  |         |   |
|-----------|---------|--|---------|---|
| Leyendas: | GlobHor | Irradiación global horizontal                | EArray  | Energía efectiva en la salida del generador |
|           | T Amb   | Temperatura Ambiente                         | E_Grid  | Energía reinyectada en la red               |
|           | GlobInc | Global incidente en plano receptor           | EffArrR | Eficiencia Esal campo/superficie bruta      |
|           | GlobEff | Global efectivo, corr. para IAM y sombreados | EffSysR | Eficiencia Esal sistema/superficie bruta    |

**Parking vehículos eléctricos Candelaria.**

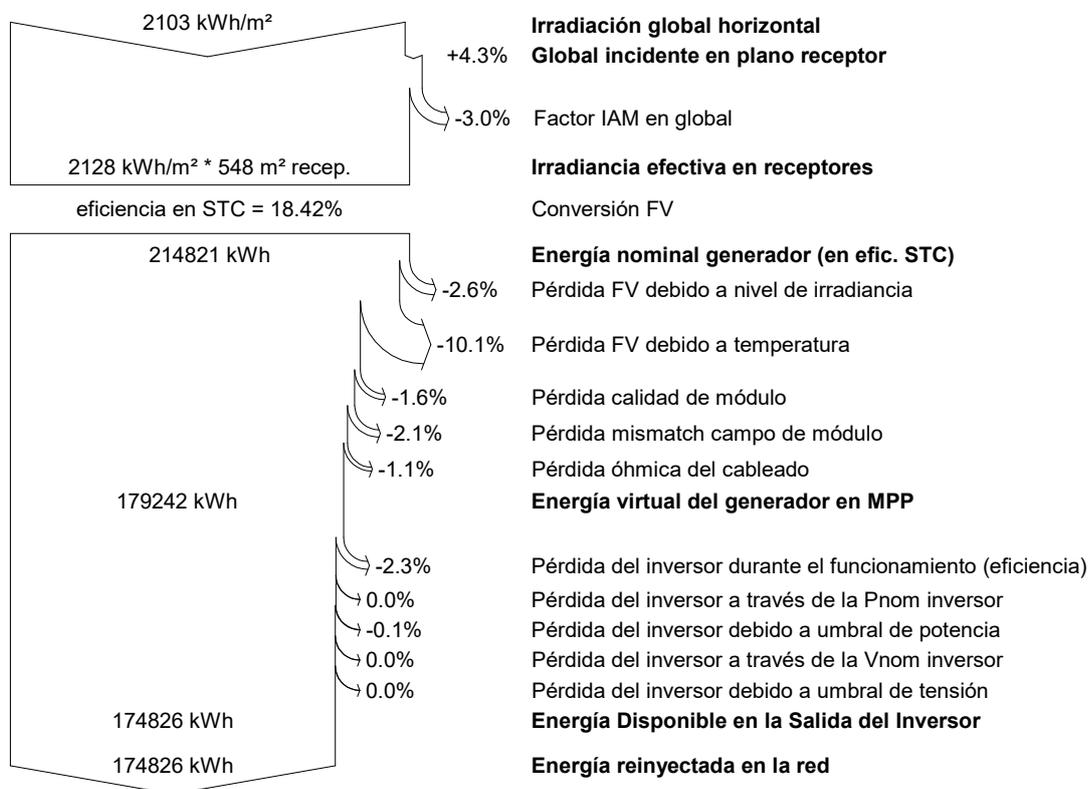
**Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas**

**Proyecto :** PRUEBATFG2

**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

|   |                       |                           |            |                  |
|---|-----------------------|---------------------------|------------|------------------|
| <b>Parámetros principales del sistema</b> | Tipo de sistema       | <b>Conectado a la red</b> |            |                  |
| Orientación Campos FV                     | inclinación           | 18°                       | acimut     | -45°             |
| Módulos FV                                | Modelo                | SPR-300-WHT-I             | Pnom       | 300 Wp           |
| Generador FV                              | N° de módulos         | 336                       | Pnom total | <b>101 kWp</b>   |
| Inversor                                  | Modelo                | SOLARMAX 15MT             | Pnom       | 15.00 kW ac      |
| Banco de inversores                       | N° de unidades        | 7.0                       | Pnom total | <b>105 kW ac</b> |
| Necesidades de los usuarios               | Carga ilimitada (red) |                           |            |                  |

**Diagrama de pérdida durante todo el año**





ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **ANEXO III. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

**Autores :**

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

**Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ**

Julio, 2016

## ÍNDICE

|   |     |
|---|-----|
| 1. Objeto.....  | 129 |
| 2. Cálculos luminotécnicos.....   | 129 |
| 2.1. Definición de conceptos.....   | 129 |
| 2.2. Disposición y luminarias utilizadas.....                                 | 131 |
| 2.3. Simulación de la instalación.....  | 133 |
| 2.4. Calificación energética.....   | 134 |
| 2.5. Niveles de iluminación.....  | 135 |
| 2.6. Resplandor luminoso nocturno.....  | 136 |
| 2.7. Componentes de las instalaciones.....                                    | 137 |
| 2.8. Factor de mantenimiento.....   | 137 |
| 3. Sección de los conductores.....  | 137 |
| 3.1. Tramo cuadro de mando y protección - luminarias farolas 1 y 2.....       | 139 |
| 3.2. Tramo cuadro de mando y protección - luminarias de marquesina A y B..... | 140 |
| 4. Protecciones.....  | 141 |
| 4.1. Luminarias perimetrales.....   | 144 |
| 4.2. Luminarias marquesinas.....  | 145 |
| 5. Informe RELUX.....   | 146 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Flujo luminoso .....                                      | 129 |
| Figura 2. Diagrama de intensidad luminosa .....                     | 130 |
| Figura 3. Diagrama de iluminancia .....                             | 130 |
| Figura 4. Diagrama de luminancia .....                              | 131 |
| Figura 5. Calibres nominales de fusible .....                       | 142 |
| Figura 6. Intensidades de fusión según el calibre del fusible ..... | 142 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Resultados luminotécnicos de la simulación ..... | 133 |
|---|-----|

## 1. Objeto

En el presente anexo se justificarán los cálculos luminotécnicos realizados, atendiendo al cumplimiento del RD 1890/2008, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, la ITC-EA -01 de eficiencia energética, la ITC-EA-02 de niveles iluminación, la ITC-EA-03 de resplandor luminoso nocturno, la ITC-EA-04 de componentes de las instalaciones, la ITC-EA-06 de mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones y además se consideran las condiciones establecidas por Ley del Cielo (Ley 31/1988), especificadas por la Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC).

Estos cálculos, se complementan con los informes obtenidos con el software de simulación RELUX®, incluidos al final de este anexo.

## 2. Cálculos luminotécnicos

### 2.1. Definición de conceptos

- Flujo luminoso ( $\Phi$ ). La unidad es el lumen [lm] Toda la radiación emitida por una fuente de luz en todas las direcciones y percibida por el ojo humano, se denomina flujo luminoso  $\Phi$ .

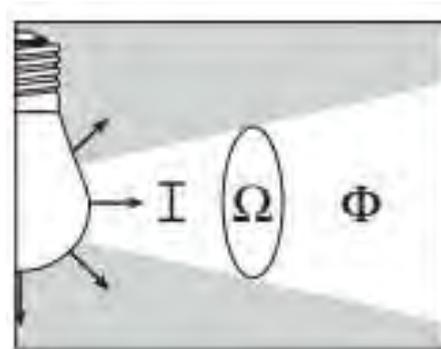


Figura 1. Flujo luminoso

- Intensidad luminosa (I). Su unidad es la candela [cd]. Una fuente de luz proyecta en general su flujo luminoso  $\Phi$  en varias direcciones con diferente intensidad. La intensidad con la que se proyecta la luz en una dirección determinada se denomina intensidad luminosa I. Se define como:

$$I[cd] = \frac{\text{Flujo luminoso en el ángulo sólido (lm)}}{\text{Ángulo sólido } \Omega \text{ (sr)}}$$

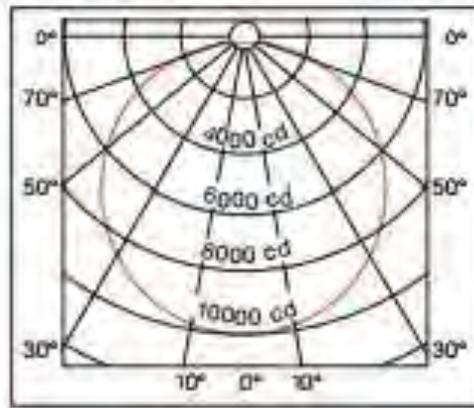


Figura 2. Diagrama de intensidad luminosa.

- Iluminancia (E). Su unidad es el lux [lx]. La iluminancia indica cuanto flujo luminoso recibe una superficie concreta. La iluminancia es de 1 lx si el flujo luminoso de 1 lm se distribuye uniformemente sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup>. Se define como:

$$E[lx] = \frac{\text{Flujo luminoso sobre una superficie (lm)}}{\text{Área iluminada (m}^2\text{)}}$$

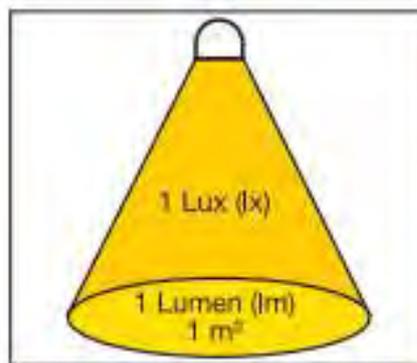


Figura 3. Diagrama de iluminancia

- Luminancia o brillo (L). La unidad es la candela por metro cuadrado [cd/m<sup>2</sup>]. La luminancia L de una fuente de luz o de una superficie iluminada es la sensación de claridad que la misma produce. Se define como:

$$L[\text{cd}/\text{m}^2] = \frac{\text{Intensidad luminosa (cd)}}{\text{Superficie luminosa visible (m}^2\text{)}}$$

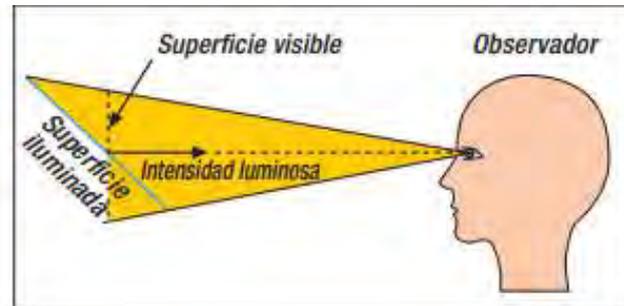


Figura 4. Diagrama de luminancia

- Temperatura de color (K). La temperatura del color de una fuente de luz se define por la comparación con el “cuerpo negro” y se muestra en la curva de Plank. Si se eleva la temperatura del “cuerpo negro” se eleva en el espectro a la parte azul y disminuye la parte roja. El color de la luz se determina muy bien por su temperatura de color. Se puede dividir en tres grupos principales: Blanco cálido < 3.300 K, Blanco 3.300–5.000 K y Luz día > 5.000 K.
- Factor de mantenimiento (fm): factor que tiene en cuenta la degradación de las luminarias con el paso del tiempo. Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales. Suele tomar el valor de 0,8.
- Factor de utilización (fu): es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

## 2.2. Disposición y luminarias utilizadas

Las luminarias se dispondrán a lo largo de la superficie del parking, su colocación se puede observar en el documento Planos, de tal manera que se eviten zonas oscuras y el flujo luminoso esté lo mejor repartido posible. Se instalará dos tipos de luminarias:

- Luminaria Philips Lightning UrbanScene BDP704 LED de 112 W por unidad y un flujo luminoso de 4780,4 lm. Ofrecen un diseño moderno y homogéneo, junto al ahorro energético permite obtener una propuesta innovadora y sostenible de alumbrado nocturno. Las lámparas tendrán un color de luz blanco cálido (WW) y una temperatura de color máxima de 3000K, además poseen certificaciones de protección IP 66 e IK 07 y unas dimensiones de 768 x 897 mm en postes de 60 mm de diámetro. La instalación se hará a lo largo del perímetro del parking con un total de 19 luminarias colocadas en postes a una altura de 3 metros a lo largo del perímetro del parking.
- Luminaria Philips Lightning UrbanSky BSP390 de potencia unitaria 113 W y un flujo luminoso de 9516 lm. Ofrecen un diseño innovador y un ahorro energético gracias a su tecnología LED con una vida útil de 100000 horas. Las lámparas tendrán un color de luz blanco cálido (WW) y una temperatura de color máxima de 3000K, además poseen certificaciones de protección IP 66 e IK 07 y unas dimensiones de 561 x 500 x 221 mm. La instalación constará de 25 unidades que estarán colocadas bajo las marquesinas a una altura de 3 metros.

Por lo tanto la potencia total de la instalación de iluminación será:

$$P_{luminarias}(W) = P_{marquesinas} + P_{farolas} = 112 \cdot 19 + 113 \cdot 25 = 4953 \text{ W}$$

La distribución se muestra en la Figura 5, en color magenta se representan las luminarias colocadas bajo las marquesinas y en color verde las farolas dispuestas en el perímetro del parking.

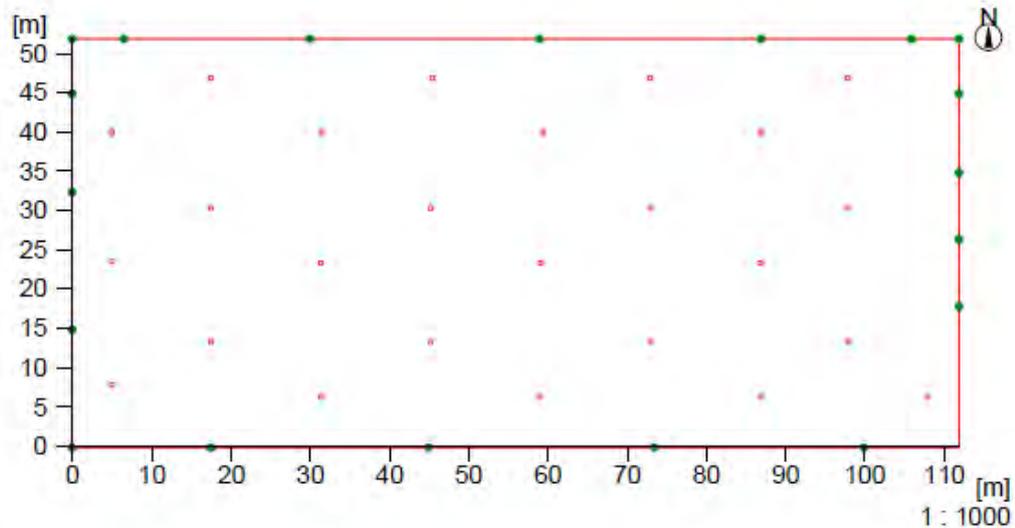


Figura 1. Distribución de luminarias

### 2.3. Simulación de la instalación

Para el diseño de iluminación se ha escogido el software RELUX®, capaz de simular cualquier instalación eléctrica y obtener informes de los resultados luminotécnicos para dimensionar la instalación de la forma más eficiente posible.

En la instalación proyectada se obtuvieron los siguientes resultados luminotécnicos, en plano del suelo:

Tabla 1. Resultados luminotécnicos de la simulación.

|   |  |
|---|--|
| <b>Flujo luminoso total</b>   | 427740 lm  |
| <b>Factor de mantenimiento</b>  | 0,8  |
| <b>Iluminancia mínima (<math>E_{\min}</math>)</b>                           | 17,6 lx  |
| <b>Iluminancia media (<math>E_{\text{media}}</math>)</b>                    | 36,2 lx  |
| <b>Iluminancia máxima (<math>E_{\max}</math>)</b>                           | 72,2 lx  |
| <b>Uniformidad media (<math>U_o</math>)<math>E_{\min}/E_m</math></b>        | 0,49   |
| <b>Uniformidad extrema (<math>U_d</math>)<math>E_{\min}/E_{\max}</math></b> | 0,24   |
| <b>Valor de eficiencia energética (VEEI)</b>                                | 0,85 W/m <sup>2</sup> (2,35 W/m <sup>2</sup> /100lx) |

Además, atendiendo a la iluminación normativa y control de la eficiencia, se cumple que el valor de eficiencia energética (VEEI) del parking es menor que el VEEI límite:  $0,85 \text{ W/m}^2 \leq 4 \text{ W/m}^2$ .

En la Figura X se observa el espectro por colores de la distribución de iluminancia por el parking, obtenidas con el software de simulación Relux, que aplicadas al aparcamiento y según la ITC-EA-02 para alumbrados de exterior, debe haber en el parking 50 lx en las entradas y salidas al parking y 15 lx en el resto, además la uniformidad media ( $U_0$ ) debe ser superior a 0,4.

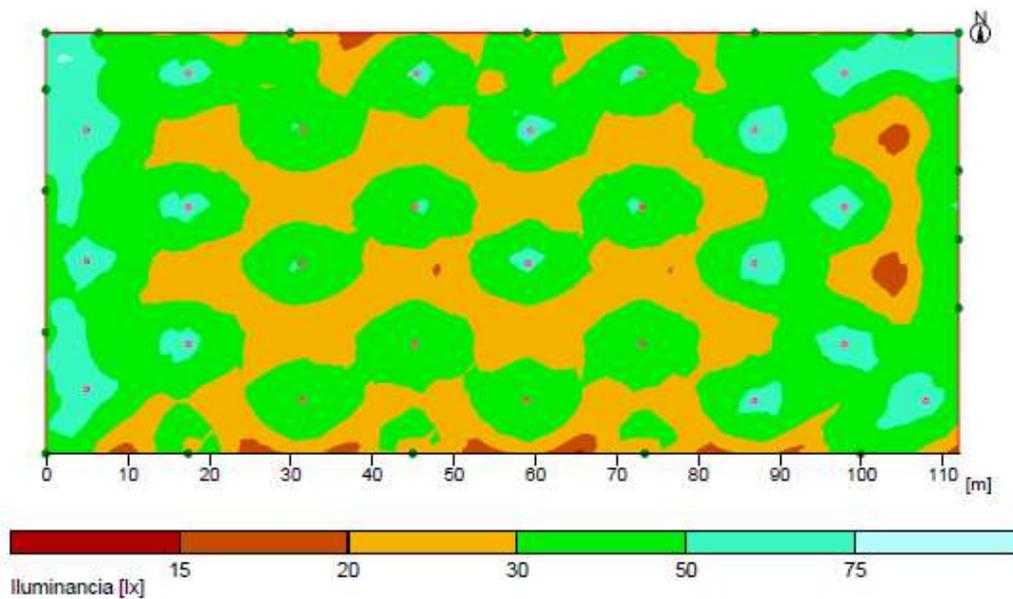


Figura 2. Plano en planta de distribución de iluminancia.

## 2.4. Calificación energética

Eficiencia energética vendrá dada por:

$$\varepsilon = \frac{S(m^2) \cdot E_m(lx)}{P(W)} = \frac{5824 \text{ m}^2 \cdot 36,2 \text{ (lx)}}{4953 \text{ (W)}} = 42,6$$

Donde

- E: valor de eficiencia energética.
- S: superficie de la zona de estudio ( $\text{m}^2$ ).
- $E_m$ : iluminación media en servicio de la instalación (lx).
- P: potencia total de las luminarias instaladas (W)

El índice de eficiencia energética se define como:

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_r} = \frac{42,6}{22} = 1,94$$

Donde:

- $I_{\varepsilon}$ : El índice de eficiencia energética.
- $\varepsilon$ : eficiencia energética de la instalación
- $\varepsilon_r$ : eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en la tabla 3 de la ITC-EA-01.

El índice de consumo energético (ICE) será:

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}} = \frac{1}{1,94} = 0,51$$

Por lo tanto, según la tabla 4 de la ITC-EA-01, se obtiene que la calificación energética de la instalación es A.

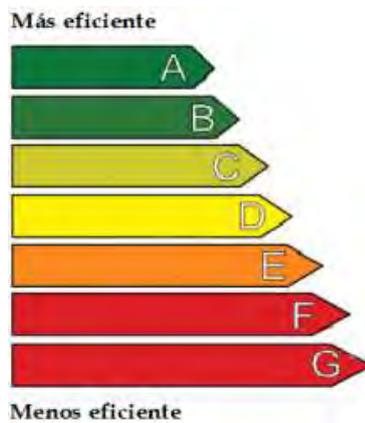


Figura 3. Clasificación de eficiencia energética.

## 2.5. Niveles de iluminación

Según la ITC-EA-02, se debe instalar una clase de alumbrado, para aparcamientos en general con flujo normal de tráfico de peatones, tipo CE3/CE4. Por lo tanto en la tabla 9 de esta ITC, se establecen los niveles de iluminancia media y uniformidad medias mínimas.

Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

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

(1) 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.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Figura 4. Tabla de condiciones de iluminación (ITC-EA-02)

Las instalación proyectada cumple con las condiciones requeridas, para una clase de alumbrado CE3/CE4, ya que posee una iluminancia media y uniformidad media mayores, 36,2 lx y 0,49, respectivamente.

## 2.6. Resplandor luminoso nocturno

En este apartado se tendrán en cuenta las condiciones expuestas en la ITC-EA-03 y en la Ley del Cielo (Ley 31/1988).

Según la tabla 1 de la ITC-EA-03, la instalación es clasificada como zona E2, por tanto el flujo hemisférico superior instalado (FHS Inst) será  $\leq 5\%$ . En este caso también cumple con las condiciones especificadas, ya que, las farolas perimetrales poseen un 0,5% y las luminarias de las marquesinas un 0%, sin tener en cuenta las emisiones indirectas producidas por el suelo.

Según la Ley del Cielo (Ley 31/1988), ya que se trata de una instalación LED a menos de 1000 metros de altura respecto al nivel del mar, es indicado como “aceptable” y cumple las especificaciones expuestas respecto a la temperatura del color, ya que se usarán luminarias de 3000 K, ángulo de iluminación, tipo de lámpara, instalación y deslumbramiento, se adjuntan las condiciones aquí nombradas al final de este anexo.

## 2.7. Componentes de las instalaciones

La ITC-EA-04, establece unas condiciones de selección de los componentes de la instalación para que cumpla los mínimos establecidos con respecto a la eficiencia energética unitaria. Según el apartado 2 de esta instrucción, se establece una eficiencia mínima de 65 lm/W.

Las farolas perimetrales:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Phi(lm)}{P(W)} = \frac{7780,4 (lm)}{112 (W)} = 69,47 \text{ lm/W} \geq 65 \text{ lm/W}$$

Las luminarias de marquesina:

$$\varepsilon_2 = \frac{\Phi(lm)}{P(W)} = \frac{9516 (lm)}{113 (W)} = 84,21 \text{ lm/W} \geq 65 \text{ lm/W}$$

Ambas luminarias cumplen con los criterios expuestos en la ITC-EA-04.

## 2.8. Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento se calculará mediante lo establecido en las tablas de la ITC-EA-06:

$$F_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU = 0,8$$

Donde:

- $F_m$  = factor de mantenimiento.
- FDFL: factor depreciación flujo luminoso = 0,98 (LED 100.000H).
- FSL: factor de supervivencia de las lámparas = 0,98 (LED 100.000 H).
- FDLU: factor depreciación de las luminarias = 0,91 (IP6X-2años).

## 3. Sección de los conductores

Para el dimensionamiento del cableado se debe tener en cuenta el criterio de caída de tensión, el criterio térmico y las instrucciones técnicas competentes a cada tipo de montaje.

Los conductores irán mayormente enterrados bajo tubo, por lo que se recurre a la ITC-BT-07 y también en tubos fijados en la estructura metálica de la marquesina, por lo que se recurre también a la ITC-BT-19.

Se debe calcular en primer lugar las intensidades que circulan por cada circuito,

Para los circuitos monofásicos:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\theta}$$

Donde:

- P: Potencia del circuito (W)
- V: Tensión del circuito (230V en monofásica)
- $\cos\theta$ : factor de potencia, si no se especifica 0,8.

Para receptores monofásicos:

$$s = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V}$$

Donde:

- P : Potencia del circuito (W)
- L: Longitud de la línea (m).
- V: Tensión del circuito (230V en monofásica).
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- $\gamma$ : conductividad del material (56 m/Ω·mm<sup>2</sup>)
- $\Delta V$ : caída de tensión admisible (según RBT del 3% para luminarias)

Se debe escoger la sección normalizada superior. Se verificará que la intensidad máxima admisible del cable nunca superará la intensidad circulante.

Por último se calcula la caída de tensión en el conductor seleccionado, que debe ser menor que la establecida por la norma, mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\theta}{\gamma \cdot s} \rightarrow \text{Monofásica}$$

Donde:

- I: Corriente circulante (A).
- L: Longitud de la línea (m).
- S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).
- $\gamma$ : Conductividad del material. Cobre: 56 m/Ω·mm<sup>2</sup> y Aluminio : 36 m/Ω·mm<sup>2</sup>
- cosθ: factor de potencia, si no se especifica 0,8.

### 3.1. Tramo cuadro de mando y protección - luminarias farolas 1 y 2

Se calcularán en este apartado las secciones de los conductores que unen el cuadro de mando y protección con todas las luminarias perimetrales del parking divididas en dos circuitos diferentes. Para el dimensionado de los conductores se aplicarán las condiciones expuestas en la ITC-BT-07, junto a los criterios de caídas de tensión y criterio térmico.

Las líneas serán de cobre y se tomará la longitud del receptor más alejado que estará, en el caso del circuito A, a 142 metros y en el caso del circuito B, a 152 metros. Deberá suministrar energía a las luminarias con una potencia de 1120 W y 1008 W respectivamente, una caída de tensión máxima, según el RBT del 3% y se dimensionará teniendo en cuenta la intensidad circulante. Por lo tanto la sección mínima para que se cumpla el criterio de caída de tensión será para cada caso:

$$s1 = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 1120W \cdot 142 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (230 V)^2 \cdot 5} = 2,15 mm^2$$

$$s2 = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 1008W \cdot 152 m}{56 \frac{m}{\Omega} \cdot mm^2 \cdot (230 V)^2 \cdot 5} = 2,07 mm^2$$

Por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A-1 de la norma UNE 211435 de la ITC-BT-07 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en

instalación tubular soterrada, la siguiente sección normalizada es de 25 mm<sup>2</sup>, suficiente puesto que la intensidad circulante admisible por el conductor para el receptor del parking es de 105 A mayor a la que circulará por la línea.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-07, será de 25 mm<sup>2</sup> y los tubos enterrados tendrán un diámetro de 90 mm según la tabla 9 de la ITC-BT-21, enterrados a 0,7 metros de profundidad bajo la acera del parking.

### 3.2. Tramo cuadro de mando y protección - luminarias de marquesina A y B

Se calcularán en este apartado las secciones de los conductores que unen el cuadro de mando y protección con todas las luminarias de las marquesinas del parking divididas en dos circuitos diferentes. Para el dimensionado de los conductores se aplicarán las condiciones expuestas en la ITC-BT-19, junto a los criterios de caídas de tensión y criterio térmico.

Las líneas serán de cobre y se tomará la longitud del receptor más alejado que estará, para los circuitos A y B a 150 metros. Deberá suministrar energía a las luminarias con una potencia de 1356 W y 1469 W respectivamente, una caída de tensión máxima, según el RBT del 3% y se dimensionará teniendo en cuenta la intensidad circulante. Por lo tanto la sección mínima para que se cumpla el criterio de caída de tensión será para cada caso:

$$s1 = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 1356 \text{ W} \cdot 150 \text{ m}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega} \cdot \text{mm}^2 \cdot (230 \text{ V})^2 \cdot 5} = 2,75 \text{ mm}^2$$

$$s2 = \frac{2 \cdot 100 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot \Delta V} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 1469 \text{ W} \cdot 150 \text{ m}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega} \cdot \text{mm}^2 \cdot (230 \text{ V})^2 \cdot 5} = 2,96 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto según el criterio térmico, en la tabla A1 de la ITC-BT-19 se indica que para las características de conductores unipolares de cobre en instalación fija en pared bajo tubo, la siguiente sección normalizada es de 4 mm<sup>2</sup>, suficiente puesto que la intensidad circulante admisible por el conductor para las luminarias es de 38 A mayor a

la que circulará por la línea, teniendo en cuenta el 180% del valor circulante, ya que se podrán instalar luminarias diferentes a las propuestas que tengan picos de intensidad en el encendido.

El conductor del neutro, según la tabla 1 de la ITC-BT-19, será de 4mm<sup>2</sup> y los tubos tendrán un diámetro de 16 mm según la tabla 2 de la ITC-BT-21, fijos en pared bajo tubo.

## 4. Protecciones

Según el RBT, se debe escoger los elementos de protección con intensidad admisible superior a la circulante, pero inferior a la intensidad máxima admisible del conductor, para proteger las luminarias.

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (1)$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \quad (2)$$

Donde:

- $I_B$  = corriente circulante por el conductor (A)
- $I_N$  = calibre del dispositivo de protección (A)
- $I_F$  = corriente de actuación del dispositivo de protección (A).

Se utilizarán los siguientes dispositivos de protección contra sobre intensidades y cortocircuitos:

- Magnetotérmicos

Los magnetotérmicos serán capaces de detectar sobre corrientes y cortocircuitos, se instalará uno por cada circuito y su intensidad nominal debe ser mayor que la intensidad de conducción y menor que la intensidad máxima admisible del cable. Debe cumplir:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (3)$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \quad (4)$$

- Fusibles

Los fusibles tendrán un poder de corte superior a la intensidad de cortocircuito (I<sub>cc</sub>). Debe cumplir además las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (5)$$

$$I_F \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (6)$$

Donde:

- I<sub>B</sub> = corriente circulante por el conductor (A)
- I<sub>N</sub> = calibre del dispositivo de protección (A)
- I<sub>Z</sub> = corriente máxima admisible por el conductor (A)
- I<sub>F</sub> = corriente de actuación del dispositivo de protección (A).

Además a la hora de seleccionar el fusible se tendrán en cuenta los valores normalizados mostrados en las siguientes tablas:

|     |     |     |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 2   | 4   | 6   | 10  | 16  | 20  | 25  | 35   |
| 40  | 50  | 63  | 80  | 100 | 125 | 160 | 200  |
| 250 | 315 | 400 | 425 | 500 | 630 | 800 | 1000 |

Figura 5. Calibres nominales de fusible

| I <sub>n</sub><br>(A)      | Tiempo<br>convencional<br>(h) | I <sub>f</sub><br>Corriente<br>convencional<br>de fusión |
|----------------------------|-------------------------------|--|
| I <sub>n</sub> ≤ 4         | 1                             | 2,1 I <sub>n</sub>                                       |
| 4 < I <sub>n</sub> ≤ 16    | 1                             | 1,9 I <sub>n</sub>                                       |
| 16 < I <sub>n</sub> ≤ 63   | 1                             | 1,6 I <sub>n</sub>                                       |
| 63 < I <sub>n</sub> ≤ 160  | 2                             | 1,6 I <sub>n</sub>                                       |
| 160 < I <sub>n</sub> ≤ 400 | 3                             | 1,6 I <sub>n</sub>                                       |
| 400 < I <sub>n</sub>       | 4                             | 1,6 I <sub>n</sub>                                       |

Figura 6. Intensidades de fusión según el calibre del fusible

- Diferenciales

Los diferenciales serán capaces de detectar derivaciones a tierra y proteger contra contactos directos e indirectos, se instalará uno por cada circuito y su intensidad nominal debe ser mayor que la intensidad de conducción y menor que la intensidad máxima admisible del cable. Debe cumplir:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (7)$$

Tendrán una sensibilidad de 30 mA, para proteger a los usuarios y 300 mA aguas arriba en la instalación.

Para determinar el poder de corte de las protecciones es necesario calcular la intensidad de cortocircuito mediante:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} \quad (8)$$

Donde:

- $I_{cc}$ : corriente de cortocircuito (A)
- $V$ : tensión de cortocircuito, se supone fase-neutro (230 V)
- $R_{cc}$ : resistencia de cortocircuito (ohm)

La resistencia de cortocircuito se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$R_{cc} = \frac{2 \cdot L \cdot \rho}{s} \quad (9)$$

Donde:

- $\rho$ : resistividad del cobre a 20°C (A)
- $V$ : tensión del circuito (V)
- $R_{cc}$ : resistencia de cortocircuito ( $\Omega$ )

Para calcular el poder de corte de las protecciones, se toma la resistencia de cortocircuito hasta el cuadro de mando y protección:

$$R_{cc} = R_{cc \text{ acometida}} + R_{cc \text{ LGA}} + R_{cc \text{ DI}} = 0,0036 + 0,0036 + 0,0037 = 0,0109 \Omega$$

Se calcula a continuación la intensidad de cortocircuito, el poder de corte de los elementos de protección debe ser mayor.

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot V}{R_{cc}} = \frac{0,8 \cdot 400 \text{ V}}{0,0109 \Omega} = 16880,7 \text{ A} \leq PdCo$$

Por lo tanto, los elementos de protección tendrán poder de corte de 25 kA y los calibres se calcularán en los siguientes apartados.

#### 4.1. Luminarias perimetrales

Los conductores de las luminarias perimetrales deberán soportar la corriente circulante. Se tendrá en cuenta un factor del 180%, puesto que según el RBT es necesario para luminarias con características diferentes a las propuestas, como las lámparas de baja presión de sodio (BSP) y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

Para las luminarias perimetrales del circuito A:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 10,96 \leq I_N \leq 105 \text{ A}$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 105 \text{ A} \rightarrow I_F = 152,25 \text{ A}$$

Para las luminarias perimetrales del circuito B:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 9,86 \leq I_N \leq 105 \text{ A}$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 105 \text{ A} \rightarrow I_F = 152,25 \text{ A}$$

Por tanto, se escogerá un calibre de magnetotérmico de 16 A y un diferencial de 16 A con una sensibilidad de 30 mA, para cada circuito.

## 4.2. Luminarias de marquesinas

Los conductores de las luminarias de las marquesinas deberán soportar la corriente circulante teniendo en cuenta un factor del 180%, puesto que según el RBT es necesario para luminarias con características diferentes a las propuestas, que tengan picos de intensidad en su encendido, y la intensidad máxima admisible vendrá determinada por la sección del cable.

Para las luminarias de marquesinas del circuito A:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 12,33 \leq I_N \leq 38 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 38 A \rightarrow I_F = 55,1 A$$

Para las luminarias de marquesinas del circuito B:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 13,35 \leq I_N \leq 38 A$$

$$I_F = 1,45 \cdot I_Z \rightarrow I_F = 1,45 \cdot 38 A \rightarrow I_F = 55,1 A$$

Por tanto, se escogerá un calibre de magnetotérmico de 16 A y un diferencial de 16 A con una sensibilidad de 30 mA, para cada circuito.

## Parking vehículos Candelaria

Instalación :

Nº del proyecto :

Cliente :

Encargado :

Fecha :

Los siguientes valores se basan en los cálculos exactos en lámparas y luminarias calibradas y en su disposición. En la práctica pueden producirse variaciones graduales. Quedan excluidos los derechos de garantía para los datos de luminarias. El fabricante no se responsabiliza de los daños subsiguientes o daños originados al usuario o a terceros.

## Índice

---

|  |    |
|--|----|
| Portada  | 1  |
| Índice   | 2  |
| <b>1 Datos de luminarias</b>                                     |    |
| <b>1.1 Philips Lighting, BDP704 40xLXMLWW ()</b>                 |    |
| 1.1.1 Hoja de datos  | 3  |
| 1.1.2 Valoración del deslumbramiento según UGR                   | 4  |
| <b>1.2 Philips Lighting, BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS ()</b> |    |
| 1.2.1 Hoja de datos  | 5  |
| 1.2.2 Valoración del deslumbramiento según UGR                   | 6  |
| <b>2 Parking coches</b>  |    |
| <b>2.1 Descripción Parking coches</b>                            |    |
| 2.1.1 Elementos de luminarias y del espacio                      | 7  |
| 2.1.2 Proyección horizontal (planta)                             | 9  |
| <b>2.2 Resumen, Parking coches</b>                               |    |
| 2.2.1 Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1           | 10 |
| <b>2.3 Resultados del cálculo, Parking coches</b>                |    |
| 2.3.1 Tabla, Nivel útil 1.1 (E)                                  | 11 |
| 2.3.2 Colores falsos, Nivel útil 1.1 (E)                         | 13 |
| 2.3.3 Luminancia-3D, Vista 1                                     | 14 |

Objeto : Parking vehículos Candelaria  
Instalación :  
Nº del proyecto :  
Fecha :

## 1 Datos de luminarias

### 1.1 Philips Lighting, BDP704 40xLXML/WW ()

#### 1.1.1 Hoja de datos

---

Fabricante: Philips Lighting

other BDP704 40xLXML/WW

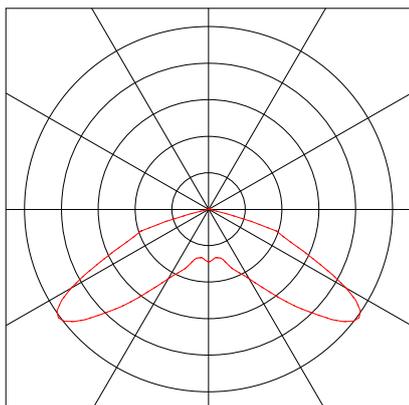
#### Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 74%  
Rendim. Luminoso de las lum. 42.68 lm/W  
clasificación : A30 ↓99.5% ↑0.5%  
CIE Flux Codes : 24 72 99 99 74  
UGR 4H 8H : 22.1 / 22.1  
Potencia : 112 W  
Flujo luminoso : 7780.4 lm

#### Equipamiento con

Cantidad : 40  
Denominación :LXMLWW/  
Color : 830  
Flujo luminoso : 200.5 lm

Dimensiones : Ø897 mm x 768 mm



Objeto : Parking vehículos Candelaria  
 Instalación :  
 N° del proyecto :  
 Fecha :

## 1.1 Philips Lighting, BDP704 40xLXML/WW ()

### 1.1.2 Valoración del deslumbramiento según UGR

#### Grados de reflexión

|         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Techo   | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.3 |
| Paredes | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 |
| Suelo   | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

#### Dimensiones del espacio x y

|     |     | Vista en dirección C0 |      |      |      |      | Vista en dirección C90 |      |      |      |      |
|-----|-----|-----------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|
| 2H  | 2H  | 19.5                  | 21.3 | 19.8 | 21.7 | 22.0 | 19.5                   | 21.3 | 19.8 | 21.7 | 22.0 |
|     | 3H  | 20.9                  | 22.5 | 21.2 | 22.9 | 23.2 | 20.9                   | 22.5 | 21.2 | 22.9 | 23.2 |
|     | 4H  | 21.2                  | 22.8 | 21.6 | 23.1 | 23.5 | 21.2                   | 22.8 | 21.6 | 23.1 | 23.5 |
|     | 6H  | 21.2                  | 22.7 | 21.6 | 23.0 | 23.4 | 21.2                   | 22.7 | 21.6 | 23.0 | 23.4 |
|     | 8H  | 21.1                  | 22.6 | 21.6 | 22.9 | 23.3 | 21.1                   | 22.6 | 21.6 | 22.9 | 23.3 |
|     | 12H | 21.1                  | 22.5 | 21.5 | 22.9 | 23.3 | 21.1                   | 22.5 | 21.5 | 22.9 | 23.3 |
| 4H  | 2H  | 20.3                  | 21.9 | 20.7 | 22.2 | 22.6 | 20.3                   | 21.9 | 20.7 | 22.2 | 22.6 |
|     | 3H  | 21.8                  | 23.1 | 22.2 | 23.5 | 24.0 | 21.8                   | 23.1 | 22.2 | 23.5 | 24.0 |
|     | 4H  | 22.2                  | 23.4 | 22.6 | 23.8 | 24.3 | 22.2                   | 23.4 | 22.6 | 23.8 | 24.3 |
|     | 6H  | 22.1                  | 23.2 | 22.6 | 23.7 | 24.1 | 22.1                   | 23.2 | 22.6 | 23.7 | 24.1 |
|     | 8H  | 22.1                  | 23.1 | 22.6 | 23.6 | 24.0 | 22.1                   | 23.1 | 22.6 | 23.6 | 24.0 |
|     | 12H | 22.1                  | 23.0 | 22.6 | 23.5 | 24.0 | 22.1                   | 23.0 | 22.6 | 23.5 | 24.0 |
| 8H  | 4H  | 22.3                  | 23.3 | 22.7 | 23.7 | 24.2 | 22.3                   | 23.3 | 22.7 | 23.7 | 24.2 |
|     | 6H  | 22.2                  | 23.0 | 22.7 | 23.5 | 24.0 | 22.2                   | 23.0 | 22.7 | 23.5 | 24.0 |
|     | 8H  | 22.3                  | 23.0 | 22.8 | 23.5 | 24.0 | 22.3                   | 23.0 | 22.8 | 23.5 | 24.0 |
|     | 12H | 22.2                  | 22.9 | 22.8 | 23.4 | 23.9 | 22.2                   | 22.9 | 22.8 | 23.4 | 23.9 |
| 12H | 4H  | 22.3                  | 23.2 | 22.8 | 23.6 | 24.1 | 22.3                   | 23.2 | 22.8 | 23.6 | 24.1 |
|     | 6H  | 22.3                  | 23.0 | 22.8 | 23.5 | 24.0 | 22.3                   | 23.0 | 22.8 | 23.5 | 24.0 |
|     | 8H  | 22.2                  | 22.9 | 22.8 | 23.4 | 23.9 | 22.2                   | 22.9 | 22.8 | 23.4 | 23.9 |

Distancia entre las luminarias: 0.25

Producto : Philips Lighting  
 Número de artículo:  
 Nombre de la lum. : BDP704 40xLXML/NW  
 Equipamiento : 40 x LXML/NW/- / 161.5 lm  
 Dimensiones : D 897 mm x H 768 mm  
 Nombre de archivo: temp.ldt

Grado de eficiencia : 74%  
 Rendim. Luminoso de las lum. : 42.68 lm/W (A30)  
 Distribución de la luz : con simetría de rotación  
 Ángulo de irradiación : 134.8° C0-C180

Objeto : Parking vehículos Candelaria  
Instalación :  
Nº del proyecto :  
Fecha :

## 1 Datos de luminarias

### 1.2 Philips Lighting, BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS ()

#### 1.2.1 Hoja de datos

---

Fabricante: Philips Lighting

other **BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS**

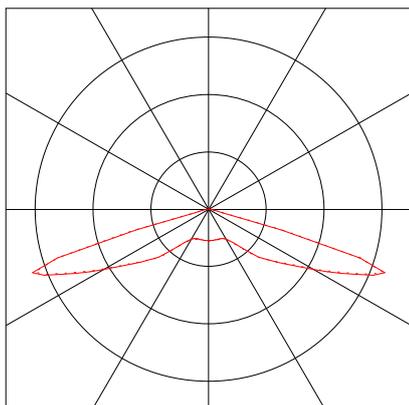
#### Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 78%  
Rendim. Luminoso de las lum. 84.21 lm/W  
clasificación : A10 ↓100.0% ↑0.0%  
CIE Flux Codes : 13 42 94 100 78  
UGR 4H 8H : 35.2 / 35.1  
Potencia : 113 W  
Flujo luminoso : 9516 lm

#### Equipamiento con

Cantidad : 1  
Denominación : ECO116-3S/830  
0  
Color : -  
Flujo luminoso : 12200 lm

Dimensiones : 530 mm x 530 mm x 214 mm



Objeto : Parking vehículos Candelaria  
 Instalación :  
 N° del proyecto :  
 Fecha :



## 1.2 Philips Lighting, BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS ()

### 1.2.2 Valoración del deslumbramiento según UGR

| Grados de reflexión |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Techo               | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.3 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.3 |
| Paredes             | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.3 |
| Suelo               | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

| Dimensiones del espacio |     | Vista en dirección C0 |      |      |      |      | Vista en dirección C90 |      |      |      |      |
|-------------------------|-----|-----------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|
| x                       | y   |                       |      |      |      |      |                        |      |      |      |      |
| 2H                      | 2H  | 27.0                  | 29.0 | 27.3 | 29.4 | 29.7 | 26.9                   | 29.0 | 27.3 | 29.3 | 29.6 |
|                         | 3H  | 32.4                  | 34.4 | 32.8 | 34.7 | 35.1 | 32.4                   | 34.3 | 32.7 | 34.6 | 35.0 |
|                         | 4H  | 33.3                  | 35.1 | 33.7 | 35.5 | 35.8 | 33.2                   | 35.1 | 33.6 | 35.4 | 35.8 |
|                         | 6H  | 33.3                  | 35.0 | 33.7 | 35.4 | 35.7 | 33.2                   | 35.0 | 33.6 | 35.3 | 35.7 |
|                         | 8H  | 33.2                  | 34.9 | 33.6 | 35.3 | 35.7 | 33.2                   | 34.9 | 33.6 | 35.2 | 35.6 |
|                         | 12H | 33.2                  | 34.8 | 33.6 | 35.2 | 35.6 | 33.1                   | 34.8 | 33.5 | 35.1 | 35.5 |
| 4H                      | 2H  | 28.9                  | 30.7 | 29.2 | 31.0 | 31.4 | 28.8                   | 30.7 | 29.2 | 31.0 | 31.4 |
|                         | 3H  | 34.1                  | 35.7 | 34.5 | 36.1 | 36.5 | 34.0                   | 35.6 | 34.4 | 36.0 | 36.4 |
|                         | 4H  | 35.2                  | 36.7 | 35.6 | 37.1 | 37.5 | 35.1                   | 36.6 | 35.5 | 37.0 | 37.4 |
|                         | 6H  | 35.2                  | 36.5 | 35.6 | 36.9 | 37.4 | 35.1                   | 36.4 | 35.5 | 36.8 | 37.3 |
|                         | 8H  | 35.2                  | 36.4 | 35.6 | 36.8 | 37.3 | 35.1                   | 36.3 | 35.5 | 36.7 | 37.2 |
|                         | 12H | 35.2                  | 36.3 | 35.7 | 36.8 | 37.2 | 35.1                   | 36.2 | 35.6 | 36.7 | 37.1 |
| 8H                      | 4H  | 36.2                  | 37.4 | 36.6 | 37.9 | 38.3 | 36.1                   | 37.4 | 36.6 | 37.8 | 38.2 |
|                         | 6H  | 36.2                  | 37.2 | 36.7 | 37.7 | 38.2 | 36.1                   | 37.2 | 36.6 | 37.6 | 38.1 |
|                         | 8H  | 36.3                  | 37.2 | 36.8 | 37.7 | 38.1 | 36.2                   | 37.1 | 36.7 | 37.6 | 38.1 |
|                         | 12H | 36.3                  | 37.0 | 36.8 | 37.5 | 38.0 | 36.2                   | 37.0 | 36.7 | 37.5 | 38.0 |
| 12H                     | 4H  | 36.2                  | 37.4 | 36.7 | 37.8 | 38.3 | 36.1                   | 37.3 | 36.6 | 37.7 | 38.2 |
|                         | 6H  | 36.3                  | 37.2 | 36.8 | 37.7 | 38.1 | 36.2                   | 37.1 | 36.7 | 37.6 | 38.1 |
|                         | 8H  | 36.3                  | 37.1 | 36.8 | 37.6 | 38.0 | 36.2                   | 37.0 | 36.7 | 37.5 | 38.0 |

Distancia entre las luminarias: 0.25

|                     |                                      |                              |   |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------|---|
| Producto            | : Philips Lighting                   | Grado de eficiencia          | : 78%                                     |
| Número de artículo: |                                      | Rendim. Luminoso de las lum. | : 147.1 lm/W (A10)                        |
| Nombre de la lum.:  | : BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS   | Distribución de la luz       | : simetría referente a C0-C180 / C90-C270 |
| Equipamiento        | : 1 x ECO116-3S/830 113 W / 12200 lr | Ángulo de irradiación        | : 147.1° C0-C180<br>147.2° C90-C270       |
| Dimensiones         | : L 530 mm x B 530 mm x H 214 mm     |                              |   |
| Nombre de archivo:  | : temp.ltd                           |                              |   |

## 2 Parking coches

### 2.1 Descripción Parking coches

#### 2.1.1 Elementos de luminarias y del espacio

##### Datos de productos:

##### Tipo Cant. Producto

- 1 19  **Philips Lighting**  
 N° de artículo :  
 Nombre de la lum. : BDP704 40xLXML/WW  
 Equipamiento : 40 x LXML/WW/- / 161.5 lm
- 2 25  N° de artículo :  
 Nombre de la lum. : BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS  
 Equipamiento : 1 x ECO116-3S/830 113 W / 12200 lm

| Nº   | Centro |       |       | Ángulo de rotación alrededor de |        |         | Coordenadas del objetivo |        |        |
|--|--------|-------|-------|---------------------------------|--------|---------|--------------------------|--------|--------|
|  | X [m]  | Y [m] | Z [m] | Z [°]                           | C0 [°] | C90 [°] | Xa [m]                   | Ya [m] | Za [m] |
| <b>Philips Lighting BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS</b> |        |       |       |                                 |        |         |                          |        |        |
| 69   | 5.00   | 40.00 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 5.00                     | 40.00  | 0.00   |
| 70   | 5.00   | 23.75 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 5.00                     | 23.75  | 0.00   |
| 71   | 5.00   | 8.00  | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 5.00                     | 8.00   | 0.00   |
| 85   | 98.00  | 47.00 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 98.00                    | 47.00  | 0.00   |
| 87   | 98.00  | 30.50 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 98.00                    | 30.50  | 0.00   |
| 89   | 98.00  | 13.50 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 98.00                    | 13.50  | 0.00   |
| 91   | 108.00 | 6.50  | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 108.00                   | 6.50   | 0.00   |
| 92   | 17.50  | 30.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 17.50                    | 30.50  | 0.00   |
| 94   | 45.30  | 30.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 45.30                    | 30.50  | 0.00   |
| 96   | 73.10  | 30.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 73.10                    | 30.50  | 0.00   |
| 140  | 17.50  | 13.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 17.50                    | 13.50  | 0.00   |
| 142  | 45.30  | 13.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 45.30                    | 13.50  | 0.00   |
| 144  | 73.10  | 13.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 73.10                    | 13.50  | 0.00   |
| 146  | 31.40  | 23.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 31.40                    | 23.50  | 0.00   |
| 148  | 59.20  | 23.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 59.20                    | 23.50  | 0.00   |
| 150  | 87.00  | 23.50 | 2.89  | 90.00                           | 0.00   | 0.00    | 87.00                    | 23.50  | 0.00   |
| 161  | 31.50  | 40.00 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 31.50                    | 40.00  | 0.00   |
| 162  | 17.50  | 47.00 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 17.50                    | 47.00  | 0.00   |
| 163  | 45.50  | 47.00 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 45.50                    | 47.00  | 0.00   |
| 164  | 59.50  | 40.00 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 59.50                    | 40.00  | 0.00   |
| 165  | 73.00  | 47.00 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 73.00                    | 47.00  | 0.00   |
| 166  | 87.00  | 40.00 | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 87.00                    | 40.00  | 0.00   |
| 170  | 87.00  | 6.50  | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 87.00                    | 6.50   | 0.00   |
| 171  | 59.00  | 6.50  | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 59.00                    | 6.50   | 0.00   |
| 172  | 31.50  | 6.50  | 2.89  | 0.00                            | 0.00   | 0.00    | 31.50                    | 6.50   | 0.00   |

|   | Posición |       |      | Rotación |      |      |
|---|----------|-------|------|----------|------|------|
|   | x[m]     | y[m]  | z[m] | za       | xa   | ya   |
| <b>Philips Lighting BDP704 40xLXML/NW</b> |          |       |      |          |      |      |
| 121                                       | 0.00     | 52.00 | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 123                                       | 0.00     | 32.50 | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 124                                       | 0.00     | 15.00 | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 125                                       | 0.00     | 0.00  | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 157                                       | 112.00   | 52.00 | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 179                                       | 45.00    | 0.00  | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 181                                       | 17.50    | 0.00  | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 182                                       | 73.50    | 0.00  | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 185                                       | 100.00   | 0.00  | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |
| 188                                       | 30.00    | 52.00 | 3.00 | 0.0°     | 0.0° | 0.0° |

Objeto : Parking vehículos Candelaria  
 Instalación :  
 N° del proyecto :  
 Fecha :



## 2 Parking coches

### 2.1 Descripción Parking coches

#### 2.1.1 Elementos de luminarias y del espacio

|     |        |       |      |      |      |      |
|-----|--------|-------|------|------|------|------|
| 191 | 59.00  | 52.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 193 | 87.00  | 52.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 196 | 112.00 | 45.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 197 | 112.00 | 35.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 200 | 112.00 | 18.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 201 | 112.00 | 26.50 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 204 | 0.00   | 45.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 207 | 6.50   | 52.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |
| 210 | 106.00 | 52.00 | 3.00 | 0.0° | 0.0° | 0.0° |

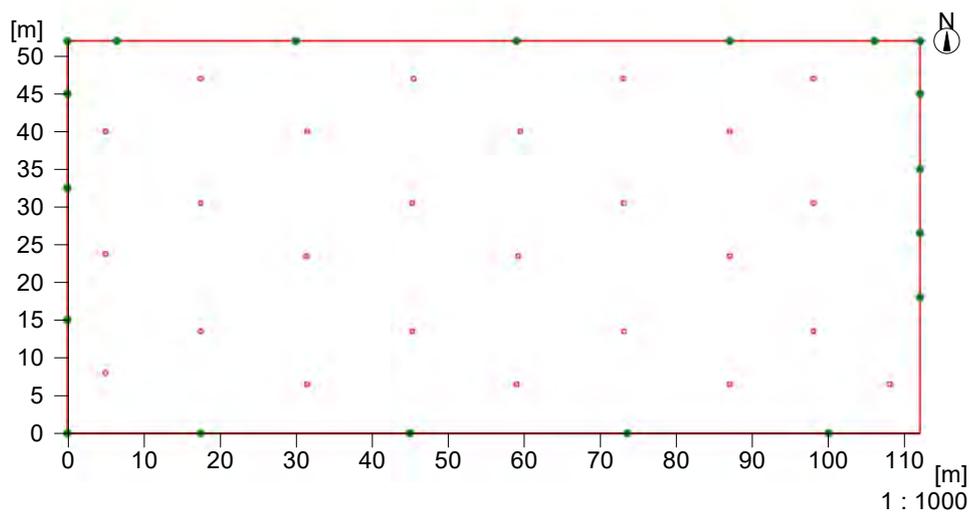
#### Elementos de diseño

##### Superficie virtual de medición

| N°<br>Niv. útil | xm[m] | ym[m] | zm[m] | Longitud | Anchura | Ángulo de rotación |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|----------|---------|--------------------|-------|-------|
|                 |       |       |       |          |         | Eje-z              | Eje-L | Eje-Q |
| 1.1             | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 112.00   | 52.00   | 0.00               | 0.00  | 0.00  |

## 2.1 Descripción Parking coches

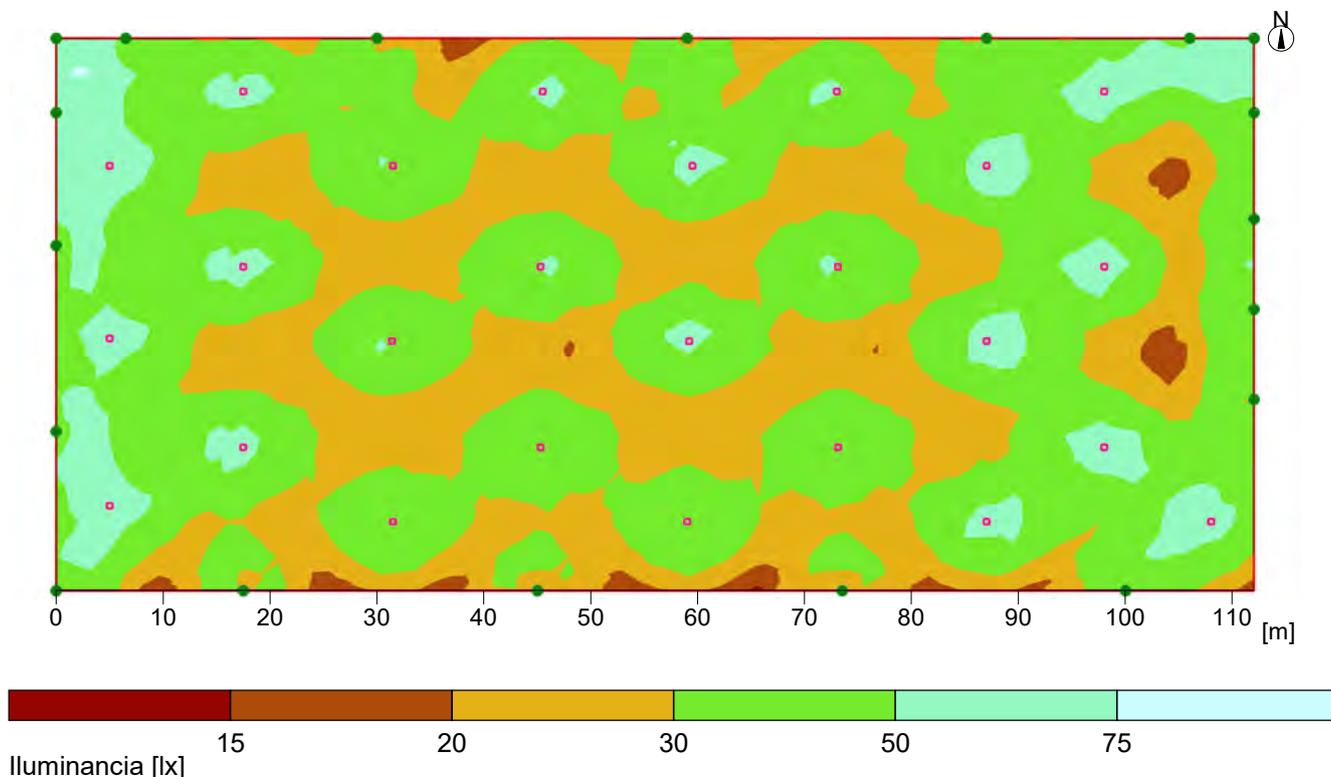
### 2.1.2 Proyección horizontal (planta)



## 2 Parking coches

### 2.2 Resumen, Parking coches

#### 2.2.1 Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1



#### General

Algorítmia de cálculo utilizada  
 Factor de mantenimiento

Porción indirecta media  
 0.80

Flujo luminoso total de todas las lámparas  
 Rendimiento global  
 Rendim. total por superficie (5824.00 m<sup>2</sup>)

427740 lm  
 4953.0 W  
 0.85 W/m<sup>2</sup> (2.35 W/m<sup>2</sup>/100lx)

#### Área de evaluación 1

#### Nivel útil 1.1

horizontal  
 Em 36.2 lx  
 Emin 17.6 lx  
 Emin/Em (Uo) 0.49  
 Emin/Emax (Ud) 0.24  
 Posición 0.00 m

#### Tipo Cant. Producto

1 19



#### Philips Lighting

N° de artículo :  
 Nombre de la lum. : BDP704 40xLXML/WW  
 Equipamiento : 40 x LXML/WW/- / 161.5 lm

2 25



N° de artículo :  
 Nombre de la lum. : BSP390 AC-P T35 ECO116-3S/830 DS  
 Equipamiento : 1 x ECO116-3S/830 113 W / 12200 lm

## 2 Parking coches

### 2.3 Resultados del cálculo, Parking coches

#### 2.3.1 Tabla, Nivel útil 1.1 (E)

|    |                  |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |      |      |      |      |      |      |      |  |
|----|------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|    | 65.6             | 57          | 42.5 | 42.6 | 37.4 | 45.6 | 33.7 | 30.3 | 37.4 | 30.8 | 29.9 | 18.9 | 24.3 | 37.5 | 42.5 | 30   | 26.6 | 34.2 | 30.9 | 32.6 | 24.3          | 29.6 | 42.3 | 38.4 | 25.9 | 27.3 | 32.5 | 34.6 |  |
| 45 | 70.2             | 63.6        | 45.8 | 41.5 | 52.8 | 65.5 | 48.3 | 33.6 | 32.5 | 39.3 | 28.8 | 24.6 | 34.6 | 46.7 | 56.1 | 42.3 | 30.6 | 29.9 | 40.1 | 29.1 | 30.5          | 42.2 | 54.8 | 46.6 | 35.6 | 27.8 | 34.1 | 42.1 |  |
|    | 62               | 66.2        | 43.8 | 38   | 40.4 | 47.1 | 34.6 | 31.4 | 31.8 | 40.9 | 36.8 | 30.4 | 31   | 39.3 | 44.9 | 32.9 | 30.8 | 32.2 | 42.3 | 34.7 | 32.4          | 34.3 | 44.7 | 40   | 31.5 | 30.9 | 37.3 | 44.8 |  |
| 40 | 70.1             | <b>72.2</b> | 57.2 | 38.3 | 27.9 | 25.8 | 21.9 | 30.9 | 42.1 | 50.9 | 47   | 37.4 | 27.8 | 22.7 | 25.1 | 23.2 | 32.4 | 46.6 | 59.9 | 51.3 | 35.4          | 25.9 | 25   | 23   | 27.5 | 37.2 | 47.8 | 56.6 |  |
|    | 58.4             | 57          | 47.5 | 34   | 27.4 | 26   | 22.3 | 27.8 | 35.2 | 47.5 | 45.9 | 32.5 | 26.3 | 23.4 | 24.9 | 22.8 | 28.7 | 38   | 47.3 | 42.3 | 31.3          | 25.3 | 25   | 23.5 | 26   | 32.2 | 45.7 | 52.4 |  |
| 35 | 51.8             | 48.2        | 32.3 | 32.8 | 37.3 | 42.5 | 32.9 | 27.5 | 23.9 | 25.8 | 24.1 | 25.9 | 29.6 | 37.4 | 40.1 | 30.4 | 26   | 22.5 | 26.5 | 24   | 27.4          | 31.6 | 40.2 | 37.3 | 29.4 | 25.7 | 24   | 30   |  |
|    | 50.6             | 47          | 32.1 | 38.1 | 53.1 | 63.5 | 48.1 | 32.8 | 23.9 | 25.6 | 23.6 | 27.9 | 37.2 | 47.3 | 52.7 | 41   | 30.4 | 22.2 | 26.4 | 22.5 | 30.9          | 41.5 | 52.9 | 47.3 | 37.1 | 27.9 | 23.7 | 28.9 |  |
| 30 | 47.3             | 47.6        | 37.7 | 35.8 | 41.5 | 47.7 | 36.3 | 30.1 | 28.5 | 36.5 | 32.7 | 28.8 | 31.5 | 42.7 | 46.3 | 33.4 | 29.4 | 29.4 | 37.9 | 29.4 | 29.3          | 33.5 | 46.3 | 42.7 | 31.6 | 28.9 | 32.9 | 40.2 |  |
|    | 47.9             | 62.6        | 53.9 | 36.3 | 26.6 | 25.2 | 21.2 | 29.9 | 40.5 | 49.7 | 47.1 | 35.6 | 26.4 | 22.6 | 24.2 | 23.1 | 32.2 | 47.2 | 56.8 | 47.2 | 32.2          | 23.1 | 24.2 | 22.6 | 26.4 | 35.7 | 47.3 | 54.2 |  |
| 25 | 46               | 52          | 45.7 | 32.9 | 26   | 23.9 | 21.1 | 27.6 | 36.3 | 46.8 | 47.1 | 32   | 25.2 | 21.5 | 22.9 | 22.9 | 29.4 | 41.4 | 46   | 41.4 | 29.4          | 22.9 | 22.9 | 21.5 | 25.2 | 32.1 | 47.4 | 51.3 |  |
|    | 53               | 45.1        | 33.2 | 31.7 | 34   | 36.2 | 29.3 | 25.4 | 23.8 | 27   | 24.5 | 24.2 | 26.6 | 32   | 34.6 | 27.8 | 24.8 | 23.5 | 27.9 | 23.6 | 24.7          | 27.7 | 34.5 | 32   | 26.6 | 24.3 | 24.7 | 31.2 |  |
| 20 | 51.6             | 51.2        | 34.2 | 38.5 | 51.5 | 53.6 | 45.9 | 31.5 | 22.3 | 23.3 | 21.6 | 26.6 | 35.7 | 48   | 48.4 | 40   | 29.6 | 20.8 | 24   | 20.3 | 29.1          | 39.6 | 48.3 | 47.9 | 35.6 | 26.5 | 21.6 | 26.8 |  |
|    | 58.1             | 56.8        | 41.2 | 39   | 47.1 | 46.5 | 41.7 | 30.6 | 25.4 | 30.5 | 27.9 | 28   | 34.1 | 48.7 | 47.2 | 37.6 | 29.7 | 26.2 | 31.7 | 24.8 | 28.6          | 36.5 | 47.1 | 48.6 | 33.9 | 27.7 | 27.8 | 34.2 |  |
| 15 | 53.4             | 69.1        | 55.1 | 37.6 | 31.3 | 32.7 | 25.3 | 29.3 | 37.9 | 46.4 | 48.2 | 34.8 | 28.5 | 28.6 | 31.1 | 26.7 | 32.4 | 45.7 | 47.4 | 42.1 | 30.4          | 24.8 | 31   | 28.6 | 28   | 34.4 | 48.4 | 50.3 |  |
|    | 51.8             | 55.1        | 40.7 | 29.3 | 29.4 | 32.8 | 23.6 | 25.8 | 36.9 | 46.6 | 48.6 | 32.5 | 25.6 | 29.1 | 30.8 | 22.9 | 29   | 45.5 | 47.5 | 41.9 | 27            | 20.7 | 30.5 | 29.3 | 25.4 | 32.1 | 49   | 48.9 |  |
| 10 | 46.2             | 42.8        | 24.2 | 21.6 | 34   | 29   | 31   | 19.6 | 22.4 | 30.6 | 28.4 | 20.8 | 26.8 | 30.1 | 29.1 | 27.3 | 19   | 25.8 | 31.6 | 24.4 | <b>(17.6)</b> | 25.5 | 29.2 | 29.9 | 27.3 | 20.7 | 28.2 | 31.6 |  |
| 5  |                  |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 0  |                  |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |      |      |      |      |      |      |      |  |
|    | 0                | 10          | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   | 80   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |      |      |      |      |      |      |      |  |
|    | Iluminancia [lx] |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |      |      |      |      |      |      |      |  |



Parte1

Altura del nivel de referencia

|                    |           |                   |
|--------------------|-----------|-------------------|
|                    | :         | 0.00 m            |
| Iluminancia media  | Em        | : 36.2 lx         |
| Iluminancia mínima | Emin      | : 17.6 lx         |
| Iluminancia máxima | Emax      | : 72.2 lx:        |
| Uniformidad Uo     | Emin/Em   | : 1 : 2.05 (0.49) |
| Uniformidad Ud     | Emin/Emax | : 1 : 4.09 (0.24) |

## 2 Parking coches

### 2.3 Resultados del cálculo, Parking coches

#### 2.3.1 Tabla, Nivel útil 1.1 (E)

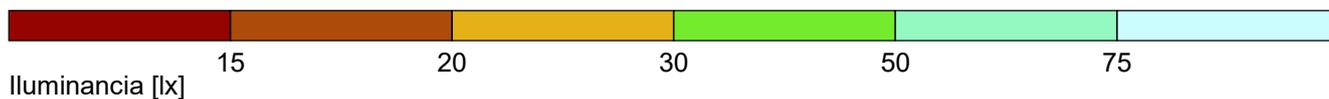
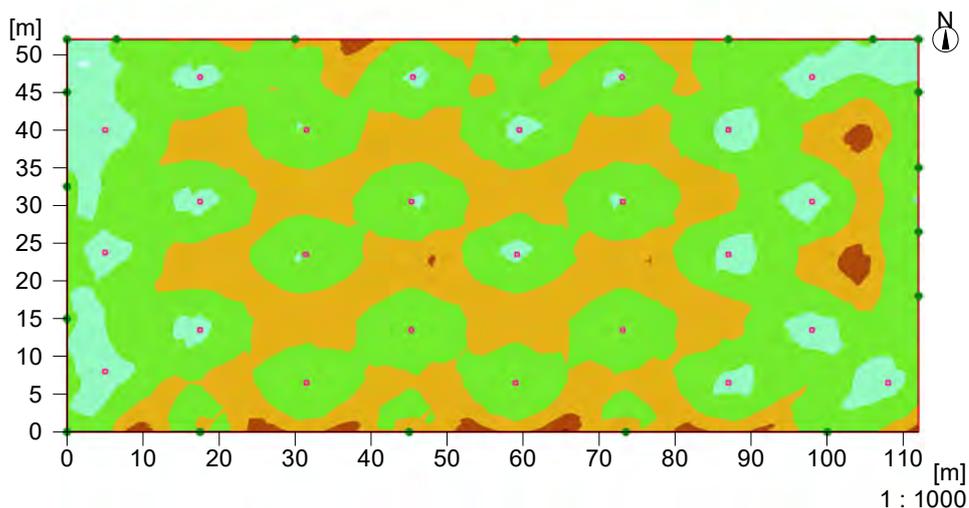
---

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 42,4 | 37,3 | 48,6 | 51,9 | 53,4 | 60,7 | 66,8 |
| 42,7 | 51,9 | 67,5 | 55,2 | 48,3 | 53,6 | 58,4 |
| 42,6 | 44,3 | 49,3 | 39   | 28,3 | 35   | 36,5 |
| 49,3 | 37,7 | 27,1 | 23,4 | 19,8 | 23,8 | 38,8 |
| 42,2 | 34,6 | 27   | 22,9 | 19,3 | 27,9 | 36,4 |
| 34,3 | 39,3 | 44,7 | 33,9 | 23,6 | 31,5 | 34,2 |
| 39   | 52,7 | 64,5 | 48,6 | 29,5 | 27,6 | 48,1 |
| 40   | 44,3 | 50,1 | 39,1 | 25,6 | 31,9 | 35,4 |
| 47   | 35,9 | 26,2 | 22   | 19   | 29,9 | 40,3 |
| 42,3 | 33,1 | 25,3 | 21,3 | 18,4 | 27,5 | 45,2 |
| 32,4 | 35,5 | 38,7 | 30,8 | 21,9 | 30,9 | 31,8 |
| 36,9 | 50,3 | 57,9 | 53,4 | 36,6 | 35   | 40,8 |
| 38,6 | 47,9 | 52,3 | 55,1 | 44,6 | 41,6 | 34,3 |
| 45,6 | 38,4 | 34,3 | 43,4 | 51   | 54,4 | 49   |
| 40,9 | 30,4 | 31   | 47,1 | 51,8 | 52,3 | 48,5 |
| 23,7 | 24,9 | 35,7 | 39,9 | 46,7 | 36,7 | 27,7 |
| 90   |      | 100  |      |      |      |      |
|      |      |      | [m]  |      |      |      |



## 2.3 Resultados del cálculo, Parking coches

### 2.3.2 Colores falsos, Nivel útil 1.1 (E)



Altura del nivel de referencia

Iluminancia media  
Iluminancia mínima  
Iluminancia máxima  
Uniformidad U<sub>o</sub>  
Uniformidad U<sub>d</sub>

: 0.00 m  
Em : 36.2 lx  
E<sub>min</sub> : 17.6 lx  
E<sub>max</sub> : 72.2 lx:  
E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub> : 1 : 2.05 (0.49)  
E<sub>min</sub>/E<sub>max</sub> : 1 : 4.09 (0.24)



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **ANEXO IV. IMPACTO AMBIENTAL**

# **ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS. CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA**

**Autores :**

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

**Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ**

**Julio, 2016**

|  |     |
|--|-----|
| 1. Objeto .....  | 162 |
| 2. Efectos ambientales del proyecto .....  | 162 |
| 2.1. Paisaje .....   | 162 |
| 2.2. Suelo .....   | 163 |
| 2.3. Flora .....   | 163 |
| 2.4. Fauna.....  | 163 |
| 2.5. Uso del agua.....   | 163 |
| 2.6. Ruidos .....  | 163 |
| 2.7. Clima.....  | 163 |
| 3. Obras y medidas .....   | 164 |
| 3.1. Impactos.....   | 164 |
| 3.1.1. Movimientos de tierras.....   | 164 |
| 3.1.2. Construcción.....   | 165 |
| 3.1.3. Tránsito de maquinaria, carga, transporte y descarga .....                              | 165 |
| 4. Normativa ambiental .....   | 165 |
| 5. Prevención de impactos negativos .....  | 166 |
| 5.1 Calidad del aire .....   | 167 |
| 5.1.1. Prevención de la emisión de partículas a la atmósfera.....                              | 167 |
| 5.1.2. Prevención de la emisión de contaminantes a la atmósfera .....                          | 167 |
| 5.2. Ruido.....  | 167 |
| 5.2.1. Protección y prevención frente a los efectos del ruido.....                             | 167 |
| 5.3. Geología y geomorfología .....  | 168 |
| 5.3.1. Prevención frente a la modificación de las formas geológicas .....                      | 168 |
| 5.3.2. Prevención de los suelos frente a los cambios de las características edáficas.<br>..... | 168 |
| 5.4. Vegetación y flora.....   | 168 |
| 5.4.1. Prevención frente a la variación o destrucción de la flora. ....                        | 168 |
| 5.4.1. Prevención frente a la modificación del hábitat. ....                                   | 168 |
| 6. Conclusiones.....   | 169 |

## **1. Objeto**

El objeto de la evaluación del impacto ambiental (EIA) es evaluar los impactos que el proyecto pueda ocasionar sobre el ambiente, para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos que pueda producir sobre el medio.

La energía solar fotovoltaica constituye frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable que contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc.) y los derivados de su generación (excavaciones, minas, canteras, etc.).

Los potenciales impactos medioambientales asociados a este proyecto son el uso del suelo y pérdida de hábitats, el uso de agua así como el uso de materias primas peligrosas en la fabricación de paneles y otros componentes de las instalaciones solares. Esto puede variar mucho en función de la tecnología empleada para aprovechar la energía del sol.

## **2. Efectos ambientales del proyecto**

Los efectos del presente proyecto sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

### **2.1. Paisaje**

Es un factor ambiental de primer orden y es el aspecto ambiental sobre el que más incide la energía solar fotovoltaica y que tiene más difícil corrección cuando las plantas solares se instalan en medios rurales o en escenarios naturales de especial valor.

Sin embargo, la instalación fotovoltaica a instalar en este establecimiento, situado en una zona urbana no influirá negativamente al paisaje.

Además, dicha instalación fotovoltaica se encuentra integrada en las marquesinas del parking, lo que hace que su presencia a la larga se integre completamente como una parte más de este.

## **2.2. Suelo**

Se realizarán movimientos de tierra para la construcción del establecimiento. Sin embargo, los paneles fotovoltaicos irán sobre marquesinas, por lo que no se realizarán movimiento de tierra para esta instalación.

Además, se encuentra en una zona baja de la isla, donde los suelos son poco profundos, pedregosos, ricos en minerales y con alto riesgo de erosión, debido a que son zonas con poca vegetación.

## **2.3. Flora**

La repercusión sobre la vegetación es nula. El parking ocupa un área de 5000 m<sup>2</sup> aproximadamente en el que la flora es escasa, dominada por los matorrales de aulaga o tabaibal dulce o prácticamente inexistente, dado que se encuentra en un terreno pedregoso y seco.

## **2.4. Fauna**

El grupo de los vertebrados se halla dominado por las aves, sobresaliendo aquellas ligadas a los hábitats áridos así como también se pueden encontrar lagartos.

## **2.5. Uso del agua**

Los paneles solares fotovoltaicos no usan agua en la generación de electricidad. Sí la usan, en pequeña proporción, en su fabricación.

Por otro lado, si se hará un gran uso de agua para la construcción del resto del parking para el asfaltado, hormigonado, etc.

## **2.6. Ruidos**

El sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor. Sin embargo, este parking estará también conectado a la red.

## **2.7. Clima**

Aunque la producción de electricidad gracias a los paneles solares no conlleva emisiones de gases de efecto invernadero, hay emisiones asociadas con otras etapas del

ciclo de vida de un panel solar, por ejemplo, durante la fabricación, el transporte, la instalación, el mantenimiento y su desinstalación y gestión como residuo. Además, se analizarán las condiciones concretas en la zona del parking. Las emisiones de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub> son abundantes debido a los vehículos.

### **3. Obras y medidas**

Este apartado se describirá las distintas obras que se realizaran en la instalación, las cuales pueden interferir en el medio ambiente.

Las acciones que darán lugar a los impactos pueden ser:

- Demoliciones y movimiento de tierras para canalizaciones eléctricas
- Hormigonado.
- Instalación de estructuras soporte de paneles solares, paneles, equipos eléctricos, etc.
- Cableado y conexionado de los equipos.
- Reposiciones de firmes y pavimentos.

Los elementos del medio afectados por las acciones del proyecto a nivel de construcción son:

- Calidad del aire
- Suelos.
- Vegetación.
- Fauna.
- Paisaje.

#### **3.1. Impactos**

Los impactos que se darán en fase de construcción son los siguientes:

##### **3.1.1. Movimientos de tierras**

- Excavaciones del suelo mecánicamente no adecuado, carga y transporte a vertedero.
- Descarga desde camiones de los materiales que constituyen la plataforma.
- Extendido, nivelación y compactación de materiales hasta alcanzar la cota requerida.

- Extendido, nivelación y compactación de materiales en franjas de seguridad e isletas.

- Perfilado de taludes.

### **3.1.2. Construcción**

- Construcción de edificios y estructuras
- Firmes y pavimentos; asfaltado y hormigonado de superficies
- Obras de fábrica

### **3.1.3. Tránsito de maquinaria, carga, transporte y descarga**

- Emisión de partículas y gases a la atmósfera (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, HC y SO<sub>2</sub>), responsables estos últimos de problemas ambientales de escala global como el efecto invernadero, la lluvia ácida o la disminución de la capa de ozono.

- Emisiones de hidrocarburos inquemados.
- Emisión de ruido y vibraciones.
- Erosión en los terrenos y pistas sin acondicionar.
- Producción de residuos líquidos peligrosos

## **4. Normativa ambiental**

- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales.
- Ley 4/2008, de 12 de noviembre, por la que se introduce en la legislación canaria sobre evaluación ambiental de determinados proyectos la obligatoriedad del examen y análisis ponderado de la alternativa cero.
- Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos Directiva 2011/92/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, respectivamente.

- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. B.O.E. 255 de 24/10/2007 y reglamento de desarrollo, RD 2090/2008.
- Real Decreto 1/2008, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 1073/2002 de 18 de octubre sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de Enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Decreto legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias, modificado, entre otras leyes, por Ley 6/2009, de 6 de mayo, de medidas urgentes en materia de ordenación territorial para la dinamización sectorial y la ordenación del turismo.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de gestión de residuos.
- Decreto 153/1993, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental.
- Orden del 3 de septiembre de 1998 por la que se aprueba el modelo de ordenanza municipal de protección de medio ambiente contra ruidos y vibraciones.

## **5. Prevención de impactos negativos**

Las medidas protectoras y correctoras son aquellas operaciones destinadas a evitar, reducir o compensar los impactos negativos provocados por el desarrollo de un Proyecto determinado. El presente apartado establece las medidas necesarias para reducir las afecciones producidas por las obras realizadas sobre el medio ambiente. Se trata mayoritariamente de medidas protectoras. A continuación, se detallan las medidas a utilizar para cada uno de los elementos del medio afectado.

## **5.1 Calidad del aire**

### **5.1.1. Prevención de la emisión de partículas a la atmósfera**

- Se deberán cubrir aquellos materiales que son susceptibles de producir polvo o partículas en suspensión, especialmente si éstos son transportados y/o la meteorología así lo aconseja (fuerte viento).

- El transporte de escombros, hormigón, áridos, tierras, etc. se realizará en vehículos con la carga convenientemente cubierta con toldos, o sistema similar, con el fin de que se depositen la menor cantidad de partículas en los alrededores de la vía por donde circulen los vehículos

- Limpiezas periódicas de aquellas zonas públicas o de la propia obra en las que se produzca la deposición de las partículas.

### **5.1.2. Prevención de la emisión de contaminantes a la atmósfera**

- Los vehículos y maquinaria necesarios para la ejecución de las obras deberán cumplir estrictamente con los programas de revisión y mantenimiento especificados por el fabricante de los equipos.

- Además, antes del comienzo de las obras los vehículos y maquinarias deberán pasar las revisiones necesarias que certifiquen el correcto ajuste de los motores, potencia de la máquina adecuada al trabajo a realizar, correcto estado de los tubos de escape, uso de catalizadores y el haber pasado la inspección técnica de vehículos (ITV), si fuera preciso.

## **5.2. Ruido**

### **5.2.1. Protección y prevención frente a los efectos del ruido**

El ruido generado durante la fase de construcción será controlado limitando las horas laborales a las horas diurnas, y restringiendo particularmente el horario de operación de los equipos más ruidosos. Con el fin disminuir las emisiones de ruidos, los motores de las distintas máquinas deberán ir provistos de silenciadores, que se someterán a una revisión periódica. Además sólo deberá estar activa la maquinaria a emplear en cada momento, debiendo permanecer el resto apagada. El ruido generado por el transporte, se minimizará mediante la restricción de los horarios de circulación a los estrictamente

laborales. Además, se deberá prestar especial atención al correcto mantenimiento de sus motores y escapes.

### **5.3. Geología y geomorfología**

#### **5.3.1. Prevención frente a la modificación de las formas geológicas**

Los excedentes de materiales que se produjeran por no poderse reciclar, se deberán llevar a vertedero de escombros autorizado por el Cabildo Insular de Tenerife. El volumen de tierras necesario para los terraplenes deberá proceder de canteras autorizadas y con plan de restauración aprobado. El material procedente de desmonte deberá ser reutilizado en los propios terraplenes, salvaguardando la primera capa de 20 cm. para su reutilización en los ajardinamientos. Los escombros considerados como RCD (Residuos de Construcción y Demolición) generados en las demoliciones, deberán reutilizarse si fuera técnicamente viable esta opción o, en caso contrario, ser llevados a escombrera.

#### **5.3.2. Prevención de los suelos frente a los cambios de las características edáficas.**

En caso de que se produzca un vertido accidental, o sencillamente pasen a ser considerados como residuos, deberán ser recogidos en recipientes herméticos y entregados a gestor autorizado de residuos peligrosos

Los residuos originados por el personal laboral durante el tiempo que duren las obras, deberán gestionarse como residuos urbanos que deberán ser depositados en los “puntos limpios” existentes

### **5.4. Vegetación y flora**

#### **5.4.1. Prevención frente a la variación o destrucción de la flora.**

Las formaciones vegetales afectadas son en su mayoría herbazales y matorrales, ambos de escaso interés conservacionista en lo que a su composición específica se refiere.

#### **5.4.1. Prevención frente a la modificación del hábitat.**

La destrucción de hábitats de interés para la fauna es baja en líneas generales ya que únicamente se verá afectada una pequeña parte de la superficie ocupada por esos hábitats. No obstante, el ruido y la presencia humana durante la fase de construcción puede generar una importante alteración sobre la avifauna por lo que se evitarán en lo

posible las actividades más ruidosas durante la época de cría de las aves potencialmente nidificantes de la zona.

## **6. Conclusiones**

El proyecto en su conjunto genera impactos ambientales de poca entidad sobre las variables ambientales que pudieran verse afectada por las distintas acciones, y que definen y caracterizan el medio físico, biológico y socioeconómico del establecimiento y la comarca geográfica en la que se encuentra. Así se desprende de los resultados de caracterización y valoración de impactos contenidos en la matriz de agregación, pues las afecciones recibidas por prácticamente la totalidad de ellas se pueden clasificar como compatibles.

El suelo también presenta en conjunto un impacto compatible dado la escasa superficie de suelo fértil que será ocupada por el parking.

No se espera tampoco cambios en los patrones de circulación de las aguas de la zona (impacto compatible) ni en la fase de construcción ni en la de funcionamiento.

Los cambios en la geomorfología y geología son compatibles, pues a pesar de que acciones como el movimiento de tierra inciden directamente sobre estas variables ambientales, no existen elementos de interés o meritorios de ser conservados.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

**Trabajo Fin de Grado**

**ANEXO V. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y  
SALUD**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

# ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| 1. Objeto del estudio .....  | 175 |
| 2. Características de la obra .....                                  | 176 |
| 2.1. Descripción de la obra y situación .....                        | 176 |
| 2.1.1. Problemática del solar .....                                  | 177 |
| 2.1.1.1. Topografía y Superficie .....                               | 177 |
| 2.2. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.....             | 177 |
| 2.2.1. Presupuesto.....  | 177 |
| 2.2.2. Plazo de Ejecución .....                                      | 177 |
| 2.2.3. Personal previsto .....                                       | 177 |
| 3. Trabajos previos a la realización de la obra. ....                | 177 |
| 3.1. Interferencias y servicios afectados.....                       | 178 |
| 3.2. Unidades constructivas que componen la obra.....                | 178 |
| 3.3. Medios previstos para la ejecución.....                         | 179 |
| 3.3.1. Maquinaria. ....  | 179 |
| 3.3.2. Elementos auxiliares. ....                                    | 179 |
| 3.3.3. Instalaciones de obra.....                                    | 180 |
| 4. Riesgos profesionales.....  | 180 |
| 4.1. En demolición de pavimento, limpieza y movimientos de tierras.. | 180 |
| 4.1.1. Riesgos .....   | 180 |
| 4.1.2. Normas y medidas preventivas: .....                           | 181 |
| 4.2. En cimentaciones, vallado y colocación de pavimentos.....       | 181 |
| 4.2.1. Riesgos .....   | 181 |
| 4.2.2. Normas y medidas preventivas: .....                           | 182 |
| 4.3. En montaje de estructuras, señalización y jardinería.....       | 182 |
| 4.3.1. Riesgos .....   | 182 |
| 4.3.2. Normas y medidas preventivas: .....                           | 183 |
| 4.4. Instalaciones eléctricas.....                                   | 183 |
| 4.4.1. Riesgos .....   | 183 |
| 4.4.2. Normas y medidas preventivas: .....                           | 183 |
| 5. Riesgos en maquinaria e instalaciones auxiliares.....             | 184 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.1. Maquinaria para el movimiento de tierras .....   | 184 |
| 5.1.1. Con el Bulldozer.....                          | 184 |
| 5.1.2. Con la pala cargadora.....                     | 184 |
| 5.1.3. Con la retroexcavadora.....                    | 185 |
| 5.1.4. Con la motoniveladora. ....                    | 185 |
| 5.1.5. Compactadores. ....                            | 185 |
| 5.1.6. Medidas preventivas.....                       | 186 |
| 5.2. Camiones.....                                    | 186 |
| 5.2.1. Con los camiones volquetes y furgonetas. ....  | 186 |
| 5.2.2. Con los camiones hormigonera. ....             | 187 |
| 5.2.3. Medidas preventivas.....                       | 187 |
| 5.3. Con la grúa automóvil.....                       | 188 |
| 5.3.1. Medidas preventivas.....                       | 188 |
| 5.4. Compresores.....                                 | 189 |
| 5.5. Grupos electrógenos.....                         | 189 |
| 5.5.1. Medidas preventivas.....                       | 190 |
| 5.6. Herramientas eléctricas .....                    | 190 |
| 5.6.1. Sierra circular .....                          | 190 |
| 5.6.2. Vibrador .....                                 | 190 |
| 5.6.3. Medidas preventivas.....                       | 191 |
| 5.7. Herramientas manuales .....                      | 191 |
| 5.7.1. Riesgos del uso de herramientas manuales ..... | 191 |
| 5.7.2. Medidas preventivas.....                       | 191 |
| 5.8. Soldadura con arco eléctrico .....               | 191 |
| 5.8.1. Riesgos .....                                  | 192 |
| 5.8.2. Medidas preventivas.....                       | 192 |
| 6. Riesgos de daños a terceros. ....                  | 193 |
| 7. Prevención de riesgos profesionales. ....          | 193 |
| 7.1. Protecciones individuales.....                   | 193 |
| 7.1.1. Protección de la cabeza. ....                  | 193 |
| 7.1.2. Protección del cuerpo. ....                    | 194 |
| 7.1.3. Protecciones extremidades superiores.....      | 194 |
| 7.1.4. Protecciones extremidades inferiores.....      | 194 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.2. Protecciones colectivas. ....                 | 195 |
| 7.2.1. Señalización general.....                   | 195 |
| 7.2.2. Instalación eléctrica.....                  | 195 |
| 7.2.3. Pantallas. ....                             | 195 |
| 7.2.4. Instalaciones y acabados .....              | 195 |
| 7.2.5. Protección contra incendios .....           | 196 |
| 7.2.6. Maquinaria .....                            | 196 |
| 8. Formación .....                                 | 196 |
| 9. Medicina preventiva y primeros auxilios. ....   | 196 |
| 9.1. Botiquines. ....                              | 196 |
| 9.2. Asistencia a accidentados.....                | 196 |
| 9.3. Reconocimiento médico.....                    | 197 |
| 10. Prevención de riesgos de daños a terceros..... | 197 |

## 1. Objeto del estudio

El objeto de este estudio de Seguridad y Salud, es exponer una serie de riesgos a tener en cuenta mientras se realiza la instalación, para poder prevenir posibles accidentes.

Según el Art. 4 del REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción:

*El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:*

- *Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).*
- *Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*
- *Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*
- *Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.*
- *En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.*

El Proyecto dimensionado, atendiendo a las condiciones expuestas, debería constar de un estudio completo de seguridad y salud, ya que su presupuesto es superior a la establecida, pero no se realiza puesto que no es objeto de estudio de este proyecto.

Por lo tanto se realizará un estudio básico de seguridad, en el que se darán unas directrices, las cuales tendrán que cumplir la empresa instaladora encargada de la obra.

Para el cumplimiento de dichas directrices se nombrará un Coordinador en materia de Seguridad y salud, que ejecutará la obra de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de

Octubre de 1997, en el cual se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud.

## **2. Características de la obra**

### **2.1. Descripción de la obra y situación**

La parcela sobre la que se va a ejecutar la obra está situada en el municipio de Candelaria con un área de construcción de 5824 m<sup>2</sup>.

Se refiere la obra a la construcción de un parking para la recarga de vehículos eléctricos. Constará de un área aproximada de 2950 m<sup>2</sup> con marquesinas en las que se colocarán los paneles fotovoltaicos y donde a su vez, se encontrarán las plazas de aparcamiento. Se dispondrá de 4 estaciones de carga dispuestos también bajo las marquesinas.

Además, se necesitará la excavación de zanjas, por las cuales irán soterrados bajo tubo los conductores de fase y tierra.

La estructura es de hormigón armado con forjado plano reticular con cerramiento de fábrica de ladrillo enfoscado y pintado y cubierta de teja en su perímetro y transitable en el centro. Las instalaciones comprenden fontanería, electricidad y aire acondicionado. Se incluyen asimismo dentro de la obra las instalaciones complementarias de urbanización integral de la parcela.

La energía eléctrica será suministrada por la compañía Unelco Endesa y la acometida se realizará en Baja Tensión.

El suministro de agua está previsto mediante una derivación de la red general de agua potable que pasa por la zona.

Además, se prevé un solo acceso a la obra a través de la avenida que discurre paralela a la misma.

### **2.1.1. Problemática del solar**

#### 2.1.1.1. Topografía y Superficie

La parcela sobre la que se va a ejecutar la obra tiene una superficie de 5824 m<sup>2</sup> de forma rectangular, con orografía sensiblemente horizontal, situándose a 23 metros aproximadamente sobre el nivel del mar. El terreno es arenoso en su capa superior y a 1 metro de profundidad aparecen arenas consolidadas a modo de rocas arenosas.

## **2.2. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.**

### **2.2.1. Presupuesto**

El presupuesto de ejecución total del Proyecto asciende a la cantidad de setecientos seis mil dos euros con veinticuatro céntimos (706.002,24 euros).

### **2.2.2. Plazo de Ejecución**

El plazo de ejecución previsto desde la iniciación hasta su terminación completa es de 18 meses.

### **2.2.3. Personal previsto**

El personal de construcción podrá oscilar en el curso de la ejecución de los trabajos entre un máximo de 15 personas y un mínimo de 5 simultáneamente.

## **3. Trabajos previos a la realización de la obra.**

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela antes del inicio de la obra. Las condiciones del vallado deberán ser:

- Vallado de 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso de casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.

-Cartel de obra.

Además, dentro del vallado de perímetro se encuentra una serie de escombros que se deberán desalojar.

### **3.1. Interferencias y servicios afectados.**

Dadas las características de la obra, se tomarán las precauciones necesarias en las distintas fases de la obra, para permitir que el tráfico peatonal se realice en condiciones de seguridad, también se realizarán adecuadamente los accesos e itinerarios a seguir por el tráfico rodado y se limitará toda la zona de la obra con objeto de evitar posibles accidentes.

### **3.2. Unidades constructivas que componen la obra.**

- Cimentaciones.
- Saneamiento.
- Estructura.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Revestimientos.
- Instalaciones.
- Aislamientos.
- Pinturas.
- Decoración y varios.
- Mobiliario.
- Pavimentación.
- Movimientos de tierra.

### **3.3. Medios previstos para la ejecución.**

#### **3.3.1. Maquinaria.**

- Buldózer.
- Pala cargadora.
- Retroexcavadora.
- Compactador autopropulsado.
- Compactador manual.
- Camiones.
- Camión hormigonera.
- Grúa automóvil.
- Compresores.
- Grupos electrógenos.
- Grupos motobomba.
- Grupos de presión.
- Furgonetas.
- Sierra circular.
- Vibradores.

#### **3.3.2. Elementos auxiliares.**

- Convertidores.
- Útiles y herramientas manuales.
- Protecciones colectivas (vallas; carteles; señales; redes; etc.)

### **3.3.3. Instalaciones de obra.**

- Instalación oficinas de obra.
- Talleres y almacén de tuberías, piezas especiales y equipos electromecánicos.
- Instalaciones de higiene y bienestar: comedores, vestuarios, duchas, retretes, etc. en casetones móviles.

## **4. Riesgos profesionales**

### **4.1. En demolición de pavimento, limpieza y movimientos de tierras.**

#### **4.1.1. Riesgos**

- Caídas a distintos niveles.
- Caídas al mismo nivel.
- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos por piedras y árboles.
- Colisiones y vuelcos.
- Desprendimientos y corrimientos del terreno.
- Proyecciones de piedras.
- Polvo.
- Ruido.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Afecciones de la piel.
- Sobreesfuerzos.
- Lumbago (operadores de máquinas).
- Interferencias con servicios afectados (línea de alta tensión).
- Contacto eléctrico directo e indirecto.

#### **4.1.2. Normas y medidas preventivas:**

En caso de presencia de agua en la obra se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.

El frente de avance y taludes laterales del vaciado, serán revisados por el Capataz, (Encargado o Servicio de Prevención), antes de reanudar las tareas interrumpidas por cualquier causa, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento.

Se señalará mediante una línea la distancia de seguridad mínima de aproximación, 2 m., al borde del vaciado.

Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables.

Se instalará una barrera de seguridad (valla, barandilla, acera, etc.) de protección del acceso peatonal al fondo del vaciado, de separación de la superficie dedicada al tránsito de maquinaria y vehículos.

Se prohíbe permanecer o trabajar en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo.

Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, (Encargado o Servicio de Prevención).

Se prohíbe la circulación interna de vehículos a una distancia mínima de aproximación del borde de coronación del vaciado de, 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m. para los pesados.

### **4.2. En cimentaciones, vallado y colocación de pavimentos.**

#### **4.2.1. Riesgos**

- Cortes, pinchazos con máquinas, herramientas y materiales.
- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos por máquinas y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.

- Quemaduras por utilización de productos bituminosos.
- Afecciones de la piel.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Caída al mismo nivel.
- Salpicaduras por utilización de productos.
- Polvo.
- Ruidos.
- Interferencias con servicios afectados.
- Dermatitis por el contacto con el hormigón.

#### **4.2.2. Normas y medidas preventivas:**

No se acopiarán materiales ni se permitirá el paso de vehículos al borde de los pozos de cimentación.

Se procurará introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de los pozos para no realizar las operaciones de atado en su interior.

Los vibradores eléctricos estarán conectados a tierra.

Para las operaciones de hormigonado y vibrado desde posiciones sobre la cimentación se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

### **4.3. En montaje de estructuras, señalización y jardinería.**

#### **4.3.1. Riesgos**

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos por máquinas y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas al mismo nivel.

- Quemaduras por el sol.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Caídas de objetos y herramientas.
- Cortes y golpes.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas a distinto nivel.
- Insolación o deshidratación por una expuesta prolongada al sol.

#### **4.3.2. Normas y medidas preventivas:**

Para evitar los daños producidos por trabajar bajo el sol, se intentará en la medida de lo posible estar bien hidratado.

Con respecto a las caídas a distinto nivel, se evitara estar en posiciones extrañas encima de la escalera.

### **4.4. Instalaciones eléctricas.**

#### **4.4.1. Riesgos**

- Contactos directos e indirectos.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Golpes contra objetos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Vértigo y pérdida del equilibrio por altura.
- Atrapamiento por máquinas y medios mecánicos auxiliares.

#### **4.4.2. Normas y medidas preventivas:**

Para evitar heridas en manos, se utilizará unos guantes de material aislante.

Para evitar la electrocución en ningún caso se realizará las labores de colocación de cable o conexionado de equipos bajo tensión, dejando en el cuadro eléctrico un letrero que indique que existe personal trabajando.

## **5. Riesgos en maquinaria e instalaciones auxiliares**

### **5.1. Maquinaria para el movimiento de tierras**

#### **5.1.1. Con el Bulldozer.**

- Caídas y vuelcos por hundimiento del terreno y taludes.
- Atrapamientos.
- Atropellos y colisiones.
- Incendios.
- Lesiones en espalda por vibraciones.
- Ruido.
- Vibraciones.

#### **5.1.2. Con la pala cargadora.**

- Atropellos y colisiones, especialmente marcha atrás.
- Proyecciones causadas por reventón de neumáticos.
- Caídas y vuelcos por hundimiento del terreno y taludes.
- Caída de material desde la cuchara.
- Caída de la cuchara con la máquina parada o en reparación.
- Impacto excesivo al descargar sobre camión.
- Caída del operador al subir o bajar.
- Incendios.
- Lesiones en espalda por vibración.

- Ruidos.
- Vibraciones.
- Contacto eléctrico directo.

#### **5.1.3. Con la retroexcavadora.**

- Golpes o aplastamientos durante el movimiento del giro.
- Caídas del conductor al subir o bajar de la máquina.
- Atrapamientos.
- Proyección de piedras sobre el operador.
- Vuelcos.
- Ruido.
- Contacto eléctrico directo.
- Vibraciones.

#### **5.1.4. Con la motoniveladora.**

- Colisiones y atropellos.
- Vuelco por taludes.
- Golpes a personas con la cuchilla saliente.
- Caídas del conductor al subir o bajar de la máquina.
- Descontrol al descender por una pendiente.
- Puesta en movimiento accidental de la máquina al dejarla en pendiente.
- Ruido.
- Contacto eléctrico directo.
- Vibraciones.

#### **5.1.5. Compactadores.**

- Caídas y vuelcos desde terraplén.

- Atropellos y colisiones.
- Caída del operador al subir o bajar del autopropulsado.
- Incendios.
- Lesiones en espalda a causa de vibraciones.
- Descontrol al descender por una pendiente.
- Ruido.
- Contacto eléctrico directo.
- Vibraciones.

### **5.1.6. Medidas preventivas**

La maquinaria de movimientos de tierra estará dotada de faros que nos indique la marcha hacia delante o hacia atrás.

Antes de comenzar cada jornada laboral deberán de ser inspeccionadas para detectar posibles fallos que pongan en peligro la salud del personal.

Se prohíbe permanecer o realizar trabajos en el radio de acción de la maquinaria.

Se prohíbe el transporte de personal en zonas no habilitadas para tal fin.

Se deberán de proteger las zonas con poleas o engranajes con una carcasa antiatrapamiento.

## **5.2. Camiones**

### **5.2.1. Con los camiones volquetes y furgonetas.**

- Incendio.
- Resbalones del conductor al subir o bajar de la máquina.
- Caídas por borde de talud.
- Colisiones marcha atrás.
- Atropellos. - Vuelcos.
- Proyección de piedras al conductor.

- Contacto con líneas eléctricas.
- Caídas del operador al subir o bajar de la máquina.
- Atrapamiento.
- Salida del freno por vibraciones.
- Escape de palanca de velocidad.
- Ruido.
- Vibraciones.

### **5.2.2. Con los camiones hormigonera.**

Además de los especificados en el apartado anterior.

- Atrapamientos.
- Atropellos.
- Resbalones.
- Eczemas y caustificaciones.
- Golpes.
- Salpicaduras.
- Ambiente polvígeno.
- Golpes y cortes con objetos o maquinaria.

### **5.2.3. Medidas preventivas**

Al empezar la jornada laboral se comprobará el buen estado de estos vehículos.

La comprobación y mantenimiento de los vehículos se realizara siempre con el motor apagado.

La circulación por el interior de la obra se realizará siempre guiada por personal de la obra para evitar accidentes.

Se prohibirá, que mientras la rampa del camión esté en funcionamiento, el personal este en alejado de la zona de carga o descarga, para evitar enterramientos y atrapamientos

### **5.3. Con la grúa automóvil.**

- Vuelco de la grúa por fallo del terreno.
- Vuelco de la grúa por exceso de carga.
- Desprendimiento de la carga.
- Pinchazos en manejo de cables.
- Contactos con líneas eléctricas.
- Golpes a las eléctricas.
- Incendios.
- Caídas a distinto nivel.
- Atropellos.
- Caídas de objetos.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos.

#### **5.3.1. Medidas preventivas**

La única medida que se debe de tener en cuenta es situarse a cierta distancia de la grúa mientras esta esté realizando trabajos, y en ningún caso se permitirá a los operarios pasar por debajo de la grúa mientras esta sostenga carga.

Se prohíbe el transporte de personal mediante el gancho de la grúa.

Al finalizar cualquier periodo de trabajo la pluma se maniobrara para dejarla recogida detrás de la cabina del conductor. Además los mandos de maniobra se dejarán en la posición inicial.

Se prohíbe, que mientras el gruista esté trabajando con la pluma, este se apoye en el camión para evitar caídas que provoquen un accidente por mal manejo de los mandos.

El gruista no realice ajustes en el cuadro de maniobra, sino avisará de las posibles anomalías al servicio de prevención.

No permitir el uso del cuadro de maniobra de la grúa a personas no autorizadas.

En ningún caso se seguirá usando la grúa si se detectan anomalías.

No intentar izar cargas que estén sujetas al suelo, debido a que se puede producir el vuelco del camión grúa.

No intentar arrastrar por el suelo cargas, dejando el cable con tensiones inclinadas, pueden provocar el vuelco del camión grúa.

Para el manejo de maquinaria pesada, no se debe de haber ingerido ningún tipo de bebida alcohólica.

No balancear las cargas.

No dejar suspendidas las cargas durante un periodo prolongado de tiempo, para evitar posibles fallos en los engranajes de la grúa.

Flejar bien las cargas para evitar que se desprendan.

#### **5.4. Compresores.**

- Golpes en extremidades.
- Lesiones en espalda por vibración o mala operación.
- Polvo.
- Ruido.
- Proyecciones a los ojos y cuerpo.
- Vibraciones.

#### **5.5. Grupos electrógenos.**

- Incendios.
- Atrapamientos por transmisión.
- Electrocuciiones.
- Ruido.
- Humos.

- Aplastamiento.
- Contacto eléctrico directo e indirecto.

### **5.5.1. Medidas preventivas**

Incorporar una pantalla de seguridad para evitar atrapamiento por las partes móviles.

Dejar el grupo electrógeno fuera del alcance del personal, para evitar contactos involuntarios.

## **5.6. Herramientas eléctricas**

### **5.6.1. Sierra circular**

- Cortes.
- Golpes.
- Proyecciones.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Ruido.
- Incendios.
- Polvo

### **5.6.2. Vibrador**

- Ruido.
- Vibraciones.
- Contacto eléctrico directo.
- Golpes.
- Proyecciones.

### **5.6.3. Medidas preventivas**

La maquinaria eléctrica que se utilicen estará bien aislada para evitar los contactos directos con la electricidad.

Los motores y engranajes de estas herramientas eléctricas, estarán protegidos mediante una carcasa antiatrapamientos.

Cuando se detecte cualquier anomalía en el funcionamiento de las herramientas eléctricas se comunicará al encargado de prevención de riesgos.

La herramienta eléctrica con capacidad de corte, tendrá una pantalla que protegerá al usuario de la misma de proyecciones de objetos.

En ambientes húmedos la alimentación para las herramientas eléctricas se realizará mediante conexión de transformadores a 24V.

Se prohíbe el uso de herramientas eléctricas por el personal no autorizado.

Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual.

Al finalizar cada turno de trabajo se desconectarán de la alimentación todas las herramientas eléctricas.

## **5.7. Herramientas manuales**

### **5.7.1. Riesgos del uso de herramientas manuales**

Los riesgos más comunes por el uso de las herramientas manuales, son las siguientes:

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

### **5.7.2. Medidas preventivas**

Las herramientas serán utilizadas para las tareas para las que han sido diseñadas.

Antes de su uso se revisará el buen estado de las mismas.

Se mantendrán limpias.

Mientras se estén utilizando se evitará dejarlas en el suelo.

## **5.8. Soldadura con arco eléctrico**

### **5.8.1. Riesgos**

Los riesgos más comunes mientras se realiza el trabajo de soldadura son los siguientes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos.
- Quemaduras.
- Explosión.
- Incendio.
- Introducción de cuerpos extraños en los ojos.
- Cortes.
- Los derivados por inhalación de vapores metálicos.
- Insolación o deshidratación.
- Contactos con energía eléctrica.
- Proyección de partículas.

### **5.8.2. Medidas preventivas**

La soldadura se realizará siempre usando una máscara protectora para evitar quemaduras oculares y la introducción de cuerpos extraños en los ojos.

No se fumará en ningún caso mientras se realice la soldadura.

Se suspenderán los trabajos en intemperie bajo lluvia.

Se prohíbe la utilización de portaelectrodos deteriorados.

Cada cierto tiempo se parará para hidratarse, si se ha estado expuesto al sol durante un tiempo prolongado.

No se mirará al arco eléctrico directamente para evitar quemaduras en los ojos.

La radiación del arco eléctrico son perniciosas para la salud, por tanto se deberá de utilizar el yelmo del trabajador siempre que se realicen trabajos de soldadura.

No tocar las piezas recién soldadas.

Se realizará la soldadura en un lugar bien ventilado.

Antes de comenzar la soldadura, se comprobará que no hay personas en la vertical de su puesto de trabajo para evitar quemaduras fortuitas.

No se dejará la pinza de soldadura directamente en el suelo.

Comprobar que el equipo está correctamente conectado a tierra.

Desconectar el equipo de soldadura completamente al finalizar cada turno de trabajo.

## **6. Riesgos de daños a terceros.**

Estos daños se pueden producir principalmente en:

- Enlaces con calles colindantes e instituto.
- Ruido que se genera debido a la maquinaria.

Los desvíos provisionales constituyen otro punto de alto riesgo para los usuarios de las calles; muy a tener en cuenta en la señalización, conservación y vigilancia de los mismos.

Las caídas a zanjas y excavaciones de las proximidades de viviendas, cuyos vecinos no están acostumbrados a circular por zonas de obras. Finalmente, interrupción de servicios públicos, tales como luz, agua potable, riegos, etc., constituyen un perjuicio indirecto e indiscriminado, pero no por ello menos importante.

## **7. Prevención de riesgos profesionales.**

### **7.1. Protecciones individuales.**

#### **7.1.1. Protección de la cabeza.**

- Cascos para todas las personas que trabajan en la obra, incluido visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldadura.
- Pantalla facial transparente.
- Mascarilla antipolvo.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

- Pantalla contra protección de partículas.
- Válvulas de seguridad anti-retroceso en sopletes.
- Gafas de protección para trabajos eléctricos de Baja Tensión.

#### **7.1.2. Protección del cuerpo.**

- Monos o buzos. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial.

- Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
- Chalecos reflectantes.
- Válvulas de seguridad anti-retroceso en sopletes.

#### **7.1.3. Protecciones extremidades superiores.**

- Guantes de uso general.
- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes de cuero y anticorte, para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
- Guantes de amianto (ignífugos).
- Equipo soldador (guantes y manguitos de soldador).
- Válvulas de seguridad antirretroceso en sopletes.

#### **7.1.4. Protecciones extremidades inferiores.**

- Botas de agua.
- Botas de seguridad.
- Botas de puntera reforzada.
- Botas de plantilla anticlavo.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.

- Botas dieléctricas.
- Polainas de soldador.
- Válvula de seguridad antirretroceso en sopletes.

## **7.2. Protecciones colectivas.**

### **7.2.1. Señalización general.**

- Carteles indicativos o letreros de riesgos generales de obra.
- Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distintos niveles, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Entrada y salida de vehículos.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor
- Cinta de balizamiento.
- Señales de tráfico en general.
- Balizamiento luminoso.

### **7.2.2. Instalación eléctrica.**

- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

### **7.2.3. Pantallas.**

- Protección contra caída a la zanja.

### **7.2.4. Instalaciones y acabados**

- Válvulas anti-retroceso en mangueras de equipos de soplete

### **7.2.5. Protección contra incendios**

- Se emplearan extintores portátiles.

### **7.2.6. Maquinaria**

- Toda la maquinaria estará homologada según la CEE
- Avisador óptico y acústico de marcha atrás en máquinas y vehículos de obra.
- Pórticos protectores de líneas eléctricas.

## **8. Formación**

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear. Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Antes del comienzo de nuevos trabajos específicos se instruirá a las personas que intervengan en ellas sobre los riesgos con que se van a encontrar y el modo de evitarlos.

## **9. Medicina preventiva y primeros auxilios.**

### **9.1. Botiquines.**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud al menos en los siguientes lugares:

- Oficinas generales de obra.
- Talleres.

### **9.2. Asistencia a accidentados.**

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. En este caso son el Hospital Universitario de Canarias y el Hospital de La Candelaria.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, bomberos etc., así como un plano de localización con el camino al Hospital más cercano, para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencias.

### **9.3. Reconocimiento médico.**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, que será repetido en el período de un año.

## **10. Prevención de riesgos de daños a terceros**

Para evitar daños a terceros, se tomarán las siguientes medidas de protección:

- Vallas de limitación y protección, balizas luminosas y carteles de prohibido el paso en:

- \* Posibles demoliciones.

- \* Zonas de trabajo.

- \* Zonas de maquinaria.

- \* Zanjas.

- \* Zonas de acopio.

- Señalizaciones de tráfico y balizas luminosas en:

- \* Calles de acceso a zonas de trabajo.

- \* Calles donde se trabaja y se interfiera con la circulación.

- \* Desvíos por obras, etc.

- Riego de las zonas de trabajo que generan polvo o que pueda interferir a terceros, disponiendo uno o varios equipos y brigadas dedicados exclusivamente a este menester si las condiciones de riesgo a terceros lo hiciesen aconsejable a juicio del Director de la obra y del Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

- Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Además se presentará especial atención en aquellos puntos donde el riesgo para vehículos y personas ajenas a la obra sea mayor, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Las zanjas se aislarán en zona urbana, a lo largo de todo su perímetro con barreras, barandillas, vallas y/o cualquier otro dispositivo eficaz que impida la caída ocasional y el acceso de personas ajenas a la obra. Asimismo, se rodeará con cordones de balizamiento reflexivo, y en las que supongan un riesgo para los vehículos, se dispondrán balizas luminosas que indiquen la existencia del peligro. En los puntos de paso para personas, se dispondrán pasarelas resistentes; perfectamente fijadas y ancladas; llevarán también barandillas laterales, para impedir la caída a las zanjas.

Cuando por razones de trabajo se tenga que ocupar parte de la calzada o camino vecinal, se colocarán vallas, frontales y direccionales delimitando la zona de trabajo y las señales establecidas en ambos sentidos que serán como mínimo:

- Peligro por obras.
- Estrechamiento en la calzada.
- Limitación de velocidad 30.

Si fuese necesario, será regulado el tráfico cuando la longitud del tramo lo requiera, por operarios provistos de paleta de STOP direccional y chaleco reflectante, se comunicarán con emisoras portátiles cuando no exista visibilidad entre los controladores.

En los desvíos provisionales se instalarán sobre vallas direccionales, luces intermitentes autónomas, y se señalizarán con piquetes reflexivos todo el contorno del desvío provisional.

Se procurará efectuar los riegos de agua precisos, para evitar la existencia de polvo, que puede ser muy peligroso para el tráfico de vehículos.

Si las circunstancias de riesgo en la obra lo aconsejasen, se podrán modificar y adaptar todas estas normas de acuerdo a la marcha de los trabajos y

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández  
necesidades que aparezcan y que no se encuentren contenidas en este documento,  
con la aprobación del jefe de la obra y el Vº Bº de la Dirección Facultativa y del  
Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

Concluyendo, creemos que los documentos que integran el presente  
Proyecto describen perfectamente las diferentes unidades de obra  
correspondiendo la labor de Coordinador de Seguridad.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **ANEXO VI. CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

## CÁLCULO DE INTENSIDADES

| Nº       | Descripción                             | Pot/Uds (W) | Uds. | Pot (W) | V (V) | F.P. | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>b</sub> · % (A) | Mat. | γ ( m/Ω·mm <sup>2</sup> ) | Aisl. |
|----------|---|-------------|------|---------|-------|------|--------------------|------------------------|------|---------------------------|-------|
| L.Carg 1 | Cargador rápido                         | 100000      | 1    | 100000  | 400   | 0,96 | 150,4              |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
| L.Csm 1  | Cargador semi-rápido 1                  | 44000       | 1    | 44000   | 400   | 0,8  | 79,4               |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
| L.Csm 2  | Cargador semi-rápido 2                  | 44000       | 1    | 44000   | 400   | 0,8  | 79,4               |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
| L.Clen   | Cargador lento                          | 7200        | 1    | 7200    | 230   | 0,8  | 22,6               |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          |   |             |      |         |       |      |                    |                        |      |                           |       |
| L.EP1    | Elementos parking 1                     |             |      | 1660    | 230   | 0,8  | 9,0                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Cajero automático 1                     | 210         | 1    | 210     | 230   | 0,8  | 1,1                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Barrera automática entrada              | 575         | 1    | 575     | 230   | 0,8  | 3,1                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Barrera automática salida               | 575         | 1    | 575     | 230   | 0,8  | 3,1                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Lector de matrícula entrada             | 150         | 1    | 150     | 230   | 0,8  | 0,8                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Lector de matrícula salida              | 150         | 1    | 150     | 230   | 0,8  | 0,8                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
| L.EP2    | Elementos parking 2                     |             |      | 594     | 230   | 0,8  | 3,2                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Cajero automático 2                     | 210         | 1    | 210     | 230   | 0,8  | 1,1                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Expendedor de tickets entrada           | 138         | 1    | 138     | 230   | 0,8  | 0,8                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Lector de tickets salida                | 100         | 1    | 100     | 230   | 0,8  | 0,5                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Letrero parking                         | 146         | 1    | 146     | 230   | 0,8  | 0,8                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          |   |             |      |         |       |      |                    |                        |      |                           |       |
| L.Cas    | Elementos caseta                        |             |      | 1089    | 230   | 0,8  | 5,9                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Circuito de fuerza                      | 3450        | 4    | 690     | 230   | 0,8  | 3,8                |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          | Luminaria interior caseta de vigilancia | 133         | 3    | 399     | 230   | 0,8  | 2,2                | 3,9                    | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          |   |             |      |         |       |      |                    |                        |      |                           |       |
| L.far.A  | Luminaria exterior farolas A            | 112         | 10   | 1120    | 230   | 0,8  | 6,1                | 11,0                   | Cu   | 56                        | XLPE  |
| L.far.B  | Luminaria exterior farolas B            | 112         | 9    | 1008    | 230   | 0,8  | 5,5                | 9,9                    | Cu   | 56                        | XLPE  |
| L.mar.A  | Luminaria exterior bajo marquesina A    | 113         | 12   | 1356    | 230   | 0,8  | 7,4                | 13,3                   | Cu   | 56                        | XLPE  |
| L.mar.B  | Luminaria exterior bajo marquesina B    | 113         | 13   | 1469    | 230   | 0,8  | 8,0                | 14,4                   | Cu   | 56                        | XLPE  |
|          |   |             |      |         |       |      |                    |                        |      |                           |       |
| LGA      | Línea General de Alimentación           |             |      | 203496  | 400   | 1    | 293,7              |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
| DI       | Derivación individual 1                 |             |      | 100000  | 400   | 1    | 150,4              |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
| DI       | Derivación individual 2                 |             |      | 103496  | 400   | 1    | 149,4              |                        | Cu   | 56                        | XLPE  |
| Acom     | Acometida                               |             |      | 203496  | 400   | 1    | 293,7              |                        | Al   | 36                        | XLPE  |

| <b>I<sub>z</sub> (A)</b> | <b>S (mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Long. (m)</b> | <b>S<sub>teo</sub>(mm<sup>2</sup>)</b> | <b>Neutro</b> | <b>Diámetro tubo (mm)</b> |
|--------------------------|---------------------------|------------------|--|---------------|---------------------------|
| 225                      | 95                        | 31,5             | 7,0                                    | 50,0          | 140                       |
| 105                      | 25                        | 57,5             | 5,6                                    | 16,0          | 90                        |
| 105                      | 25                        | 65               | 6,4                                    | 16,0          | 90                        |
| 105                      | 25                        | 72               | 7,0                                    | 25,0          | 90                        |
|                          |                           |                  |  |               |                           |
| 105                      | 25                        | 2                | 0,04                                   | 25,0          | 90                        |
| 105                      | 25                        | 6                | 0,02                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 11,6             | 0,09                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 108              | 0,84                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 11               | 0,02                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 109              | 0,22                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 2                | 0,02                                   | 25,0          | 90                        |
| 105                      | 25                        | 116,5            | 0,33                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 10,5             | 0,02                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 110              | 0,15                                   | 25,0          | -                         |
| 105                      | 25                        | 6                | 0,01                                   | 25,0          | -                         |
|                          |                           |                  |  |               | -                         |
| 29                       | 2,5                       | 2                | 0,03                                   | 2,5           | 16                        |
| 29                       | 2,5                       | 2                | 0,02                                   | 2,5           | -                         |
| 21                       | 1,5                       | 3                | 0,02                                   | 1,5           | -                         |
|                          |                           |                  |  |               |                           |
| 105                      | 25                        | 142              | 2,15                                   | 25,0          | 90                        |
| 105                      | 25                        | 152              | 2,07                                   | 25,0          | 90                        |
| 38                       | 4                         | 150              | 2,75                                   | 4,0           | 16                        |
| 38                       | 4                         | 150              | 2,98                                   | 4,0           | 16                        |
|                          |                           |                  |  |               |                           |
| 430                      | 240                       | 2                | 18,17                                  | 120,0         | 225                       |
| 202                      | 70                        | 31,5             | 35,16                                  | 70,0          | 63                        |
| 202                      | 70                        | 2                | 2,31                                   | 70,0          | 63                        |
| 430                      | 240                       | 15               | 105,99                                 | 120,0         | 225                       |

## CÁLCULO DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

| Nº      | Descripción                             | T <sub>0</sub> (°C) | T <sub>máx</sub> (°C) | DT <sub>máx</sub> | T (°C) | $\rho_{20}$ (( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )/m) | $\alpha$ | $\rho$ (( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )/m) | C (m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )) | DV (%) |
|---------|---|---------------------|-----------------------|-------------------|--------|--|----------|---|--------------------------------------|--------|
| LC1     | Cargador rápido                         | 25                  | 90                    | 65                | 54     | 0,018  | 0,004    | 0,020                                     | 50,383                               | 0,41   |
| LCS1    | Cargador semi-rápido 1                  | 25                  | 90                    | 65                | 62     | 0,018  | 0,004    | 0,021                                     | 49,002                               | 1,29   |
| LCS2    | Cargador semi-rápido 2                  | 25                  | 90                    | 65                | 62     | 0,018  | 0,004    | 0,021                                     | 49,002                               | 1,46   |
| LCL     | Cargador lento                          | 25                  | 90                    | 65                | 28     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 55,377                               | 1,42   |
|         |   |                     |                       |                   |        |  |          |   |                                      |        |
| LEP1    | Elementos parking 1                     | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 55,916                               | 0,01   |
|         | Cajero automático 1                     | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,018                               | 0,00   |
|         | Barrera automática entrada              | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,007                               | 0,02   |
|         | Barrera automática salida               | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,007                               | 0,17   |
|         | Lector de matrícula entrada             | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,018                               | 0,00   |
|         | Lector de matrícula salida              | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,018                               | 0,04   |
| LEP2    | Elementos parking 2                     | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,006                               | 0,00   |
|         | Cajero automático 2                     | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,018                               | 0,07   |
|         | Expendedor de tickets entrada           | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,019                               | 0,00   |
|         | Lector de tickets salida                | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,019                               | 0,03   |
|         | Letrero parking                         | 25                  | 90                    | 65                | 25     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 56,018                               | 0,00   |
|         |   |                     |                       |                   |        |  |          |   |                                      |        |
| L.Cas   | Elementos caseta                        | 25                  | 90                    | 65                | 28     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 55,441                               | 0,06   |
|         | Circuito de fuerza                      | 25                  | 90                    | 65                | 26     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 55,786                               | 0,04   |
|         | Luminaria interior caseta de vigilancia | 25                  | 90                    | 65                | 27     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 55,539                               | 0,05   |
|         |   |                     |                       |                   |        |  |          |   |                                      |        |
| L.far.A | Luminaria exterior farolas A            | 25                  | 90                    | 65                | 26     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 55,867                               | 0,43   |
| L.far.B | Luminaria exterior farolas B            | 25                  | 90                    | 65                | 26     | 0,018  | 0,004    | 0,018                                     | 55,896                               | 0,41   |
| L.mar.A | Luminaria exterior bajo marquesina A    | 25                  | 90                    | 65                | 33     | 0,018  | 0,004    | 0,019                                     | 54,360                               | 3,54   |
| L.mar.B | Luminaria exterior bajo marquesina B    | 25                  | 90                    | 65                | 34     | 0,018  | 0,004    | 0,019                                     | 54,082                               | 3,85   |
|         |   |                     |                       |                   |        |  |          |   |                                      |        |
| LGA     | Línea General de Alimentación           | 25                  | 90                    | 65                | 55     | 0,018  | 0,004    | 0,020                                     | 50,156                               | 0,02   |
| DI      | Derivación individual 1                 | 25                  | 90                    | 65                | 61     | 0,018  | 0,004    | 0,021                                     | 49,192                               | 0,57   |
| DI      | Derivación individual 2                 | 25                  | 90                    | 65                | 61     | 0,018  | 0,004    | 0,021                                     | 49,269                               | 0,04   |
| Acom    | Acometida                               | 25                  | 90                    | 65                | 55     | 0,029  | 0,004    | 0,033                                     | 31,220                               | 0,25   |

## CÁLCULO CORTOCIRCUITO

| Nº      | Descripción                             | Mat. | Aisl. | S [mm <sup>2</sup> ] | I <sub>b</sub> (A) | I <sub>z</sub> (A) | Long (m) | I <sub>n</sub> (A) | PC (kA) | I <sub>b</sub> <I <sub>n</sub> <I <sub>z</sub> | R <sub>cc</sub> (Ω) | I <sub>cc</sub> máx (kA) |
|---------|---|------|-------|----------------------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|---------|--|---------------------|--------------------------|
| LC1     | Cargador rápido                         | Cu   | XLPE  | 95                   | 150,35             | 225                | 31,5     | 200                | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
| LCS1    | Cargador semi-rápido 1                  | Cu   | XLPE  | 25                   | 79,39              | 105                | 57,5     | 100                | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
| LCS2    | Cargador semi-rápido 2                  | Cu   | XLPE  | 25                   | 79,39              | 105                | 65       | 100                | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
| LCL     | Cargador lento                          | Cu   | XLPE  | 25                   | 22,59              | 105                | 72       | 40                 | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
|         |   |      |       | 0                    | 0,00               | 0                  | 0        |                    |         |  |                     |                          |
| LEP1    | Elementos parking 1                     | Cu   | XLPE  | 25                   | 9,02               | 105                | 2        | 16                 | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
|         | Cajero automático 1                     | Cu   | XLPE  | 25                   | 1,14               | 105                | 6        | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         | Barrera automática entrada              | Cu   | XLPE  | 25                   | 3,13               | 105                | 11,6     | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         | Barrera automática salida               | Cu   | XLPE  | 25                   | 3,13               | 105                | 108      | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         | Lector de matrícula entrada             | Cu   | XLPE  | 25                   | 0,82               | 105                | 11       | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         | Lector de matrícula salida              | Cu   | XLPE  | 25                   | 0,82               | 105                | 109      | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
| LEP2    | Elementos parking 2                     | Cu   | XLPE  | 25                   | 3,23               | 105                | 2        | 6                  | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
|         | Cajero automático 2                     | Cu   | XLPE  | 25                   | 1,14               | 105                | 116,5    | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         | Expendedor de tickets entrada           | Cu   | XLPE  | 25                   | 0,75               | 105                | 10,5     | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         | Lector de tickets salida                | Cu   | XLPE  | 25                   | 0,54               | 105                | 110      | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         | Letrero parking                         | Cu   | XLPE  | 25                   | 0,79               | 105                | 6        | 6                  | 16      | VERDADERO                                      | 0,0137              | 13,40                    |
|         |   |      |       |                      | 0,00               |                    |          |                    |         |  |                     |                          |
| L.Cas   | Elementos caseta                        | Cu   | XLPE  | 2,5                  | 5,92               | 29                 | 2        | 16                 | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
|         | Circuito de fuerza                      | Cu   | XLPE  | 2,5                  | 3,75               | 29                 | 2        | 6                  | 6       | VERDADERO                                      | 0,0394              | 4,66                     |
|         | Luminaria interior caseta de vigilancia | Cu   | XLPE  | 1,5                  | 3,90               | 21                 | 3        | 6                  | 6       | VERDADERO                                      | 0,0394              | 4,66                     |
|         |   |      |       |                      |                    |                    |          |                    |         |  |                     |                          |
| L.Far.A | Luminaria exterior farolas A            | Cu   | XLPE  | 25                   | 10,96              | 105                | 142      | 16                 | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
| L.Far.B | Luminaria exterior farolas B            | Cu   | XLPE  | 25                   | 9,86               | 105                | 152      | 16                 | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
| L.Mar.A | Luminaria exterior bajo marquesina A    | Cu   | XLPE  | 4                    | 13,27              | 38                 | 150      | 16                 | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
| L.Mar.B | Luminaria exterior bajo marquesina B    | Cu   | XLPE  | 4                    | 14,37              | 38                 | 150      | 16                 | 25      | VERDADERO                                      | 0,0109              | 16,92                    |
|         |   |      |       |                      |                    |                    |          |                    |         |  |                     |                          |
| LGA     | Línea General de Alimentación           | Cu   | XLPE  | 240                  | 293,72             | 430                | 2        | 400                | 100     | VERDADERO                                      | 0,0036              | 51,47                    |
| DI      | Derivación individual 1                 | Cu   | XLPE  | 70                   | 150,35             | 202                | 31,5     | 160                | 100     | VERDADERO                                      | 0,0037              | 49,41                    |
| DI      | Derivación individual 2                 | Cu   | XLPE  | 70                   | 149,38             | 202                | 2        | 160                | 100     | VERDADERO                                      | 0,0037              | 49,41                    |
| Acom    | Acometida                               | Al   | XLPE  | 240                  | 293,72             | 430                | 15       | 400                | 100     | VERDADERO                                      | 0,0036              | 51,47                    |

| <b>PC &gt; I<sub>cc</sub> máx</b> |
|-----------------------------------|
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
|                                   |
| VERDADERO                         |
|                                   |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
|                                   |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
|                                   |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |
| VERDADERO                         |



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **ANEXO VII. HOJAS DE CARACTERÍSTICAS**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

## ÍNDICE

|   |     |
|---|-----|
| 1. Instalación eléctrica.....                                     | 210 |
| 1.1. Cable Exzhellent RZ1-K.....                                  | 210 |
| 1.2. Cable TopSolar ZZ-F (AS).....                                | 212 |
| 1.3. Caja de protección CGP-7-400/BUC.....                        | 213 |
| 2. Instalación luminaria.....                                     | 214 |
| 2.1 Philips UrbanScene BDP704 LED.....                            | 214 |
| 2.2 Philips UrbanSky ECO116.....                                  | 215 |
| 3. Instalación fotovoltaica.....                                  | 218 |
| 3.1 Inversor SolarMax 15MT3.....                                  | 218 |
| 3.2 Módulos fotovoltaicos SunPower300.....                        | 231 |
| 3.3 Contador bidireccional CIRWATT B 410D.....                    | 233 |
| 3.4 Control dinámico de potencia CPD-0.....                       | 236 |
| 3.5 Estructura soporte módulos fotovoltaicos SS-N1-AL.....        | 238 |
| 3.6 Caseta de inversores CMT Solar 6000.....                      | 240 |
| 4. Instalación fotovoltaica.....                                  | 241 |
| 4.1 Estación de recarga rápida Circutor RVE-QPC.....              | 241 |
| 4.2 Estaciones de recarga semi-rápida y lenta Circutor RVE-P..... | 243 |
| 5. Elementos del parking.....                                     | 245 |

# EXZHELLENT<sup>®</sup> XXI 1000 V

RZ1-K - Libre de halógenos  
0,6/1 kV

## NORMAS:

### CONSTRUCCIÓN

IEC 60502-1  
UNE 21123-4

### REACCIÓN AL FUEGO

IEC 60332-1-2  
EN 60332-1-2  
IEC 60332-3-24  
EN 60332-3-24  
IEC 60754-1  
EN 60754-1  
EN 60754-2  
IEC 60754-2  
EN 60754-2  
IEC 61034-2  
EN 61034-2



## CONSTRUCCIÓN:

### 1. CONDUCTOR

Cobre, clase 5 según IEC 60228.  
Sectoral para secciones de 50 mm<sup>2</sup> y superiores (solución Sectorflex<sup>®</sup>).

### 2. AISLAMIENTO

Polietileno reticulado, tipo XLPE según IEC 60502-1  
Identificación por color.

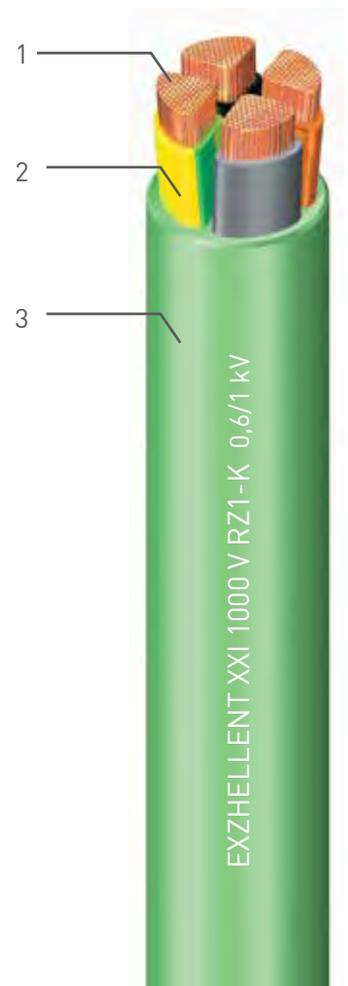
### 3. CUBIERTA EXTERIOR

Polioléfina termoplástica libre de halógenos,  
tipo ST8 según IEC 60502-1.

## APLICACIONES:

Circuitos eléctricos en locales de pública concurrencia y otras instalaciones donde exista un alto riesgo de incendio.

Temperatura máxima del conductor: +90 °C  
Temperatura mínima de trabajo: -40 °C



## CERTIFICACIONES:



## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

| Código de General Cable | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Diámetro nominal exterior (mm) | Peso nominal (kg/km) | Radio mínimo de curvatura (mm) | Intensidad máx. admisible al aire 30 °C ** (A) | Caída de tensión cos $\mu=0.8$ (V/A.km) |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|--|---|
| 1992106                 | 1x1,5                      | 5,7                            | 50                   | 25                             | 23   | 27,31                                   |
| 1992107                 | 1x2,5                      | 6,1                            | 60                   | 25                             | 32   | 16,44                                   |
| 1992108                 | 1x4                        | 6,7                            | 75                   | 30                             | 42   | 10,25                                   |
| 1992109                 | 1x6                        | 7,2                            | 100                  | 30                             | 54   | 6,870                                   |
| 1992110                 | 1x10                       | 8,2                            | 140                  | 35                             | 75   | 4,023                                   |
| 1992111                 | 1x16                       | 9,2                            | 195                  | 40                             | 100  | 2,587                                   |
| 1992112                 | 1x25                       | 10,8                           | 285                  | 45                             | 135  | 1,476                                   |
| 1992113                 | 1x35                       | 11,9                           | 380                  | 50                             | 169  | 1,073                                   |
| 1992114                 | 1x50                       | 13,5                           | 520                  | 55                             | 207  | 0,773                                   |
| 1992115                 | 1x70                       | 15,6                           | 715                  | 65                             | 268  | 0,568                                   |
| 1992116                 | 1x95                       | 17,4                           | 925                  | 70                             | 328  | 0,449                                   |
| 1992117                 | 1x120                      | 19,4                           | 1.170                | 80                             | 383  | 0,368                                   |
| 1992118                 | 1x150                      | 21,4                           | 1.445                | 90                             | 444  | 0,311                                   |
| 1992119                 | 1x185                      | 23,3                           | 1.745                | 95                             | 510  | 0,270                                   |
| 1992120                 | 1x240                      | 26,6                           | 2.300                | 135                            | 607  | 0,223                                   |
| 1992121                 | 1x300                      | 30,2                           | 2.900                | 155                            | 703  | 0,193                                   |
| 1992122                 | 1x400                      | 34,8                           | 3.940                | 175                            | 823  | 0,164                                   |
| 1992123                 | 1x500                      | 39,5                           | 5.055                | 200                            | 946  | 0,146                                   |
| 1992124                 | 1x630                      | 43,7                           | 6.585                | 220                            | 1.088  | 0,128                                   |

\* Intensidades admisibles de acuerdo con IEC 60364-5-52, tabla B.52.12, método de instalación F.

Valores nominales sujetos a variación en función de la tolerancia de fabricación.

# TOPSOLAR PV

# ZZ-F (AS)

Cables para instalaciones solares fotovoltaicas

## DISEÑO

### Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228.

### Aislamiento

Goma libre de halógenos tipo EI6.

### Cubierta

Goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.

## APLICACIONES

Cables flexibles aptos para servicios móviles y para instalación fija. Adecuados para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Cables de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Aptos para instalaciones interiores y exteriores.



## TOPSOLAR PV ZZ-F (AS)

### DIMENSIONES

| Sección (mm <sup>2</sup> ) | Diámetro (mm) | Peso (Kg/km) | Aire libre (A) | Superficie (A) | Caída tensión (V/A · km) |
|----------------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|--------------------------|
| 1 x 2,5                    | 5,6           | 52           | 41             | 33             | 23,0                     |
| 1 x 4                      | 6,1           | 68           | 55             | 44             | 14,3                     |
| 1 x 6                      | 6,7           | 89           | 70             | 57             | 9,49                     |
| 1 x 10                     | 7,8           | 136          | 98             | 79             | 5,46                     |
| 1 x 16                     | 8,8           | 193          | 132            | 107            | 3,47                     |
| 1 x 25                     | 10,8          | 294          | 176            | 142            | 2,23                     |
| 1 x 35                     | 11,9          | 390          | 218            | 176            | 1,58                     |

### CARACTERÍSTICAS

- Conductor: Flexible clase 5/6
- Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior
- Libre de halógenos
- Instalación al aire libre: permanente
- Temperatura mínima de servicio móvil: -40°C
- Marcaje: metro a metro
- Baja emisión de humos. Transmitancia luminosa >60%.
- No propagación de la llama
- Baja emisión de gases corrosivos
- No propagación del incendio
- Respetuoso con el medio ambiente

### CONDICIONES DE INSTALACIÓN

- Instalaciones solares fotovoltaicas
- Resistencia al agua: AD7 Inmersión
- Resistencia a los ataques químicos: excelente
- Resistencia a las temperaturas ambientales extremas: excelente
- Intemperie

Otros datos técnicos pueden consultarse en la especificación particular del cable.

Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

# FICHA TECNICA

## CAJA DE PROTECCION CGP-7-400/BUC

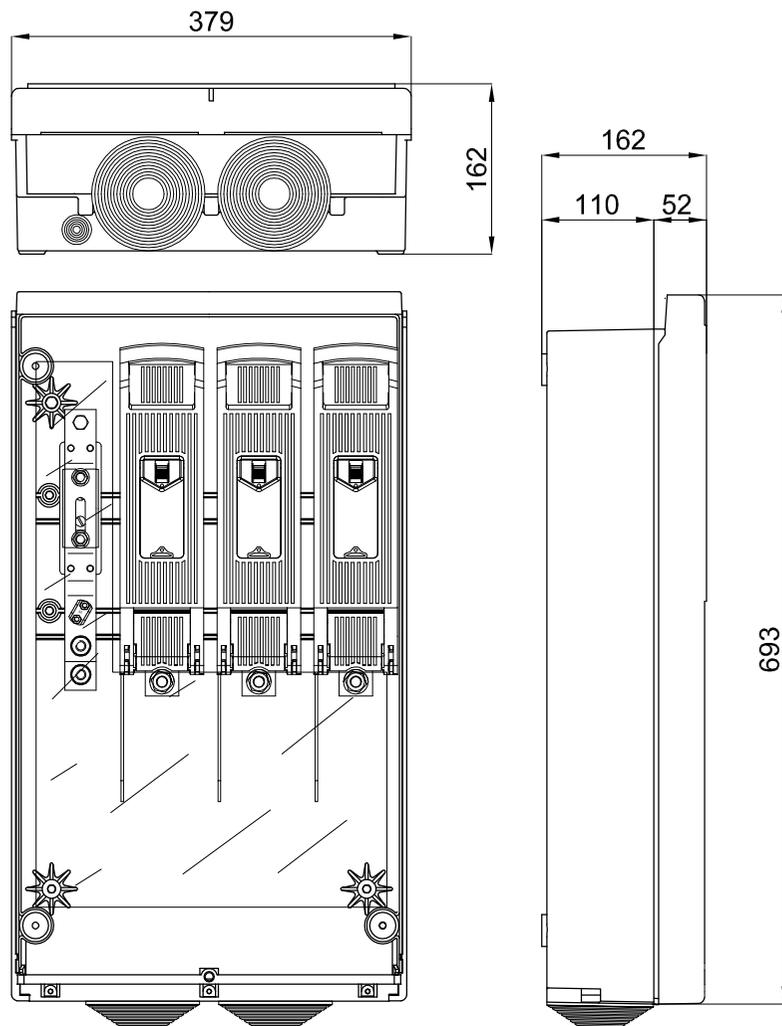
FT N°: 4834

Revisión: 01

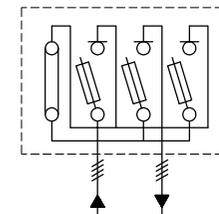
Fecha: 06.10.10

REFERENCIA CAHORS: 0446153

REFERENCIA IBERDROLA: 76500011



### ESQUEMA ELECTRICO:



### CARACTERISTICAS:

- Tensión asignada: 500V
- Intensidad asignada: 400A
- Grados de protección: IP34D, IK08
- Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-2 400A
- Neutro seccionable con borne puesta a tierra de 50mm<sup>2</sup>
- Esquema 7
- Bornes de entrada mediante tornillo Inox M10
- Bornes de salida mediante tornillo Inox M10

### NORMAS:

- |   |                |
|---|----------------|
| - UNE-EN 60439  | - UNE-EN 60947 |
| - UNE-EN 20324  | - NI 76.50.01  |
| - UNE-EN 50102  | - NI 76.01.02  |
| - REBT ITC BT13   |                |
| - DIRECTIVA  |                |

### UTILIZACION:

- Protección de la línea general de alimentación en una instalación de enlace
- Instalacion en fachada exterior de los edificios o muros de cierre
- Montaje superficial, empotrada o en nicho de acuerdo al REBT

# Iluminación Urbana con Leds



## UrbanScene BDP704

- 40 LED-HB
- Color de luz:
  - Blanco cálido (WW)
  - Blanco neutro (NW)
- Consumo eléctrico
- Controlador
- Corriente de irrupción
- 700 mA
- Controlador
- 220-240 V / 50-60 Hz
- Óptica
- Menisco para una distribución simétrica de la rotación
- Prensaestopas
- ISO20
- Materiales y acabado:
  - Carcasa: aluminio inyectado a alta presión
  - Cubierta: policarbonato
- Color
  - Carcasa (CO): Gris ultra oscuro de Philips (GR)
  - Cubierta: blanco, aprox. RAL 9003



## Instalación

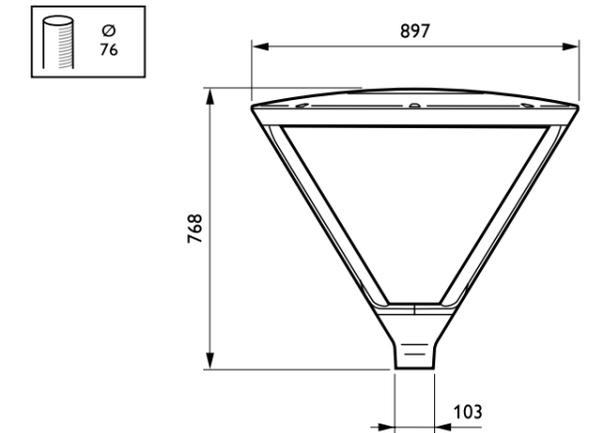
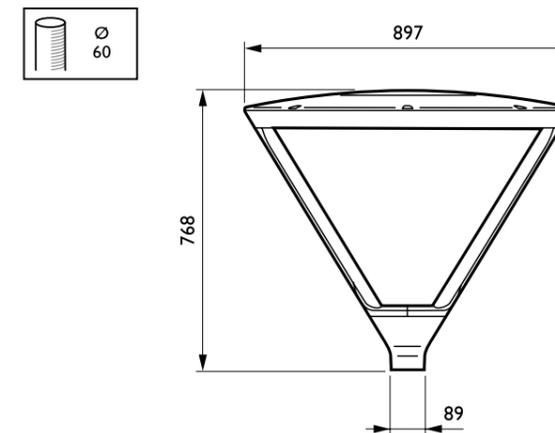
- Montaje post-top: entrada axial  $\varnothing$  60/76 mm
- Temperatura de funcionamiento:  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $< 35^{\circ}\text{C}$
- Altura de montaje recomendada: 4 a 6 m

## UrbanScene BDP704 LED

UrbanScene ofrece un diseño moderno y homogéneo, junto al ahorro energético permite obtener (gracias a la tecnología LED) una propuesta innovadora y sostenible de alumbrado urbano.

Diseñada para ser discreta, respetuosa con el ambiente nocturno y totalmente reciclable, UrbanScene cuenta con un elegante aspecto diurno que se diversifica de noche ofreciendo un alumbrado decorativo, funcional y recreativo.

[www.luz.philips.com](http://www.luz.philips.com)



# UrbanSky



BSP390 ECO116--3S/830 II DSN-C DGR C5K T

BSP390 - LED EconomyLine 11,600 lm - 3rd generation, screw fixation - 830 warm white - Safety class II - Distribution symmetrical narrow crosswise - Acrylic bowl/cover frosted - Dark gray - - - - - Cable 5.0 m without plug

UrbanSky is the first dedicated catenary luminaire to bring together state-of-the-art LED technology and innovative design. It is a prime example of how high-quality LED light and ground-breaking design can increase safety and comfort, with particular emphasis on optical guidance. Designed together with renowned agency podpoddesign, UrbanSky is a contemporary and future-proof solution that will enhance any city's identity. Its LEDGINE module offers significant energy savings, while its neutral-white light and good color rendering create a relaxed lighting mood and increase safety. Multi-layer optics provide a uniform light distribution with reduced glare, allowing direct replacement of HID solutions without compromising on spacing, mounting height or light quality. And the energy-efficient LEDGINE is delivered ready for tool-less serviceability/ upgrades, ensuring savings far into the future. UrbanSky is the first dedicated catenary luminaire to bring together state-of-the-art LED technology and innovative design. It is a prime example of how high-quality LED light and ground-breaking design can increase safety and comfort, with particular emphasis on optical guidance. Designed together with renowned agency podpoddesign, UrbanSky is a contemporary and future-proof solution that will enhance any city's identity. Its LEDGINE module offers significant energy savings, while its neutral-white light and good color rendering create a relaxed lighting mood and increase

**PHILIPS**

safety. Multi-layer optics provide a uniform light distribution with reduced glare, allowing direct replacement of HID solutions without compromising on spacing, mounting height or light quality. And the energy-efficient LEDGINE is delivered ready for tool-less serviceability/upgrades, ensuring savings far into the future.

## Product data

### • General Information

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Number of light sources       | 64 pcs                                    |
| Lamp family code              | LED EconomyLine 11,600 lm                 |
| Lamp version                  | 3rd generation, screw fixation            |
| Light source color            | 830 warm white                            |
| Driver/power unit/transformer | Power supply unit regulating              |
| Optical cover/lens type       | Acrylic bowl/cover frosted                |
| Embedded control              | -   |
| Light regulation              | -   |
| Cable                         | Cable 5.0 m without plug                  |
| Protection class IEC          | Safety class II                           |
| Parts color                   | All parts colored                         |
| Coating                       | -   |
| Glow-wire test                | Temperature 650 °C, duration 30 s         |
| CE mark                       | CE mark                                   |
| ENEC mark                     | ENEC mark                                 |
| Optic type outdoor            | Distribution symmetrical narrow crosswise |
| Photocell                     | -   |
| RoHS mark                     | -   |
| WEEE mark                     | -   |
| Product family code           | BSP390 [ BSP390]                          |

### • Operating and Electrical

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Input Voltage   | 220 to 240 V |
| Input Frequency | 50 to 60 Hz  |
| Driver current  | 571 mA       |

### • Mechanical and Housing

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| Mounting device | Mounting bracket adjustable |
|-----------------|-----------------------------|

### • Approval and Application

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Ingress protection code      | IP66 [ Dust penetration-protected, jet-proof] |
| Mech. impact protection code | IK07 [ 2 ] reinforced]                        |

### • Initial Performance (IEC Compliant)

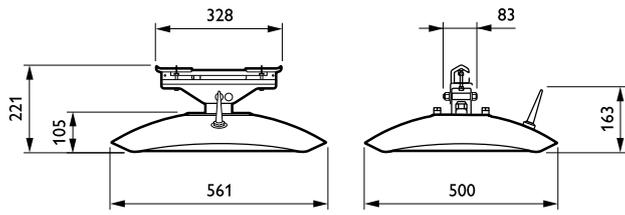
|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Init. Corr. Color Temperature | 3000 K |
| Initial input power           | 113 W  |

### • Product Data

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Full product code               | 871829141193200                          |
| Order product name              | BSP390 ECO116--3S/830 II DSN-C DGR C5K T |
| EAN/UPC - Product               | 8718291411932                            |
| Order code                      | 910505016747                             |
| Numerator - Quantity Per Pack   | 1  |
| Numerator - Packs per outer box | 1  |
| Material Nr. (12NC)             | 910505016747                             |
| Net Weight (Piece)              | 13.853 kg                                |



Dimensional drawing



© 2016 Philips Lighting Holding B.V.  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2016, May 3  
data subject to change

# SolarMax Serie MT

6MT2/8MT2/10MT2/13MT2/15MT2/13MT3/15MT3

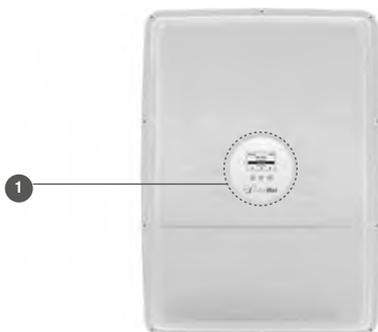
Documentación del dispositivo



 **SolarMax**<sup>®</sup>

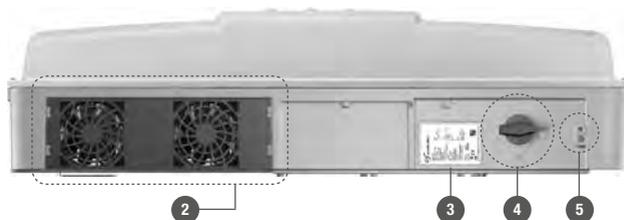
## 3.1 Vistas exteriores

### Vista frontal



- 1 Pantalla gráfica con LED de estado y tres pulsadores

### Vista lateral izquierda



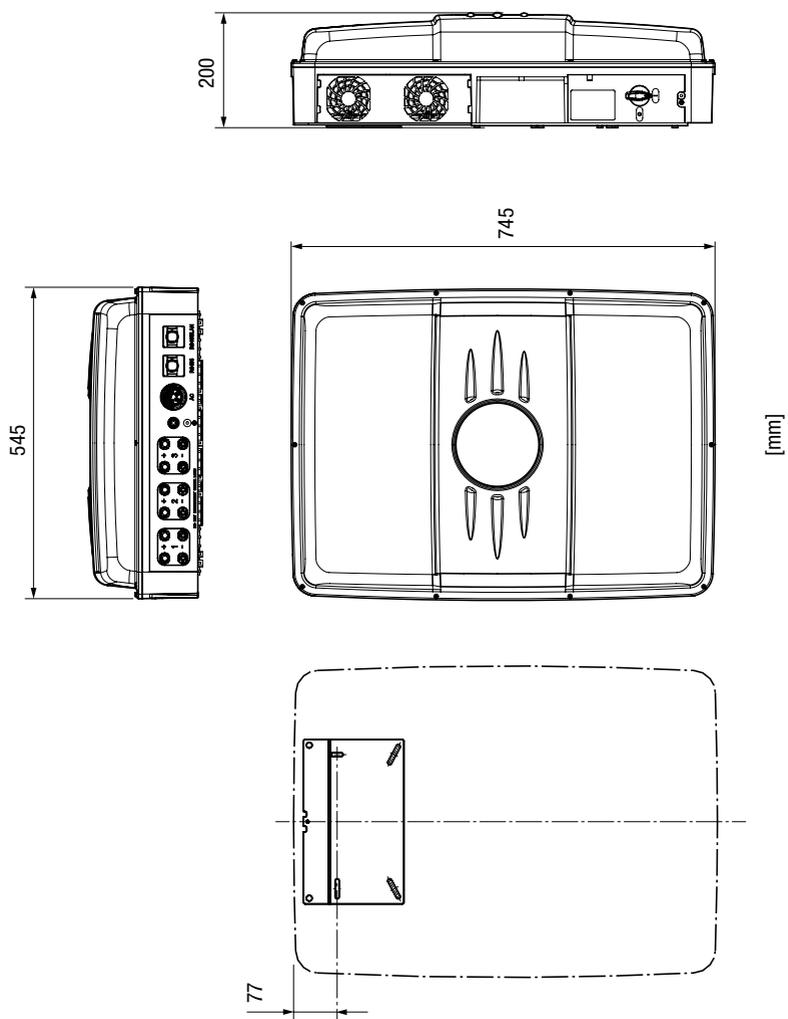
- 2 Cubierta de ventilador (entrada de aire)
- 3 Placa de características
- 4 Seccionador CC Q1
- 5 Posibilidad de conexión para conductor de protección externo

### Vista lateral derecha

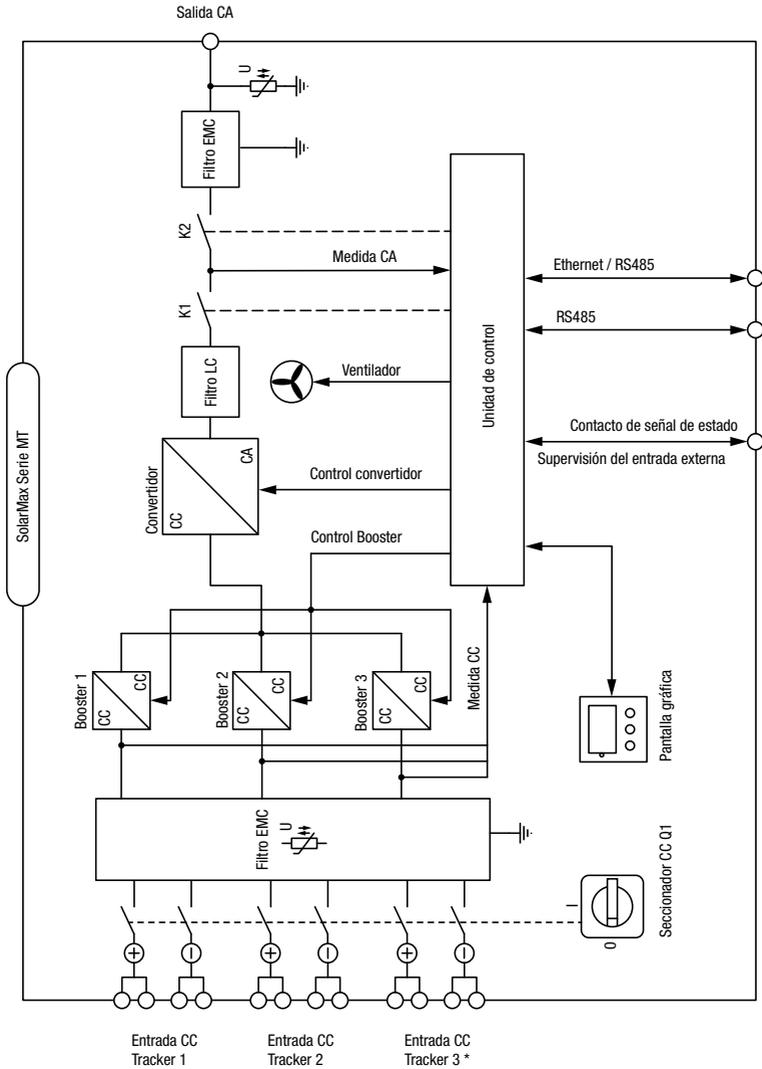


- 6 Cubierta de ventilador (salida de aire)

## 3.2 Dimensiones



### 3.3 Diagrama de bloque



\* Tracker 3 sólo en el SolarMax 13MT3 / 15MT3

## 4.4 Suministro

- Inversor
- Conector hembra de CA
- Placa de montaje para montaje mural
- Documentación del dispositivo y guía rápida
- Bolsa adjunta (material de montaje para montaje mural y conexión de toma de tierra)

## 4.5 Montaje

El inversor puede montarse fácilmente sobre una base uniforme con la placa y el material de montaje suministrados. Encontrará más información para el montaje correcto del inversor en la guía rápida suministrada.

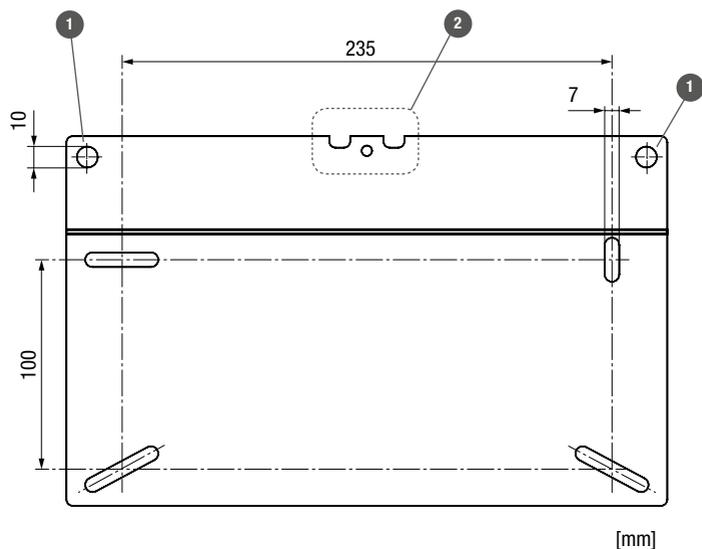
1. Taladre cuatro orificios con  $\varnothing$  8 mm y un fondo de 60 mm (Plantilla de taladros véase figura “Placa de montaje”; página 16).
2. Inserte los tacos.
3. Sujete la placa de montaje con los cuatro tornillos de 6 x 50 mm usando arandelas.
4. Cuelgue dentro del soporte el inversor con precaución desde la parte superior.



### INFO

Si el inversor está colgado fijo, puede asegurarlo de manera adicional con el pasador suministrado o un candado antepuesto (no incluido en el volumen de suministro).

## Placa de montaje



Para más dimensiones consulte el apartado 3.2.

- ① Orificios para candado antepuesto (Protección antirrobo)
- ② Huecos para el bloqueo con pasador

## 4.6 Conexión eléctrica

Los inversores de la serie MT disponen de las posibilidades de conexión siguientes:



- En el lado de CA cada fase de red (L1/L2/L3) dispone de un descargador de sobretensión respecto a tierra. Los descargadores de sobretensión cumplen con la clase de requisitos D según VDE 0675-6 o el tipo 3 según EN 61643-11.

## 4.6.2 Conexión de CA



### ATENCIÓN

- Los inversores de la serie MT deben conectarse en un punto de conexión de red que cumpla, como mínimo, con los requisitos de la categoría de sobretensión 3.

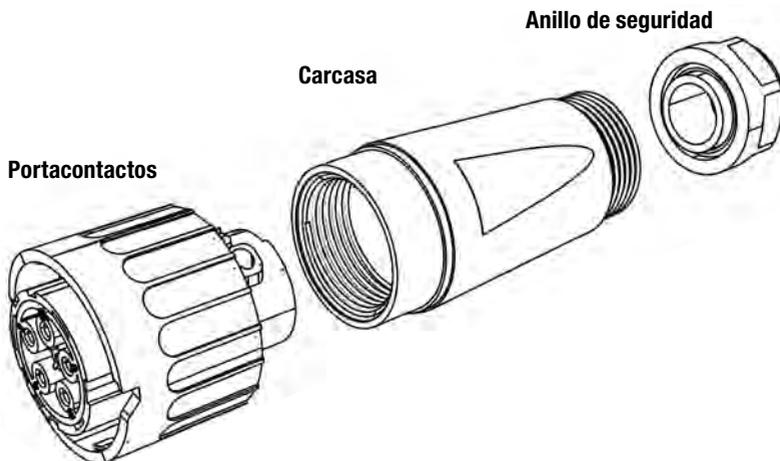
### Fusibles de red y secciones de cable

La tabla siguiente le ofrece datos informativos acerca de los fusibles de red recomendados y la sección de conductor mínima necesaria para la alimentación de CA:

|   | SM8MT2/<br>SM6MT2   | SM10MT2           | SM13MT2 /<br>SM13MT3 | SM15MT2 /<br>SM15MT3 |
|---|---------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Fusibles de red<br>(Característica C)                               | 16 A                | 20 A              | 25 A                 | 25 A                 |
| Sección de conductor<br>mínima de CA y con-<br>ductor de protección | 2.5 mm <sup>2</sup> | 4 mm <sup>2</sup> | 4 mm <sup>2</sup>    | 4 mm <sup>2</sup>    |

### Confección del conector hembra de CA

La conexión de la alimentación de CA al inversor se realiza con el conector hembra Amphenol suministrado:



- El conector hembra de CA se ha de conectar con un cable flexible según EN 60309-2 / VDE 0623.
- El diámetro de cable admisible está comprendido entre 11 y 20 mm.
- Se pueden conectar conductores flexibles con una sección de máx. 6 mm<sup>2</sup>.

### Procedimiento

1. Si el diámetro del cable es  $> 16$  mm, saque la inserción azul en el anillo de seguridad.
2. Introduzca el anillo de seguridad y la carcasa por encima del cable.
3. Preñe los terminales finales de hilo adecuados sobre los cables flexibles pelados.
4. Conecte los diferentes hilos sucesivamente a los portacontactos:
  - Fase L1 al borne de rosca con el número 1
  - Fase L2 al borne de rosca con el número 2
  - Fase L2 al borne de rosca con el número 3
  - Conductor neutro N al borne de rosca con el número 4
  - Conductor de protección PE al borne de rosca con el símbolo de toma de tierra
  - Par de apriete: 0.7 Nm
5. Verifique que cada uno de los conductores esté firmemente asentado.
6. Atornille la carcasa al portacontactos.
  - Par de apriete: 1-2 Nm
7. Atornille el anillo de seguridad a la carcasa.
  - Par de apriete: 5 Nm

La línea de alimentación de CA puede conectarse ahora al inversor girando la conexión de CA (cierre de bayoneta con saliente de encastre). Cuando se ha alcanzado la posición correcta, el conector hembra encastra en la conexión de CA. El inversor está ahora conectado fijo a la red de CA.



### PELIGRO

- Conecte el conductor de protección con el máximo cuidado posible.



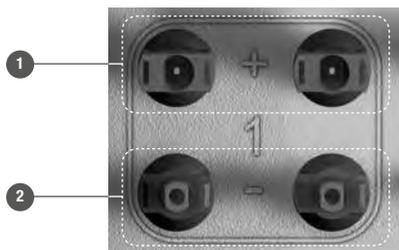
### ATENCIÓN

- En cuanto esté encajado el cierre de bayoneta, la conexión de CA sólo puede abrirse con la ayuda de una herramienta (destornillador de hoja plana tamaño 2).
- Para abrir la conexión de CA, presione con cuidado el saliente de encastre en el portacontactos hacia abajo y gire el conector hembra de CA en sentido contrario a las agujas del reloj para liberar la conexión.

### 4.6.3 Conexión CC

Los inversores poseen 2 (SolarMax 6MT2 / 8MT2 / 10MT2 / 13MT2 / 15MT2) o 3 (SolarMax 13MT3 / 15MT3) trackers MPP. Cada tracker cuenta a su vez con dos polos positivos y negativos respectivamente para la conexión de dos ramales por cada entrada de tracker. En cada uno de los inversores SM6MT2 y SM8MT2 podrá conectarse un ramal en el Tracker 2.

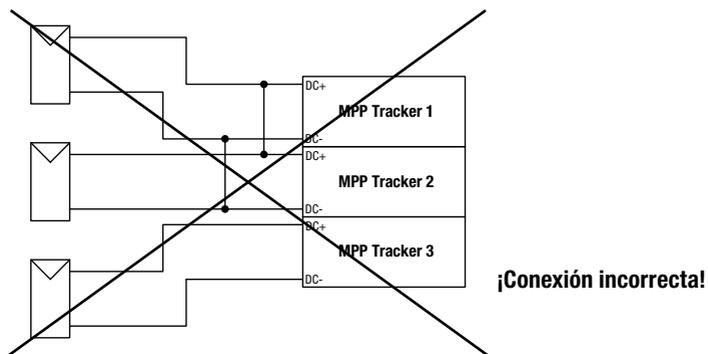
#### Vista en detalle conexiones CC



- 1 Conexiones del positivo
- 2 Conexiones del negativo

La posición de las conexiones positiva y negativa es idéntica en todas las entradas de CC (1 a 3).

Los trackers 1 a 3 trabajan con independencia entre sí y permiten de este modo la conexión simultánea de ramales con diferentes características (alineación, dimensionamiento, tipo de módulo) en un inversor común. Las conexiones positiva y negativa de los diferentes trackers no deben conectarse entre sí:



Las líneas de alimentación positiva y negativa para los trackers 1 a 3 deben tenderse separadas hasta el inversor:

# 11 Datos técnicos

|                                |  | 6MT2   | 8MT2                           | 10MT2                      |
|--------------------------------|--|--|--------------------------------|----------------------------|
| <b>Valores de entrada</b>      | Rango de tensión MPP <sup>1)</sup>                             | 340... 750 V <sup>2)</sup>   | 250... 750 V <sup>2)</sup>     | 290... 750 V <sup>2)</sup> |
|                                | Tensión CC mínima  | 250 V  | 250 V                          | 250 V                      |
|                                | Tensión CC máxima  | 900 V  | 900 V                          | 900 V                      |
|                                | Corriente CC máxima  | 1 x 9 A / 1 x 9 A  | 1 x 18 A / 1 x 9 A             | 2 x 18 A                   |
|                                | Corriente de cortocircuito CC máxima                           | 1 x 9 A / 1 x 9 A  | 1 x 18 A / 1 x 9 A             | 2 x 18 A                   |
|                                | Número de trackers MPP   | 2  | 2                              | 2                          |
|                                | Potencia máx del generador FV por cada tracker MPP             | 5000 W   | MPPT1: 9000 W<br>MPPT2: 5000 W | 9000 W                     |
|                                | Número de conexiones de strings                                | 1 x 2 / 1 x 1  | 1 x 2 / 1 x 1                  | 2 x 2                      |
|                                | Tipo de conector   | MC 4   | MC 4                           | MC 4                       |
| <b>Dimensiones de salida</b>   | Potencia nominal con $\cos\phi=1$                              | 6000 W   | 8000 W                         | 10000 W                    |
|                                | Potencia aparente máx.   | 6000 VA  | 8000 VA                        | 10000 VA                   |
|                                | Tensión nominal de red   | 3 x 400 V  | 3 x 400 V                      | 3 x 400 V                  |
|                                | Corriente CA máxima  | 3 x 12 A   | 3 x 12 A                       | 3 x 16 A                   |
|                                | Corriente de cortocircuito CA máxima                           | 42 A <sub>peak</sub>   | 42 A <sub>peak</sub>           | 42 A <sub>peak</sub>       |
|                                | Rango / Frecuencia nominal de red                              | 50 Hz / 45 Hz...55 Hz  |                                |                            |
|                                | Factor de potencia $\cos\phi$                                  | ajustable desde 0.8 inductivo hasta 0.8 capacitivo   |                                |                            |
|                                | Factor de armónicos a potencia nominal                         | < 3 %  |                                |                            |
|                                | Tipo de conexión   | Conector (ajustable)   |                                |                            |
|                                | Conexión de red  | trifásica (3 / N / PE)   |                                |                            |
|                                | Consumo de potencia nocturno                                   | 0 W  |                                |                            |
| <b>Rendimiento</b>             | Rendimiento máx.   | 98.0%  |                                |                            |
|                                | Rendimiento europeo  | 97.5%  |                                |                            |
| <b>Condiciones ambiente</b>    | Tipo de protección   | IP65   |                                |                            |
|                                | Rango de temp. ambiente (para potencia nom.)                   | -20 °C...+60 °C (-20 °C...+50 °C)  |                                |                            |
|                                | Humedad relativa del aire                                      | 0...100% (condensación)  |                                |                            |
|                                | Altura máx. sobre el nivel del mar                             | 2000 m <sup>3)</sup>   |                                |                            |
|                                | Emisión de ruido ( $\leftrightarrow$ 1.5 m)                    | 51 dB(A) Ventilator apagado / 58 dB(A) Ventilator encendido  |                                |                            |
| <b>Equipamiento</b>            | Display  | Pantalla LCD gráfica con iluminación de fondo y LED de estado  |                                |                            |
|                                | Seccionador CC   | integrado (cat. CC-21 o superior)  |                                |                            |
|                                | Topología  | Dos etapas, sin transformador  |                                |                            |
|                                | Registrador de datos   | Registrador de datos del rendimiento energético, las potencias máximas y el tiempo de servicio que abarca los últimos: 31 días, 12 meses y 10 años |                                |                            |
|                                | Control de corriente de falta                                  | interno, sensible a todo tipo de corriente   |                                |                            |
|                                | Carcasa  | Aluminio   |                                |                            |
| Descargador de sobretensión CC | Clase de requisitos C (VDE 0675-6) o bien tipo 2 (EN 61643-11) |  |                                |                            |

|                                |   | 6MT2  | 8MT2  | 10MT2 |
|--------------------------------|---|---|-------|-------|
| <b>Equipamiento</b>            | Descargador de sobretensión CA                                    | Clase de requisitos D (VDE 0675-6) o bien tipo 3 (EN 61643-11)  |       |       |
| <b>Normas &amp; directivas</b> | CEM   | EN 61000-3-2 / EN 61000-3-3 / EN 61000-3-11 / EN 61000-3-12 / EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3   |       |       |
|                                | Conexión de red <sup>2)</sup>                                     | VDE-AR-N 4105 / VDE 0126-1-1 A1:2012 / BDEW Directiva MS / CEI 0-21 / CEI 0-16 / RD 661 / RD 1699 / G59/3 / G83/2 / PPC Guide / C10/11 / EN 50438 / AS 4777 |       |       |
|                                | Seguridad de aparatos   | IEC / EN 62109-1/-2   |       |       |
| <b>Interfaces</b>              | Comunicación de datos   | RS485 / Ethernet  |       |       |
|                                | Contacto de señal de estado                                       | Conector M12 con relé de estado abierto o cerrado   |       |       |
|                                | Conexión de monitorización externa de red                         | Conector M12  |       |       |
| <b>Peso &amp; Dimensiones</b>  | Peso  | 39 kg   | 39 kg | 39 kg |
|                                | Dimensiones en mm (A x A x F)                                     | 550 x 750 x 200   |       |       |
| <b>Garantía</b>                | Estándar 5 años / posibilidad de ampliarla a 10, 15, 20 o 25 años |   |       |       |

1) para potencia nominal CA  
2) máx. 700 V en la limitación de la potencia externa  
3) contacte con nosotros en caso de que el lugar de montaje esté situado a mayor altura  
4) Certificados disponibles en función de los modelos. Más detalles en [www.solarmax.com](http://www.solarmax.com)

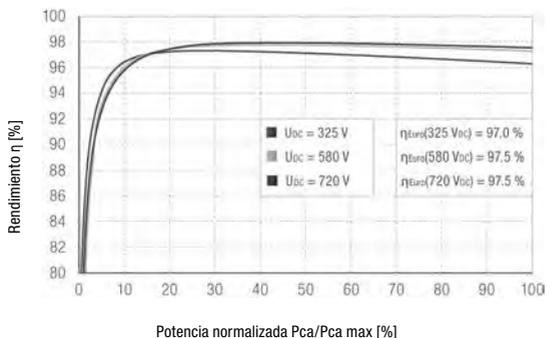
|                              |  | 13MT2  | 15MT2                      | 13MT3                      | 15MT3                      |
|------------------------------|--|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Valores de entrada</b>    | Rango de tensión MPP <sup>1)</sup>                 | 370... 750 V <sup>2)</sup>                         | 430... 750 V <sup>2)</sup> | 280... 750 V <sup>2)</sup> | 320... 750 V <sup>2)</sup> |
|                              | Tensión CC mínima                                  | 250 V  | 250 V                      | 250 V                      | 250 V                      |
|                              | Tensión CC máxima                                  | 900 V  | 900 V                      | 900 V                      | 900 V                      |
|                              | Corriente CC máxima                                | 2 x 18 A   | 2 x 18 A                   | 3 x 16 A                   | 3 x 16 A                   |
|                              | Corriente de cortocircuito CC máxima               | 2 x 18 A   | 2 x 18 A                   | 3 x 16 A                   | 3 x 16 A                   |
|                              | Número de trackers MPP                             | 2  | 2                          | 3                          | 3                          |
|                              | Potencia máx del generador FV por cada tracker MPP | 9000 W   | 9000 W                     | 9000 W                     | 9000 W                     |
|                              | Número de conexiones de strings                    | 2 x 2  | 2 x 2                      | 3 x 2                      | 3 x 2                      |
| Tipo de conector             | MC 4   | MC 4   | MC 4                       | MC 4                       |                            |
| <b>Dimensiones de salida</b> | Potencia nominal con cosφ=1                        | 13000 W  | 15000 W                    | 13000 W                    | 15000 W                    |
|                              | Potencia aparente máx.                             | 13000 VA   | 15000 VA                   | 13000 VA                   | 15000 VA                   |
|                              | Tensión nominal de red                             | 3 x 400 V  | 3 x 400 V                  | 3 x 400 V                  | 3 x 400 V                  |
|                              | Corriente CA máxima                                | 3 x 20 A   | 3 x 22 A                   | 3 x 20 A                   | 3 x 22 A                   |
|                              | Corriente de cortocircuito CA máxima               | 42 A <sub>peak</sub>                               | 42 A <sub>peak</sub>       | 42 A <sub>peak</sub>       | 42 A <sub>peak</sub>       |
|                              | Rango / Frecuencia nominal de red                  | 50 Hz / 45 Hz... 55 Hz                             |                            |                            |                            |
|                              | Factor de potencia cosφ                            | ajustable desde 0.8 inductivo hasta 0.8 capacitivo |                            |                            |                            |
|                              | Factor de armónicos a potencia nominal             | < 3%   |                            |                            |                            |
|                              | Tipo de conexión                                   | Conector (ajustable)                               |                            |                            |                            |
|                              | Conexión de red                                    | trifásica (3 / N / PE)                             |                            |                            |                            |
|                              | Consumo de potencia nocturno                       | 0 W  |                            |                            |                            |

|   |   | 13MT2   | 15MT2 | 13MT3 | 15MT3 |
|---|---|---|-------|-------|-------|
| <b>Rendimiento</b>  | Rendimiento máx.  | 98.0%   |       |       |       |
|   | Rendimiento europeo   | 97.5%   |       |       |       |
| <b>Condiciones ambiente</b>   | Tipo de protección  | IP65  |       |       |       |
|   | Rango de temp. ambiente (para potencia nom.)                      | -20 °C...+60 °C (-20 °C...+50 °C)   |       |       |       |
|   | Humedad relativa del aire   | 0...100% (condensación)   |       |       |       |
|   | Altura máx. sobre el nivel del mar                                | 2000 m <sup>3)</sup>  |       |       |       |
|   | Emisión de ruido (↔ 1.5 m)  | 51 dB(A) Ventilator apagado / 58 dB(A) Ventilator encendido   |       |       |       |
| <b>Equipamiento</b>   | Display   | Pantalla LCD gráfica con iluminación de fondo y LED de estado   |       |       |       |
|   | Seccionador CC  | integrado (cat. CC-21 o superior)   |       |       |       |
|   | Topología   | Dos etapas, sin transformador   |       |       |       |
|   | Registrador de datos  | Registrador de datos del rendimiento energético, las potencias máximas y el tiempo de servicio que abarca los últimos: 31 días, 12 meses y 10 años          |       |       |       |
|   | Control de corriente de falta                                     | interno, sensible a todo tipo de corriente  |       |       |       |
|   | Carcasa   | Aluminio  |       |       |       |
|   | Descargador de sobretensión CC                                    | Clase de requisitos C (VDE 0675-6) o bien tipo 2 (EN 61643-11)  |       |       |       |
|   | Descargador de sobretensión CA                                    | Clase de requisitos D (VDE 0675-6) o bien tipo 3 (EN 61643-11)  |       |       |       |
| <b>Normas &amp; directivas</b>  | CEM   | EN 61000-3-2 / EN 61000-3-3 / EN 61000-3-11 / EN 61000-3-12 / EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3   |       |       |       |
|   | Conexión de red <sup>2)</sup>                                     | VDE-AR-N 4105 / VDE 0126-1-1 A1:2012 / BDEW Directiva MS / CEI 0-21 / CEI 0-16 / RD 661 / RD 1699 / G59/3 / G83/2 / PPC Guide / C10/11 / EN 50438 / AS 4777 |       |       |       |
|   | Seguridad de aparatos   | IEC / EN 62109-1/-2   |       |       |       |
| <b>Interfaces</b>   | Comunicación de datos   | RS485 / Ethernet  |       |       |       |
|   | Contacto de señal de estado                                       | Conector M12 con relé de estado abierto o cerrado   |       |       |       |
|   | Conexión de monitorización externa de red                         | Conector M12  |       |       |       |
| <b>Peso &amp; Dimensiones</b>   | Peso  | 39 kg   | 39 kg | 42 kg | 42 kg |
|   | Dimensiones en mm (A x A x F)                                     | 550 x 750 x 200   |       |       |       |
| <b>Garantía</b>   | Estándar 5 años / posibilidad de ampliarla a 10, 15, 20 o 25 años |   |       |       |       |
| <p>1) para potencia nominal CA<br/> 2) máx. 700 V en la limitación de la potencia externa<br/> 3) contacte con nosotros en caso de que el lugar de montaje esté situado a mayor altura<br/> 4) Certificados disponibles en función de los modelos. Más detalles en <a href="http://www.solarmax.com">www.solarmax.com</a></p> |   |   |       |       |       |

## 11.1 Ajustes específicos por país

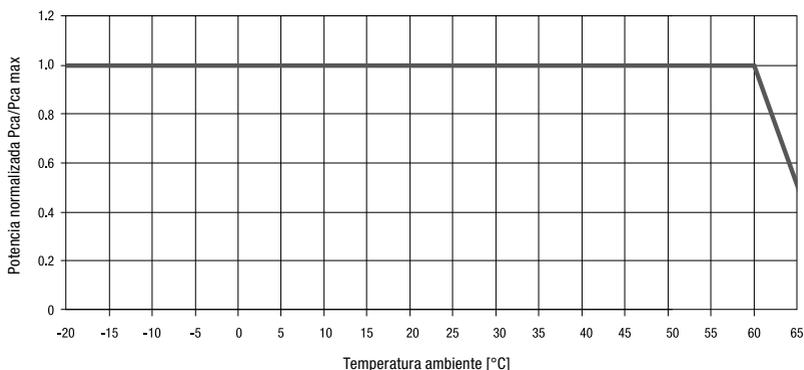
Los parámetros de fábrica específicos por país se pueden consultar en la información técnica “Parámetros específicos por país - Ajuste fábrica”. Puede descargarse este documento de nuestra página web [www.solarmax.com/es/descargas/inversores-string/serie-mt](http://www.solarmax.com/es/descargas/inversores-string/serie-mt).

## 11.2 Curva de rendimiento SolarMax 15MT3



## 11.3 Reducción de potencia dependiente de la temperatura (Power Derating)

SM6MT2 / SM8MT2 / SM10MT2



### BENEFITS

#### Highest Efficiency

SunPower™ Solar Panels are the most efficient photovoltaic panels on the market today.

#### More Power

Our panels produce more power in the same amount of space—up to 50% more than conventional designs and 100% more than thin film solar panels.

#### Reduced Installation Cost

More power per panel means fewer panels per install. This saves both time and money.

#### Reliable and Robust Design

Proven materials, tempered front glass, and a sturdy anodised frame allow panel to operate reliably in multiple mounting configurations.



The SunPower™ 300 Solar Panel provides today's highest efficiency and performance. Utilising 96 SunPower all back-contact solar cells, the SunPower 300 delivers a total panel conversion efficiency of 18.4%. The 300 panel's reduced voltage-temperature coefficient and exceptional low-light performance attributes provide outstanding energy delivery per peak power watt.

#### SunPower's High Efficiency Advantage - Up to Twice the Power

|                             | Thin Film | Conventional | SunPower |
|-----------------------------|-----------|--------------|----------|
| Peak Watts / Panel          | 65        | 215          | 300      |
| Efficiency                  | 9.0%      | 12.8%        | 18.4%    |
| Peak Watts / m <sup>2</sup> | 90        | 128          | 184      |



SPR-300-WHT-I

#### About SunPower

SunPower designs, manufactures and delivers high-performance solar electric technology worldwide. Our high-efficiency solar cells generate up to 50% more power than conventional solar cells. Our high-performance solar panels, roof tiles and trackers deliver significantly more energy than competing systems.



### Electrical Data

Measured at Standard Test Conditions (STC): Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, AM 1.5, and cell temperature 25° C

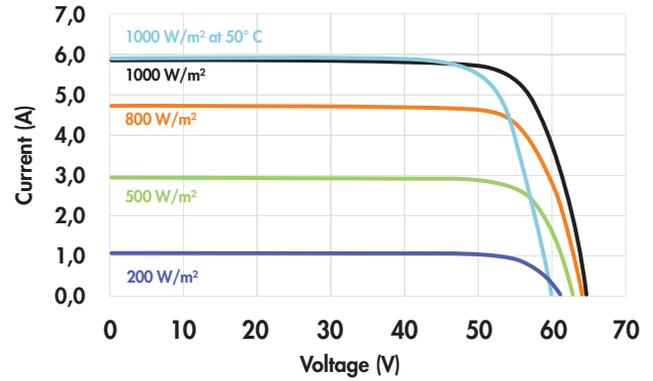
|                                      |                            |               |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------|
| Nominal Power (+5/-3%)               | P <sub>nom</sub>           | 300 W         |
| Rated Voltage                        | V <sub>mpp</sub>           | 54.7 V        |
| Rated Current                        | I <sub>mpp</sub>           | 5.49 A        |
| Open Current                         | V <sub>oc</sub>            | 64.0 V        |
| Short Circuit Current                | I <sub>sc</sub>            | 5.87 A        |
| Maximum System Voltage               | IEC                        | 1000 V        |
| Temperature Coefficients             |                            |               |
|                                      | Power                      | -0.38% / K    |
|                                      | Voltage (V <sub>oc</sub> ) | -176.6mV / K  |
|                                      | Current (I <sub>sc</sub> ) | 3.5mA / K     |
| NOCT                                 |                            | 45° C +/-2° C |
| Series Fuse Rating                   |                            | 15 A          |
| Limiting Reverse Current (3-strings) | I <sub>r</sub>             | 14.7 A        |

### Electrical Data

Measured at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT): Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, AM 1.5

|                       |                  |        |
|-----------------------|------------------|--------|
| Nominal Power         | P <sub>nom</sub> | 242 W  |
| Rated Voltage         | V <sub>mpp</sub> | 55.2 V |
| Rated Current         | I <sub>mpp</sub> | 4.39 A |
| Open Circuit Voltage  | V <sub>oc</sub>  | 64.3 V |
| Short Circuit Current | I <sub>sc</sub>  | 4.71 A |

### I-V Curve



Current/voltage characteristics with dependence on irradiance and module temperature.

### Tested Operating Conditions

|                   |  |
|-------------------|--|
| Temperature       | -40° C to +85° C   |
| Max load          | 245 kg / m <sup>2</sup> (2400 Pa) front and back - e.g. wind |
| Impact Resistance | Hail – 25 mm at 23 m/s                                       |

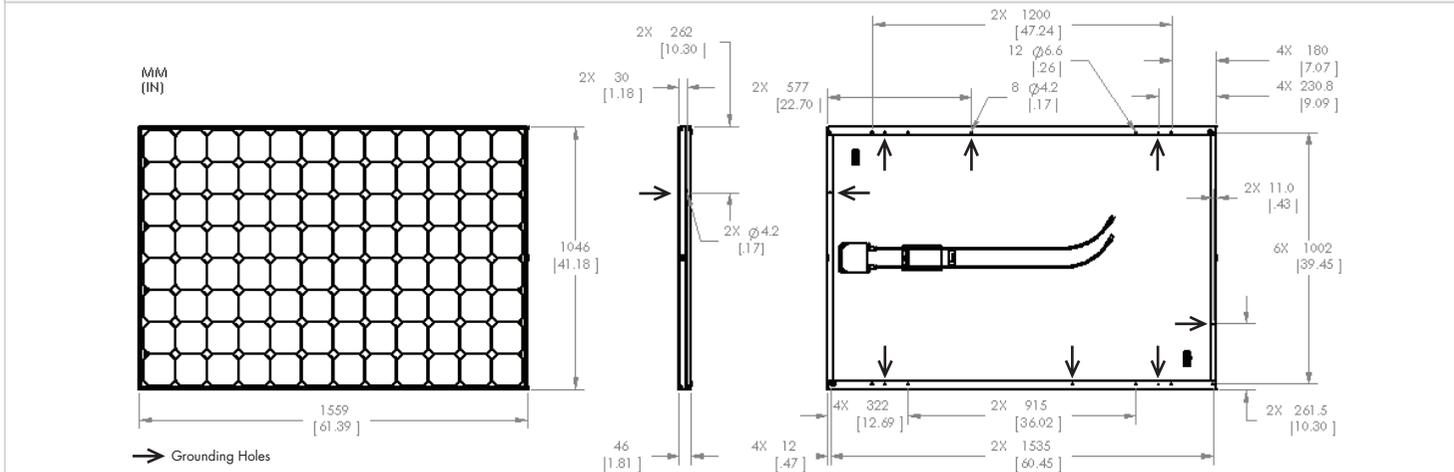
### Warranties and Certifications

|                |  |
|----------------|--|
| Warranties     | 25 year limited power warranty<br>10 year limited product warranty |
| Certifications | IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)                                  |

### Mechanical Data

|              |   |               |  |
|--------------|---|---------------|--|
| Solar Cells  | 96 SunPower all-back contact monocrystalline            | Output Cables | 1000mm length cables / MultiContact (MC4) connectors |
| Front Glass  | high transmission tempered glass                        | Frame         | Anodised aluminium alloy type 6063                   |
| Junction Box | IP-65 rated with 3 bypass diodes<br>32 x 155 x 128 (mm) | Weight        | 18.6 kg  |

### Dimensions



**CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.**  
Visit [sunpowercorp.com](http://sunpowercorp.com) for details

1800 SUNPOWER  
sunpowercorp.com  
Australia: sunpowercorp.com.au  
Document #001.45625 Rev\*A / A4\_EN

SUNPOWER and the SUNPOWER logo are trademarks or registered trademarks of SunPower Corporation.  
© March 2009 SunPower Corporation. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

# CIRWATT B 410D

Contador trifásico estándar con conexión directa



## Descripción

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

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

## Aplicación

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

## Características

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

\* Consultar otras configuraciones

# CIRWATT B 410D

Contador trifásico estándar con conexión directa



## Características

### Interfaz de comunicación óptico

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| Tipo      | Serie; bi-direccional               |
| Hardware  | IEC 62056-21                        |
| Protocolo | REE, basado en <b>IEC 870-5-102</b> |

### Detector de intrusismo

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

### Características mecánicas

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Conexión                   | Asimétrica       |
| Dimensiones externas       | <b>DIN 43857</b> |
| Características envoltorio | <b>DIN 43859</b> |
| Grado IP (IEC 60529)       | IP 51            |

### PLC

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

### Programación tarifas

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

### Curva de carga

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

### Eventos

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

### Cierres de facturación

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

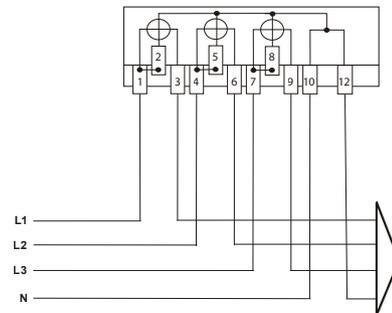
## Otras características

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

\* Consultar otras configuraciones

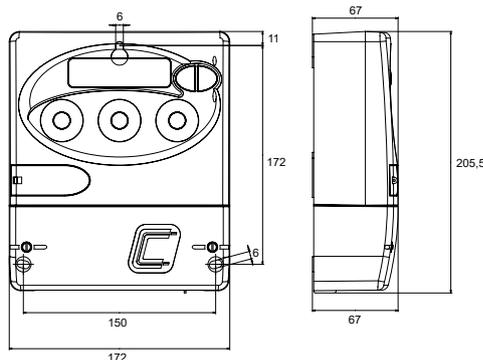
## Conexiones

### CIRWATT B 410D con conexión directa

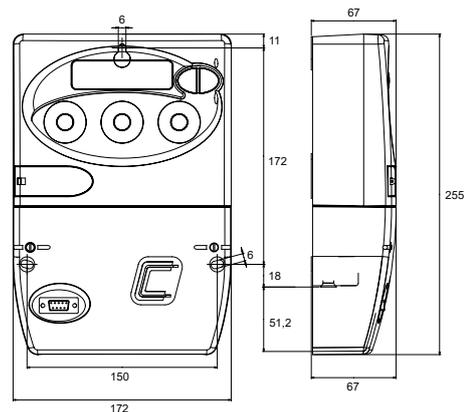


## Dimensiones

### Opción con cubrebornes



### Opción con cubrehilos



# CIRWATT B 410D

Contador trifásico estándar con conexión directa



## Referencias

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

# CDP

## Controlador dinámico de potencia



### Descripción

El **CDP-0** es un controlador dinámico de potencia por desplazamiento del punto de trabajo del campo solar, que permite regular el nivel de generación de un inversor en una instalación fotovoltaica, en función del consumo del usuario. El **CDP-0** tiene por objetivo ajustar el nivel de producción de energía de uno o varios inversores en una instalación fotovoltaica al consumo del usuario. De esta forma, se consigue eliminar la inyección de potencia a la red en aquellas regiones en las que no está permitido.

La principal ventaja del **CDP-0** es que al incorporar *drivers* de las principales marcas de inversores\*, la regulación de la producción fotovoltaica se puede hacer de forma muy precisa, a diferencia de otros métodos más antiguos donde el control se hace por relés y por tanto solo se pueden ajustar unos pocos valores de potencia.

En instalaciones monofásicas, el **CDP-0** permite monitorizar y registrar el consumo de energía del usuario, la producción de energía fotovoltaica y el consumo (o inyección) de la red eléctrica. En instalaciones trifásicas, el **CDP-0** permite monitorizar y registrar el consumo de energía del usuario y mediante un analizador de redes externo, monitorizar y registrar la producción de energía fotovoltaica y el consumo (o inyección) de la red eléctrica.

Algunas de las principales características del **CDP-0** son:

- Gestionar las principales marcas de inversores\* y varios inversores por instalación
- Monitorización vía web (Smartphone, Tablet o PC)
- *Datalogger* y descarga de fichero .csv con datos históricos de consumos vía web
- Múltiples opciones de regulación vía web
- Pantalla con información de consumo, producción FV y consumo de red
- Posibilidad de utilización de analizadores de redes para aumentar información
- Doble protección contra inyección a red
- Comunicaciones Modbus/TCP para integración en SCADA

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

### Aplicaciones

- Instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo sin inyección a red
- Instalaciones fotovoltaicas con sistema de monitorización
- Instalaciones fotovoltaicas con regulación de la inyección a red
- Sistema remoto de monitorización y registro de balance energético (con o sin inyección a red)

### Características técnicas

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

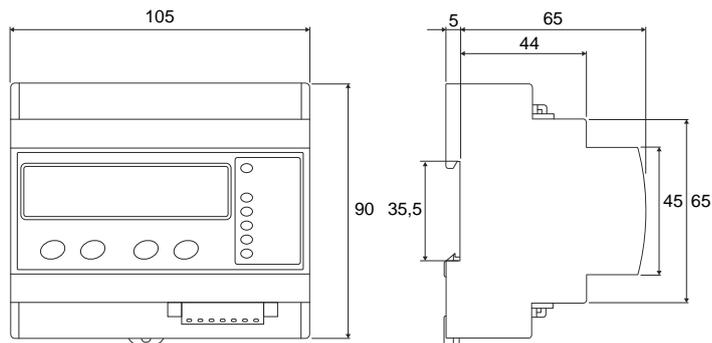
# CDP

## Controlador dinámico de potencia

### Referencias

| Tipo  | Código | Descripción                                      |
|-------|--------|--|
| CDP-0 | E51001 | Controlador Dinámico de Potencia, Inyección Cero |

### Dimensiones



### Visualización Web

**CIRCUTOR Energy**

1120 W 14%

**1115 W**

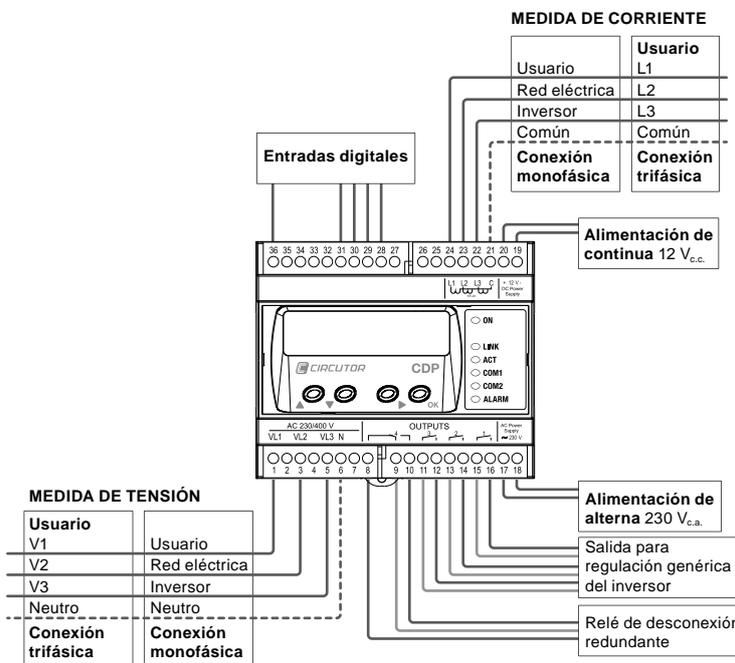
1184 W

69 W

De 20/05/2013: A 20/05/2013

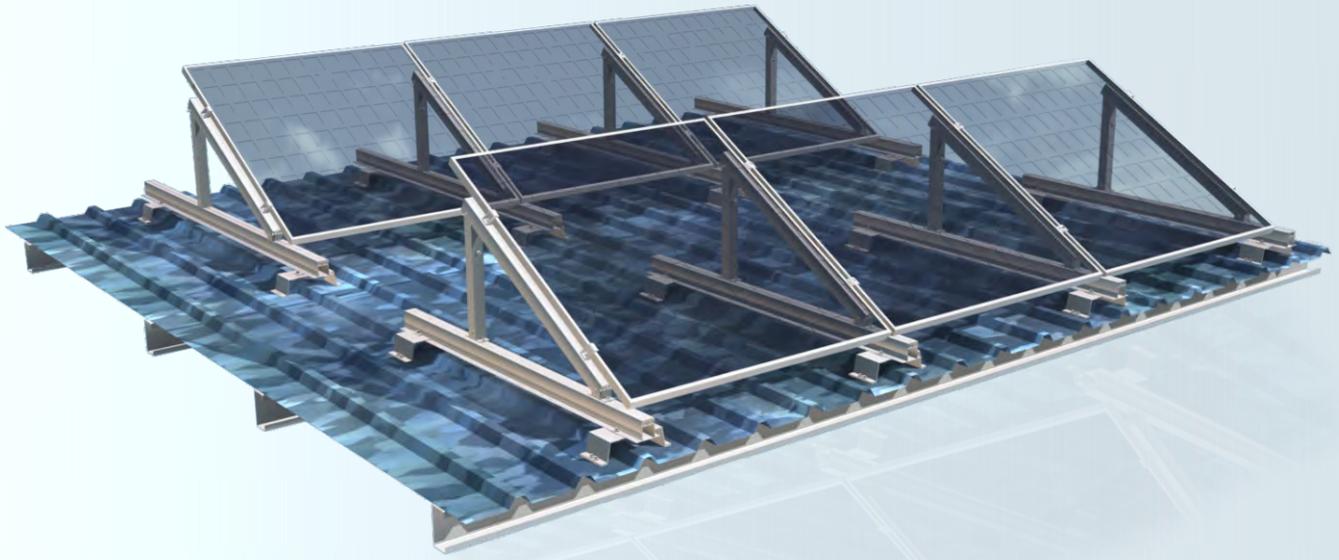
Bajar Registro

### Conexiones



# ESTRUCTURA SS-N1-AL

## Estructura sobreelevada.



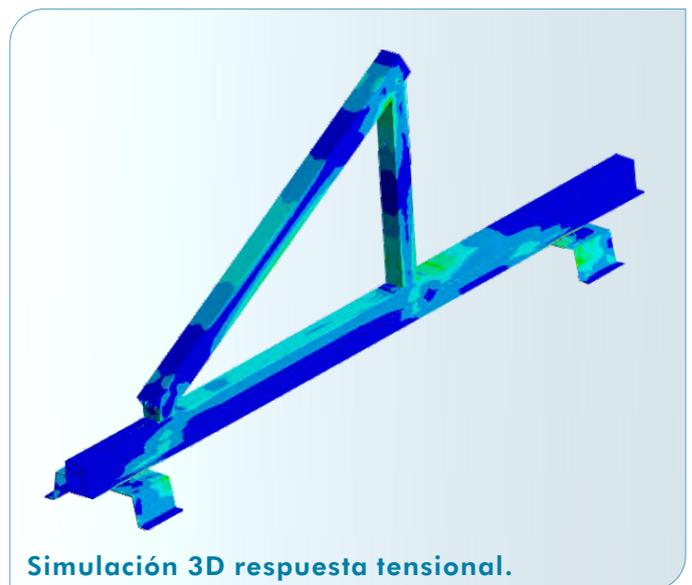
Estructura desarrollada para la fijación de módulos solares sobre cualquier tipo de tejado, y para cualquier tipo de módulo, teniendo éstos la inclinación y la orientación deseada por el cliente.

Fabricada en aluminio 6060 T6, la estructura SS-N1-AL sale de nuestras instalaciones lista para montar, sin necesidad de cortar o taladrar en obra, simplificando los tiempos de montaje de forma notable.

Con la distribución de los perfiles inferiores de la estructura, y con la disposición de bastidores en cada extremo de los módulos, se consigue una distribución óptima de las cargas. Esto permite minimizar los esfuerzos mecánicos a los que se ve sometida la cubierta, en comparación con las estructuras convencionales.



Vista lateral de la estructura.



Simulación 3D respuesta tensional.

# Soportes de fijación a cubierta

Gracias a la gran variedad de soportes para el anclaje, Soportes Solares ofrece soluciones estructurales a todo tipo de cubiertas; garantizando una total impermeabilidad del tejado, ya sea anclándose sobre correas metálicas, de hormigón o madera, así como a la propia chapa del tejado.



**Soporte-S3**  
Indicado para chapa grecada.  
Regulable en giro y altura.



**Soporte-S4**  
Indicado para correas de hormigón y tejas. Regulable en giro y altura.



**Soporte-S5**  
Indicado para chapa ondulada.  
Regulable en giro y altura.



**Soporte-S6**  
Indicado para correas de metal o madera, y para cubiertas tipo sandwich. Regulable en giro y altura.

Gran variedad de soportes adaptables a todo tipo de cubiertas.

Garantizada la impermeabilidad.

Soportes S3, S4, S5 y S6 regulables para el correcto alineado de los módulos.



**Soporte-S8**  
Indicado para chapa grecada u ondulada.

Las grapas de Soportes Solares garantizan una perfecta fijación del módulo a la estructura, aún bajo las condiciones climáticas más adversas, gracias a su diseño exclusivo, y a su proceso de fabricación mediante inyección.



**Grapa G6**  
Unión intermedia de paneles.



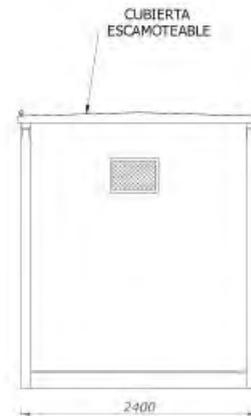
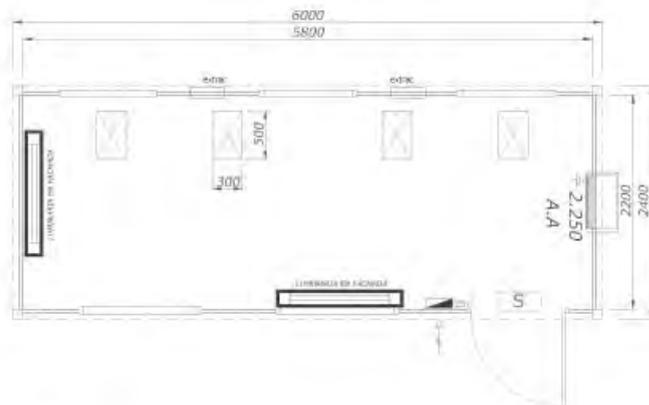
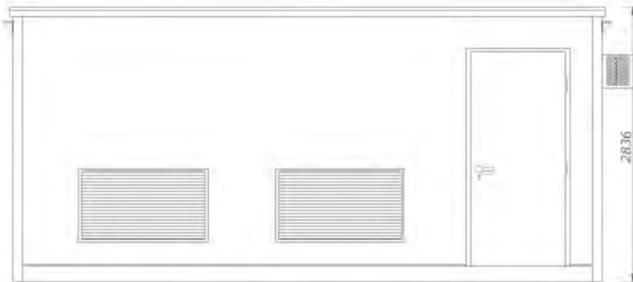
**Grapa G7**  
Sujeción del panel al perfil.



**Grapa LM**  
Sujeción creada para módulos sin marco.



**SOPORTES SOLARES**  
S.L.



proyecto  
**CMT SOLAR 6000**

plano: **PLANTA Y ALZADOS**      escala: **1/50**

| revisión | fecha |
|----------|-------|
| R.05     |       |
| R.04     |       |
| R.03     |       |
| R.02     |       |
| R.01     |       |

proyectista: **J.Z.I.**      fecha:

|                |                 |             |
|----------------|-----------------|-------------|
| interruptor    | 2x36 w          | A/A ventana |
| T.C. 16 A      | 2x36 w estancia | A/A split   |
| 2 RJ45+4TC 16A | plafon 75w      | convector   |

| ALT EXT/AJIL | ANCH | REF |
|--------------|------|-----|
| 2,55 m.      |      |     |

COLOR

**BLANCO PIRINEO**

BASE

SUELO

**FENÓLICO / HORMIGÓN**

FACHADAS

SEPARACIONES

**Panel 40 BP/ M1**

REMATERIA

**PVC SAPELLY**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| V 2 | REJILLAS 1250x600mm. + FILTRO PARTÍCULAS | CM |
| 3   | REJILLAS 1000x600mm. + FILTRO PARTÍCULAS | CM |

|     |                               |    |
|-----|-------------------------------|----|
| P 1 | EXTERIOR ( Libre 880x3230mm.) | IT |
|-----|-------------------------------|----|

VARIOS

REFRIGERACIÓN FORZADA OPCIONAL

VENTILACIÓN FORZADA OPCIONAL

ILUMINACIÓN EMERGENCIA OPCIONAL

# RVE-QPC

## Equipo de recarga rápida exterior Combo & CHADEMO



### Descripción

Punto de recarga rápida para vehículos eléctricos Combo2, CHAdEMO y 63 A<sub>a.c.</sub>

Las estaciones de recarga Ultra-rápida de **CIRCUTOR**, pueden cargar los vehículos eléctricos en pocos minutos (15 ~ 30 min.) en función de la capacidad de las baterías y de su nivel de descarga. El equipo dispone de las comunicaciones (Ethernet, 3G ...) que permiten permanente la conexión con las estaciones de control remoto y poder registrar todos los datos de carga y controlar en tiempo real. Asimismo, el equipo puede ser controlado de forma remota y ser gestionado de forma sencilla y eficiente.

### Aplicaciones

Estaciones de servicio, parkings exteriores en grandes superficies, empresas de alquiler de vehículos, etc.

### Características técnicas

|                                      |   |  |                   |                        |
|--------------------------------------|---|--|-------------------|------------------------|
| <b>Entrada CA</b>                    | Suministro eléctrico CA   | 3F + N + Tierra                            |                   |                        |
|                                      | Voltaje CA  | 400 Vc.a. ±5%                              |                   |                        |
|                                      | Corriente nominal de entrada  | 143 A (control límite por software)        |                   |                        |
|                                      | Potencia aparente requerida   | 103 kVA                                    |                   |                        |
|                                      | Factor de potencia  | > 0,96                                     |                   |                        |
|                                      | Eficiencia  | 95% potencia de salida nominal             |                   |                        |
|                                      | Frecuencia  | 50 / 60 Hz                                 |                   |                        |
|                                      | <b>Salidas</b>  |  | CA                | CC                     |
| Sistema de recarga                   |   | Modo 3                                     | Modo 4<br>Chademo | Modo 4<br>combo<br>CCS |
| Tipo Conector                        |   | Tipo 2                                     | JEVS G105         | Combo 2                |
| Longitud del cable (m)               |   | 5  | 3                 |                        |
| Corriente máxima de salida (A)       |   | 63 Ac.a.                                   | 125 Ac.c.         |                        |
| Potencia máxima de salida (kW)       |   | 43   | 50                |                        |
| Rango de voltaje de salida           |   | 400 Vc.a.<br>(3F + N + Tierra)             | 50 - 500 Vc.c.    |                        |
| <b>Protecciones electricas</b>       | Protección en exceso de corriente   | Interruptor automático MCB                 |                   |                        |
|                                      | Protección de seguridad   | RCD 30mA Tipo A                            |                   |                        |
| <b>General</b>                       | Cumplimiento certificado  | CHAdEMO / CE rev.0.9 / COMBO 2             |                   |                        |
|                                      | Protocolo de integración  | OCPP / XML                                 |                   |                        |
|                                      | Indicación del estado del cargador  | LED de tres colores (verde – azul – rojo)  |                   |                        |
|                                      | Nivel sonoro en funcionamiento  | < 55 dBA                                   |                   |                        |
|                                      | Display   | 8" HMI                                     |                   |                        |
|                                      | Sistema RFID  | <b>ISO / IEC 14443A</b>                    |                   |                        |
|                                      | Sistema de refrigeración  | Ventiladores integrados                    |                   |                        |
|                                      | Sistema de aislamiento  | Transformador aislamiento alta frecuencia  |                   |                        |
|                                      | Filtros armónicos   | < 13% THD                                  |                   |                        |
|                                      | Temperatura de funcionamiento   | -10...+45 °C (Sistema calentador incluido) |                   |                        |
|                                      | Humedad en funcionamiento   | 30...90% sin condensación                  |                   |                        |
| <b>Características constructivas</b> | Material del envolvente   | Acero Zincado & Acero inoxidable           |                   |                        |
|                                      | Grado de protección   | IP 54                                      |                   |                        |
|                                      | Grado de protección mecánica  | IK 10                                      |                   |                        |
|                                      | Dimensiones   | 654 (730) x 783 (826) x 2007 mm            |                   |                        |
|                                      | Peso  | 445 Kg                                     |                   |                        |
| <b>Normas</b>                        | <b>IEC- 61851-23, IEC61851-24, IEC 61851-1, IEC 62196-2 , IEC-62196-3 IEC 61000</b> |  |                   |                        |

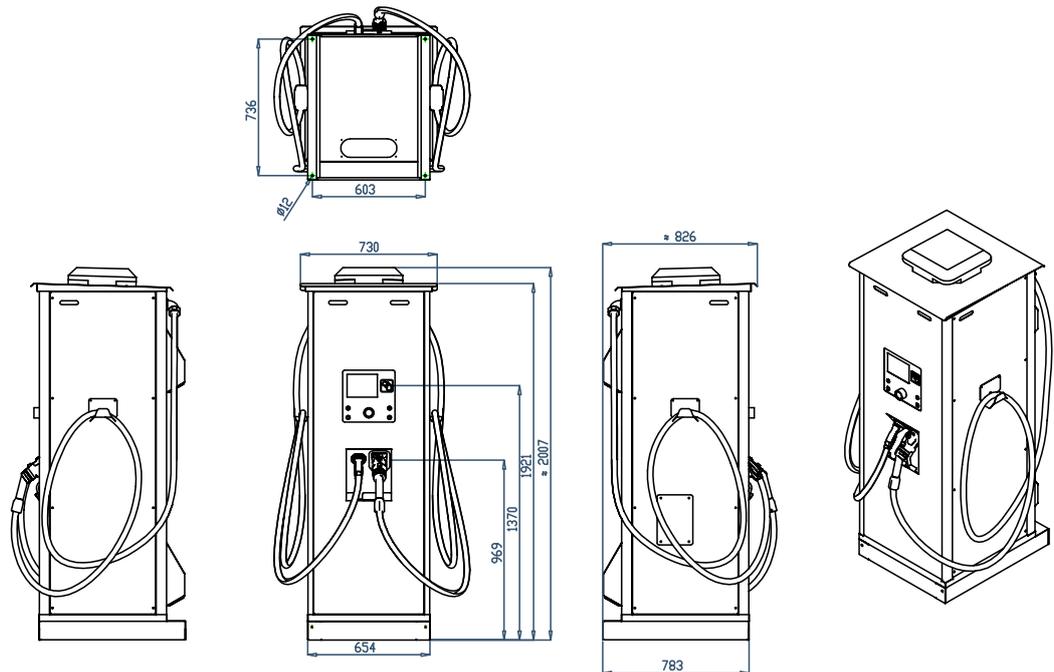
# RVE-QPC

## Equipo de recarga rápida exterior Combo & CHADEMO

### Referencias

| Tipo                | Código | Puntos recarga | Salidas   | Conectores                             |
|---------------------|--------|----------------|---|--|
| RVE-QPC-CH-CCS      | V15155 | 2              | 50 kW (Combo-2, Modo 4)<br>50 kW (CHAdEMO, Modo 4)                              | Combo-2<br>CHAdEMO-JEVS G105           |
| RVE-QPC-CH-CCS-AC63 | V15160 | 3              | 50 kW (Combo-2, Modo 4)<br>50 kW (CHAdEMO, Modo 4)<br>43 kW (máx. 63 A, Modo 3) | Combo-2<br>CHAdEMO-JEVS G105<br>Tipo 2 |

### Dimensiones



# RVE-P-Modo 1/3

## Postes de recarga semi-rápida exterior



### Descripción

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

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

### Aplicación

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

### Características

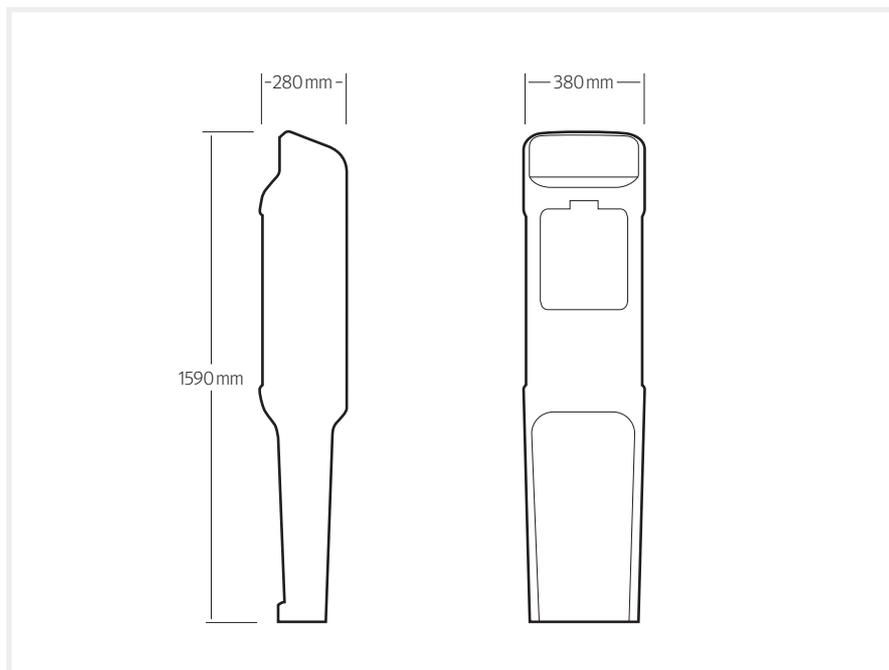
| Características  |  |
|--|--|
|  | Envolvente de poliuretano anti-vandálica   |
|  | Sistema modular y escalable  |
|  | Compacto de reducidas dimensiones  |
|  | Comunicaciones integradas (Ethernet y RS-485 integradas, comunicaciones 3G opcionales) |
|  | Medida de energía integrada  |
|  | Protección diferencial con reconexión automática                                       |
|  | Sistema de protección frente a intento de hurto de energía                             |
|  | Diseño estético elegante   |
|  | Recarga Inteligente  |
|  | Seguridad eléctrica  |
|  | Indicación luminosa estado de carga  |
|  | Conexión a <i>software</i> de control SCADA  |
|  | Control y monitorización de la unidad de forma remota                                  |
|  | Integración con software de terceros (OCCP, XML, etc)                                  |
| Características técnicas comunes   |  |
| Tensión de entrada   | 230 V <sub>c.a.</sub> / 400 V <sub>c.a.</sub> (según tipo)                             |
| Tolerancia   | ± 10 %   |
| Frecuencia de entrada  | 50 ... 60 Hz   |
| Tensión de salida  | 230 V <sub>c.a.</sub> / 400 V <sub>c.a.</sub> (según tipo)                             |
| Corriente máxima de salida   | 16 A / 32 A según toma   |
| Medida de corriente  | Contador integrado   |
| Diferencial  | Reconectable automáticamente   |
| Lector RFID  | <b>ISO 14443A</b>  |
| Frecuencia de trabajo RFID   | 13,56 MHz  |
| Temperatura ambiente   | -20 ... + 50 °C  |
| Características mecánicas  |  |
| Envolvente   | Pintura de poliéster gris RAL 9006 con recubrimiento antigraffiti                      |
| Grado de protección mecánica   | IK10   |
| Grado de protección  | IP 54  |
| Anclaje  | Plantilla de fijación al suelo con 4 pernos  |
| Normas   |  |
| <b>EN 61851-1 : 2001 parte1, IEC 61000, IEC 60364-4-41, IEC 61008-1, IEC 60884-1 , IEC 60529, IEC 61010, UNE-EN55011, ISO 14443A</b> |  |

## RVE-P-Modo 1/3

### Postes de recarga lenta exterior



#### Dimensiones RVE



#### Referencias

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

# BP-15-16-17\C

## LETREROS PARA PARKINGS



CE

El letrero luminoso **BP-15\C** tiene un diseño compacto exclusivo con pintura final de poliéster para intemperie.

Los letreros indicativos **BP-16-17\C** tienen un diseño compacto exclusivo con pintura final de poliéster para intemperie.

## COMPUESTO POR:

- Rótulo luminoso a doble cara de entrada, con P de parking.
- Señal libre-completo indicada con LEDs de alta luminosidad especiales para intemperie, el estado libre se indicará en color verde y el estado completo en rojo.
- Construido con carcasa metálica y puertas laterales para reposición de tubos fluorescentes y acceso al control.
- Carátulas de metacrilato transparente de 5 mm. de grueso, con vinilo en color verde y rotulados con texto en blanco.
- Anclaje realizado por mediación de un soporte a pared o bien mediante poste redondo para fijarlo al suelo, de 100 mm. de diámetro, con una altura total del letrero de 4500 mm y con base adecuada de anclaje al pavimento.



## FUNCIONALIDADES:

- Funcionamiento de estados libre-completo automático, controlado por software o bien mediante accionamiento manual desde programa de gestión.

## COMPUESTO POR:

- Rótulos indicativos para la entrada y salida del parking.
- Montaje realizado en las propias máquinas
- Construidos en plancha metálica a una o dos caras pintadas al fuego con pintura Ral-6018, con textos y dibujos en blanco o en color gris plata.



BP-16\C



BP-17\C

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BP-15\C

|  |  |
|--|--|
| Alimentación                           | 220 V 50-60 Hz (+-10 %), con toma de tierra  |
| Consumo en reposo (leds libre)         | 24 W   |
| Consumo en reposo (leds completo)      | 36 W   |
| Consumo máximo (todo encendido)        | 146 W  |
| Comunicación pulso eléctrico           | 12 V DC  |
| Encendido fluorescentes                | Célula crepuscular (detector oscuridad)  |
| Temperatura de trabajo                 | -25°C a +60 °C   |
| Humedad ambiental                      | 10 / 90% HR sin condensación   |
| Carcasa                                | Galvanizada, protegida con tratamiento de fosfato amorfo y pasivado (especie de zincado). Pintura final de poliéster, cofrado Ral-6018 / color verde |
| Altura del poste                       | 4.500 mm   |
| Grueso letrero                         | 170mm  |
| Diámetro letrero                       | 870 mm   |
| Diámetro poste                         | 100 mm   |
| Peso del letrero                       | 42,55 Kg   |
| Peso del poste de 3m                   | 29,25 Kg   |
| Peso bancada empotrar                  | 10,68 Kg   |
| Peso total (letrero + poste + bancada) | 82,48 Kg   |

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BP-16\C

|                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Diámetro letrero               | 480 mm          |
| Diámetro poste y largada poste | 40 mm / 1000 mm |
| Peso total                     | 2,40 Kgs        |

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BP-17\C

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Anchura letrero          | 505 mm          |
| Altura letrero           | 355 mm          |
| Diámetro y largada poste | 40 mm / 1000 mm |
| Peso total               | 2,40 Kgs        |

# BP-100\C

## EXPENDEDOR DE TICKETS Y LECTOR ABONADOS



CE

El modelo **BP-100\C** es una máquina expendedora de tickets magnéticos en banda magnética central. Incluye las más modernas tecnologías existentes en el mercado para ofrecerle una solución robusta y compacta para el control de las entradas en los aparcamientos. **0% tickets ilegibles.**

## COMPUESTO POR:

- Placa electrónica Mod.BP-125 con PC industrial de última generación totalmente modulable, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos.
- Lector/grabador motorizado con dos sistemas de lectura y grabación en una única ranura, uno para tickets de rotación y tarjetas magnéticas de plástico (propietarios, abonados, ficha, etc...) basado en banda magnética central, en cuatro posiciones. El otro para tarjetas visas, en banda magnética lateral, con una posición. (Substituible opcionalmente por tickets en código de barras en 2 ó 4 posiciones).
- Lector/grabador de tarjetas integrado en la máquina, con tecnología de proximidad Mifare o bien con tecnología manos libres usando emisor colocado en el parabrisas del vehículo (opcional).
- Pantalla a color de información de usuario de 7", con texto multi idioma y dibujos dinámicos.
- Sistema de lectura de matrículas integrado en el software de gestión, con comprobación en la salida, guardando fotos del frontal del vehículo en B/N en base de datos y pudiéndose potenciar con la video grabación en color del perímetro del coche. (opcional)
- Sistema de interfonía analógica, interfonía IP digital, o sistema en tiempo real de video conferencia, para la comunicación entre el conductor del vehículo y el operario del aparcamiento. (opcional)
- Sistema de calefacción y ventilación interior, regulado por termómetro digital y software propio.



## FUNCIONALIDADES:

- Impresión en el ticket de rotación de los siguientes datos: día, mes, año, hora, minutos y segundos, matrícula del coche, así como el número de cada ticket emitido y el nombre de la vía de entrada.
- Comprobación de la grabación en los tickets, emitiendo un segundo ticket si el primero es defectuoso
- Emisión de tickets presionando botón manual, o de forma automática al llegar un vehículo.
- Control de maniobras de rotación incorrectas, enviando anulación del ticket al servidor para evitar fraudes.
- Control y validación de tarjetas de abonados, tiempo completo, tiempo parcial, residentes, zonas restringidas, tarjetas maestras, tarjetas monedero, límite horario, etc. Control antipassback.
- Funcionamiento de la maquinaria en red (conexión Ethernet) o mediante modo autónomo.
- Potente sistema de calendarios horarios totalmente configurables para aperturas y cierres de puertas automáticas, control de accesos, etc...
- Sistema diseñado modularmente, tanto a nivel hardware como software, para poderse ajustar perfectamente a las diferentes necesidades de cada aparcamiento.

## PANTALLAS



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Alimentación                | 220 V 50-60 Hz (+-10 %), con toma de tierra   |
| Consumo en reposo           | 69 W  |
| Consumo máximo (en trabajo) | 138 W   |
| Consumo máximo calefacción  | 250 W   |
| Display                     | TFT 7" de resolución 800x480, medidas 155 x 93 mm   |
| Unidad central de control   | Mod. Bp-125 con PC industrial de última generación, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos del aparcamiento                    |
| Señales digitales I/O       | Óptoisoladas  |
| Comunicación                | Ethernet 10/100 Mbit, protocolo TCP/IP (manguera apantallada Cat. 6 Ftp hasta 100 m, fibra óptica a partir de estos metros)                                   |
| Temperatura de trabajo      | -25°C a +75°C / con calefactor y extractor aire caliente  |
| Humedad ambiental           | 10 / 90% HR sin condensación  |
| Carga de tickets            | Deposito en zig-zag con control de nivel, capacidad para 5.000 tickets  |
| Carcasa                     | Galvanizada, protegida con tratamiento de fosfato amorfo y pasivado (especie de zincado). Pintura final de poliéster, cofrado Ral-6018 y 9006 / verde y plata |
| Interiores                  | Aluminio plata  |
| Altura                      | 1.250 mm  |
| Diámetro cuerpo             | 470 mm  |
| Diámetro pie                | 350 mm  |
| Peso                        | 65,36 Kg  |

# BP-200\C

LECTOR DE TICKETS Y TARJETAS DE ABONADOS



El modelo **BP-200\C** es una máquina lectora de tickets magnéticos en banda magnética central y tarjetas de abonados. Incluye las más modernas tecnologías existentes en el mercado para ofrecerle una solución robusta y compacta para el control de las salidas o zonas de los aparcamientos. **0% tickets ilegibles.**

## COMPUESTO POR:

- Placa electrónica Mod.BP-125 con PC industrial de última generación totalmente modulable, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos.
- Lector/grabador motorizado con dos sistemas de lectura y grabación en una única ranura, uno para tickets de rotación y tarjetas magnéticas de plástico (propietarios, abonados, ficha, etc...) basado en banda magnética central, en cuatro posiciones. El otro para tarjetas visas, en banda magnética lateral, con una posición. (Substituíble opcionalmente por tickets en código de barras en 2 ó 4 posiciones).
- Lector/grabador de tarjetas integrado en la máquina, con tecnología de proximidad Mifare o bien con tecnología manos libres usando emisor colocado en el parabrisas del vehículo (opcional).
- Pantalla a color de información de usuario de 7", con texto multi idioma y dibujos dinámicos.
- Sistema de lectura de matrículas integrado en el software de gestión, con comprobación en la salida, guardando fotos del frontal del vehículo en B/N en base de datos y pudiéndose potenciar con la video grabación en color del perímetro del coche. (opcional)
- Sistema de interfonía analógica, interfonía IP digital, o sistema en tiempo real de video conferencia, para la comunicación entre el conductor del vehículo y el operario del aparcamiento. (opcional)
- Sistema de calefacción y ventilación interior, regulado por termómetro digital y software propio.



## FUNCIONALIDADES:

- Control de maniobras de rotación incorrectas. Abre la barrera de salida si la maniobra es correcta, borrando y anulando los tickets para evitar ser reutilizados por una segunda vez, almacenándolos en un depósito interior.
- Control y validación de tarjetas de abonados, tiempo completo, tiempo parcial, residentes, zonas restringidas, tarjetas maestras, tarjetas monedero, limite horario, etc. Control antipassback.
- Funcionamiento de la maquinaria en red (conexión Ethernet) o mediante modo autónomo.
- Potente sistema de calendarios horarios totalmente configurables para aperturas y cierres de puertas automáticas, control de accesos, etc...
- Sistema diseñado modularmente, tanto a nivel hardware como software, para poderse ajustar perfectamente a las diferentes necesidades de cada aparcamiento.

## PANTALLAS



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Alimentación                | 220 V 50-60 Hz (+-10 %), con toma de tierra   |
| Consumo en reposo           | 69 W  |
| Consumo máximo (en trabajo) | 100 W   |
| Consumo máximo calefacción  | 250 W   |
| Display                     | TFT 7" de resolución 800x480, medidas 155 x 93 mm   |
| Unidad central de control   | Mod. Bp-125 con PC industrial de última generación, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos del aparcamiento                    |
| Señales digitales I/O       | Optoaisladas  |
| Comunicación                | Ethernet 10/100 Mbit, protocolo TCP/IP (manguera apantallada Cat. 6 Ftp hasta 100 m, fibra óptica a partir de estos metros)                                   |
| Temperatura de trabajo      | -25°C a +75°C / con calefactor y extractor aire caliente  |
| Humedad ambiental           | 10 / 90% HR sin condensación  |
| Carcasa                     | Galvanizada, protegida con tratamiento de fosfato amorfo y pasivado (especie de zincado). Pintura final de poliéster, cofrado Ral-6018 y 9006 / verde y plata |
| Interiores                  | Aluminio plata  |
| Altura                      | 1.250 mm  |
| Diámetro cuerpo             | 355 mm  |
| Diámetro pie                | 250 mm  |
| Peso                        | 50,42 Kg  |

# BP-300\C

## BARRERA AUTOMÁTICA PARKING



Mod. **Bp-300\C** es una barrera de aparcamiento con cierre automático para el control de paso de los vehículos.

## COMPUESTO POR:

- Placa electrónica Mod.BP-126 con microcontrolador de última generación.
- Motorreductor sellado y auto lubricado de máxima calidad, trifásico de 0,37 cv.
- Brazo redondo de aluminio lacado en blanco con segmentos en verde. Longitud máxima de 3 metros.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) con autonomía aprox. de 100 maniobras. (opcional)



## FUNCIONALIDADES:

- Diseño compacto exclusivo con pintura final de poliéster para intemperie.
- Transmisión de movimientos con ejes apropiados y muelles de contrapesado del brazo de la barrera tanto en la subida como en bajada.
- Tiempo de apertura y cierre en 1 segundo regulable con recorrido del brazo a 90°.
- Funcionamiento intensivo de hasta 18.000 maniobras en 24 horas.
- Control del motor a través de variador de frecuencia, proporcionando una maniobra de control totalmente regulable en los arranques y frenadas de paro del brazo, evitando las vibraciones del mismo y el exceso de fatiga sobre el motor, aumentando su vida útil.
- Comunicación Ethernet TCP/IP.
- Alarmas standard, detección de barrera abierta o cerrada, aperturas manuales, extracción del brazo de la barrera, puerta del mueble de barrera abierta, etc.
- Apertura manual barrera (en casos de corte de luz) con manivela interna o con SAI opcional.
- Protección del vehículo mientras pasa con la barrera abierta, debido al detector y al campo magnético (detector integrado en barrera, campo magnético instalado en el pavimento).
- Cierre automático de barrera una vez pasado el vehículo, a través de la señal del detector y campo magnético.

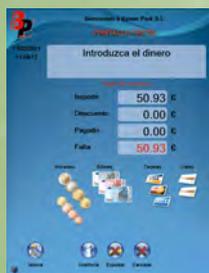


## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Alimentación                | 220 V 50-60 Hz (+-10 %), con toma de tierra<br>SAI: Sistema alimentación ininterrumpida (opcional)  |
| Consumo en reposo           | 33,5 W (0,145 Amp)  |
| Consumo máximo en trabajo   | 575 W (2,5 Amp)   |
| Consumo máximo calefacción  |   |
| Control maniobras motor     | Variador de velocidad y control de potencia del motor   |
| Velocidad apertura / cierre | < 1 segundo regulable   |
| Unidad central de control   | Mod. Bp-126 con microcontrolador industrial de última generación  |
| Señales digitales I/O       | Optoaisladas  |
| Comunicación                | Ethernet 10/100 Mbit, protocolo TCP/IP (manguera apantallada Cat. 6 Ftp hasta 100 m, fibra óptica a partir de estos metros)                                   |
| Temperatura de trabajo      | -20°C a +60°C   |
| Humedad ambiental           | 10 / 90% HR sin condensación  |
| Carcasa                     | Galvanizada, protegida con tratamiento de fosfato amorfo y pasivado (especie de zincado). Pintura final de poliéster, cofrado Ral-6018 y 9006 / verde y plata |
| Interiores                  | Aluminio plata  |
| Altura                      | 1.190 mm  |
| Diámetro cuerpo             | 245 mm  |
| Altura centro brazo         | 800 mm  |
| Peso                        | 61,83 Kg  |
| Peso brazo recto            | Brazo recto aluminio de 3m: 3,35 Kg   |
| Peso brazo articulado       | Brazo articulado aluminio 3 m: 5,47 Kg  |

# BP-500 \ C

## CAJERO AUTOMÁTICO DE PARKING



Integración de la recarga del coche eléctrico en el parking, cobrando la estancia del vehículo y la carga en el mismo ticket de entrada. (opcional)

## COMPUESTO POR:

- Placa electrónica Mod.BP-125 con PC industrial de última generación totalmente modulable, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos.
- Lector/grabador motorizado con dos sistemas de lectura y grabación en una única ranura, uno para tickets de rotación y tarjetas magnéticas de plástico (propietarios, abonados, ficha, etc...) basado en banda magnética central, en cuatro posiciones. El otro para tarjetas visas, en banda magnética lateral, con una posición. (Substituible opcionalmente por tickets en código de barras en 2 ó 4 posiciones).
- **Lector motorizado de banda magnética y Chip para tarjetas de crédito on-Line, con teclado Pin Pad, para sistema nuevo de visas EMV, Visas MasterCard y EuroCar. (opcional)**
- Lector grabador de proximidad, cobro mensual de todo tipo de abonados, cobro de excesos abonados, recarga tarjetas monedero etc. (Opcional).
- Lector de billetes nueva generación, aceptación de todos los billetes (7 billetes) de Euro en todas las posiciones (4 posiciones), depósito de almacenaje de 1000 billetes.
- **Devolución de 3 tipos de billetes y reciclaje automático de los mismos, controlados por los 3 cassettes integrados en el billettero, manteniendo el cambio deseado por el explotador del parking. (opcional)**
- Monedero electrónico con tecnología CC-Talk, con aceptación de hasta 16 monedas. Monedas aceptadas de Euro: 0,01€ / 0,02€ / 0,05€ / 0,10€ / 0,20€ / 0,50€ / 1€ / 2€.
- **Depósitos electrónicos con tecnología CC-Talk, 8 depósitos (hoppers) de gran capacidad de monedas con devolución de cambio, con auto reciclaje y rellenado de monedas automáticas, manteniendo el cambio deseado por el explotador del parking (dando el cambio al céntimo evitando así los redondeos a la baja, obligados por la ley, no perdiendo nada de recaudación).**
- Cofre de gran capacidad de almacén de monedas sobrantes de la recaudación con cerradura y bombillo de seguridad.
- Pantalla a color TFT de 15" para información de usuario con pantalla táctil de vidrio antivandálico, resolución 768x1024.
- Impresora térmica rápida de comprobantes de pago.
- Sistema de interfonía analógica, interfonía IP digital, o sistema en tiempo real de video conferencia, para la comunicación entre el cliente y el operario del aparcamiento. (opcional)
- Sistema de calefacción y ventilación interior, regulado por termómetro digital y software propio.
- Sistema de alimentación ininterrumpida a través de SAI.
- Licencia Microsoft Windows Embedded



## FUNCIONALIDADES:

- Lectura de banda magnética para tarjetas de crédito Off-Line, por la misma ranura que los tickets.
- Posibilidad de mostrar publicidad en la pantalla del cajero. (opcional)
- Todos los botones necesarios de información al usuario como: interfonía de ayuda, comprobante de pago, anulación de pago, idiomas, etc, incorporados en TFT táctil (**multiidioma**).
- Aceptación de vales de descuento de todo tipo. Posibilidad de dar duplicado de ticket perdido o de la entrada. (opcional)
- Sistema de alarmas varias: puerta abierta, retirada de cofres de monedas y billetes, papel de recibos agotado, dispositivos desconectados etc.
- Emisión de comprobante muy completo al realizar la recaudación del cajero, con el detalle de todas las maniobras efectuadas por el cajero.
- **Software completo de control del cajero: tarifas a cobrar con calendarios, horarios y periodos, cambio disponible en cada depósito de devolución monedas, cambio a reponer o a sacar de cada depósito (hopper), total de monedas existentes en cajón de recaudación, recaudación total en monedas, recaudación total en billetes, recaudación total en tarjetas de crédito, suma total de recaudación etc.**
- Tarifas totalmente configurables por franjas horarias, posibilidad de poner horarios discontinuos con precios diferentes.
- Todos los movimientos monetarios del cajero son controlados en tiempo real, por comunicación ethernet, desde el programa de gestión del PC servidor del parking.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

|  |   |
|--|---|
| Alimentación   | 220 V 50-60 Hz (+-10 %), con toma de tierra. SAI: Sistema alimentación ininterrumpida   |
| Consumo en Reposo / Máx. en trabajo / Máx. calefacción | 150 W / 210 W / 250 W   |
| Display  | TFT 15" de resolución 768x1024  |
| Unidad central de control                              | Mod. Bp-125 con PC industrial de última generación, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos del aparcamiento                    |
| Señales digitales I/O                                  | Optoaisladas  |
| Comunicación   | Ethernet 10/100 Mbit, protocolo TCP/IP (manguera apantallada Cat. 6 Ftp hasta 100 m, fibra óptica a partir de estos metros)                                   |
| Comunicación periféricos                               | Puertos serie RS-232, USB   |
| Temperatura de trabajo                                 | -25°C a +75°C / con calefactor y extractor aire caliente  |
| Humedad ambiental                                      | 10 / 90% HR sin condensación  |
| Carga de tickets                                       | Deposito en zig-zag con control de nivel, capacidad para 5.000 tickets  |
| Carcasa  | Galvanizada, protegida con tratamiento de fosfato amorfo y pasivado (especie de zincado). Pintura final de poliéster, cofrado Ral-6018 y 9006 / verde y plata |
| Interiores   | Aluminio plata  |
| Altura / Diámetro cuerpo / Diámetro pie / Peso         | 1.965 mm / 780 mm / 500 mm / 468,7 Kg (peso bruto con monedas y Bill to Bill)   |

# BP \ ME2011

## LECTURA DE MATRÍCULAS PARA VEHÍCULOS



CE

Sistema automático de lectura de matrículas de vehículos para exterior, instalado en las vías de entrada o salida del aparcamiento, el reconocimiento de las matrículas se realiza a través de cámara IP y de Software OCR especial de reconocimiento de matrículas instalado en las máquinas de entrada o salida.

## COMPUESTO POR:

- Cámara IP con infrarrojos de alta potencia.
- Armario intemperie antivandálico.
- Sistema formado por una placa electrónica Mod. BP-125 con PC industrial de última generación. El sistema es totalmente modulable, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos.
- Software de control de matrículas



## FUNCIONALIDADES:

- Informa a la máquina de entrada de la matrícula leída tan pronto sea visible para su impresión en el ticket de entrada, cumpliendo la ley actual.
- Informa a la máquina de salida de la matrícula leída tan pronto sea visible para realizar la comprobación de correspondencia del mismo número de ticket y matrícula que generó el ticket en la entrada para evitar el posible fraude.
- Posibilidad para los abonados y propietarios de realizar las entradas y salidas de forma automática a través de la matrícula de su vehículo (sin necesidad de abrir con tarjetas)
- Gran capacidad de almacenaje en base de datos de todas las matrículas leídas.
- Opción de poder leer las matrículas de los vehículos en movimiento al aproximarse a la máquina de entrada o salida de manera automática, o bien una vez parados encima del lazo magnético del pavimento.
- Alarma en control de garita al producirse intento de fraude en la maniobra de salida, es decir, cuando no corresponde el ticket introducido en la máquina con la matrícula del vehículo, pudiendo realizar varias maniobras de gestión para adoptar las medidas adecuadas.
- Sistema de videograbación sincronizado del vehículo en color. (opcional)

## PANTALLAS



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Alimentación                 | 220 V 50-60 Hz (+-10 %), con toma de tierra  |
| Consumo en reposo            | 20 W   |
| Consumo máximo en trabajo    | 150 W  |
| Cámara                       | Cámara IP B/W de alta resolución   |
| Foco IR                      | Focos de LEDs infrarrojos de alta potencia (vida útil 5 años)  |
| Interfaz                     | RJ-45 con 1 entrada optoacoplada y 1 salida de relé libre de tensión   |
| Comunicación                 | Ethernet 10/100 Mbit, protocolo TCP/IP (manguera apantallada Cat. 6 Ftp hasta 100 m, fibra óptica a partir de estos metros)                |
| Fiabilidad                   | Mínima del 95% de aciertos   |
| Velocidad de paso            | Hasta 40 Km/h  |
| Temperatura de trabajo       | -10°C a +50°C  |
| Humedad ambiental            | 20 / 80% HR sin condensación   |
| Carcasa                      | Equipo hermético IP 65   |
| Dimensiones campo de visión  | Anchura máxima carril: 3,5 m   Distancia camara matrícula: de 4 a 7 m  |
| Dimensiones armario exterior | (ancho - profundidad - alto)<br>240 mm - 240 mm - 740 mm   |
| Peso total armario exterior  | 20 Kgs   |
| Unidad central de control    | Mod. Bp-125 con PC industrial de última generación, pudiéndose adaptar de menor a mayor potencia según los requerimientos del aparcamiento |
| Sistema operativo            | Windows Embedded   |
| SDK librerías de desarrollo  | Active X. Librería C/C++. Sockets  |



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **ANEXO VIII. ESTUDIO DE VIABILIDAD**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| 1. Objeto.....   | 261 |
| 2. Estudio de mercado.....   | 261 |
| 2.1 Vehículos eléctricos en el mercado.....                        | 263 |
| 2.2. Puntos de recarga .....                                       | 264 |
| 2.3 Instalación fotovoltaica.....                                  | 265 |
| 3. Estudio IES Punta Larga.....                                    | 268 |
| 4. Estudio de la inversión.....                                    | 270 |
| 4.1. Presupuesto de la instalación.....                            | 270 |
| 4.2. Análisis financiero .....                                     | 270 |
| 4.3. Rentabilidad .....  | 271 |
| 4.3.1. Rentabilidad instalación fotovoltaica conectada a red. .... | 272 |
| 4.3.2. Rentabilidad instalación conectada a red .....              | 273 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Situación de los puntos de recarga en Tenerife actualmente. .... | 264 |
|--|-----|

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Previsión del número de vehículos eléctricos en España .....  | 261 |
| Tabla 2. Previsión del número de vehículos eléctricos en Canarias..... | 263 |
| Tabla 7. Vehículos eléctricos e híbridos en el mercado .....           | 263 |
| Tabla 3. Puntos de recarga en Tenerife .....                           | 265 |
| Tabla 4. Temperaturas medias en el municipio de Candelaria.....        | 266 |
| Tabla 5. Encuesta sobre tipo de vehículo. ....                         | 269 |
| Tabla 6. Distancia media al centro según residencia.....               | 269 |
| Tabla 8. Producción eléctrica .....                                    | 267 |

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

|   |     |
|---|-----|
| Gráfica 1. Estimación del crecimiento de los VE en España. .... | 262 |
| Gráfica 2.Simulación PVSYST .....                               | 266 |

## 1. Objeto

En primer lugar, se realizará un estudio de mercado de los vehículos eléctricos y su crecimiento así como de los puntos de recarga existentes. Además, se hará un estudio sobre el tipo de vehículo del que dispone el profesorado del IES Punta Larga.

Finalmente, se realizará un estudio de la rentabilidad del proyecto analizando las dos alternativas propuestas.

## 2. Estudio de mercado

Existe una concienciación social creciente sobre la necesidad de una movilidad más sostenible y más respetuosa con el medio ambiente.

El mercado de vehículos eléctricos e híbridos en España representa un 2% del total de vehículos vendidos. Las autoridades públicas y entidades privadas están llevando a cabo iniciativas que intentan avanzar en el concepto de movilidad sostenible con incentivos para la promoción del uso de vehículos con baja emisión, limitación a la circulación de vehículos privados contaminantes, implementación de tasas e impuestos sobre los vehículos más contaminantes o subvenciones a la adquisición de vehículos ecológicos.

Un total de 1.034.232 vehículos fueron vendidos en España en 2015, de los cuales, un 2% corresponde a vehículos híbridos y eléctricos. Por tanto, estos últimos suponen un total de 20685 unidades: 2245 resultan vehículos eléctricos, 15601 híbridos y 2839 híbridos enchufables.

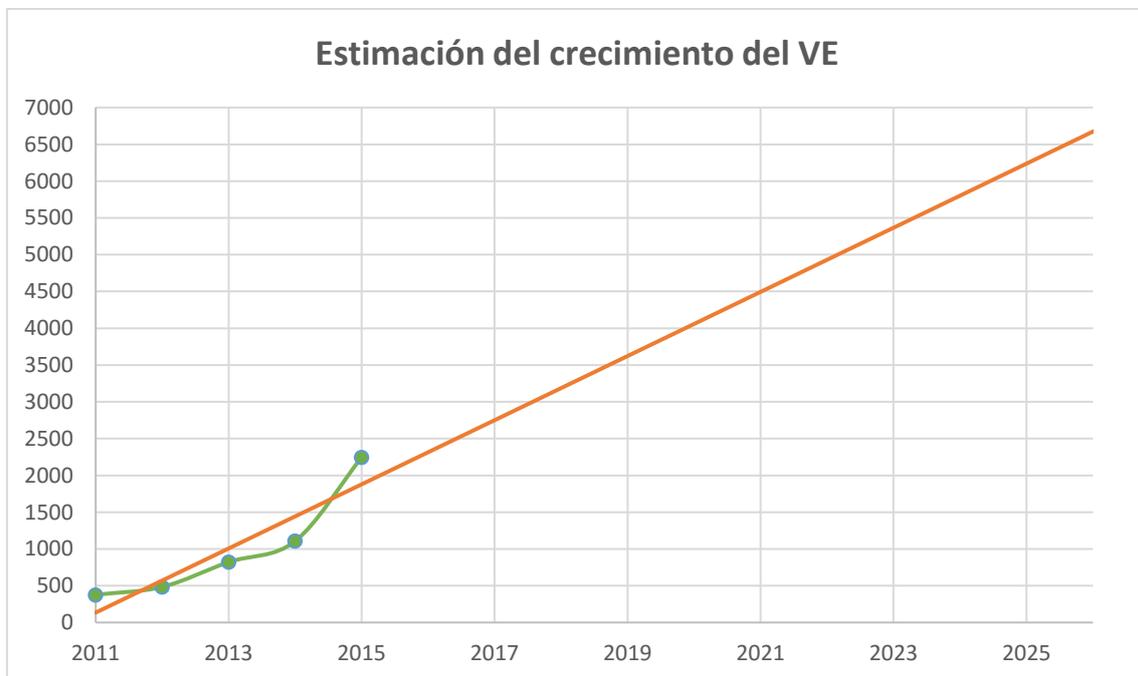
A continuación se muestra una tabla y su gráfica correspondiente en la que se puede apreciar la tendencia a crecer del vehículo eléctrico en España.

*Tabla 1. Previsión del número de vehículos eléctricos en España*

| Año         | Nº VE |
|-------------|-------|
| <b>2011</b> | 377   |
| <b>2012</b> | 484   |
| <b>2013</b> | 822   |
| <b>2014</b> | 1107  |

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

|             |        |
|-------------|--------|
| <b>2015</b> | 2245   |
| <b>2016</b> | 2314,4 |
| <b>2017</b> | 2750,3 |
| <b>2018</b> | 3186,2 |
| <b>2019</b> | 3622,1 |
| <b>2020</b> | 4058   |
| <b>2021</b> | 4493,9 |
| <b>2022</b> | 4929,8 |
| <b>2023</b> | 5365,7 |
| <b>2024</b> | 5801,6 |
| <b>2025</b> | 6237,5 |
| <b>2026</b> | 6673,4 |



Gráfica 1. Estimación del crecimiento de los VE en España.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), un 5% del total de vehículos existentes en España, corresponden a Canarias. Por tanto, se realiza una estimación de la que se deduce el número de coches eléctricos aproximados en las islas durante los próximos diez años.

Tabla 2. Previsión del número de vehículos eléctricos en Canarias

| Año  | Nº VE Canarias |
|------|----------------|
| 2011 | 19             |
| 2012 | 25             |
| 2013 | 42             |
| 2014 | 56             |
| 2015 | 113            |
| 2016 | 116            |
| 2017 | 138            |
| 2018 | 160            |
| 2019 | 182            |
| 2020 | 203            |
| 2021 | 225            |
| 2022 | 247            |
| 2023 | 269            |
| 2024 | 291            |
| 2025 | 312            |
| 2026 | 334            |

## 2.1 Vehículos eléctricos en el mercado

A continuación se presentan los últimos vehículos eléctricos e híbridos del mercado:

Tabla 3. Vehículos eléctricos e híbridos en el mercado

| Vehículo           | Autonomía (km) | Batería (kWh) | Tipo de conector     | Tiempo de carga (80%) |
|--------------------|----------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| <b>BMW i3</b>      | 150            | 19            | SAE J1772            | 20 minutos            |
| <b>Kia Soul EV</b> | 200            | 27            | CHAdEMO              | 45 minutos            |
| <b>Nissan Leaf</b> | 200            | 24            | CHAdEMO/<br>SAEJ1772 | -                     |
| <b>Renault Zoe</b> | 200            | 22            | Mennekes             | -                     |

|                          |     |      |           |                  |
|--------------------------|-----|------|-----------|------------------|
| <b>Renault Twizy</b>     | 100 |      | Schuko    | 3 h y 30 minutos |
| <b>Opel Ampera</b>       | 500 | 16   | Schuko    | 4 h              |
| <b>Volkswagen e-Golf</b> | 190 | 24,2 | Shuko/CCS | 13 h/30 minutos  |
| <b>Volkswagen e-Up</b>   | 160 | 18,7 | Combinado | -                |
| <b>Citroën C-Zero</b>    | 150 | 16   | CHAdEMO   | 30 minutos       |
| <b>Mitsubishi i-MIEV</b> | 150 | 16   | CHAdEMO   | 30 minutos       |

La autonomía media de los vehículos analizados es de 200 km por lo que suponen una alternativa viable para los vehículos que utilizan combustibles fósiles.

## 2.2. Puntos de recarga

Existen distintos puntos de recarga en Tenerife, entre los cuales, once se encuentran en parkings, cinco en hoteles distribuidos por las distintas zonas de la isla y cuatro en concesionarios.



Figura 1. Situación de los puntos de recarga en Tenerife actualmente.

En la siguiente tabla se detallan las características de cada uno de ellos:

*Tabla 4. Puntos de recarga en Tenerife*

| Lugar   | Tipo de vehículo | Tipo de carga        | Número de tomas |
|---|------------------|----------------------|-----------------|
| <b>Hotel La Casona del Patio, Santiago del Teide</b>      | Coche<br>Moto    | Lenta                | 1               |
| <b>Centro Comercial Meridiano, Santa Cruz de Tenerife</b> | Coche<br>Moto    | Semi-rápida          | 1               |
| <b>Sede E-Cars Rent a Car, Arona</b>                      | Coche<br>Moto    | Lenta                | 2               |
| <b>Restaurante Tenerife Médano, Granadilla</b>            | Coche<br>Moto    | Lenta                | 1               |
| <b>Canaauto S.L, San Cristóbal de La Laguna</b>           | Coche<br>Moto    | Semi-rápida          | 2               |
| <b>Intercambiador de Santa Cruz de Tenerife</b>           | Coche<br>Moto    | Semi-rápida<br>Lenta | 8               |
| <b>Centro Comercial La Villa</b>                          | Coche<br>Moto    | Semi-rápida<br>Lenta | 2               |

Como se puede comprobar es evidente que no hay ningún punto de recarga entre los municipios de Santa Cruz de Tenerife y Arico. Además, de que no existe ningún punto de recarga rápida en toda la isla.

### **2.3 Instalación fotovoltaica**

Se pretende realizar este proyecto como apoyo al desarrollo de las energías renovables así como al uso de vehículos eléctricos. Se apuesta por energías limpias, en *Acondicionamiento de un aparcamiento para...*

## Anexo VIII. Estudio de viabilidad

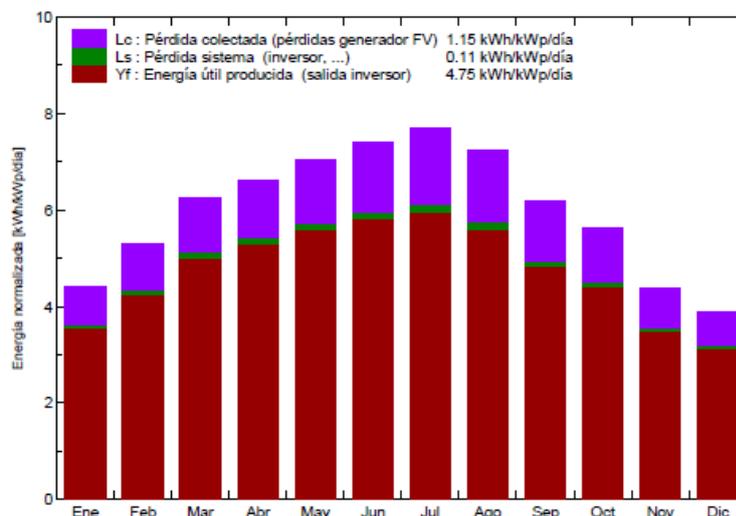
Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández  
 este caso, se hace uso de la energía solar fotovoltaica aprovechando la buena localización del parking situado en el municipio de Candelaria. Zona de clima cálido con temperaturas regularmente altas durante todo el año y un adecuado índice de radiación solar.

A continuación, se muestra una tabla con ciertos parámetros climáticos promedio de este municipio.

Tabla 5. Temperaturas medias en el municipio de Candelaria

| Mes                           | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Anual |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Temperatura máxima media (°C) | 20.6 | 20.6 | 21.8 | 22.6 | 23.8 | 25.9 | 28.2 | 29.4 | 27.8 | 26.2 | 23.3 | 21.7 | 24.3  |
| Temperatura media (°C)        | 17.5 | 17.5 | 18.4 | 19.0 | 20.2 | 22.3 | 24.3 | 25.1 | 24.3 | 22.8 | 20.3 | 18.6 | 20.9  |
| Temperatura mínima media (°C) | 14.4 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.6 | 18.7 | 20.4 | 20.8 | 20.9 | 19.4 | 17.4 | 15.6 | 17.4  |
| Precipitación total (mm)      | 44   | 37   | 28   | 13   | 4    | 2    | 0    | 0    | 4    | 29   | 50   | 57   | 268   |

Dada la temperatura media anual en el Municipio de Candelaria se determina que es un lugar idóneo para la instalación de módulos fotovoltaicos. Además en el anexo de Cálculos de instalación fotovoltaica se adjunta el informe del PVSYST con el cual se obtuvieron unos resultados de generación óptimos que se pueden observar en la gráfica 2, con una generación de 174.826 kWh al año.



Gráfica 2. Simulación PVSYST

Si se realiza la apertura del parking para el año previsto, 2018, existiría un número aproximado de 160 vehículos eléctricos, del que se supone que un 50 % se encontrarían en la isla de Tenerife. Esta estimación se obtiene tras el estudio de mercado anterior. Por tanto, 80 vehículos se esperan poder recargar en el año 2018. Además, se ha de tener en cuenta los vehículos híbridos recargables de los que no se tienen datos suficientes.

Si se dividen estos 80 vehículos entre los diferentes puntos de recarga de la isla, se procede a estimar que un total de 8 vehículos serán recargados diariamente en el parking en el año 2018 a la espera del aumento de implantación de este tipo de vehículo.

Se hace uso de la tabla 6 (en la cual aparece el número de profesores y su correspondiente distancia al centro).

-Consumo eléctrico para recorrer 100 km es 18 kWh.

-Trayectoria media por uso es 28 km. (Sólo ida)

Tabla 6. Producción eléctrica

| <b>Datos</b>      | <b>Producción eléctrica</b> |
|-------------------|-----------------------------|
| <b>Mes</b>        | <b>kWh</b>                  |
| <b>Enero</b>      | 11111                       |
| <b>Febrero</b>    | 11982                       |
| <b>Marzo</b>      | 15635                       |
| <b>Abril</b>      | 16088                       |
| <b>Mayo</b>       | 17469                       |
| <b>Junio</b>      | 17595                       |
| <b>Julio</b>      | 18637                       |
| <b>Agosto</b>     | 17542                       |
| <b>Septiembre</b> | 14635                       |
| <b>Octubre</b>    | 13814                       |
| <b>Noviembre</b>  | 10533                       |
| <b>Diciembre</b>  | 9785                        |
| <b>Anual</b>      | 174826                      |

Para el cálculo del número de trayectos diarios se realizan los siguientes cálculos:

Se toma como ejemplo el mes de diciembre:

-Producción eléctrica: 9785 kWh.

-Consumo eléctrico para recorrer 100 km es 18 kWh.

-La trayectoria media por uso es de 28 km.

Número de kilómetros que se pueden recorrer al mes con esta cantidad de energía eléctrica:

$$n^{\circ} km = \frac{\text{Energía producida}}{\text{Consumo eléctrico para recorrer } 100 km} = \frac{9785 kWh}{\frac{18kWh}{100km}} = 54361 km$$

Número de trayectos al mes:

$$n^{\circ} de trayectos = \frac{n^{\circ} de km}{trayectoria media} = \frac{54361 km}{28 \frac{km}{trayecto}} = 1941,5 trayectos al mes$$

Número de trayectos diarios:

$$n^{\circ} trayectos diarios = \frac{n^{\circ} trayectos mes}{31 días} = \\ = \frac{1941,5}{31} = 62,63 trayectos al día$$

Por tanto, se concluye que la energía producida por los paneles fotovoltaicos sería suficiente para abastecer la demanda de vehículos eléctricos en el año 2018 (8 vehículos diarios) así como para el correcto funcionamiento de los elementos del parking y de la luminaria.

### 3. Estudio IES Punta Larga

Se realiza un estudio en el que se relaciona el Instituto de Enseñanza Secundaria Punta Larga con el establecimiento ya que se encuentran contiguos. Según una encuesta realizada a los distintos profesores del centro, se obtienen los siguientes datos.

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández  
 Tabla 7. Encuesta sobre tipo de vehículo.

| Tipo de vehículo                   | Número de profesores con X vehículo | Número de profesores con propósito de comprar X vehículo en un futuro próximo |
|------------------------------------|-------------------------------------|---|
| <b>Vehículo eléctrico</b>          | <b>1</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>Vehículo híbrido</b>            | <b>2</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>Vehículo híbrido enchufable</b> | <b>2</b>                            | <b>4</b>  |
| <b>Vehículo combustible</b>        | <b>32</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>Moto</b>                        | <b>2</b>                            | <b>0</b>  |
| <b>Bicicleta</b>                   | <b>0</b>                            | <b>0</b>  |
| <b>A pie</b>                       | <b>7</b>                            | <b>No procede</b>   |
| <b>Otro</b>                        | <b>7</b>                            | <b>No procede</b>   |

**Número total: 53 profesores**

Para la siguiente encuesta, no se tiene en cuenta los profesores que acuden al centro a pie ni aquellos que utilizan otro tipo de transporte como la guagua.

Tabla 8. Distancia media al centro según residencia

| Lugar de residencia      | Nº de profesores | Distancia media al centro según residencia (Km) |
|--------------------------|------------------|---|
| <b>S/C de Tenerife</b>   | <b>14</b>        | <b>19,3</b>                                     |
| <b>La Laguna</b>         | <b>10</b>        | <b>20</b>                                       |
| <b>Candelaria</b>        | <b>6</b>         | <b>5,7</b>                                      |
| <b>Arafo</b>             | <b>3</b>         | <b>10,1</b>                                     |
| <b>Güimar</b>            | <b>3</b>         | <b>10,5</b>                                     |
| <b>Arona</b>             | <b>1</b>         | <b>61,7</b>                                     |
| <b>La Orotava</b>        | <b>1</b>         | <b>45,4</b>                                     |
| <b>Puerto de la Cruz</b> | <b>1</b>         | <b>49,4</b>                                     |

**Número total: 39 profesores**

*Acondicionamiento de un aparcamiento para...*

Alejandro Rodríguez Fonte / Elena Sacramento Hernández

Tras el estudio se determina que un 20% del profesorado estaría interesado en adquirir un coche eléctrico o híbrido enchufable. Además en la actualidad los coches eléctricos tienen una autonomía media de 200 km, lo que les permitiría realizar el trayecto medio hasta el centro sin problemas.

## **4. Estudio de la inversión**

### **4.1. Presupuesto de la instalación**

En el Anexo Presupuesto se estimó que la inversión inicial para realizar el proyecto del parking para la recarga de vehículos eléctricos, mediante energía solar fotovoltaica, ascendía a una cantidad de 706.002,24 € y para la instalación conectada a red de 367.940,95 €.

### **4.2. Análisis financiero**

Se estudiará en este apartado el precio a pagar por el consumidor para que, mediante instalación fotovoltaica o mediante red sea rentable. No se podrá tener en cuenta los demás elementos de la instalación, ya que no son objetos de estudio, y se limitarán los cálculos a la obtención del costo de la energía con las dos alternativas.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se estudiarán los 15 primeros años de la instalación.
- Balance energético anual fotovoltaico: mediante cálculos realizados con el software de simulación PVSYST, añadidas en el Anexo de instalación fotovoltaica, se estima que la instalación fotovoltaica proyectada generará anualmente 174,826 kWh.
- Balance energético anual de consumo: mediante los cálculos realizados en CÁLCULOS se estima que el consumo diario de la instalación es de 169 kWh al día, lo que se traduce en 61.685 kWh al año.

### 4.3. Rentabilidad

Para determinar si el proyecto es rentable o no, se realiza el método de “VAN” a lo largo de los 15 primeros años.

Además, se estudia el tiempo de retorno de la inversión.

Se realiza una estimación de los gastos anuales de la instalación teniendo en cuenta los gastos de personal, suministros, alquiler del solar, mantenimiento de las instalaciones, etc. En cuanto a los gastos de obra civil, aunque no son objeto de este estudio, se estiman en un valor de 200.000€ que se suman a la inversión inicial.

| <b>Gastos anuales</b>        |                     |
|------------------------------|---------------------|
| SALARIOS                     | 50.400,00 €         |
| SEGURIDAD SOCIAL             | 19.152,00 €         |
| SEGURO RESPONSABILIDAD CIVIL | 18.000,00 €         |
| SUMINISTROS                  | 110.000,00 €        |
| TRIBUTOS                     | 40.000,00 €         |
| SERVICIOS PROFESIONALES      | 20.000,00 €         |
| GASTOS FINANCIEROS           | 60.000,00 €         |
| MANTENIMIENTO                | 20.000,00 €         |
| ALQUILER SOLAR               | 120.000,00 €        |
| SUELDO AUTÓNOMO              | 60.000,00 €         |
| SEGURO AUTÓNOMO              | 4.800,00 €          |
| AMORTIZACIÓN                 | 135.000,00 €        |
| <b>Total:</b>                | <b>657.352,00 €</b> |

En primer lugar se estudiará la rentabilidad del proyecto en el caso de que se realice la instalación con apoyo fotovoltaico conectado a red.

Los ingresos vendrán determinados por el número de usuarios que tenga el parking anualmente, estimados en 1180 usuarios al día. Estos, irán creciendo a medida que avancen los años debido, entre otras cosas, a que habrá más usuarios con vehículos eléctricos que recargarán en estos puestos de recarga del establecimiento.

Se aplicará durante los primeros años de apertura del negocio, una tarifa reducida de captación de clientes (0,8 €/hora) que irá aumentando según los resultados de la explotación.

Los clientes que utilicen las estaciones de recarga, no se les cobrará tarifa por aparcar pero deberán pagar a 0,4€ el kWh.

Al profesorado del IES Punta Larga se le aplicará un precio especial que consistirá en un abono mensual cuyo precio se estipulará con el Centro.

#### 4.3.1. Rentabilidad instalación fotovoltaica conectada a red.

A continuación, se muestra una tabla con los datos que intervienen a la hora de calcular la viabilidad del proyecto.

| Año | Inversión inicial (€) | Ingresos (€) | Gastos (€) | Flujo de caja (€) | VAN (€)    | TIR  |
|-----|-----------------------|--------------|------------|-------------------|------------|------|
| 0   | 906.002,24            | -            | -          | -906.002,24       | -          | -    |
| 1   | -                     | 760.000,2    | 657.352,0  | 102.648,0         | -804.370,6 | -89% |
| 2   | -                     | 775.000,1    | 663.925,5  | 111.074,5         | -695.484,7 | -59% |
| 3   | -                     | 779.000,0    | 670.564,8  | 108.435,2         | -590.238,5 | -38% |
| 4   | -                     | 782.000,7    | 677.270,4  | 104.729,6         | -489.595,5 | -24% |
| 5   | -                     | 795.000,6    | 684.043,1  | 110.956,9         | -384.023,8 | -15% |
| 6   | -                     | 805.000,5    | 690.883,6  | 114.116,4         | -276.520,9 | -8%  |
| 7   | -                     | 810.000,2    | 697.792,4  | 112.207,6         | -171.862,9 | -4%  |
| 8   | -                     | 815.000,1    | 701.281,4  | 113.718,6         | -66.845,6  | -1%  |
| 9   | -                     | 825.066,7    | 704.086,5  | 120.980,2         | 43.771,4   | 2%   |
| 10  | -                     | 832.895,2    | 706.902,8  | 125.992,4         | 157.830,7  | 4%   |
| 11  | -                     | 840.723,8    | 709.730,4  | 130.993,4         | 275.243,1  | 6%   |
| 12  | -                     | 848.552,4    | 712.569,4  | 135.983,0         | 395.921,1  | 7%   |
| 13  | -                     | 856.380,9    | 715.419,6  | 140.961,3         | 519.778,6  | 8%   |
| 14  | -                     | 864.209,5    | 718.281,3  | 145.928,2         | 646.730,7  | 9%   |
| 15  | -                     | 872.038,1    | 721.154,4  | 150.883,7         | 796.120,5  | 10%  |

Teniendo en cuenta la inversión inicial y los flujos de caja, se extrae que el tiempo de retorno de la inversión es de 9 años.

Además, al noveno año el Valor Actual Neto (VAN) resulta mayor que 0 y esto es un indicativo de que el proyecto es viable antes del periodo estimado de 15 años. Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) indica que, teniendo en cuenta el periodo de estudio de 15 años, debe ser como máximo del 10 % puesto que si fuera mayor, el proyecto comenzaría a ser no rentable.

### 4.3.2. Rentabilidad instalación conectada a red

A continuación, se muestra una tabla con los datos que intervienen a la hora de calcular la viabilidad del proyecto. En este caso se estima que los gastos generales por año serán de un 10% menor, debido a la disminución de costes por mantenimiento, aunque los gastos por suministros en este caso aumentarán al no tener apoyo solar fotovoltaico.

|           | Inversión inicial (€) | Ingresos (€) | Gastos (€) | Flujo de caja (€) | VAN (€)     | TIR  |
|-----------|-----------------------|--------------|------------|-------------------|-------------|------|
| <b>0</b>  | 567941,0              | -            | -          | -567.941,0        | -           | -    |
| <b>1</b>  | -                     | 760.000,4    | 591.616,8  | 168.383,2         | -739.286,2  | -70% |
| <b>2</b>  | -                     | 775.000,3    | 597.533,0  | 177.467,0         | -565.316,0  | -27% |
| <b>3</b>  | -                     | 779.000,2    | 603.508,3  | 175.491,7         | -394.985,5  | -4%  |
| <b>4</b>  | -                     | 782.000,7    | 609.543,4  | 172.456,6         | -229.258,0  | 8%   |
| <b>5</b>  | -                     | 795.000,6    | 615.638,8  | 179.361,2         | -58.602,0   | 16%  |
| <b>6</b>  | -                     | 805.000,7    | 621.795,2  | 183.204,8         | 113.985,2   | 21%  |
| <b>7</b>  | -                     | 810.000,5    | 628.013,2  | 181.986,8         | 283.727,6   | 24%  |
| <b>8</b>  | -                     | 815.000,2    | 631.153,2  | 183.846,8         | 453.507,0   | 26%  |
| <b>9</b>  | -                     | 825.066,7    | 633.677,8  | 191.388,8         | 628.501,5   | 28%  |
| <b>10</b> | -                     | 832.895,2    | 636.212,5  | 196.682,7         | 806.555,7   | 29%  |
| <b>11</b> | -                     | 840.723,8    | 638.757,4  | 201.966,4         | 987.583,0   | 29%  |
| <b>12</b> | -                     | 848.552,4    | 641.312,4  | 207.240,0         | 117.1498,0  | 30%  |
| <b>13</b> | -                     | 856.381,0    | 643.877,7  | 212.503,3         | 1.358.216,6 | 30%  |
| <b>14</b> | -                     | 864.209,5    | 646.453,2  | 217.756,3         | 1.547.656,6 | 31%  |
| <b>15</b> | -                     | 872.038,1    | 649.039,0  | 222.999,1         | 1.768.447,8 | 31%  |

Teniendo en cuenta la inversión inicial y los flujos de caja, se extrae que el tiempo de retorno de la inversión es de 4 años.

Además, al cuarto año el Valor Actual Neto (VAN) resulta mayor que 0 y esto es un indicativo de que el proyecto es viable antes del periodo estimado de 15 años. Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) indica que, teniendo en cuenta el periodo de estudio de 15 años, debe ser como máximo del 31 % puesto que si fuera mayor, el proyecto comenzaría a ser no rentable.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **PLANOS**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

**Autores :**

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

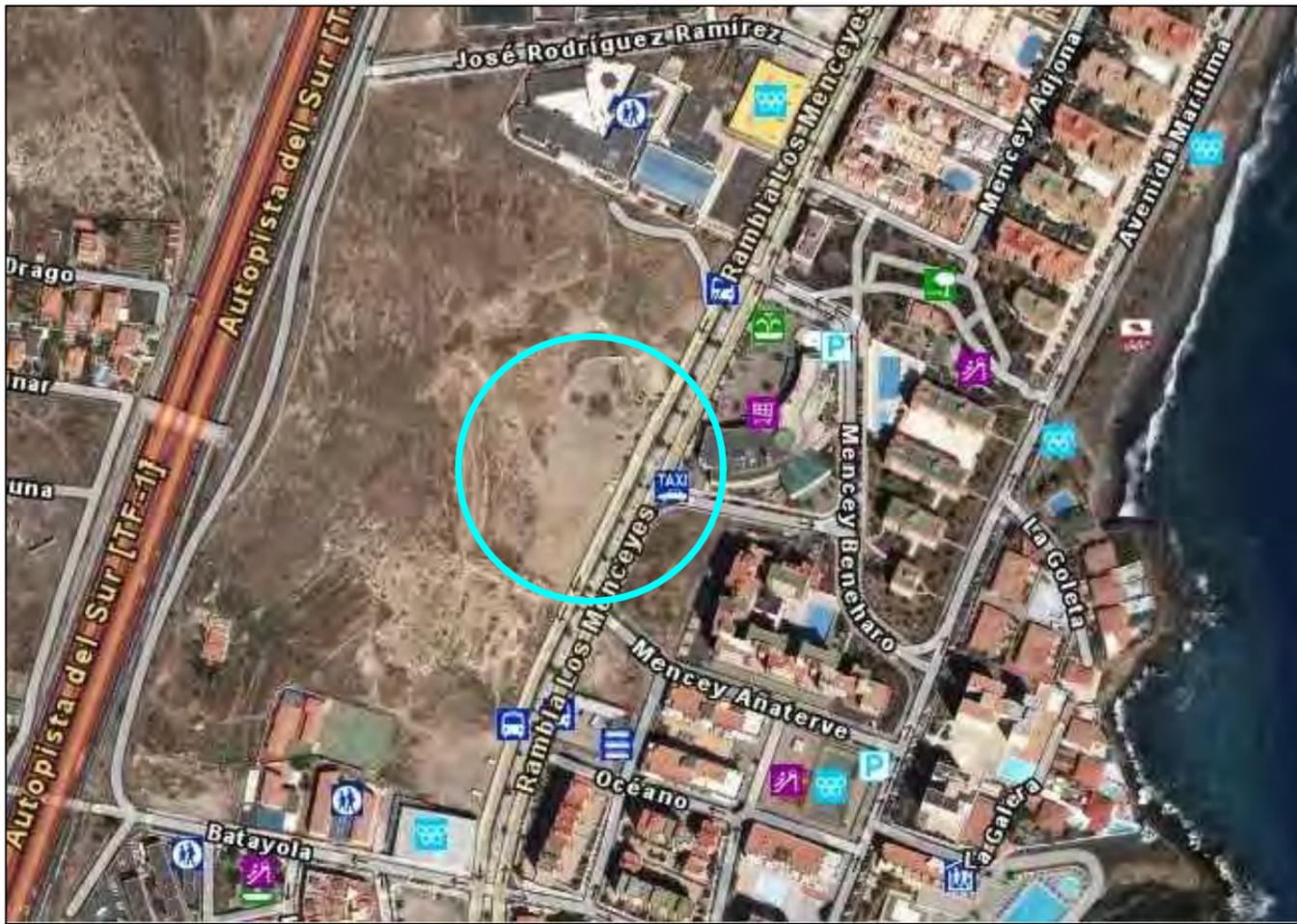
ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

**Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ**

Julio, 2016

## ÍNDICE

1. Plano de situación y emplazamiento.
2. Plano en planta general del parking.
3. Plano en planta de las estructuras de las marquesinas.
4. Plano en planta de la instalación eléctrica y de enlace.
5. Plano en planta de la Instalación fotovoltaica.
6. Plano en planta de la caseta de inversores
7. Plano en planta de instalación de alumbrado
8. Plano en planta de cotas generales
9. Plano de diseño de parking en 3D
10. Plano de diseño de parking en 3D II
11. Esquema unifilar de la instalación



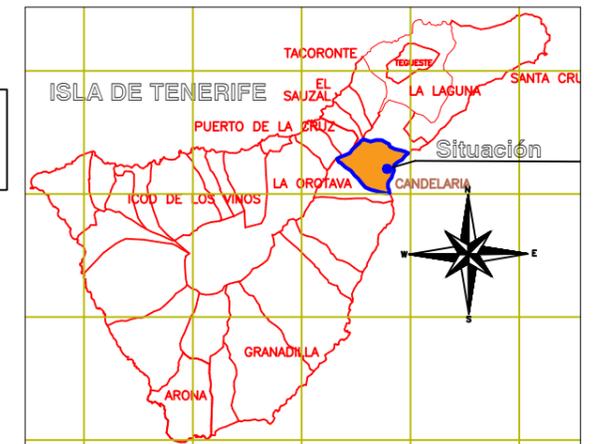
Plano de Situación

Escala 1/5000

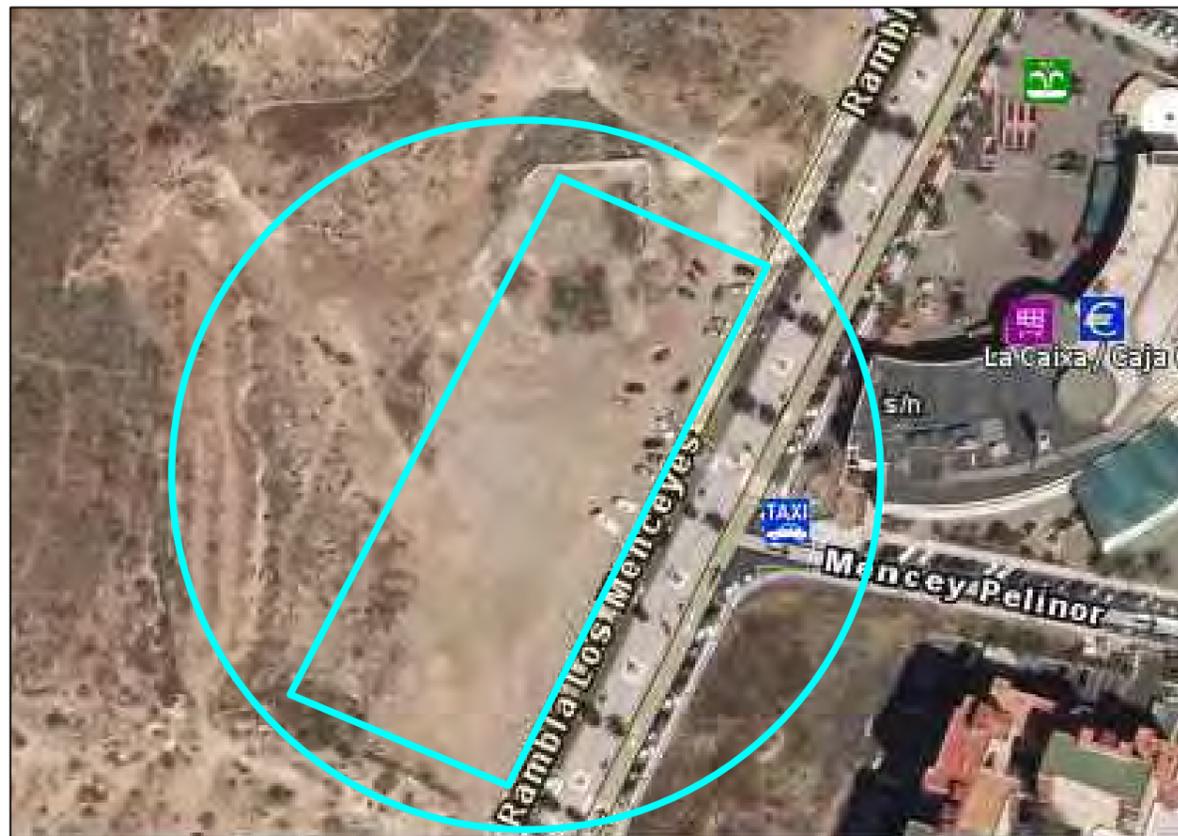


Escala 1/1000

## Situación y Emplazamiento



Escala 1/1000000

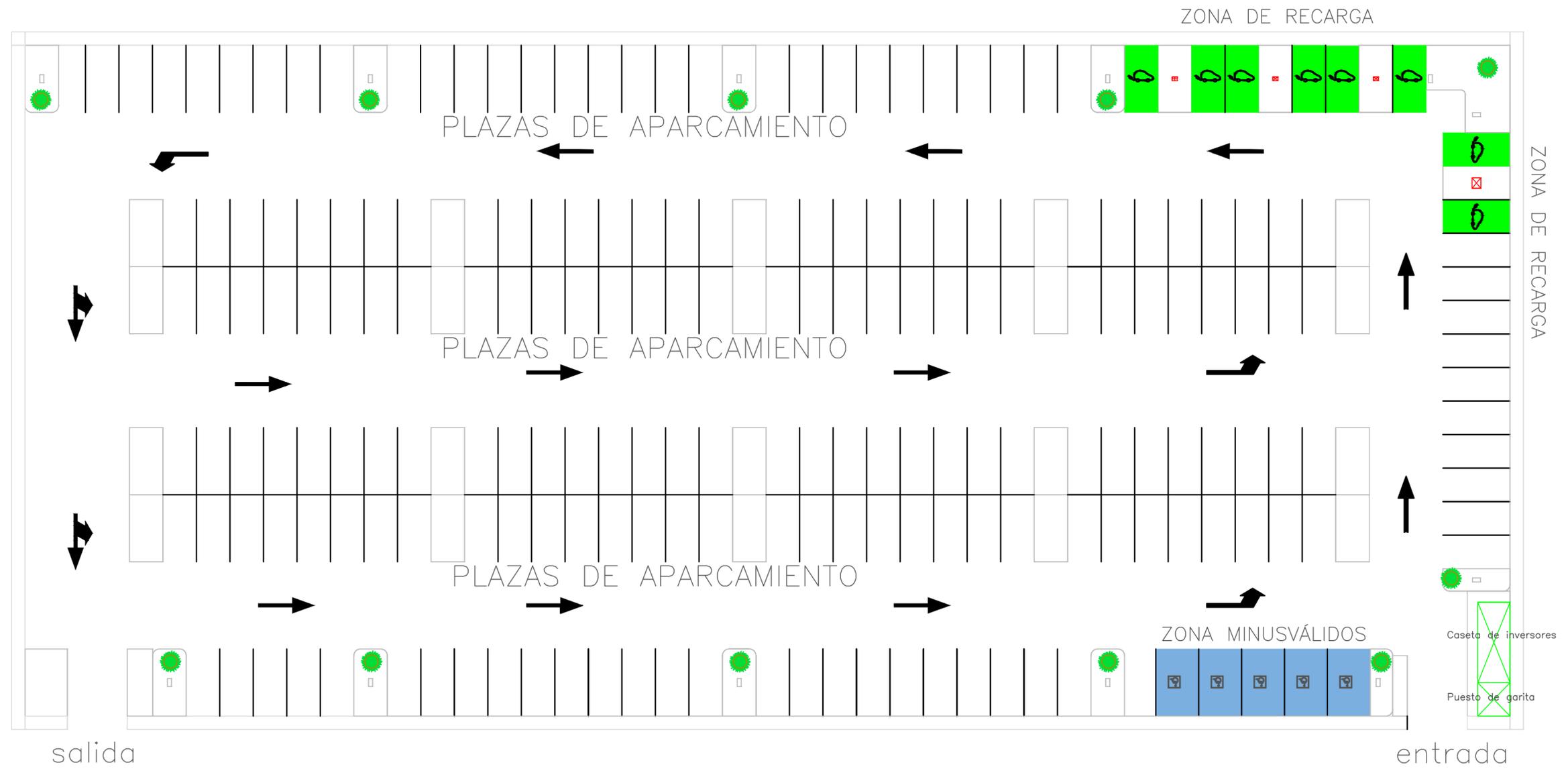
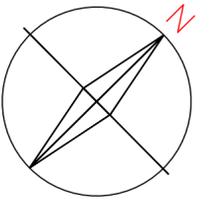


Escala 1/2000

ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA.

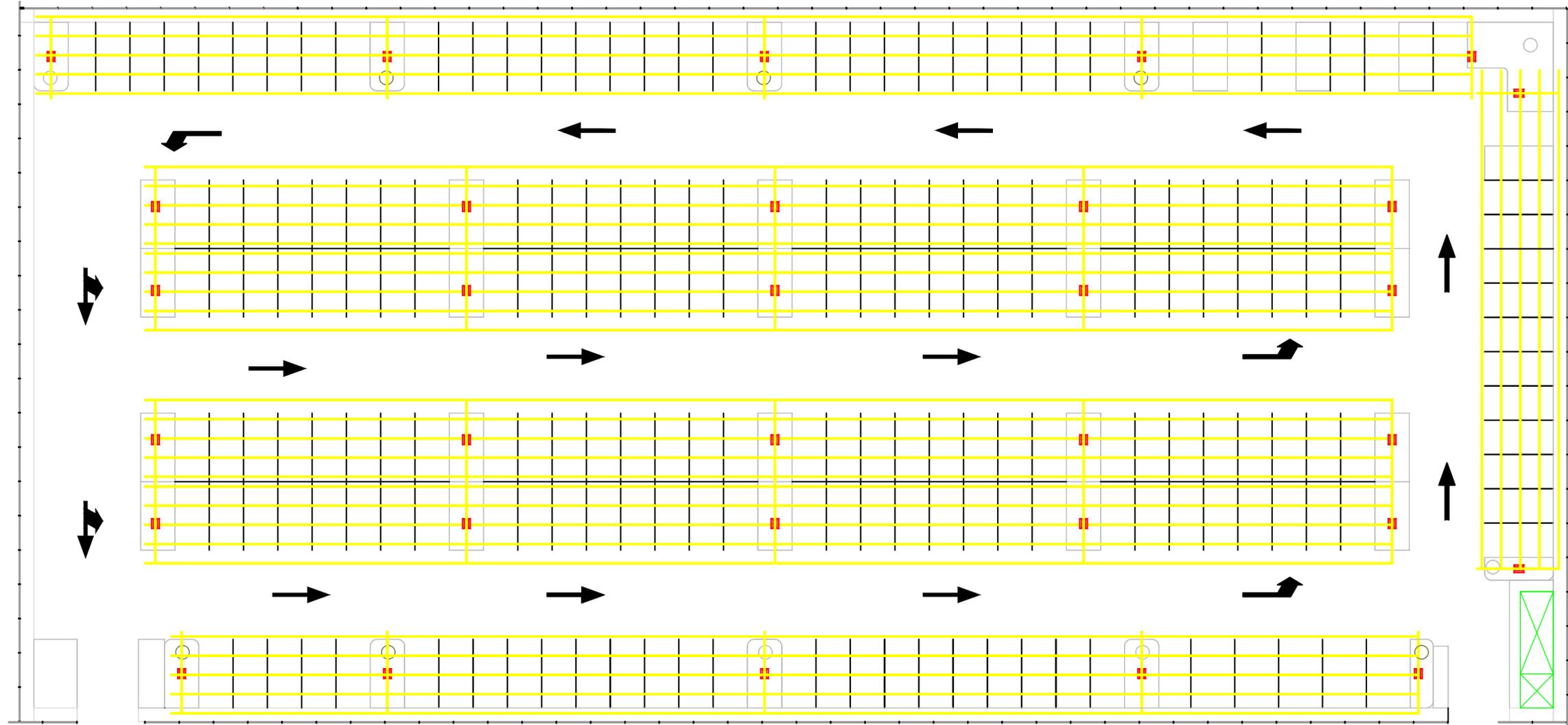
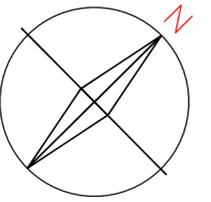
|               |                |   |   |   |
|---------------|----------------|---|---|---|
|               | Fecha          | Autor   |  | ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL  |
| Dibujado      | 07/16          | Alejandro Rodríguez Fonte<br>Elena Sacramento Hernández |   | Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática |
| Comprobado    | 07/16          |   |   | Universidad de La Laguna                                |
| Id. s. normas | UNE - EN - DIN |   |   |   |

|         |   |            |                          |
|---------|---|------------|--------------------------|
| Escala: | <h1>Plano de situación<br/>y emplazamiento</h1> | Nº P:      | 1                        |
| -       |   | Nom. Arch: | emplazamientoparking.dwg |



| LEYENDA |  |
|---------|--|
|         | Bases de hormigón para estructura de marquesina                            |
|         | Estación de recarga rápida (2x50 kW)                                       |
|         | Estación de recarga semi-rápida (2x22 kW)                                  |
|         | Estación de recarga lenta (2x3,6 kW)                                       |
|         | Vegetación   |
|         | Aparcamiento reservado para personas con movilidad reducida (5000x3200 mm) |
|         | Aparcamiento reservado para VE y VEH                                       |

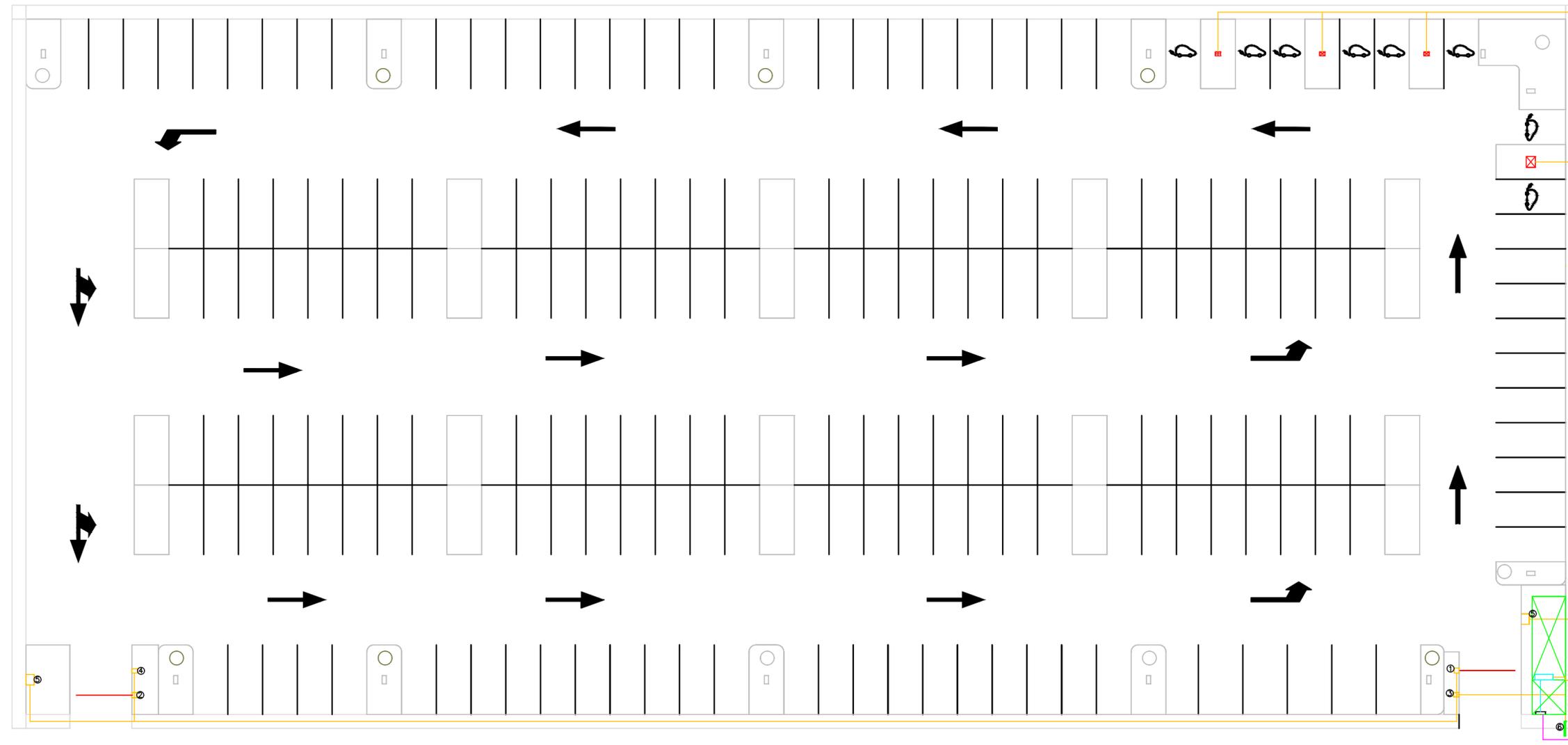
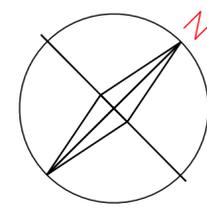
| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.<br>CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |                                     |   |                               |
|--|-------------------------------------|---|-------------------------------|
|  | Fecha                               | Autores   |                               |
| Dibujado   | 07/16                               | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ |                               |
| Comprobado   |                                     | ULL<br>Universidad de La Laguna                         |                               |
| Id. s. normas  | UNE - EN - DIN                      |   |                               |
| Escala:  | Plano en planta general del parking |   | Nº P: 2                       |
| 1:250  |                                     |   | Nom. Arch: Planta general.dwg |



| LEYENDA |   |
|---------|---|
|         | Bases de hormigón para estructura de marquesina     |
|         | Soportes con pernos para estructura de marquesina   |
|         | Estructura metálica marquesina de acero galvanizado |
|         | Vallado perimetral                                  |
|         |   |

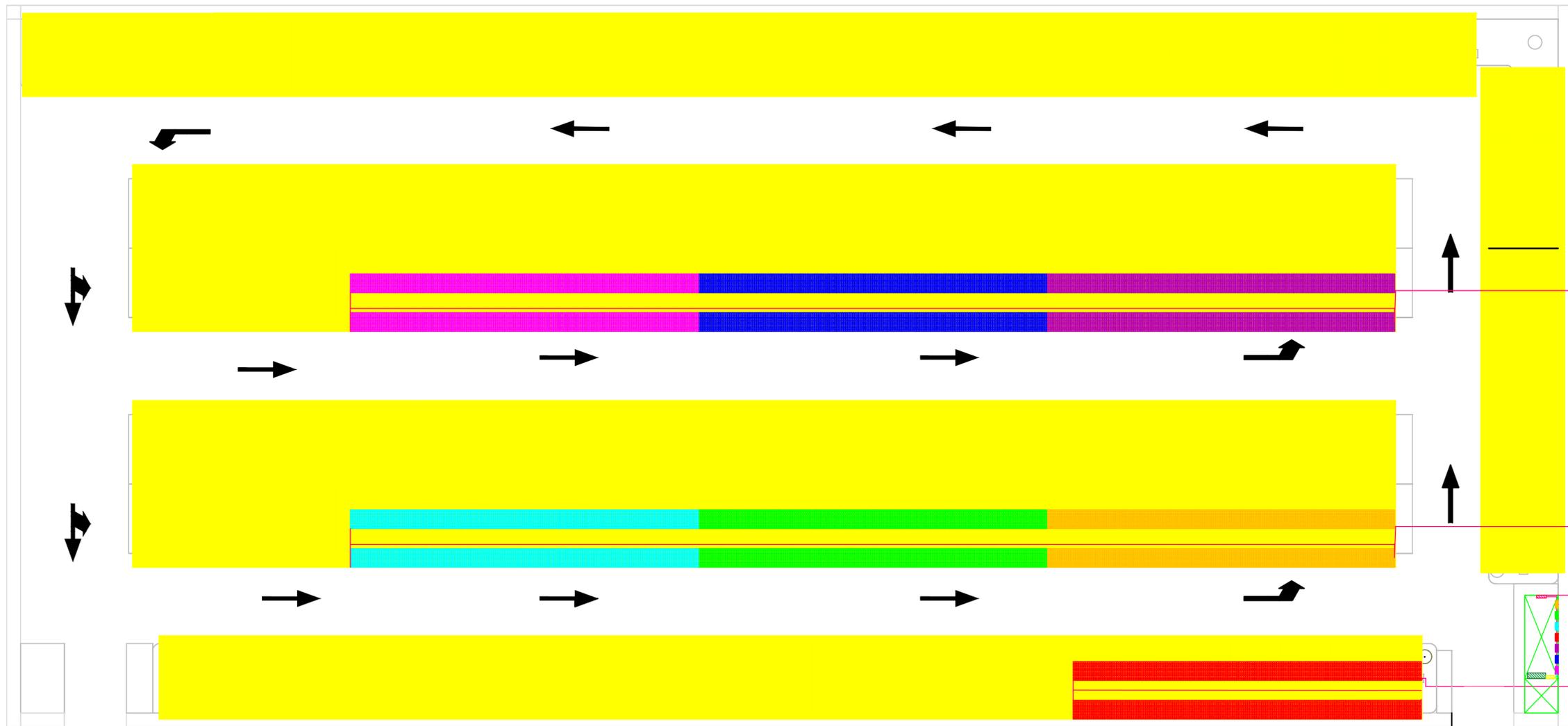
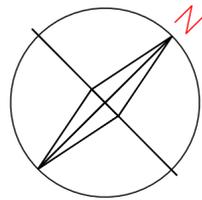
| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.<br>CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |                |   |                                    |
|--|----------------|---|------------------------------------|
|  | Fecha          | Autores   |                                    |
| Dibujado   | 07/16          | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ |                                    |
| Comprobado   |                |   |                                    |
| Id. s. normas  | UNE - EN - DIN |   |                                    |
| Escala:  | 1:250          |   | Nº P: 3                            |
| Plano en planta de las estructuras de las marquesinas  |                |   | Nom. Arch: planta estructuras.dwg: |

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática  
Universidad de La Laguna



| LEYENDA |  |  |                                     |  |                     |
|---------|--|--|-------------------------------------|--|---------------------|
|         | Conductores unipolares cobre XLPE RZ1-K 0,6 / 1 kV                       |  | Línea de acometida                  |  | Cajeros automáticos |
|         | Estación de recarga rápida (2x50 kW)                                     |  | Línea general de alimentación (LGA) |  | Letrero luminoso    |
|         | Estación de recarga semi-rápida (2x22 kW)                                |  | Barrera de acceso                   |  |                     |
|         | Estación de recarga lenta (2x3,6 kW)                                     |  | Barrera de salida                   |  |                     |
|         | Caja general de protección (CGP)   |  | Expendedor de tickets               |  |                     |
|         | Armario de Centralización de contadores con Cuadro de mando y protección |  | Lector de tickets                   |  |                     |

| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS. CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |   |   |                                  |
|---|---|---|----------------------------------|
|   | Fecha   | Autores   |                                  |
| Dibujado  | 07/16   | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ |                                  |
| Comprobado  |   | ULL<br>Universidad de La Laguna                         |                                  |
| Id. s. normas   | UNE - EN - DIN  |   |                                  |
| Escala:   | Plano en planta de la instalación eléctrica y de enlace |   | Nº P: 4                          |
| 1:250   |   |   | Nom. Arch: instalacioneolica.dwg |

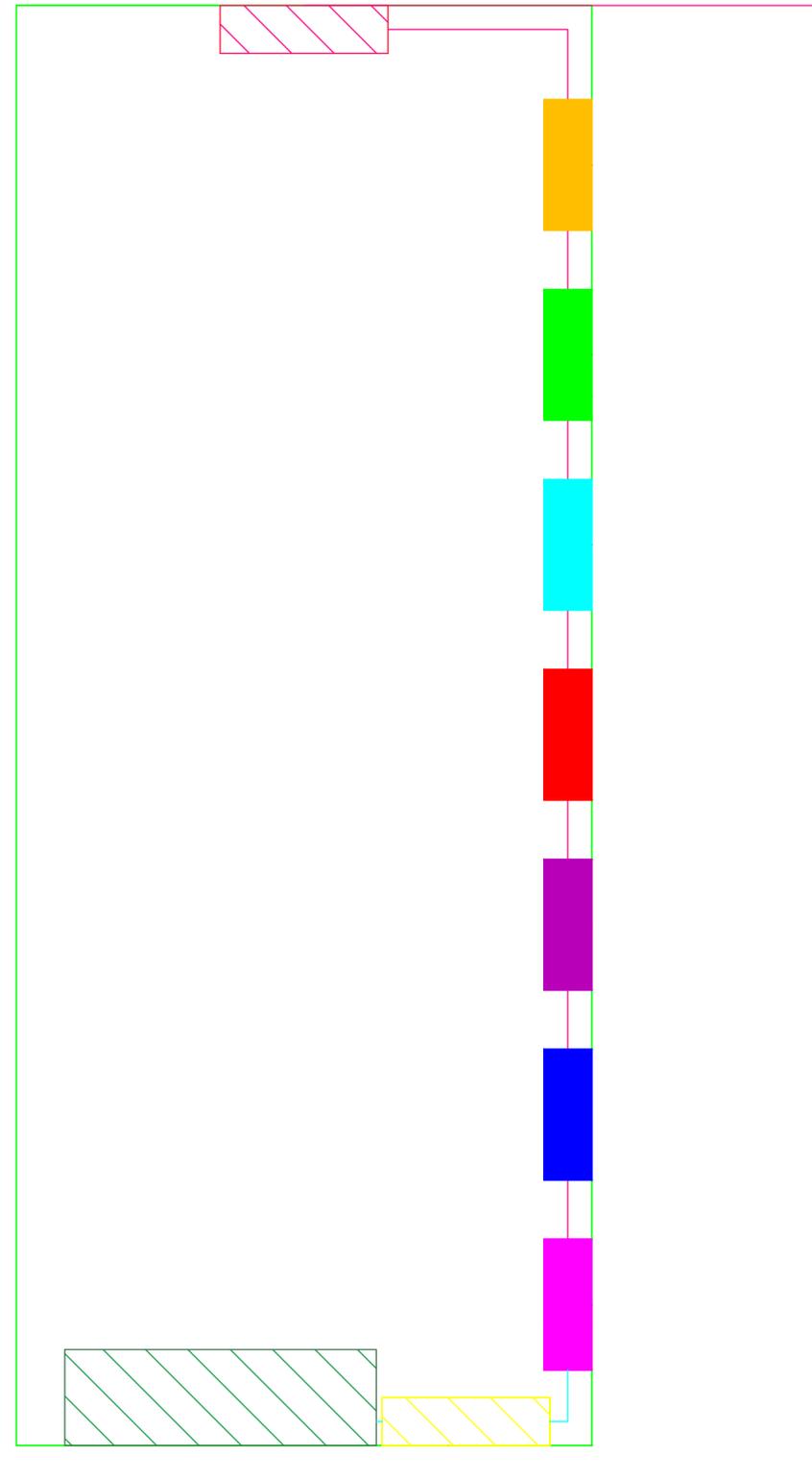
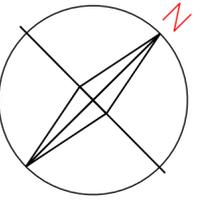


LEYENDA

|  |                                 |  |                                       |  |  |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|
|  | Inversor A SolarMax 15MT3 15 kW |  | Inversor G SolarMax 15MT3 15 kW       |  | Placas SUNPower 300 conectadas Inv. F            |
|  | Inversor B SolarMax 15MT3 15 kW |  | Placas SUNPower 300 conectadas Inv. A |  | Cuadro de protección CC Instalación fotovoltaica |
|  | Inversor C SolarMax 15MT3 15 kW |  | Placas SUNPower 300 conectadas Inv. B |  | Cuadro de protección AC Instalación fotovoltaica |
|  | Inversor D SolarMax 15MT3 15 kW |  | Placas SUNPower 300 conectadas Inv. C |  | Conductor CC Solar ZZ-F 0,6/1 kV                 |
|  | Inversor E SolarMax 15MT3 15 kW |  | Placas SUNPower 300 conectadas Inv. D |  | Conductor unipolar cobre XLPE RZ1-K 0,6/1kV      |
|  | Inversor F SolarMax 15MT3 15 kW |  | Placas SUNPower 300 conectadas Inv. E |  | Techo de marquesina                              |

| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.<br>CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |                |   |   |
|--|----------------|---|---|
|  | Fecha          | Autores   |   |
| Dibujado   | 07/16          | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FORTÉ<br>ELENA SACRAMENTO VERNÁNDEZ |   |
| Comprobado   |                |   |   |
| Id. s. normas  | UNE - EN - DIN |   |   |
| Escala:  | 1:250          |   | Nº P: 5                                       |
| Plano en planta de instalación fotovoltaica  |                |   | Nom. Arch: instalacionfotovoltaicaparking.dwg |

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática  
Universidad de La Laguna

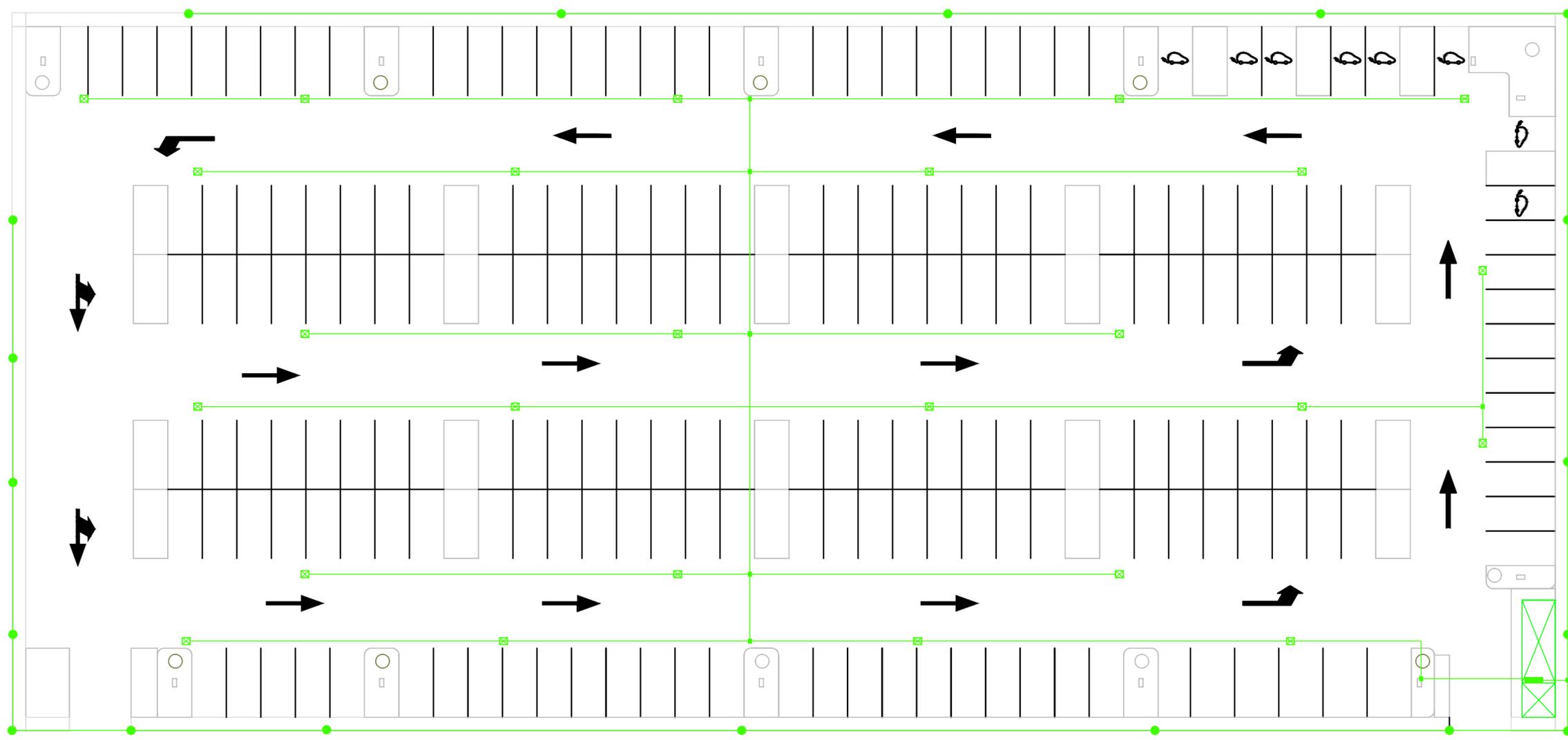
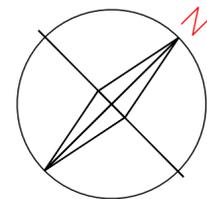


LEYENDA

|   |                                 |   |  |
|---|---------------------------------|---|--|
|  | Inversor A SolarMax 15MT3 15 kW |  | Inversor G SolarMax 15MT3 15 kW  |
|  | Inversor B SolarMax 15MT3 15 kW |  | Cuadro de protección CC Instalación fotovoltaica                       |
|  | Inversor C SolarMax 15MT3 15 kW |  | Cuadro de protección AC Instalación fotovoltaica                       |
|  | Inversor D SolarMax 15MT3 15 kW |  | Conductor CC Solar ZZ-F 0,6/1 kV                                       |
|  | Inversor E SolarMax 15MT3 15 kW |  | Conductor unipolar cobre XLPE RZ1-K 0,6/1kV                            |
|  | Inversor F SolarMax 15MT3 15 kW |  | Armario de centralización de contadores y cuadro de mando y protección |

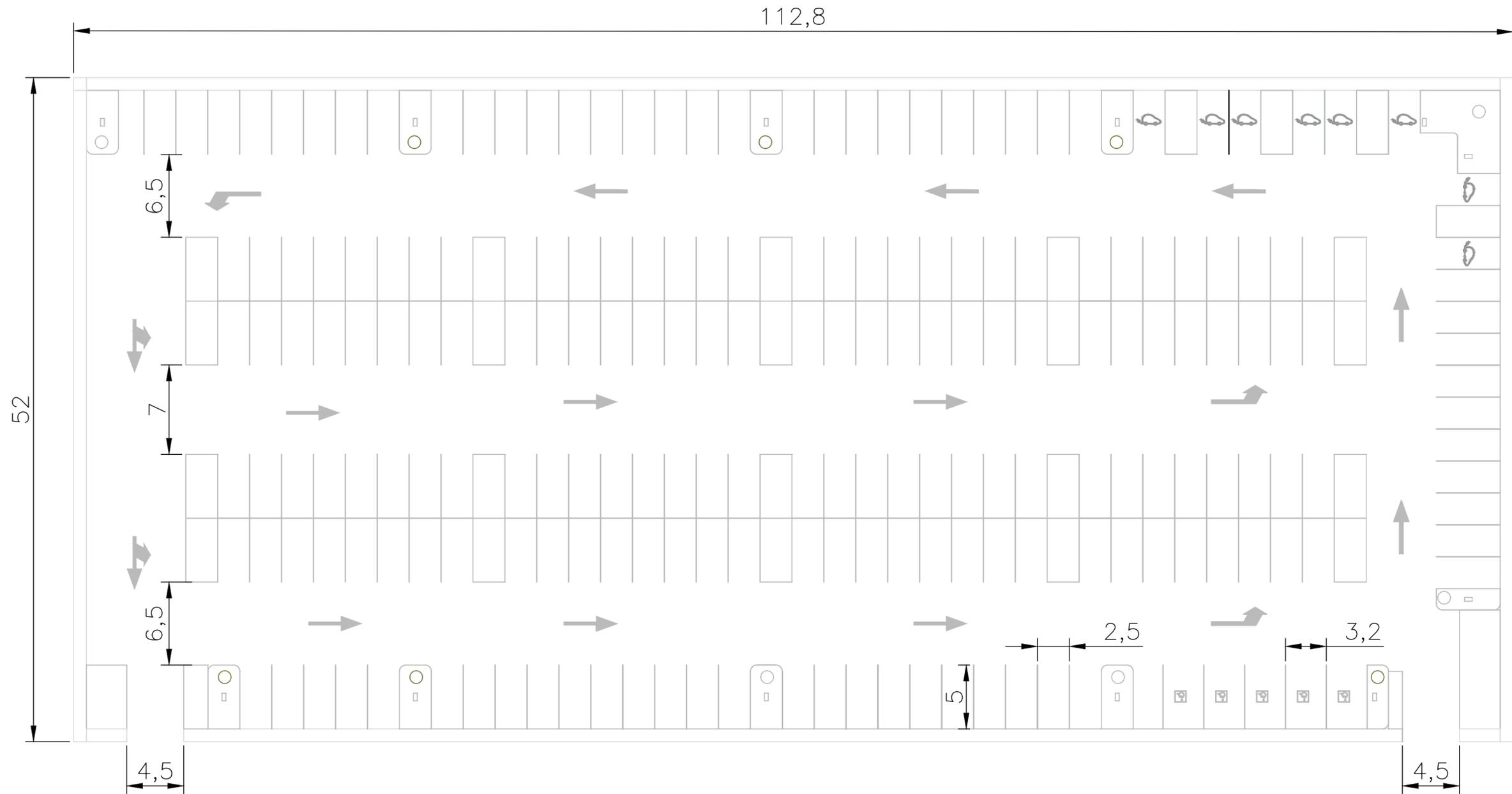
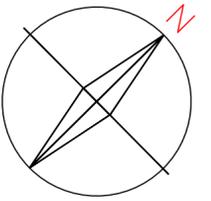
ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA.

|               |  |   |  |  |                             |
|---------------|--|---|--|--|-----------------------------|
|               | Fecha                                      | Autores   |  | <br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL<br>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática<br>Universidad de La Laguna |                             |
| Dibujado      | 07/16                                      | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FORTÉ<br>ELENA SACRAMENTO VERNÁNDEZ |  |  |                             |
| Comprobado    |  |   |  |  |                             |
| Id. s. normas | UNE - EN - DIN                             |   |  |  |                             |
| Escala:       | Plano en planta de la caseta de inversores |   |  | Nº P:  | 6                           |
| 1:50          |  |   |  | Nom. Arch:   | planocasetadeinversores.dwg |



| LEYENDA |  |
|---------|--|
| ●       | Luminaria Philips UrbanScene LED 112 W                                 |
| ⊠       | Luminaria Philips UrbanSky LED 113 W                                   |
| —       | Conductor cobre XLPE RZ1-K 0,6/1 kV                                    |
| ■       | Caja de derivación   |
| ■       | Armario de Centralización de contadores y Cuadro de mando y protección |

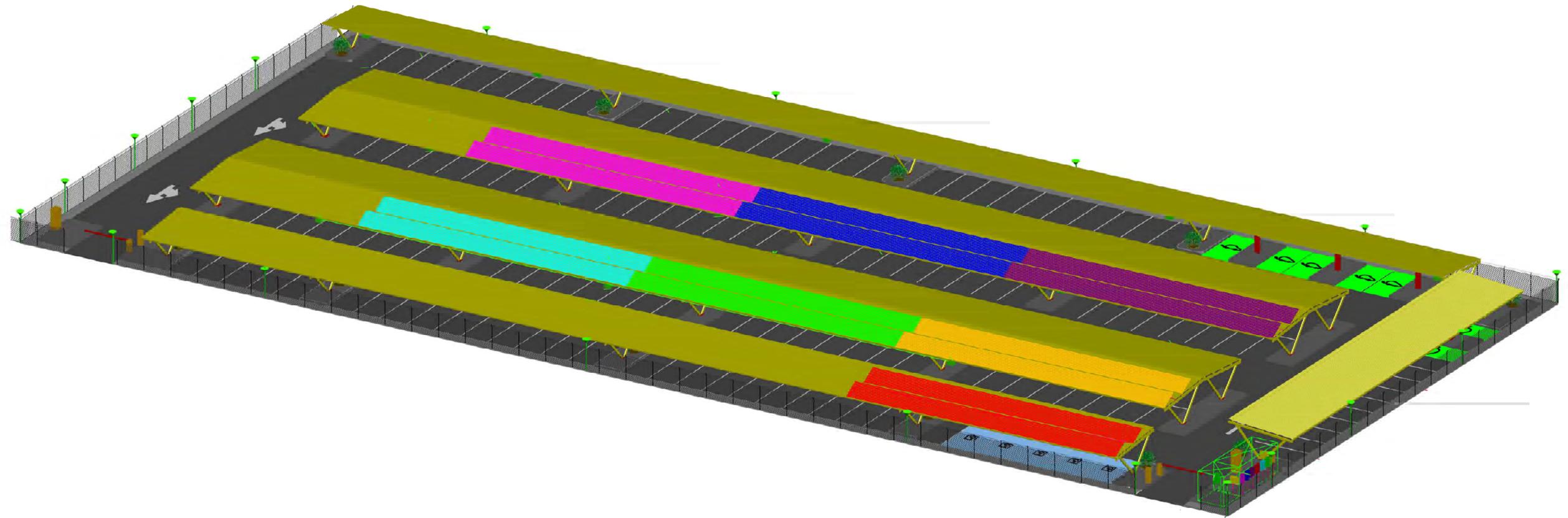
| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.<br>CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | Fecha                                       | Autores   | <br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL<br>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado   | 07/16                                       | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ |  |
| Comprobado   |   |   |  |
| Id. s. normas  | UNE - EN - DIN                              |   |  |
| 1:250  | Plano en planta de instalación de alumbrado |   | Nº P: 7  |
|  |   |   | Nom. Arch: luminariaParking.dwg  |



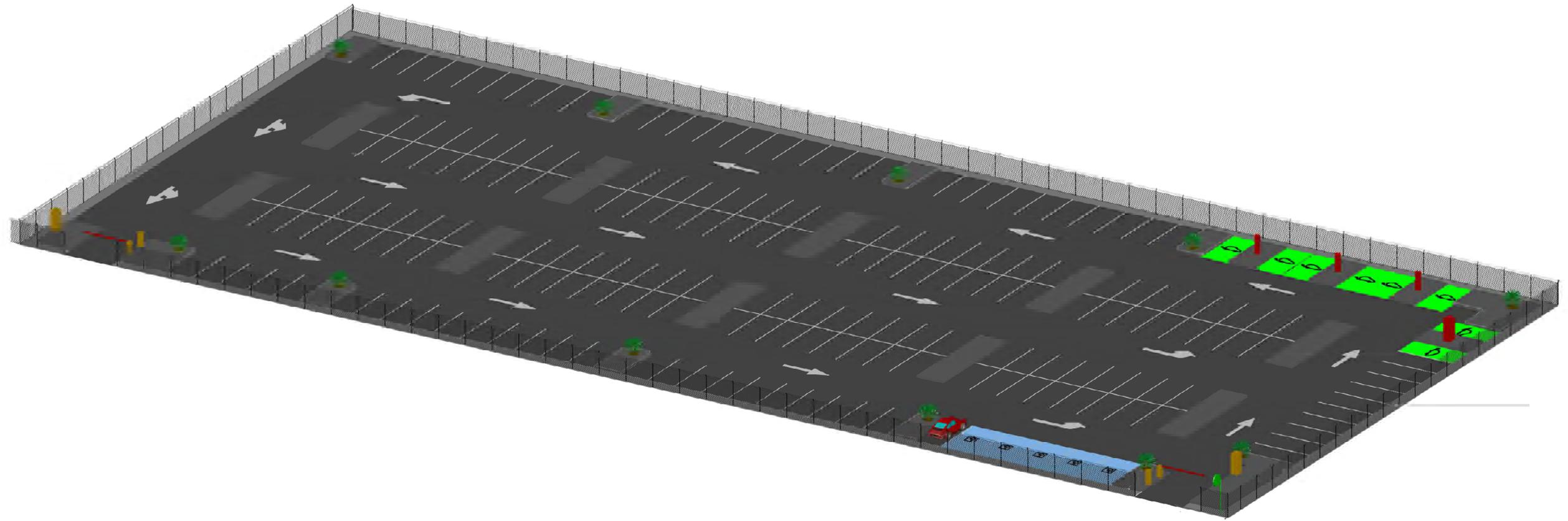
Nota: Todas las cotas están en metros (m).

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.<br>CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |   |   |  |
|  | Fecha   | Autores   | <br>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL<br>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado   | 07/16   | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ |  |
| Comprobado   |   |   |  |
| Id. s. normas  | UNE - EN - DIN                                |   |  |
| Escala:<br>1:250   | <b>Plano en planta<br/>de cotas generales</b> |   | Nº P: <b>8</b><br>Nom. Arch: cotasparking.dwg  |

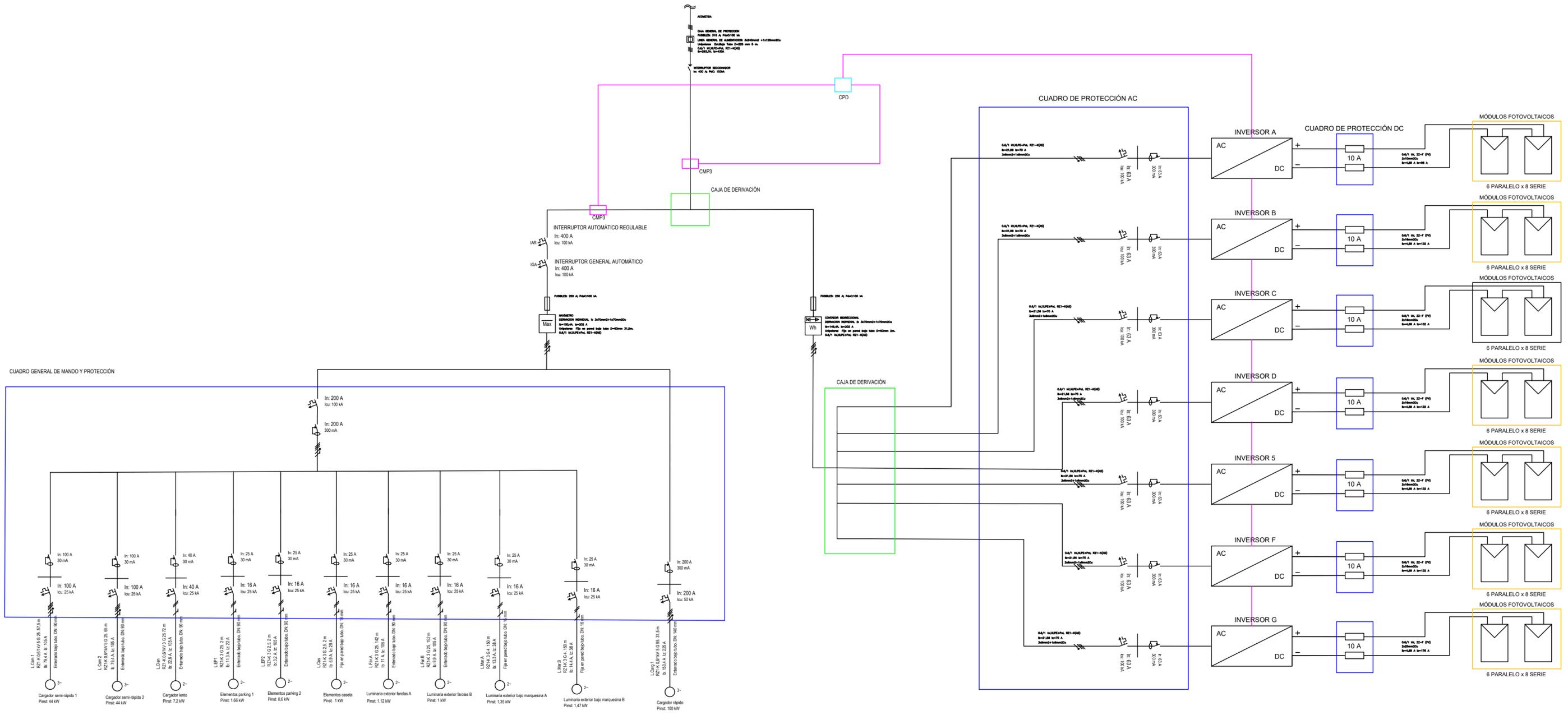




| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.<br>CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |                        |   |   |
|--|------------------------|---|---|
|  | Fecha                  | Autores   |  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL<br>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado   | 07/16                  | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FORTÉ<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ |   |
| Comprobado   |                        |   |   |
| Id. s. normas  | UNE - EN - DIN         |   |   |
| 1:250  | Plano de parking en 3D |   | Nº P:<br><b>9</b><br>Nom. Arch: plano3dparking.dwg  |



| ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.<br>CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA. |                           |   |   |
|--|---------------------------|---|---|
|  | Fecha                     | Autores   |  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL<br>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática<br>Universidad de La Laguna |
| Dibujado   | 07/16                     | ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ |   |
| Comprobado   |                           |   |   |
| Id. s. normas  | UNE - EN - DIN            |   |   |
| 1:250  | Plano de parking en 3D II |   | Nº P:<br>10<br>Nom. Arch: plano3dparking2.dwg   |



| LEYENDA |                               |  |  |  |                                  |
|---------|-------------------------------|--|--|--|----------------------------------|
|         | Interruptor magnetotérmico    |  | Módulos fotovoltaicos SUNPower 300     |  | Control dinámico de potencia CDP |
|         | Interruptor diferencial       |  | Interruptor seccionador                |  | Analizador de redes CMP3         |
|         | Maxímetro                     |  | Caja general de protección (CGP)       |  | Cable de comunicaciones RJ-745   |
|         | Contador bidireccional        |  | Caja De derivación                     |  |                                  |
|         | Inversor SolarMax 15MT3 15 kW |  | Interruptor automático regulable (IAR) |  |                                  |
|         | Fusibles                      |  | Interruptor general automático (IGA)   |  |                                  |

**ACONDICIONAMIENTO DE UN APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS. CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA.**

|               |   |       |         |   |  |
|---------------|---|-------|---------|---|--|
| Dibujado      | Fecha   | 07/16 | Autores | ALEJANDRO RODRIGUEZ FONTE<br>ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ | <br><b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL</b><br>Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática<br>Universidad de La Laguna |
|               | Comprobado  |       |         |   |  |
| Id. s. normas | UNE - EN - DIN  |       |         |   |  |
| Escales:      | Esquema unifilar de la instalación interior e instalación fotovoltaica conectada a la red |       |         |   | Nº P: 11   |
|               |   |       |         |   | Nom. Arch: esquemaunifilar.dwg   |



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **PLIEGO DE CONDICIONES**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

## ÍNDICE

|   |     |
|---|-----|
| 1. Pliego de Condiciones Técnicas para la instalación fotovoltaica..... | 292 |
| 1.1. Objeto .....   | 292 |
| 1.2. Condiciones Técnicas. ....   | 292 |
| 1.2.1. Obras que se contratan. ....                                     | 292 |
| 1.2.2. Condiciones generales de ejecución.....                          | 292 |
| 1.2.3. Admisión, reconocimiento y retirada de materiales.....           | 293 |
| 1.2.4. Materiales de las instalaciones. ....                            | 293 |
| 1.2.4.1. Módulos fotovoltaicos. ....                                    | 293 |
| 1.2.4.2. Regulador .....  | 294 |
| 1.2.4.3. Inversor.....  | 295 |
| 1.2.4.3. Cajas de empalme y derivación para instalación superficie..... | 296 |
| 1.2.4.4. Unión de tubos a cajas.....                                    | 297 |
| 1.2.4.5. Puesta a tierra .....  | 297 |
| 1.2.4.6. Continuidad del neutro .....                                   | 298 |
| 1.2.4.7. Interruptores automáticos.....                                 | 298 |
| 1.2.4.8. Interruptores diferenciales.....                               | 299 |
| 1.2.4.9. Cortacircuitos fusibles.....                                   | 299 |
| 1.3. Normas generales de montaje .....                                  | 300 |
| 1.4. Puesta en marcha de la instalación.....                            | 301 |
| 1. Pliego de condiciones técnicas para la instalación eléctrica .....   | 302 |
| 1.1. Objeto .....   | 302 |
| 1.2. Condiciones técnicas. ....   | 302 |
| 1.2.1. Obras que se contratan. ....                                     | 302 |
| 1.2.2. Condiciones generales de ejecución.....                          | 302 |
| 1.2.3. Admisión, reconocimiento y retirada de materiales.....           | 303 |
| 1.2.4. Materiales de las instalaciones. ....                            | 303 |
| 1.2.4.1 Cuadros.....  | 304 |
| 1.2.4.2. Puesta a tierra.....   | 305 |
| 1.2.4.3. Conexiones equipotenciales. ....                               | 306 |
| <i>Acondicionamiento de un aparcamiento para...</i>                     | 290 |

|  |     |
|--|-----|
| 1.2.4.4. Continuidad del neutro.....         | 306 |
| 1.2.4.5. Interruptores automáticos.....      | 306 |
| 1.2.4.6 Interruptores diferenciales.....     | 307 |
| 1.2.4.7. Cajas de empalme y derivación.....  | 307 |
| 1.2.4.8. Conductores eléctricos.....         | 308 |
| 1.2.4.9. Canalizaciones.....                 | 309 |
| 1.2.4.10. Cortacircuitos fusibles.....       | 309 |
| 1.3. Normas generales de montaje.....        | 310 |
| 1.4. Acabado y remates finales.....          | 310 |
| 1.5. Puesta en marcha de la instalación..... | 311 |

# **1. Pliego de Condiciones Técnicas para la instalación fotovoltaica.**

## **1.1. Objeto**

A lo largo de este apartado de condiciones técnicas se mostrarán las condiciones mínimas que deberá cumplir la instalación fotovoltaica proyectada en cuanto a suministro y montaje, sirviendo de guía para los instaladores y fabricantes de equipos, definiendo especificaciones mínimas que debe cumplir la instalación para asegurar su calidad.

## **1.2. Condiciones Técnicas.**

### **1.2.1. Obras que se contratan.**

Las obras que comprenden la contrata del presente proyecto son las que se especifican en los documentos adjuntos de Memoria, Anexos, Planos y Presupuesto.

En las obras mencionadas, el contratista deberá ejecutar las siguientes labores:

- Todos los transportes necesarios.
- Los suministros de material que se precisen.
- Ejecución de todos los trabajos de montaje de las instalaciones, dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.
- Obras complementarias no definidas específicamente y necesarias para la correcta ejecución de las instalaciones proyectadas.
- Medidas de señalización y seguridad necesarias en evitación de cualquier peligro accidente.

### **1.2.2. Condiciones generales de ejecución.**

El contratista estará obligado a facilitar al personal material auxiliar necesario para la perfecta ejecución de las obras.

Las instalaciones se ajustarán a las condiciones establecidas en la Memoria, en los Reglamentos y Normas especificadas anteriormente y, en general, con arreglo a las normas sancionadas por la práctica para la completa y perfecta construcción y montaje, y en particular a las que se dicte la Dirección de Obra.

Todo el equipo debe estar colocado en los espacios asignados en el proyecto y se dejará un espacio razonable de acceso para su entretenimiento y reparación.

El contratista debe verificar el espacio requerido para todo el equipo propuesto, tanto en el caso de que dicho espacio haya sido especificado o no.

Por lo demás, el Director de Obra deberá fijar el orden en que deben llevarse a cabo las obras, y el contratista vendrá obligado a cumplir exactamente lo que disponga sobre este particular.

### **1.2.3. Admisión, reconocimiento y retirada de materiales.**

Todos los materiales empleados serán de primera calidad, desechándose los que a juicio del Director de Obra no lo sean.

Una vez adjudicada la obra definitivamente, y antes de ejecutarse, el contratista presentará al Director Técnico de la Obra los catálogos, cartas, muestras, etcétera, que estén relacionados con la recepción de los distintos materiales.

No podrán emplearse materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de Obra. Este control no constituye una recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica aún después de colocados, si no cumplieren con las características y condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el contratista por otras que cumplan las condiciones exigidas.

En caso de que el contratista no se mostrase conforme con los resultados de ensayo, análisis o pruebas, podrán repetirse las mismas en un laboratorio oficial, siendo de cuenta del contratista si se llega a la conclusión de que los materiales son rechazables, y de cuenta de la Propiedad en caso contrario.

### **1.2.4. Materiales de las instalaciones.**

Se especifican a continuación las condiciones que deben cumplir los distintos materiales empleados en la ejecución del proyecto.

#### 1.2.4.1. Módulos fotovoltaicos.

El módulo fotovoltaico seleccionado ATERSA A-320M GSE deberá satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino y estar cualificado por

el CIEMAT, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, y llevarán de forma claramente visible el modelo y nombre o logotipo del fabricante.

Los paneles solares serán distribuidos en filas tal y como se indica en la memoria, para facilitar la conexión de los mismos en serie o paralelo según proceda.

Los módulos solares serán montados sobre la estructura soporte pertinente horizontalmente, fijándolos a ésta mediante la tornillería de la que está prevista la estructura. Una vez fijados se inclinarán en el ángulo seleccionado.

Se comprobará que todos los módulos posean diodos de derivación para evitar posibles averías de las células, y que los marcos laterales sean de aluminio.

Antes de la instalación se comprobará que su potencia máxima y corriente de circuito reales referidas a condiciones estándar de medida deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo y se procederá a una inspección para comprobar que no existe ningún módulo con roturas o manchas.

Se debe dejar espacio entre los grupos de módulos para el posterior mantenimiento y reparación. De lo contrario, para llegar a un módulo deberá desmontar antes “medio” generador.

La estructura de soporte para los módulos solares del generador fotovoltaico estará provista de todos los elementos de sujeción pertinentes para la instalación de los paneles y serán realizados del mismo material que el de la propia estructura.

#### 1.2.4.2. Regulador

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida. La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1%.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.

- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  a  $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado.

Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

Estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM (Condiciones Estándar de Medida).
- Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

Deberá estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Deberá estar etiquetado al menos con la siguiente información: tensión nominal (V), corriente máxima (A), Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie y la polaridad de terminales y conexiones.

El regulador elegido posee un índice de protección IP20, lo cual indica que no está suficientemente protegido frente a elementos atmosféricos adversos como puede ser lluvia, o partículas de polvo, por tanto se instalará en el interior de una caseta, fuera de humedades excesivas, protegido de la intemperie y sin polvo o suciedad excesiva.

El lugar donde esté alojado deberá estar ventilado para favorecer la refrigeración del equipo y por tanto deberá evitarse la obstrucción de entradas y salidas de ventilación de la caseta.

#### 1.2.4.3. Inversor

El inversor será del tipo adecuado para la conexión a la red de baja tensión y su potencia de entrada será variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador proporcione.

El inversor encargado de la conversión de corriente continua a corriente alterna para la inyección a la red de baja tensión de la potencia producida por el generador

fotovoltaico es un dispositivo electrónico sensible que debe estar protegido contra daños externos.

El inversor elegido posee un índice de protección IP20, lo cual indica que no está suficientemente protegido frente a elementos atmosféricos adversos como puede ser lluvia, o partículas de polvo, por tanto se instalará en el interior de un armario, fuera de humedades excesivas, protegido de la intemperie y sin polvo o suciedad excesiva.

El lugar donde esté alojado deberá estar ventilado para favorecer la refrigeración del equipo y por tanto deberá evitarse la obstrucción de entradas y salidas de ventilación del armario.

Se deberá montar el inversor lo más cerca de los módulos posible para ahorrar así cableado de corriente continua. Además, a la hora de su montaje se debe tener en cuenta el procurar una accesibilidad cómoda para el mantenimiento y la reparación.

#### 1.2.4.3. Cajas de empalme y derivación para instalación superficie

Las cajas para instalaciones de superficie estarán plastificadas con PVC fundido en toda su superficie con la protección IP 55, tendrán un cierre hermético con la tapa atornillada y serán y serán dimensiones tales que se adapten holgadamente al tipo de cable o conductor que se emplee.

Estarán provistas de varias entradas troqueladas ciegas en tamaños concéntricos, para poder disponer en la misma entrada agujeros de diferentes diámetros.

La fijación a techo será como mínimo de dos puntos de fijación, se realizará mediante tornillos de acero, para lo cual deberán practicársele taladros en el fondo de las mismas. Deberá utilizarse arandelas de nylon en tornillos para conseguir una buena estanqueidad.

Las conexiones de los conductores se ejecutarán en las cajas y mediante bornes, no pudiendo conectarse más de cuatro hilos en cada borne. Estas bornes irán numeradas y serán del tipo que se especifique en lo demás documentos del proyecto.

La conexión del inversor con el campo de paneles solares y con la red de baja tensión será realizada por el personal técnico cualificado por la importancia y dedicación que esto conlleva.

#### 1.2.4.4. Unión de tubos a cajas.

Se instalarán boquillas proteje hilos terminales de plástico o de acero en el extremo de todos los tubos, a su entrega en las cajas de cualquier tipo, cuadros o paneles de la siguiente forma.

Los finales de los tubos tendrán rosca suficiente para colocar una tuerca por fuera de la caja y otra tuerca más la boquilla terminal por el interior de la caja. Se permite usar también boquillas de rosca y dimensiones adecuadas que eviten usar la tuerca en el interior de la caja o panel.

En las cajas para enchufes y mecanismos el tubo irá rígidamente sujeto a la caja con boquilla y tuerca en el interior y tuerca en el exterior.

#### 1.2.4.5. Puesta a tierra

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las instrucciones siguientes:

La puesta a tierra se hará a través de picas de acero, recubiertas de cobre, si no se especifica lo contrario en otros documentos del proyecto. La configuración de las mismas debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

Todas las picas tendrán un diámetro mínimo de 19 mm y su longitud será de dos metros.

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

Los conductores que constituyan las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser menor en ningún caso de 16 mm<sup>2</sup> de sección para las líneas principales a tierra, ni de 35 mm<sup>2</sup> de sección para las líneas de enlace con tierra si son de cobre.

Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo de puesta a tierra.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiada a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste magnético.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse ni masa ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos.

Las conexiones a masa y a elementos metálicos, se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal.

Estos conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masa como con el electrodo. A estos efectos se dispondrá que las conexiones de los conductores se efectúen con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando una buena superficie de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc

#### 1.2.4.6. Continuidad del neutro

El conductor neutro no podrá ser interrumpido, salvo que esta interrupción sea realizada por interruptores o seccionadores omnipolares, que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo), o que establezcan la conexión del neutro antes que las de las fases y desconecten estas antes que el neutro.

#### 1.2.4.7. Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores automáticos podrán utilizarse para la protección de líneas y circuitos. Todos los interruptores automáticos deberán estar provistos de un dispositivo

de sujeción a presión para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura a un carril normalizado.

Los contactos de los automáticos deberán estar fabricados con material resistente a la fusión.

Todos los tipos de interruptores mencionados deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos a esta clase de material en la Norma UNE 20.347. 81.

En caso de que se acepte material no nacional, éste se acompañará de documentación en la que se indique que este tipo de interruptor se ha ensayado de acuerdo con la Norma nacional que corresponde y concuerde con la CEE 19.

#### 1.2.4.8. Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijen en el Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, cumplan la Norma UNE 20.383, lleven impresa la marca de conformidad a Norma UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores de protección tienen como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas, y que debe ser independiente de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos.

Reaccionarán con toda la intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Por él deberán pasar todos los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

#### 1.2.4.9. Cortacircuitos fusibles.

Todos los cortacircuitos fusibles estarán contruidos para tensiones de 250, 500 o 750 v. La intensidad nominal del fusible será aquella que normalmente circula por el circuito en carga.

Todo este material se ajustará a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigido a esta clase de material en la norma UNE, especialmente los número 20.520-76; 21.095, 21.103.

Los zócalos serán de material aislante resistente a la humedad y de resistencia mecánica adecuada, no debiendo sufrir deterioro por la temperatura a que dé lugar su funcionamiento en las máximas condiciones posibles admitidas.

En el zócalo irán grabados en forma bien visible la tensión y la intensidad nominal y la marca del fabricante.

Los orificios de entrada de conductores deberán tener el tamaño suficiente para que pueda introducirse fácilmente el conductor con la envoltura de protección. Los contactos deben ser amplios y resistir sin calentamiento anormal las temperaturas que ocasionan las sobrecargas.

Las conexiones entre partes conductoras de corriente deben efectuarse de modo que no puedan aflojarse por el calentamiento natural del servicio, ni por la alteración de las materias aislantes.

Las cubiertas o tapas deben ser tales que eviten por completo la proyección del metal en caso de fusión y eviten en servicio normal que puedan ser accesibles las partes en tensión.

Las distancias mínimas entre partes bajo tensión o entre estas y tierra serán las fijadas por las reglamentaciones vigentes.

Los cartuchos fusibles deberán estar contruidos de forma que no puedan ser abiertos sin herramientas y sin provocar desperfectos y los de hasta 60 A estarán contruidos de forma que sea imposible el reemplazo de un fusible de intensidad dada por otro de intensidad superior a la nominal de los zócalos.

### **1.3. Normas generales de montaje**

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y planos del proyecto.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones previstas o sustituir por otros los aparatos aprobados, se solicitará permiso a la Dirección Facultativa.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. En aquellas partes móviles de las máquinas y motores se dispondrán envolventes o rejillas metálicas de protección.

Durante el proceso de instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Una vez finalizado el montaje se procederá a la limpieza total de los tubos tanto exterior como interiormente.

#### **1.4. Puesta en marcha de la instalación**

La instalación eléctrica se entenderá terminada cuando se haya puesto en marcha y probado en cargo real, es decir, alimentando los equipos mecánicos de alumbrado, maquinaria y otros dispositivos proyectados. Esta condición incluye específicamente el realizar las pruebas de puesta en marcha por vez primera no solo del alumbrado y equipos de responsabilidad y suministro 100% del instalador electricista, sino también de los motores y equipos de otros instaladores que precisen energía de la red eléctrica. En tales equipos la puesta en marcha se hará conjuntamente con los instaladores, sin cargo alguno para la propiedad de la obra, hasta dejar los equipos funcionando satisfactoriamente con los fusibles y relés ajustados correctamente y las luces de señalización e indicadores mecánicos en orden.

# **1. Pliego de condiciones técnicas para la instalación eléctrica**

## **1.1. Objeto**

El objeto del presente Pliego de Condiciones Técnicas es fijar las características exigibles a los materiales especificados en el Proyecto, así como su forma de montaje.

## **1.2. Condiciones técnicas.**

### **1.2.1. Obras que se contratan.**

Las obras que comprenden la Contrata del presente Proyecto son las que se especifican en los documentos adjuntos de Memoria, Anexos, Planos y Presupuesto.

En las obras mencionadas, el Contratista deberá ejecutar las siguientes labores:

- Todos los transportes necesarios.
- Los suministros de material que se precisen.
- Ejecución de todos los trabajos de montaje de las instalaciones, dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.
- Obras complementarias no definidas específicamente, y necesarias para la correcta ejecución de las instalaciones proyectadas.
- Medidas de señalización y seguridad necesarias en evitación de cualquier peligro accidente.

### **1.2.2. Condiciones generales de ejecución.**

Las características técnicas de los materiales y equipos constitutivos de la instalación, serán los especificados en los documentos del proyecto. Las instalaciones se ajustarán a las condiciones establecidas en la Memoria, en los Reglamentos y Normas especificadas anteriormente y, en general, con arreglo a las normas sancionadas por la práctica para la completa y perfecta construcción y montaje, y en particular a las que se dicte la Dirección de Obra.

Los materiales y equipos a instalar serán todos nuevos, no pudiéndose utilizar elementos recuperados de otra instalación salvo que dicha reutilización haya sido prevista en el proyecto. El instalador presentará a requerimiento de la Dirección técnica si así se le exigiese, albaranes de entrega de los elementos que aquella estime oportuno.

Si en los documentos del proyecto se especifica marca y modelo de un elemento determinado, el instalador estará obligado al suministro y montaje de éste, no admitiéndose un producto similar de otro fabricante sin la aceptación previa de la Dirección Técnica.

Cualquier accesorio o complemento que no se haya indicado en estos documentos al especificar materiales o equipos, pero que sea necesario a juicio de la Dirección Técnica para el funcionamiento correcto de la instalación, será suministrado y montado por el instalador sin coste adicional alguno para la propiedad, interpretándose que su importe se encuentra comprendido proporcionalmente en los precios unitarios de los demás elementos.

Todo el equipo debe estar colocado en los espacios asignados en el proyecto y se dejará un espacio razonable de acceso para su mantenimiento y reparación.

### **1.2.3. Admisión, reconocimiento y retirada de materiales.**

Todos los materiales empleados serán de primera calidad, desechándose los que a juicio del Director de Obra no lo sean.

Una vez adjudicada la obra definitivamente, y antes de ejecutarse, el Contratista presentará al Director Técnico de la Obra los catálogos, cartas, muestras, etcétera, que estén relacionados con la recepción de los distintos materiales.

No podrán emplearse materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de Obra. Este control no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica aún después de colocados, si no cumpliesen con las características y condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el contratista por otros que cumplan las condiciones exigidas.

En caso de que el Contratista no se mostrase conforme con los resultados del ensayo, análisis o pruebas, podrán repetirse las mismas en un Laboratorio Oficial, siendo de cuenta del Contratista si se llega a la conclusión de que los materiales son rechazables, y de cuenta de la Propiedad en caso contrario.

### **1.2.4. Materiales de las instalaciones.**

Se especifican a continuación las condiciones que deben cumplir los distintos materiales empleados en la ejecución del Proyecto.

#### 1.2.4.1 Cuadros

Los cuadros, salvo que explícitamente se especificase otra cosa en otro de los documentos de este proyecto, tendrán un espesor de 2 o 2,5 mm. Estos cuadros serán de chapa de acero barnizado, que dispondrá de puerta de cristal curvo templado de seguridad en la cual se situarán los elementos de mando. Siempre que sea posible y no se indique lo contrario en proyecto, serán accesibles por su parte delantera y dispondrán de llave y cerradura. Tendrán junta de estanqueidad de neopreno y su protección mínima según UNE 20.324 será de IP-55.

El cableado se realizará ordenadamente con recorridos claros, de tal forma, que sean fácilmente identificables los circuitos. Todo el cable irá señalizado en sus dos extremos. El cableado de unión entre los aparatos de puertas y los situados en bastidor se realizará de tal forma que pueda abrirse el cuadro fácilmente y sin deterioro de los cables de unión. La puerta del cuadro irá conectada a la tierra de este mediante malla de cobre.

Las conexiones se realizarán mediante bloques de bornes. Las piezas bajo tensión desnudas estarán separadas entre sí y con respecto a las paredes por una distancia no inferior a 1,5 cm. Las entradas de canalizaciones al cuadro estarán perfectamente selladas y de ser metálicas tendrán las aristas matadas y aisladas para evitar dañar el aislamiento de los conductores.

Estarán etiquetados todos los interruptores, indicando la función de cada uno de ellos, así como todos los aparatos de señalización o medida, de tal manera que se tenga una identificación clara de sus funciones.

Todos los cuadros llevarán en la parte interior de la puerta una bolsa para la colocación del esquema y aquellos que tengan una dimensión superior a 50 cm. O dispongan de más de dos interruptores diferenciales llevarán marcado en el frontal el esquema sinóptico de la instalación.

Todos los conductores que entran o salen del cuadro estarán señalizados con la misma indicación del borne a la que están conectados y formarán en su unión a ésta un bucle que facilitará la medida del consumo.

#### 1.2.4.2. Puesta a tierra.

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las instrucciones siguientes:

La puesta a tierra se hará a través de picas de acero, recubiertas de cobre, si no se especifica lo contrario en otros documentos del proyecto.

La configuración de las mismas debe ser redonda, de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica se doble debido a la fuerza de los golpes.

Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

Los conductores que constituyan las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser menor en ningún caso de 16 mm<sup>2</sup> de sección para las líneas principales a tierra, ni de 35 mm<sup>2</sup> de sección para las líneas de enlace con tierra si son de cobre.

Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considerarán que forman parte del electrodo de puesta a tierra.

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislamiento apropiada a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta. El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste magnético.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse ni masa ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos.

Las conexiones a masa y a elementos metálicos, se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal.

Estos conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masa como con el electrodo. A estos efectos se dispondrá que las conexiones de los conductores se efectúen con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando una buena superficie de contacto de forma que la conexión sea

efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

#### 1.2.4.3. Conexiones equipotenciales.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes y demás elementos conductores accesibles.

#### 1.2.4.4. Continuidad del neutro.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido, salvo que esta interrupción sea realizada por interruptores o seccionadores omnipolares, que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo), o que establezcan la conexión del neutro antes que las de las fases y desconecten estas antes que el neutro.

#### 1.2.4.5. Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores automáticos podrán utilizarse para la protección de líneas y circuitos. Todos los interruptores automáticos deberán estar provistos de un dispositivo de sujeción a presión para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura a un carril normalizado. Los contactos de los automáticos deberán estar fabricados con material resistente a la fusión.

Todos los tipos de interruptores mencionados deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos a esta clase de material en la norma correspondiente.

En caso de que se acepte material no nacional, éste se acompañará de documentación en la que se indique que este tipo de interruptor se ha ensayado de acuerdo con la Norma nacional que corresponde y concuerde con la CEE 19.

#### 1.2.4.6 Interruptores diferenciales.

Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijen en el Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, cumplan la Norma UNE, lleven impresa la marca de conformidad a Norma UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores de protección tienen como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas, y que debe ser independiente de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos.

Reaccionarán con toda la intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra. Por él deberán pasar todos los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

#### 1.2.4.7. Cajas de empalme y derivación

Las cajas para instalaciones de superficie estarán plastificadas con PVC fundido en toda su superficie con la protección IP 55, tendrán un cierre hermético con la tapa atornillada y serán dimensiones tales que se adapten holgadamente al tipo de cable o conductor que se emplee. Estarán provistas de varias entradas troqueladas ciegas en tamaños concéntricos, para poder disponer en la misma entrada de agujeros de diferentes diámetros.

La fijación al techo será como mínimo de dos puntos de fijación, se realizará mediante tornillos de acero, para lo cual deberán practicarse taladros en el fondo de las mismas. Deberá utilizarse arandelas de nylon en tornillos para conseguir una buena estanqueidad. Las conexiones de los conductores se ejecutarán en las cajas y mediante bornas, no pudiendo conectarse más de cuatro hilos en cada borna. Estas bornas irán numeradas y serán del tipo que se especifique en lo demás documentos del proyecto.

#### 1.2.4.8. Conductores eléctricos.

Todos los conductores se conectarán por medio de terminales o punteras adecuados a la sección y tipo tanto del cable como del borne a conectar, de forma que quede asegurada una conexión perfecta, y la temperatura de la conexión nunca supere a la de trabajo del mismo cable en funcionamiento.

Se respetarán los radios de curvatura máximos recomendados por el fabricante del cable, y se evitará cualquier esfuerzo mecánico que lo pueda dañar.

a) Cables de tensión nominal 0,6/1 kV: los conductores deberán estar constituidos según la norma UNE 21.022 y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre recocido. Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011 y 21.014, así como las normas sobre la rápida extinción de la llama: UNE 20-432-1, IEC 332-1, CEI-20-35, NF-C32070-C2, B5 4066-1, ME 0472-D, y de no propagación del incendio IEEE 383-74.

Los aislamientos serán de una mezcla de polietileno reticulado del tipo XLPE según designación de la norma UNE 21.123.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión y fundas termorretráctiles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o 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 perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

Cuando por las características del tendido sea preciso instalarlos en línea curva, el radio de curvatura será como mínimo el siguiente:

- Diámetro exterior < 25 mm 4 veces el diámetro.
- Diámetro exterior 25 a 50 mm 5 veces el diámetro.
- Diámetro exterior > 50 mm 6 veces el diámetro.

Cuando en una bandeja se agrupen varios cables, cada uno irá identificado mediante un rótulo en que se exprese su código de identificación que necesariamente deberá

coincidir con el que aparezca en los documentos del proyecto. El rótulo será en letras y/o números indelebles e irá en un tarjetero firmemente sujeto al cable, cada 3 metros y en todas las cajas de derivación o empalme.

#### 1.2.4.9. Canalizaciones.

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

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección. Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres.

Todo el material auxiliar, codos, mangueras de conexión y derivación, etc. Que utilicen las instalaciones con tubo rígido tendrán las mismas características exigidas para los tubos. Las roscas estarán perfectamente acabadas y la unión se hará sin utilizar estopa, sino sello ardiente, asegurando la completa estanqueidad de toda la instalación.

#### 1.2.4.10. Cortacircuitos fusibles.

Todos los cortacircuitos fusibles estarán contruidos para tensiones de 250, 500 o 750 v. La intensidad nominal del fusible será aquella que normalmente circula por el circuito en carga.

Todo este material se ajustará a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortacircuitos exigido a esta clase de material en la norma UNE.

Los orificios de entrada de conductores deberán tener el tamaño suficiente para que pueda introducirse fácilmente el conductor con la envoltura de protección. Los contactos deben ser amplios y resistir sin calentamiento anormal las temperaturas que ocasionan las sobrecargas.

Las conexiones entre partes conductoras de corriente deben efectuarse de modo que no puedan aflojarse por el calentamiento natural del servicio, ni por la alteración de las materias aislantes.

Las cubiertas o tapas deben ser tales que eviten por completo la proyección del metal en caso de fusión y eviten en servicio normal que puedan ser accesibles las partes en tensión.

Las distancias mínimas entre partes bajo tensión o entre estas y tierra serán las fijadas por las reglamentaciones vigentes.

Los cartuchos fusibles deberán estar contruidos de forma que no puedan ser abiertos sin herramientas y sin provocar desperfectos y los de hasta 60 A estarán contruidos de forma que sea imposible el reemplazo de un fusible de intensidad dada por otro de intensidad superior a la nominal de los zócalos.

### **1.3. Normas generales de montaje.**

Las instalaciones se realizarán siguiendo las prácticas normales para obtener un buen funcionamiento, por lo que se respetarán las especificaciones e instrucciones de las empresas suministradoras.

El montaje de la instalación se realizará ajustándose a las indicaciones y planos del proyecto.

Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones previstas o sustituir por otros los aparatos aprobados, se solicitará permiso a la Dirección Facultativa.

En todos los equipos se dispondrán las protecciones pertinentes para evitar accidentes. En aquellas partes móviles de las máquinas y motores se dispondrán envolventes o rejillas metálicas de protección.

Durante el proceso de instalación se protegerán debidamente todos los aparatos, colocándose tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo.

Una vez finalizado el montaje se procederá a la limpieza total de los tubos tanto exterior como interiormente.

### **1.4. Acabado y remates finales.**

El instalador efectuará a su cargo todos los remates finales para la perfecta terminación de la instalación eléctrica según pliego de condiciones y juicio de la Dirección, comprendiendo este trabajo en general:

- La reconstrucción total o parcial de máquinas o elementos deteriorados durante el montaje.
- Limpieza total o pintura de canalizaciones, luces, cuadros, controles, etc.

Evacuación de restos de embalajes, equipo y accesorios utilizados durante la instalación.

- Protección contra posibles oxidaciones en puntos críticos.
- Letreros indicadores, placas, planos de obra ejecutada y demás elementos aclaratorios de funcionamiento.
- Ajuste de relés y automatismo en general.
- Letreros, placas y demás elementos aclaratorios de funcionamiento.

### **1.5. Puesta en marcha de la instalación.**

La instalación eléctrica se entenderá terminada cuando se haya puesto en marcha y probado en cargo real, es decir:

- Prueba con las potencias demandadas calculadas, de las instalaciones de 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 de Condiciones 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.

NOTA: Para las instalaciones conectadas a red se deberá tener en cuenta tanto el pliego de condiciones técnicas para instalaciones fotovoltaicas como el pliego de condiciones técnicas para instalaciones eléctricas.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **MEDICIONES**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

Presupuesto parcial n° 1 Instalaciones

N° Ud Descripción Medición

1.1.- Eléctricas

1.1.1.- Puesta a tierra

1.1.1.1 Ud Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 130 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 10 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar y 11 picas para red de toma de tierra formada por pieza de acero cobreado con baño electrolítico de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud, enterrada a una profundidad mínima de 80 cm. Incluso placas acodadas de 3 mm de espesor, soldadas en taller a las armaduras de los pilares, punto de separación pica-cable, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexas y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).  
**Incluye:** Replanteo. Conexión del electrodo y la línea de enlace. Montaje del punto de puesta a tierra. Trazado de la línea principal de tierra. Sujeción. Trazado de derivaciones de tierra. Conexión de las derivaciones. Conexión a masa de la red. Realización de pruebas de servicio.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal     |
|------------------------|-------|-------|------|---------|--------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000   |              |
|                        |       |       |      | 1,000   | 1,000        |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      |         | <b>1,000</b> |

1.1.2.- Cables

1.1.2.1 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexas y probado.  
**Incluye:** Tendido del cable. Conexión.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal      |
|-----------------------|-------|-------|------|---------|---------------|
| 35                    |       |       |      | 35,000  |               |
|                       |       |       |      | 35,000  | 35,000        |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      |         | <b>35,000</b> |

1.1.2.2 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexas y probado.  
**Incluye:** Tendido del cable. Conexión.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial   | Subtotal         |
|-----------------------|-------|-------|------|-----------|------------------|
| 1.080                 |       |       |      | 1.080,000 |                  |
|                       |       |       |      | 1.080,000 | 1.080,000        |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      |           | <b>1.080,000</b> |

1.1.2.3 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexas y probado.  
**Incluye:** Tendido del cable. Conexión.

| Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|------|-------|-------|------|---------|----------|
| 10   |       |       |      | 10,000  |          |
|      |       |       |      | 10,000  | 10,000   |

Presupuesto parcial n° 1 Instalaciones

N° Ud Descripción Medición

Total m .....: 10,000

**1.1.2.4 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal      |
|------|-------|-------|------|-----------------------|
| 10   |       |       |      | 10,000                |
|      |       |       |      | 10,000                |
|      |       |       |      | Total m .....: 10,000 |

**1.1.2.5 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal       |
|------|-------|-------|------|------------------------|
| 325  |       |       |      | 325,000                |
|      |       |       |      | 325,000                |
|      |       |       |      | Total m .....: 325,000 |

**1.1.2.6 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal      |
|------|-------|-------|------|-----------------------|
| 25   |       |       |      | 25,000                |
|      |       |       |      | 25,000                |
|      |       |       |      | Total m .....: 25,000 |

**1.1.2.7 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal      |
|------|-------|-------|------|-----------------------|
| 35   |       |       |      | 35,000                |
|      |       |       |      | 35,000                |
|      |       |       |      | Total m .....: 35,000 |

**1.1.2.8 M Suministro e instalación de cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

**Presupuesto parcial n° 1 Instalaciones**

| N° Ud Descripción             | Medición |         |       |      |                  |
|-------------------------------|----------|---------|-------|------|------------------|
|                               | Uds.     | Largo   | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|                               |          | 245,000 |       |      | 245,000          |
|                               |          |         |       |      | 245,000          |
| <b>Total m .....: 245,000</b> |          |         |       |      |                  |

**1.1.2.9 M Suministro e instalación de cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**  
**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds.                            | Largo     | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|---------------------------------|-----------|-------|------|------------------|
|                                 | 1.960,000 |       |      | 1.960,000        |
|                                 |           |       |      | 1.960,000        |
| <b>Total m .....: 1.960,000</b> |           |       |      |                  |

**1.1.2.10 M Suministro e instalación de cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**  
**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds.                          | Largo   | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-------------------------------|---------|-------|------|------------------|
|                               | 950,000 |       |      | 950,000          |
|                               |         |       |      | 950,000          |
| <b>Total m .....: 950,000</b> |         |       |      |                  |

**1.1.2.11 M Suministro e instalación de cable unipolar SZ1-K (AS+), resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoestable especial ignífugo y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1) de color naranja, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**  
**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds.                          | Largo   | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-------------------------------|---------|-------|------|------------------|
|                               | 150,000 |       |      | 150,000          |
|                               |         |       |      | 150,000          |
| <b>Total m .....: 150,000</b> |         |       |      |                  |

**1.1.2.12 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.**  
**Incluye: Tendido del cable. Conexionado.**

| Uds.                         | Largo  | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------------|--------|-------|------|------------------|
|                              | 50,000 |       |      | 50,000           |
|                              |        |       |      | 50,000           |
| <b>Total m .....: 50,000</b> |        |       |      |                  |

**1.1.3.- Canalizaciones**

Presupuesto parcial n° 1 Instalaciones

N° Ud Descripción

Medición

- 1.1.3.1 M** Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 225 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre cama o lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada.  
**Incluye:** Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Ejecución del relleno envolvente de arena.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------|-------|-------|------|------------------|
| 25                    |       |       |      | 25,000           |
|                       |       |       |      | 25,000           |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      | <b>25,000</b>    |

- 1.1.3.2 M** Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre cama o lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada.  
**Incluye:** Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Ejecución del relleno envolvente de arena.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1.080                 |       |       |      | 1.080,000        |
|                       |       |       |      | 1.080,000        |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      | <b>1.080,000</b> |

- 1.1.3.3 M** Suministro e instalación de canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 16 mm de diámetro. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales. Totalmente montada.  
**Incluye:** Replanteo. Colocación y fijación del tubo.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------|-------|-------|------|------------------|
| 325                   |       |       |      | 325,000          |
|                       |       |       |      | 325,000          |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      | <b>325,000</b>   |

- 1.1.3.4 M** Suministro e instalación de canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 63 mm de diámetro. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales. Totalmente montada.  
**Incluye:** Replanteo. Colocación y fijación del tubo.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal      |
|-----------------------|-------|-------|------|---------|---------------|
| 35                    |       |       |      | 35,000  |               |
|                       |       |       |      | 35,000  | 35,000        |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      |         | <b>35,000</b> |

- 1.1.3.5 M** Suministro e instalación de canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 12 mm de diámetro. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales. Totalmente montada.  
**Incluye:** Replanteo. Colocación y fijación del tubo.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal      |
|-----------------------|-------|-------|------|---------|---------------|
| 15                    |       |       |      | 15,000  |               |
|                       |       |       |      | 15,000  | 15,000        |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      |         | <b>15,000</b> |

**1.1.4.- Cajas generales de protección**

- 1.1.4.1 Ud** Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación del marco. Colocación de la puerta. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                     |       |       |      | 1,000            |
|                       |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

**1.1.5.- Líneas generales de alimentación**

- 1.1.5.1 M** Suministro e instalación de línea general de alimentación enterrada, que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x240+2G120 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 225 mm de diámetro, resistencia a compresión mayor de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Incluso hilo guía. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de la zanja. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo en la zanja. Tendido de cables. Conexionado. Ejecución del relleno envolvente.

| Uds.                 | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|----------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                    |       |       |      | 1,000            |
|                      |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total m .....</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

**1.1.6.- Centralización de contadores**

- 1.1.6.1 Ud** Suministro e instalación de centralización de contadores sobre paramento vertical, en armario de contadores, compuesta por: unidad funcional de interruptor general de maniobra de 250 A; unidad funcional de embarrado general de la concentración formada por 1 módulo; unidad funcional de fusibles de seguridad formada por 3 módulos; unidad funcional de medida formada por 1 módulo de contadores monofásicos y 1 módulo de contadores trifásicos y módulo de servicios generales con seccionamiento; unidad funcional de mando que contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro; unidad funcional de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra formada por 1 módulo. Incluso p/p de conexiones de la línea repartidora y de las derivaciones individuales a sus correspondientes bornes y embarrados, cableado y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo del conjunto prefabricado. Colocación y nivelación del conjunto prefabricado. Fijación de módulos al conjunto prefabricado. Conexionado.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                     |       |       |      | 1,000            |
|                       |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

**1.1.7.- Derivaciones individuales**

- 1.1.7.1 M** Suministro e instalación de derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, delimitada entre la centralización de contadores o la caja de protección y medida y el cuadro de mando y protección de cada usuario, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x70+2G35 mm<sup>2</sup>, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de PVC liso de 63 mm de diámetro. Incluso p/p de accesorios, elementos de sujeción e hilo de mando para cambio de tarifa. Totalmente montada, conexiónada y probada.  
Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Tendido de cables. Conexiónado.

| Uds.                  | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------|-------|-------|------|------------------|
| 2                     |       |       |      | 2,000            |
|                       |       |       |      | 2,000            |
| <b>Total m .....:</b> |       |       |      | <b>2,000</b>     |

**1.1.8.- Solar fotovoltaica**

- 1.1.8.1 M<sup>2</sup>** Suministro e instalación de módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, para integración arquitectónica en fachada de edificio, potencia máxima (Wp) 300 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 54,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 5,49 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 5,87 A, tensión en circuito abierto (Voc) 64 V, eficiencia 16%, 96 células, vidrio exterior templado de 5 mm de espesor, capa adhesiva doble de PVB, vidrio posterior templado de 5 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1559x1046x46mm, peso 18,6 kg, vidrio transparente, con caja de conexiones, montaje con ganchos. Incluso accesorios de montaje y material de conexión eléctrico. Totalmente montado, conexiónado y probado.  
Incluye: Colocación y fijación del módulo. Conexiónado con la red eléctrica.  
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo todos los huecos

| Uds.                              | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 333                               |       |       |      | 333,000          |
|                                   |       |       |      | 333,000          |
| <b>Total m<sup>2</sup> .....:</b> |       |       |      | <b>333,000</b>   |

- 1.1.8.2 Ud** Suministro e instalación de inversor central trifásico para conexión a red, potencia máxima de entrada 24 kW, voltaje de entrada máximo 900 Vcc, potencia nominal de salida 15 kW, eficiencia máxima 98%, dimensiones 550x750x200 mm, con inversor compacto sinusoidal PWM, procesador de señales digitales DSP, pantalla gráfica LCD, puertos RS-232 y RS-485, dispositivo MaxControl para alarma automática, supervisión del inversor y evaluación de datos de rendimiento. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexiónado y probado.  
Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexiónado.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 7                      |       |       |      | 7,000            |
|                        |       |       |      | 7,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>7,000</b>     |

**1.1.9.- Recarga de vehículos eléctricos**

- 1.1.9.1 Ud** Estación de recarga rápida de vehículos eléctricos para modo de carga 3 y modo de carga 4, compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, con grado de protección IP 54 e IK 10, de 654 (730) x 783 (826) x 2007 mm, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con tomas Tipo 2 y CHAdEMO trifásica. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexiónada y probada.  
Incluye: Replanteo. Colocación de la estación de recarga de vehículos eléctricos. Conexiónado.

| Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------|-------|-------|------|------------------|
|------|-------|-------|------|------------------|

**Presupuesto parcial n° 1 Instalaciones**

| <b>N° Ud Descripción</b> | <b>Medición</b> |
|--------------------------|-----------------|
| 1                        | 1,000           |
|                          | 1,000           |
| <b>Total Ud .....:</b>   | <b>1,000</b>    |

**1.1.9.2 Ud Estación de recarga semi-rápida de vehículos eléctricos para modo de carga 1 y 3 compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos toma Tipo 2 trifásica. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada.  
Incluye: Replanteo. Colocación de la estación de recarga de vehículos eléctricos. Conexionado.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto  | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|-------|------------------|
| 2                      |       |       | 2,000 |                  |
|                        |       |       | 2,000 | 2,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |       | <b>2,000</b>     |

**1.1.9.3 Ud Estación de recarga de vehículos eléctricos para modo de carga 1 compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Schuko de 16 A monofásica. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada.  
Incluye: Replanteo. Colocación de la estación de recarga de vehículos eléctricos. Conexionado.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Uds. | Alto  | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|-------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000 |                  |
|                        |       |       |      | 1,000 | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      |       | <b>1,000</b>     |

**1.1.10.- Aparamenta**

**1.1.10.1 Ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 100 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Totalmente montado, conexionado y probado.  
Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Uds. | Alto  | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|-------|------------------|
| 2                      |       |       |      | 2,000 |                  |
|                        |       |       |      | 2,000 | 2,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      |       | <b>2,000</b>     |

**1.1.10.2 Ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 80 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Totalmente montado, conexionado y probado.  
Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Uds. | Alto  | Parcial | Subtotal     |
|------------------------|-------|-------|------|-------|---------|--------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000 |         |              |
|                        |       |       |      | 1,000 |         | 1,000        |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      |       |         | <b>1,000</b> |

Presupuesto parcial n° 1 Instalaciones

N° Ud Descripción

Medición

**1.1.10.3 Ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

**1.1.10.4 Ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 7                      |       |       |      | 7,000            |
|                        |       |       |      | 7,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>7,000</b>     |

**1.1.10.5 Ud Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 7                      |       |       |      | 7,000            |
|                        |       |       |      | 7,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>7,000</b>     |

**1.1.10.6 Ud Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, 4P/100A/300mA, de 4 módulos. Incluso accesorios y fijaciones. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 2                      |       |       |      | 2,000            |
|                        |       |       |      | 2,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>2,000</b>     |

**1.1.10.7 Ud Suministro e instalación de bloque diferencial regulable, 4P/250A, de 4 módulos. Incluso accesorios y fijaciones. Totalmente montado, conexionado y probado.**

**Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 2                      |       |       |      | 2,000            |
|                        |       |       |      | 2,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>2,000</b>     |

Presupuesto parcial n° 1 Instalaciones

N° Ud Descripción

Medición

**1.1.10.8 Ud Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/300mA, de 2 módulos. Incluso accesorios y fijaciones. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 2                      |       |       |      | 2,000            |
|                        |       |       |      | 2,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>2,000</b>     |

**1.1.10.9 Ud Suministro e instalación de interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos. Incluso accesorios y fijaciones. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 7                      |       |       |      | 7,000            |
|                        |       |       |      | 7,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>7,000</b>     |

**1.1.10.10 Ud Suministro e instalación de bloque diferencial regulable, 4P/400A, de 4 módulos. Incluso accesorios y fijaciones. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

1.2.- Iluminación

1.2.1.- Exterior

**1.2.1.1 Ud Luminaria para adosar a techo, de 561 mm de diámetro mayor y 500 mm de diámetro menor y 221 mm de altura, para 32 lámparas leds de 3 W aprox cada uno, con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, color blanco cálido (WW), vidrio opal con cierre por pasador deslizante, reflector de aluminio puro anodizado, portalámparas E 27, clase de protección I, grado de protección IP 44, aislamiento clase F. Totalmente montado, conexionado y comprobado. Incluye: Replanteo. Montaje, fijación y nivelación. Conexionado. Colocación de lámparas y accesorios.**

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 25                     |       |       |      | 25,000           |
|                        |       |       |      | 25,000           |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>25,000</b>    |

## 2.1.- Aparcamientos

## 2.1.1.- Cubiertas metálicas

- 2.1.1.1 M<sup>2</sup> Suministro y montaje de estructura para cobertura de plazas de aparcamiento situadas al aire libre, compuesta de: **CIMENTACIÓN:** formada por zapatas y correas de hormigón armado sobre capa de hormigón de limpieza, realizadas con hormigón HA-40/P/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; **PÓRTICOS:** formados por pilares, vigas y correas de acero UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, mediante uniones soldadas, con imprimación anticorrosiva realizada en taller; **CUBIERTA:** formada con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor, fijada a correa estructural. Incluso p/p de excavación, placas de anclaje a cimentación, solapes, accesorios de fijación, remates laterales, juntas de estanqueidad, encuentros y piezas especiales de remate. Trabajado y montado en taller y colocado en obra.

Incluye: Excavación de tierras. Formación de la capa de hormigón de limpieza. Colocación de la armadura de la cimentación. Vertido y compactación del hormigón. Colocación y nivelación de las placas de anclaje. Curado del hormigón. Replanteo y marcado de ejes de pilares. Ejecución de la estructura metálica de los pórticos.

| Uds.                              | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|-----------------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 2.950                             |       |       |      | 2.950,000        |
|                                   |       |       |      | 2.950,000        |
|                                   |       |       |      | 2.950,000        |
| <b>Total m<sup>2</sup> .....:</b> |       |       |      | <b>2.950,000</b> |

## 2.2.- Iluminación exterior

## 2.2.1.- Alumbrado viario

- 2.2.1.1 Ud Suministro y montaje de columna troncocónica de 5 m de altura, construida en chapa de acero galvanizado de 3 mm de espesor, provista de caja de conexión y protección, conductor interior para 0,6/1,0 kV, pica de tierra, arqueta de paso y derivación de 40x40x60 cm, provista de cerco y tapa de hierro fundido, anclaje mediante pernos a dado de cimentación realizado con hormigón en masa HM-20/P/20/I; luminaria decorativa con difusor de plástico UrbanSky BPS390 113W. Incluso p/p de cimentación, accesorios, elementos de anclaje, equipo de encendido y conexionado. Totalmente instalada. Incluye: Formación de cimentación de hormigón en masa. Preparación de la superficie de apoyo. Fijación de la columna. Colocación de accesorios. Conexionado. Limpieza del elemento.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 19                     |       |       |      | 19,000           |
|                        |       |       |      | 19,000           |
|                        |       |       |      | 19,000           |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>19,000</b>    |

Presupuesto parcial n° 3 Seguridad y salud

N° Ud Descripción Medición

3.1.- *Sistemas de protección colectiva*

3.1.1.- *Conjunto de sistemas de protección colectiva*

3.1.1.1 Ud Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

3.2.- *Equipos de protección individual*

3.2.1.- *Conjunto de equipos de protección individual*

3.2.1.1 Ud Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

3.3.- *Medicina preventiva y primeros auxilios*

3.3.1.- *Medicina preventiva y primeros auxilios*

3.3.1.1 Ud Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso reposición del material

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

3.4.- *Instalaciones provisionales de higiene y bienestar*

3.4.1.- *Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar*

3.4.1.1 Ud Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y demolición o retirada.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |

3.5.- *Señalización provisional de obras*

3.5.1.- *Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras*

3.5.1.1 Ud Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Incluso mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera, reparación o reposición, cambio de posición y transporte hasta el lugar de almacenaje o retirada a contenedor.

| Uds.                   | Largo | Ancho | Alto | Parcial Subtotal |
|------------------------|-------|-------|------|------------------|
| 1                      |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
|                        |       |       |      | 1,000            |
| <b>Total Ud .....:</b> |       |       |      | <b>1,000</b>     |



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **PRESUPUESTO**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

Autores :

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ

Julio, 2016

**PRESUPUESTO INSTALACIÓN  
CONECTADA A RED**

**Cuadro de mano de obra**

| <b>Num.</b>                | <b>Código</b> | <b>Denominación de la mano de obra</b> | <b>Precio (€)</b> | <b>Horas (h)</b> | <b>Total (€)</b> |
|----------------------------|---------------|--|-------------------|------------------|------------------|
| 1                          | mo041         | Oficial 1ª estructurista               | 18,1              | 94,4             | 1.708,64         |
| 3                          | mo002         | Oficial 1ª electricista                | 17,82             | 182,14           | 3.245,73         |
| 4                          | mo017         | Oficial 1ª cerrajero                   | 17,52             | 622,45           | 10.905,32        |
| 5                          | mo040         | Oficial 1ª construcción de obra civil  | 17,24             | 36,594           | 630,88           |
| 6                          | mo019         | Oficial 1ª construcción                | 17,24             | 59,233           | 1.021,18         |
| 7                          | mo084         | Ayudante estructurista                 | 16,94             | 94,4             | 1.599,14         |
| 8                          | mo054         | Ayudante cerrajero                     | 16,19             | 622,45           | 10.077,47        |
| 9                          | mo082         | Ayudante construcción de obra civil    | 16,13             | 155,233          | 2.503,91         |
| 10                         | mo094         | Ayudante electricista                  | 16,1              | 333,218          | 5.364,81         |
| 12                         | mo105         | Peón ordinario construcción            | 15,92             | 59,233           | 942,99           |
| <b>Total mano de obra:</b> |               |  |                   |                  | <b>38000,07</b>  |

**Cuadro de maquinaria**

| <b>Num.</b>              | <b>Código</b> | <b>Denominación de la maquinaria</b>   | <b>Precio (€)</b> | <b>Horas (h)</b> | <b>Total (€)</b> |
|--------------------------|---------------|--|-------------------|------------------|------------------|
| 1                        | mq04cag010c   | Camión con grúa de hasta 12 t  | 56,02             | 21,622           | 1.211,26         |
| 2                        | mq02cia020j   | Camión cisterna de 8 m3 de capacidad   | 38,64             | 1,107            | 42,77            |
| 3                        | mq01ret020b   | Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW  | 34,55             | 336,3            | 11.619,17        |
| 4                        | mq04dua020b   | Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil  | 8,87              | 7,779            | 69,00            |
| 5                        | mq08sol010    | Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.<br>Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de | 7,05              | 32,45            | 228,77           |
| 6                        | mq02rop020    | 30x30 cm, tipo rana.   | 3,37              | 63,306           | 213,34           |
| 7                        | mq08sol020    | Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.  | 2,97              | 32,45            | 96,38            |
| <b>Total maquinaria:</b> |               |  |                   |                  | <b>13480,69</b>  |

**Cuadro de material**

| <b>Num.</b> | <b>Código</b> | <b>Denominación del material</b>   | <b>Precio</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Total (€)</b> |
|-------------|---------------|--|---------------|-----------------|------------------|
| 1           | mt35ttc010b   | Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .  | 2,41          | 140             | 337,4            |
| 2           | mt35tte010b   | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.  | 15,41         | 11              | 169,51           |
| 3           | mt35tte020a   | Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 300x100x3 mm, con borne de unión.  | 32,05         | 4               | 128,2            |
| 4           | mt35tts010c   | Soldadura aluminotérmica del cable conductor a la placa.   | 3             | 15              | 45               |
| 5           | mt35tta020    | Punto de separación pica-cable formado por cruceta en la cabeza del electrodo de la pica y pletina de 50x30x7 mm, para facilitar la soldadura aluminotérmica.  | 13,23         | 11              | 145,53           |
| 6           | mt35cun01011  | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 9,9           | 35              | 346,5            |
| 7           | mt35cun010h1  | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 3,32          | 950             | 3154             |
| 8           | mt35cun010c1  | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. | 0,48          | 10              | 4,8              |
| 9           | mt35cun010b1  | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. | 0,4           | 10              | 4                |

|    |              |   |       |        |           |
|----|--------------|---|-------|--------|-----------|
| 10 | mt35cun010d1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 0,63  | 325    | 204,75    |
| 11 | mt35cun010p1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de  | 24,11 | 28     | 675,08    |
| 12 | mt35cun010k1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.   | 7,5   | 41     | 307,5     |
| 13 | mt01ara010   | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  | 11,24 | 73,299 | 823,88076 |
| 14 | mt35aia070ai | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. | 12,62 | 26     | 328,12    |
| 15 | mt01ara010   | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  |       |        | 0         |
| 16 | mt35aia070ae | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.  | 3,5   | 1080   | 3780      |
| 17 | mt36tie010ac | Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.   | 1,27  | 340    | 431,8     |
| 18 | mt36tie010cc | Tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.   | 2,06  | 35     | 72,1      |

|    |              |   |        |        |         |
|----|--------------|---|--------|--------|---------|
| 19 | mt35cgp020gi | Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. | 174,46 | 1      | 174,46  |
| 20 | mt35cgp040h  | Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.   | 4,66   | 3      | 13,98   |
| 21 | mt35cgp040f  | Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.   | 4,57   | 2      | 9,14    |
| 22 | mt26cgp010   | Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.  | 102,08 | 1      | 102,08  |
| 23 | mt01ara010   | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  | 0,074  | 11,240 | 0,83176 |
| 24 | mt35aia070ai | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.                                       | 1,000  | 12,620 | 12,62   |
| 25 | mt35cun010m1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 12,35  | 2      | 24,7    |
| 26 | mt35con050b  | Módulo de interruptor general de maniobra de 250 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 169,26 | 1      | 169,26  |

|    |              |   |       |    |        |
|----|--------------|---|-------|----|--------|
| 27 | mt35con080   | Módulo de embarrado general, homologado por la empresa suministradora. Incluso pletinas de cobre, cortacircuitos, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 90,75 | 1  | 90,75  |
| 28 | mt35con070   | Módulo de fusibles de seguridad, homologado por la empresa suministradora. Incluso fusibles, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  | 60,45 | 3  | 181,35 |
| 29 | mt35con040b  | Módulo de servicios generales con módulo de fraccionamiento y seccionamiento, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 92,09 | 1  | 92,09  |
| 30 | mt35con010a  | Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 52,47 | 1  | 52,47  |
| 31 | mt35con010b  | Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  | 64,31 | 1  | 64,31  |
| 32 | mt35con020   | Módulo de reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 50,93 | 1  | 50,93  |
| 33 | mt35con060   | Módulo de bornes de salida y puesta a tierra, homologado por la empresa suministradora. Incluso carril, bornes, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 69,46 | 1  | 69,46  |
| 34 | mt36tie010fa | Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1.   | 3,19  | 3  | 9,57   |
| 35 | mt35cun010k1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. | 7,51  | 35 | 262,85 |

|    |                 |   |           |   |          |
|----|-----------------|---|-----------|---|----------|
| 36 | mt35der011a     | Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).  | 0,11      | 2 | 0,22     |
| 37 | mt35crv030a     | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con tomas Tipo 2 y CHAdeMO trifásica.   | 34.144,32 | 1 | 34144,32 |
| 38 | mt35crv010a     | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas de tipo 2 trifásica.  | 5.067,10  | 2 | 10134,2  |
| 39 | mt35crv010c     | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 30 e IK 08, de 210x135x330 mm, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Schuko de 16 A cada una, para modos de carga 1 y 2, incluso interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores diferenciales, pulsadores de parada de emergencia, indicadores luminosos de estado de carga y lectores de energía consumida total y parcial. | 3468,9    | 1 | 3468,9   |
| 40 | mt35cgm021biemu | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 100 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.   | 356,21    | 2 | 712,42   |
| 41 | mt35cgm021bkejr | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 80 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.  | 392,39    | 1 | 392,39   |
| 42 | mt35cgm021bibcl | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.   | 116,55    | 1 | 116,55   |
| 43 | mt35cgm021bibcd | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.   | 95,34     | 7 | 667,38   |

|    |                  |  |          |       |         |
|----|------------------|--|----------|-------|---------|
| 44 | mt35cgm021bkba p | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según  | 153,02   | 7     | 1071,14 |
| 45 | mt35cgm031ak     | Interruptor diferencial instantáneo, 4P/100A/300mA, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.  | 275,58   | 2     | 551,16  |
| 46 | mt35cgm031eo     | Bloque diferencial regulable, 4P/250A, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.   | 989,88   | 2     | 1979,76 |
| 47 | mt35cgm029ah     | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.  | 78,13    | 2     | 156,26  |
| 48 | mt35cgm029ag     | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.   | 78,08    | 7     | 546,56  |
| 49 | mt35cgm031ep     | Bloque diferencial regulable, 4P/400A, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.   | 1.086,24 | 1     | 1086,24 |
| 50 | mt34beg020ia     | Luminaria para adosar a techo, de 561 mm de diámetro mayor y 500 mm de diámetro menor y 221 mm de altura, para 32 lámparas leds de 3 W aprox cada uno, con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, color blanco cálido (WW), vidrio opal con cierre por pasador deslizante, reflector de aluminio puro anodizado, portalámparas E 27, clase de protección I, grado de protección IP 44, aislamiento clase F. | 130,42   | 25    | 3260,5  |
| 51 | mt34lha010b      | Lámparas leds  | 8,19     | 40    | 327,6   |
| 52 | mt34www011       | Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.   | 0,75     | 25    | 18,75   |
| 53 | mt10hmf011bb     | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.  | 61,5     | 29,5  | 1814,25 |
| 54 | mt10haf010nGa    | Hormigón HA-40/P/20/IIa, fabricado en central.   | 92,28    | 295   | 27222,6 |
| 55 | mt07aco010c      | Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.  | 0,94     | 11800 | 11092   |
| 56 | mt07aco020a      | Separador homologado para cimentaciones.   | 0,12     | 2360  | 283,2   |
| 57 | mt07ala010m      | Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, marquesinas, para aplicaciones estructurales, incluso placas de anclaje a cimentación, correas y piezas especiales.   | 1,24     | 51625 | 64015   |

|                        |             |   |        |        |                 |
|------------------------|-------------|---|--------|--------|-----------------|
| 58                     | mt27pfi010  | Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.                           | 4,11   | 492,65 | 2024,7915       |
| 59                     | mt13ccg010a | Chapa de acero galvanizado, espesor 0,6 mm.   | 5,91   | 3097,5 | 18306,225       |
| 60                     | mt13ccg030d | Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.  | 0,47   | 8850   | 4159,5          |
| 61                     | mt34www030a | Cimentación con hormigón HM-20/P/20/I para anclaje de columna de 3 a 6 m de altura, incluso placa y pernos de anclaje.  | 69,97  | 19     | 1329,43         |
| 62                     | mt34www020  | Arqueta de paso y derivación de 40x40x60 cm, provista de cerco y tapa de hierro fundido.                                | 61,93  | 19     | 1176,67         |
| 63                     | mt34www040  | Caja de conexión y protección, con fusibles.  | 5,04   | 19     | 95,76           |
| 64                     | mt34www050  | Conductor aislado de cobre para 0,6/1 kV de 2x2,5 mm <sup>2</sup> .   | 0,35   | 133    | 46,55           |
| 65                     | mt35tte010a | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud. | 13,7   | 19     | 260,3           |
| 66                     | mt34xes010c | Columna recta de acero galvanizado, pintada, altura 5 m. Según UNE-EN 40-5.   | 150,71 | 19     | 2863,49         |
| 67                     | mt34est020b | Luminaria decorativa con difusor de plástico, con lámpara de led UrbanSky BPS390 113W                                   | 105,8  | 19     | 2010,2          |
| <b>Total material:</b> |             |   |        |        | <b>207673,3</b> |

**Obra: PRESUPUESTO CONECTADA A RED**

| Presupuesto     |                 |                        |  | % C.I. 3     |                   |                   |      |         |           |        |
|-----------------|-----------------|------------------------|--|--------------|-------------------|-------------------|------|---------|-----------|--------|
| Código          | Tipo            | Ud                     | Resumen  | Cantidad     | Precio (€)        | Importe (€)       |      |         |           |        |
| <b>Capítulo</b> |                 |                        |  |              | <b>279.429,79</b> | <b>279.429,79</b> |      |         |           |        |
| <b>I</b>        | <b>Capítulo</b> | <b>Instalaciones</b>   |  |              | <b>88.132,41</b>  | <b>88.132,41</b>  |      |         |           |        |
| <b>IE</b>       | <b>Capítulo</b> | <b>Eléctricas</b>      |  |              | <b>75.886,91</b>  | <b>75.886,91</b>  |      |         |           |        |
| <b>IEP</b>      | <b>Capítulo</b> | <b>Puesta a tierra</b> |  |              | <b>1.229,66</b>   | <b>1.229,66</b>   |      |         |           |        |
| <b>IEP010</b>   | Partida         | Ud                     | Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 140 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> y 11 picas.   | 1,000        | 1.229,66          | 1.229,66          |      |         |           |        |
|                 |                 |                        |  | Uds.         | Largo             | Ancho             | Alto | Parcial | Subtotal  |        |
|                 |                 |                        |  | 1            |                   |                   |      | 1,000   | 1,000     |        |
| mt35ttc01       | Material        | m                      | Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .  |              |                   |                   |      | 140,000 | 2,410     | 337,40 |
| mt35tte01<br>0b | Material        | Ud                     | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.  |              |                   |                   |      | 11,000  | 15,410    | 169,51 |
| mt35tte02       | Material        | Ud                     | Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 300x100x3 mm, con borne de   |              |                   |                   |      | 4,000   | 32,050    | 128,20 |
| mt35tts01       | Material        | Ud                     | Soldadura aluminotérmica del cable conductor a la placa.   |              |                   |                   |      | 15,000  | 3,000     | 45,00  |
| mt35tta02<br>0  | Material        | Ud                     | Punto de separación pica-cable formado por cruceta en la cabeza del electrodo de la pica y pletina de 50x30x7 mm, para facilitar la soldadura aluminotérmica.  |              |                   |                   |      | 11,000  | 13,230    | 145,53 |
| mt35www         | Material        | Ud                     | Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.  |              |                   |                   |      | 1,000   | 0,980     | 0,98   |
| mo002           | Mano de obra    | h                      | Oficial 1ª electricista.   |              |                   |                   |      | 10,136  | 17,820    | 180,62 |
| mo094           | Mano de obra    | h                      | Ayudante electricista.   |              |                   |                   |      | 10,136  | 16,100    | 163,19 |
| %               |                 | %                      | Costes directos complementarios  |              |                   |                   |      | 2,000   | 1.170,430 | 23,41  |
|                 |                 |                        |  | <b>1,000</b> | <b>1.229,66</b>   | <b>1.229,66</b>   |      |         |           |        |
| <b>IEP</b>      |                 |                        |  |              | <b>1.229,66</b>   | <b>1.229,66</b>   |      |         |           |        |
| <b>IEH</b>      | <b>Capítulo</b> | <b>Cables</b>          |  |              | <b>7.269,70</b>   | <b>7.269,70</b>   |      |         |           |        |
| <b>IEH010</b>   | Partida         | m                      | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 35,000       | 13,79             | 482,65            |      |         |           |        |

|                  |              |   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal      |              |               |
|------------------|--------------|---|--|------|-------|-------|------|---------|---------------|--------------|---------------|
|                  |              |   |  | 35   |       |       |      | 35,000  | 35,000        |              |               |
| mt35cun0<br>1011 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. |      |       |       |      |         | 1,000         | 9,910        | 9,91          |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       |      |         | 0,095         | 17,820       | 1,69          |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |       |       |      |         | 0,095         | 16,100       | 1,53          |
| %                |              | % | Costes directos complementarios  |      |       |       |      |         | 2,000         | 13,130       | 0,26          |
|                  |              |   |  |      |       |       |      |         | <b>35,000</b> | <b>13,79</b> | <b>482,65</b> |

|                |         |   |  |  |  |  |  |  |           |      |          |
|----------------|---------|---|--|--|--|--|--|--|-----------|------|----------|
| <b>IEH010b</b> | Partida | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. |  |  |  |  |  | 1.080,000 | 4,81 | 5.194,80 |
|----------------|---------|---|--|--|--|--|--|--|-----------|------|----------|

|                  |              |   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial   | Subtotal         |             |                 |
|------------------|--------------|---|--|------|-------|-------|------|-----------|------------------|-------------|-----------------|
|                  |              |   |  | 1080 |       |       |      | 1.080,000 | 1.080,000        |             |                 |
| mt35cun0<br>10h1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. |      |       |       |      |           | 1,000            | 2,790       | 2,79            |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       |      |           | 0,053            | 17,820      | 0,94            |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |       |       |      |           | 0,053            | 16,100      | 0,85            |
| %                |              | % | Costes directos complementarios  |      |       |       |      |           | 2,000            | 4,580       | 0,09            |
|                  |              |   |  |      |       |       |      |           | <b>1.080,000</b> | <b>4,81</b> | <b>5.194,80</b> |

|                |         |   |   |  |  |  |  |  |        |      |       |
|----------------|---------|---|---|--|--|--|--|--|--------|------|-------|
| <b>IEH010c</b> | Partida | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. |  |  |  |  |  | 10,000 | 1,08 | 10,80 |
|----------------|---------|---|---|--|--|--|--|--|--------|------|-------|

| Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|------|-------|-------|------|---------|----------|
| 10   |       |       |      | 10,000  | 10,000   |

|                  |              |   |  |      |       |       |               |             |              |
|------------------|--------------|---|--|------|-------|-------|---------------|-------------|--------------|
| mt35cun0<br>10c1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.<br><small>Según LINE 21122 A</small> |      |       |       | 1,000         | 0,480       | 0,48         |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       | 0,016         | 17,820      | 0,29         |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |       |       | 0,016         | 16,100      | 0,26         |
| %                |              | % | Costes directos complementarios  |      |       |       | 2,000         | 1,030       | 0,02         |
| <b>IEH010c</b>   |              |   |  |      |       |       | <b>10,000</b> | <b>1,08</b> | <b>10,80</b> |
| <b>IEH010d</b>   | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                                      |      |       |       | 10,000        | 1,00        | 10,00        |
|                  |              |   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto          | Parcial     | Subtotal     |
|                  |              |   |  | 10   |       |       |               | 10,000      | 10,000       |
| mt35cun0<br>10b1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                                      |      |       |       | 1,000         | 0,400       | 0,40         |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       | 0,016         | 17,820      | 0,29         |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |       |       | 0,016         | 16,100      | 0,26         |
| %                |              | % | Costes directos complementarios  |      |       |       | 2,000         | 0,950       | 0,02         |
| <b>IEH010d</b>   |              |   |  |      |       |       | <b>10,000</b> | <b>1,00</b> | <b>10,00</b> |
| <b>IEH010e</b>   | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.  |      |       |       | 325,000       | 1,24        | 403,00       |
|                  |              |   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto          | Parcial     | Subtotal     |
|                  |              |   |  | 325  |       |       |               | 325,000     | 325,000      |
| mt35cun0<br>10d1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.  |      |       |       | 1,000         | 0,630       | 0,63         |

|                  |              |   |  |      |       |       |      |                |              |               |
|------------------|--------------|---|--|------|-------|-------|------|----------------|--------------|---------------|
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       |      | 0,016          | 17,820       | 0,29          |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |       |       |      | 0,016          | 16,100       | 0,26          |
| %                |              | % | Costes directos complementarios<br><b>IEH010e</b>  |      |       |       |      | 2,000          | 1,180        | 0,02          |
|                  |              |   |  |      |       |       |      | <b>325,000</b> | <b>1,24</b>  | <b>403,00</b> |
| <b>IEH010f</b>   | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de   |      |       |       |      | 25,000         | 30,96        | 774,00        |
|                  |              |   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial        | Subtotal     |               |
|                  |              |   |  | 25   |       |       |      | 25,000         | 25,000       |               |
| mt35cun0<br>10p1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.<br>Según UNE 21123-4 |      |       |       |      | 1,000          | 24,110       | 24,11         |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       |      | 0,158          | 17,820       | 2,82          |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |       |       |      | 0,158          | 16,100       | 2,54          |
| %                |              | % | Costes directos complementarios<br><b>IEH010f</b>  |      |       |       |      | 2,000          | 29,470       | 0,59          |
|                  |              |   |  |      |       |       |      | <b>25,000</b>  | <b>30,96</b> | <b>774,00</b> |
| <b>IEH010g</b>   | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,                              |      |       |       |      | 35,000         | 11,27        | 394,45        |
|                  |              |   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial        | Subtotal     |               |
|                  |              |   |  | 35   |       |       |      | 35,000         | 35,000       |               |
| mt35cun0<br>10k1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.<br>Según UNE 21123-4. |      |       |       |      | 1,000          | 7,510        | 7,51          |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       |      | 0,095          | 17,820       | 1,69          |

|                  |                 |                |   |      |       |       |      |               |                 |                 |
|------------------|-----------------|----------------|---|------|-------|-------|------|---------------|-----------------|-----------------|
| mo094            | Mano de obra    | h              | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,095         | 16,100          | 1,53            |
| %                |                 | %              | Costes directos complementarios<br><b>IEH010g</b>   |      |       |       |      | 2,000         | 10,730          | 0,21            |
|                  |                 |                | <b>IEH</b>  |      |       |       |      | <b>35,000</b> | <b>11,27</b>    | <b>394,45</b>   |
| <b>IEO</b>       | <b>Capítulo</b> |                | <b>Canalizaciones</b>   |      |       |       |      |               | <b>7.269,70</b> | <b>7.269,70</b> |
| <b>IEO010</b>    | Partida         | m              | Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 225 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.   |      |       |       |      | 25,000        | 17,82           | 445,50          |
|                  |                 |                |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial       | Subtotal        |                 |
|                  |                 |                |   | 25   |       |       |      | 25,000        | 25,000          |                 |
| mt01ara01        | Material        | m <sup>3</sup> | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  |      |       |       |      | 0,074         | 11,240          | 0,83            |
| mt35aia07<br>0ai | Material        | m              | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. |      |       |       |      | 1,000         | 12,620          | 12,62           |
| mq04dua0         | Maquinar        | h              | Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.  |      |       |       |      | 0,008         | 8,870           | 0,07            |
| mq02rop0         | Maquinar        | h              | Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.  |      |       |       |      | 0,064         | 3,370           | 0,22            |
| mq02cia0         | Maquinar        | h              | Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.   |      |       |       |      | 0,001         | 38,640          | 0,04            |
| mo019            | Mano de obra    | h              | Oficial 1ª construcción.  |      |       |       |      | 0,062         | 17,240          | 1,07            |
| mo105            | Mano de obra    | h              | Peón ordinario construcción.  |      |       |       |      | 0,062         | 15,920          | 0,99            |
| mo002            | Mano de obra    | h              | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,044         | 17,820          | 0,78            |
| mo094            | Mano de obra    | h              | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,021         | 16,100          | 0,34            |
| %                |                 | %              | Costes directos complementarios<br><b>IEO010</b>  |      |       |       |      | 2,000         | 16,960          | 0,34            |
|                  |                 |                |   |      |       |       |      | <b>25,000</b> | <b>17,82</b>    | <b>445,50</b>   |

|                  |              |                |  |                               |             |                 |
|------------------|--------------|----------------|--|-------------------------------|-------------|-----------------|
| <b>IEO010b</b>   | Partida      | m              | Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal   | 1.080,000                     | 7,60        | 8.208,00        |
|                  |              |                |  | Uds. Largo Ancho Alto Parcial | Subtotal    |                 |
|                  |              |                |  | 1080                          | 1.080,000   | 1.080,000       |
| mt01ara01        | Material     | m <sup>3</sup> | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.   | 0,066                         | 11,240      | 0,74            |
| mt35aia07<br>0ae | Material     | m              | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. | 1,000                         | 3,500       | 3,50            |
| mq04dua0         | Maquinar     | h              | Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.   | 0,007                         | 8,870       | 0,06            |
| mq02rop0         | Maquinar     | h              | Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.   | 0,057                         | 3,370       | 0,19            |
| mq02cia0         | Maquinar     | h              | Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.  | 0,001                         | 38,640      | 0,04            |
| mo019            | Mano de obra | h              | Oficial 1ª construcción.   | 0,053                         | 17,240      | 0,91            |
| mo105            | Mano de obra | h              | Peón ordinario construcción.   | 0,053                         | 15,920      | 0,84            |
| mo002            | Mano de obra | h              | Oficial 1ª electricista.   | 0,035                         | 17,820      | 0,62            |
| mo094            | Mano de obra | h              | Ayudante electricista.   | 0,021                         | 16,100      | 0,34            |
| %                | %            |                | Costes directos complementarios  | 2,000                         | 7,240       | 0,14            |
|                  |              |                | <b>IEO010b</b>   | <b>1.080,000</b>              | <b>7,60</b> | <b>8.208,00</b> |
| <b>IEO010c</b>   | Partida      | m              | Canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 16 mm de diámetro.  | 325,000                       | 3,16        | 1.027,00        |
|                  |              |                |  | Uds. Largo Ancho Alto Parcial | Subtotal    |                 |
|                  |              |                |  | 325                           | 325,000     | 325,000         |
| mt36tie01<br>0ac | Material     | m              | Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.  | 1,000                         | 1,270       | 1,27            |

|                  |              |   |   |      |       |       |      |                |             |                 |
|------------------|--------------|---|---|------|-------|-------|------|----------------|-------------|-----------------|
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,050          | 17,820      | 0,89            |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,053          | 16,100      | 0,85            |
| %                |              | % | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000          | 3,010       | 0,06            |
|                  |              |   | <b>IEO010c</b>  |      |       |       |      | <b>325,000</b> | <b>3,16</b> | <b>1.027,00</b> |
| <b>IEO010d</b>   | Partida      | m | Canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 63 mm de diámetro.   |      |       |       |      | 35,000         | 4,14        | 144,90          |
|                  |              |   |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial        | Subtotal    |                 |
|                  |              |   |   | 35   |       |       |      | 35,000         | 35,000      |                 |
| mt36tie01<br>0cc | Material     | m | Tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales. |      |       |       |      | 1,000          | 2,060       | 2,06            |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,058          | 17,820      | 1,03            |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,053          | 16,100      | 0,85            |
| %                |              | % | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000          | 3,940       | 0,08            |
|                  |              |   | <b>IEO010d</b>  |      |       |       |      | <b>35,000</b>  | <b>4,14</b> | <b>144,90</b>   |
| <b>IEO010e</b>   | Partida      | m | Canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 12 mm de diámetro.   |      |       |       |      | 15,000         | 3,16        | 47,40           |
|                  |              |   |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial        | Subtotal    |                 |
|                  |              |   |   | 15   |       |       |      | 15,000         | 15,000      |                 |
| mt36tie01<br>0ac | Material     | m | Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales. |      |       |       |      | 1,000          | 1,270       | 1,27            |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,050          | 17,820      | 0,89            |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,053          | 16,100      | 0,85            |
| %                |              | % | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000          | 3,010       | 0,06            |

|                  |              |    | IEO010e   | 15,000 | 3,16     | 47,40    |        |         |          |         |        |
|------------------|--------------|----|---|--------|----------|----------|--------|---------|----------|---------|--------|
|                  |              |    | IEO   |        | 9.872,80 | 9.872,80 |        |         |          |         |        |
| IEC              | Capítulo     |    | Cajas generales de protección   |        | 346,48   | 346,48   |        |         |          |         |        |
| IEC020           | Partida      | Ud | Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7.  |        | 1,000    | 346,48   | 346,48 |         |          |         |        |
|                  |              |    |   | Uds.   | Largo    | Ancho    | Alto   | Parcial | Subtotal |         |        |
|                  |              |    |   | 1      |          |          |        | 1,000   | 1,000    |         |        |
| mt35cgp0<br>20gi | Material     | Ud | Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. |        | 1,000    |          |        |         | 1,000    | 174,460 | 174,46 |
| mt35cgp0<br>40h  | Material     | m  | Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.   |        | 3,000    |          |        |         | 3,000    | 4,660   | 13,98  |
| mt35cgp0<br>40f  | Material     | m  | Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.   |        | 3,000    |          |        |         | 3,000    | 3,190   | 9,57   |
| mt26cgp0<br>10   | Material     | Ud | Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.  |        | 1,000    |          |        |         | 1,000    | 102,080 | 102,08 |
| mt35www<br>mo019 | Material     | Ud | Material auxiliar para instalaciones eléctricas.  |        | 1,000    |          |        |         | 1,000    | 1,270   | 1,27   |
|                  | Mano de obra | h  | Oficial 1ª construcción.  |        | 0,317    |          |        |         | 0,317    | 17,240  | 5,47   |
| mo105            | Mano de obra | h  | Peón ordinario construcción.  |        | 0,317    |          |        |         | 0,317    | 15,920  | 5,05   |
| mo002            | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |        | 0,528    |          |        |         | 0,528    | 17,820  | 9,41   |
| mo094            | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.  |        | 0,528    |          |        |         | 0,528    | 16,100  | 8,50   |

|                  |                 |                |   |  |  |  |              |               |               |      |         |          |       |
|------------------|-----------------|----------------|---|--|--|--|--------------|---------------|---------------|------|---------|----------|-------|
| %                |                 | %              | Costes directos complementarios   |  |  |  | 2,000        | 329,790       | 6,60          |      |         |          |       |
|                  |                 |                | <b>IEC020</b>   |  |  |  | <b>1,000</b> | <b>346,48</b> | <b>346,48</b> |      |         |          |       |
|                  |                 |                | <b>IEC</b>  |  |  |  |              | <b>346,48</b> | <b>346,48</b> |      |         |          |       |
| <b>IEL</b>       | <b>Capítulo</b> |                | <b>Líneas generales de alimentación</b>   |  |  |  |              | <b>129,45</b> | <b>129,45</b> |      |         |          |       |
| <b>IEL010</b>    | Partida         | m              | Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x240+2G120 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 225 mm de diámetro.  |  |  |  | 1,000        | 129,45        | 129,45        |      |         |          |       |
|                  |                 |                |   |  |  |  | Uds.         | Largo         | Ancho         | Alto | Parcial | Subtotal |       |
|                  |                 |                |   |  |  |  | 1            |               |               |      | 1,000   | 1,000    |       |
| mt01ara01        | Material        | m <sup>3</sup> | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  |  |  |  |              |               |               |      | 0,169   | 11,240   | 1,90  |
| mt35aia07<br>0ai | Material        | m              | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. |  |  |  |              |               |               |      | 1,000   | 12,620   | 12,62 |
| mt35cun0<br>10p1 | Material        | m              | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  |  |  |  |              |               |               |      | 3,000   | 24,110   | 72,33 |
| mt35cun0<br>10m1 | Material        | m              | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  |  |  |  |              |               |               |      | 2,000   | 12,350   | 24,70 |
| mt35www          | Material        | Ud             | Material auxiliar para instalaciones eléctricas.  |  |  |  |              |               |               |      | 0,200   | 1,270    | 0,25  |
| mq04dua0         | Maquinar        | h              | Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.  |  |  |  |              |               |               |      | 0,019   | 8,870    | 0,17  |
| mq02rop0         | Maquinar        | h              | Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.  |  |  |  |              |               |               |      | 0,146   | 3,370    | 0,49  |
| mq02cia0         | Maquinar        | h              | Camión cisterna de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.   |  |  |  |              |               |               |      | 0,002   | 38,640   | 0,08  |
| mo019            | Mano de obra    | h              | Oficial 1ª construcción.  |  |  |  |              |               |               |      | 0,126   | 17,240   | 2,17  |

|               |                 |    |  |  |  |  |  |              |               |               |      |         |          |
|---------------|-----------------|----|--|--|--|--|--|--------------|---------------|---------------|------|---------|----------|
| mo105         | Mano de obra    | h  | Peón ordinario construcción.   |  |  |  |  | 0,126        | 15,920        | 2,01          |      |         |          |
| mo002         | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª electricista.   |  |  |  |  | 0,203        | 17,820        | 3,62          |      |         |          |
| mo094         | Mano de obra    | h  | Ayudante electricista.   |  |  |  |  | 0,179        | 16,100        | 2,88          |      |         |          |
| %             |                 | %  | Costes directos complementarios  |  |  |  |  | 2,000        | 123,220       | 2,46          |      |         |          |
|               |                 |    | <b>IEL010</b>  |  |  |  |  | <b>1,000</b> | <b>129,45</b> | <b>129,45</b> |      |         |          |
|               |                 |    | <b>IEL</b>   |  |  |  |  |              | <b>129,45</b> | <b>129,45</b> |      |         |          |
| <b>IEG</b>    | <b>Capítulo</b> |    | <b>Centralización de contadores</b>  |  |  |  |  |              | <b>959,05</b> | <b>959,05</b> |      |         |          |
| <b>IEG010</b> | Partida         | Ud | Centralización de contadores en armario de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 250 A; 1 módulo de embarrado general; 3 módulos de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra. |  |  |  |  | 1,000        | 959,05        | 959,05        |      |         |          |
|               |                 |    |  |  |  |  |  | Uds.         | Largo         | Ancho         | Alto | Parcial | Subtotal |
|               |                 |    |  |  |  |  |  | 1            |               |               |      | 1,000   | 1,000    |
| mt35con050b   | Material        | Ud | Módulo de interruptor general de maniobra de 250 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |  |  |  |  | 1,000        | 169,260       | 169,26        |      |         |          |
| mt35con080    | Material        | Ud | Módulo de embarrado general, homologado por la empresa suministradora. Incluso pletinas de cobre, cortacircuitos, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |  |  |  |  | 1,000        | 90,750        | 90,75         |      |         |          |
| mt35con070    | Material        | Ud | Módulo de fusibles de seguridad, homologado por la empresa suministradora. Incluso fusibles, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   |  |  |  |  | 3,000        | 60,450        | 181,35        |      |         |          |
| mt35con040b   | Material        | Ud | Módulo de servicios generales con módulo de fraccionamiento y seccionamiento, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |  |  |  |  | 1,000        | 92,090        | 92,09         |      |         |          |

|                  |                 |    |  |              |               |               |      |         |          |
|------------------|-----------------|----|--|--------------|---------------|---------------|------|---------|----------|
| mt35con0<br>10a  | Material        | Ud | Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  | 1,000        | 52,470        | 52,47         |      |         |          |
| mt35con0<br>10b  | Material        | Ud | Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 1,000        | 64,310        | 64,31         |      |         |          |
| mt35con0<br>20   | Material        | Ud | Módulo de reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  | 1,000        | 50,930        | 50,93         |      |         |          |
| mt35con0<br>60   | Material        | Ud | Módulo de bornes de salida y puesta a tierra, homologado por la empresa suministradora. Incluso carril, bornes, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  | 1,000        | 69,460        | 69,46         |      |         |          |
| mt35www<br>mo002 | Material        | Ud | Material auxiliar para instalaciones eléctricas.   | 1,000        | 1,270         | 1,27          |      |         |          |
|                  | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª electricista.   | 4,156        | 17,820        | 74,06         |      |         |          |
| mo094            | Mano de obra    | h  | Ayudante electricista.   | 4,156        | 16,100        | 66,91         |      |         |          |
| %                |                 | %  | Costes directos complementarios  | 2,000        | 912,860       | 18,26         |      |         |          |
|                  |                 |    | <b>IEG010</b>  | <b>1,000</b> | <b>959,05</b> | <b>959,05</b> |      |         |          |
|                  |                 |    | <b>IEG</b>   |              | <b>959,05</b> | <b>959,05</b> |      |         |          |
| <b>IED</b>       | <b>Capítulo</b> |    | <b>Derivaciones individuales</b>   |              | <b>85,32</b>  | <b>85,32</b>  |      |         |          |
| <b>IED010</b>    | Partida         | m  | Derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x70+2G70 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de PVC liso de 63 mm de diámetro. | 2,000        | 42,66         | 85,32         |      |         |          |
|                  |                 |    |  | Uds.         | Largo         | Ancho         | Alto | Parcial | Subtotal |
|                  |                 |    |  | 2            |               |               |      | 2,000   | 2,000    |
| mt36tie01<br>0fa | Material        | m  | Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1.  | 1,000        | 4,570         | 4,57          |      |         |          |

|                  |                 |    |  |              |                  |                  |      |         |          |
|------------------|-----------------|----|--|--------------|------------------|------------------|------|---------|----------|
| mt35cun0<br>10k1 | Material        | m  | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 3,000        | 7,510            | 22,53            |      |         |          |
| mt35cun0<br>10i1 | Material        | m  | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. | 2,000        | 3,910            | 7,82             |      |         |          |
| mt35der01        | Material        | m  | Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa  | 1,000        | 0,110            | 0,11             |      |         |          |
| mt35www          | Material        | Ud | Material auxiliar para instalaciones eléctricas.   | 0,200        | 1,270            | 0,25             |      |         |          |
| mo002            | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª electricista.   | 0,166        | 17,820           | 2,96             |      |         |          |
| mo094            | Mano de obra    | h  | Ayudante electricista.   | 0,147        | 16,100           | 2,37             |      |         |          |
| %                | %               |    | Costes directos complementarios  | 2,000        | 40,610           | 0,81             |      |         |          |
|                  |                 |    | <b>IED010</b>  | <b>2,000</b> | <b>42,66</b>     | <b>85,32</b>     |      |         |          |
|                  |                 |    | <b>IED</b>   |              | <b>85,32</b>     | <b>85,32</b>     |      |         |          |
| <b>IEB</b>       | <b>Capítulo</b> |    | <b>Recarga de vehículos eléctricos</b>   |              | <b>48.132,82</b> | <b>48.132,82</b> |      |         |          |
| <b>IEB010</b>    | Partida         | Ud | Estación de recarga rápida de vehículos eléctricos para modo de carga 3 y modo de carga 4, compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia.            | 1,000        | 34.144,32        | 34.144,32        |      |         |          |
|                  |                 |    |  | Uds.         | Largo            | Ancho            | Alto | Parcial | Subtotal |
|                  |                 |    |  | 1            |                  |                  |      | 1,000   | 1,000    |
| mt35crv03<br>0a  | Material        | Ud | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con tomas Tipo 2 y CHAdEMO trifásica.  | 1,000        | 33.437,800       | 33.437,80        |      |         |          |
| mo002            | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª electricista.   | 1,092        | 17,820           | 19,46            |      |         |          |
| mo094            | Mano de obra    | h  | Ayudante electricista.   | 1,092        | 16,100           | 17,58            |      |         |          |
| %                | %               |    | Costes directos complementarios  | 2,000        | 33.437,800       | 668,76           |      |         |          |
|                  |                 |    | <b>IEB010</b>  | <b>1,000</b> | <b>33.474,84</b> | <b>33.474,84</b> |      |         |          |

|                 |              |    |   |              |                 |                  |      |                   |
|-----------------|--------------|----|---|--------------|-----------------|------------------|------|-------------------|
| <b>IEB010c</b>  | Partida      | Ud | Estación de recarga semi-rápida de vehículos eléctricos para modo de carga 1 y 3, compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "SIMON", acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos toma Tipo 2 trifásica.  | 2,000        | 5.206,22        | 10.412,44        |      |                   |
|                 |              |    |   | Uds.         | Largo           | Ancho            | Alto | Parcial           |
|                 |              |    |   | 2            |                 |                  |      | Subtotal<br>2,000 |
| mt35crv01<br>0a | Material     | Ud | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas de tipo 2 trifásica.  | 1,000        | 5.067,100       | 5.067,10         |      |                   |
| mo002           | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  | 1,092        | 17,820          | 19,46            |      |                   |
| mo094           | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.  | 1,092        | 16,100          | 17,58            |      |                   |
| %               |              | %  | Costes directos complementarios   | 2,000        | 5.104,140       | 102,08           |      |                   |
|                 |              |    | <b>IEB010c</b>  | <b>2,000</b> | <b>5.362,41</b> | <b>10.724,82</b> |      |                   |
| <b>IEB010b</b>  | Partida      | Ud | Estación de recarga lenta de vehículos eléctricos para modo de carga 1 compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Schuko de 16 A monofásica.   | 1,000        | 3.576,06        | 3.576,06         |      |                   |
|                 |              |    |   | Uds.         | Largo           | Ancho            | Alto | Parcial           |
|                 |              |    |   | 1            |                 |                  |      | Subtotal<br>1,000 |
| mt35crv01<br>0c | Material     | Ud | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 30 e IK 08, de 210x135x330 mm, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Schuko de 16 A cada una, para modos de carga 1 y 2, incluso interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores diferenciales, pulsadores de parada de emergencia, indicadores luminosos de estado de carga y lectores de energía consumida total y parcial. | 1,000        | 3.468,900       | 3.468,90         |      |                   |
| mo002           | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  | 1,092        | 17,820          | 19,46            |      |                   |
| mo094           | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.  | 1,092        | 16,100          | 17,58            |      |                   |
| %               |              | %  | Costes directos complementarios   | 2,000        | 3.505,940       | 70,12            |      |                   |

|                |                 |                   | <b>IEB010b</b>  | <b>1,000</b> | <b>3.683,34</b>  | <b>3.683,34</b>  |        |         |               |
|----------------|-----------------|-------------------|---|--------------|------------------|------------------|--------|---------|---------------|
|                |                 |                   | <b>IEB</b>  |              | <b>48.132,82</b> | <b>48.132,82</b> |        |         |               |
| <b>IEX</b>     | <b>Capítulo</b> | <b>Aparamenta</b> |   |              | <b>7.861,63</b>  | <b>7.861,63</b>  |        |         |               |
| <b>IEX050</b>  | Partida         | Ud                | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 100 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P).   |              | 2,000            | 384,46           | 768,92 |         |               |
|                |                 |                   |   | Uds.         | Largo            | Ancho            | Alto   | Parcial | Subtotal      |
|                |                 |                   |   | 2            |                  |                  |        | 2,000   | 2,000         |
| mt35cgm0       | Material        | Ud                | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 100 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. |              | 1,000            | 356,210          |        |         | 356,21        |
| mo002          | Mano de obra    | h                 | Oficial 1ª electricista.  |              | 0,546            | 17,820           |        |         | 9,73          |
| %              |                 | %                 | Costes directos complementarios   |              | 2,000            | 365,940          |        |         | 7,32          |
|                |                 |                   | <b>IEX050</b>   |              | <b>2,000</b>     | <b>384,46</b>    |        |         | <b>768,92</b> |
| <b>IEX050b</b> | Partida         | Ud                | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 80 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P).  |              | 1,000            | 420,02           |        |         | 420,02        |
|                |                 |                   |   | Uds.         | Largo            | Ancho            | Alto   | Parcial | Subtotal      |
|                |                 |                   |   | 1            |                  |                  |        | 1,000   | 1,000         |
| mt35cgm0       | Material        | Ud                | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 80 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.  |              | 1,000            | 392,390          |        |         | 392,39        |
| mo002          | Mano de obra    | h                 | Oficial 1ª electricista.  |              | 0,415            | 17,820           |        |         | 7,40          |
| %              |                 | %                 | Costes directos complementarios   |              | 2,000            | 399,790          |        |         | 8,00          |
|                |                 |                   | <b>IEX050b</b>  |              | <b>1,000</b>     | <b>420,02</b>    |        |         | <b>420,02</b> |
| <b>IEX050c</b> | Partida         | Ud                | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P).   |              | 1,000            | 127,56           |        |         | 127,56        |
|                |                 |                   |   | Uds.         | Largo            | Ancho            | Alto   | Parcial | Subtotal      |
|                |                 |                   |   | 1            |                  |                  |        | 1,000   | 1,000         |

|                |              |    |   |              |               |                 |      |         |          |
|----------------|--------------|----|---|--------------|---------------|-----------------|------|---------|----------|
| mt35cgm0       | Material     | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. | 1,000        | 116,550       | 116,55          |      |         |          |
| 21bibcl        |              |    |   |              |               |                 |      |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  | 0,273        | 17,820        | 4,86            |      |         |          |
| %              | %            |    | Costes directos complementarios   | 2,000        | 121,410       | 2,43            |      |         |          |
|                |              |    | <b>IEX050c</b>  | <b>1,000</b> | <b>127,56</b> | <b>127,56</b>   |      |         |          |
| <b>IEX050d</b> | Partida      | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P).   | 7,000        | 105,27        | 736,89          |      |         |          |
|                |              |    |   | Uds.         | Largo         | Ancho           | Alto | Parcial | Subtotal |
|                |              |    |   | 7            |               |                 |      | 7,000   | 7,000    |
| mt35cgm0       | Material     | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. | 1,000        | 95,340        | 95,34           |      |         |          |
| 21bibcd        |              |    |   |              |               |                 |      |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  | 0,273        | 17,820        | 4,86            |      |         |          |
| %              | %            |    | Costes directos complementarios   | 2,000        | 100,200       | 2,00            |      |         |          |
|                |              |    | <b>IEX050d</b>  | <b>7,000</b> | <b>105,27</b> | <b>736,89</b>   |      |         |          |
| <b>IEX050e</b> | Partida      | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P).   | 7,000        | 167,51        | 1.172,57        |      |         |          |
|                |              |    |   | Uds.         | Largo         | Ancho           | Alto | Parcial | Subtotal |
|                |              |    |   | 7            |               |                 |      | 7,000   | 7,000    |
| mt35cgm0       | Material     | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. | 1,000        | 153,020       | 153,02          |      |         |          |
| 21bkbap        |              |    |   |              |               |                 |      |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  | 0,360        | 17,820        | 6,42            |      |         |          |
| %              | %            |    | Costes directos complementarios   | 2,000        | 159,440       | 3,19            |      |         |          |
|                |              |    | <b>IEX050e</b>  | <b>7,000</b> | <b>167,51</b> | <b>1.172,57</b> |      |         |          |
| <b>IEX060</b>  | Partida      | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 4P/ 100A/300mA.  | 2,000        | 299,75        | 599,50          |      |         |          |

|                |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal        |                 |  |
|----------------|--------------|----|---|------|-------|-------|------|--------------|-----------------|-----------------|--|
|                |              |    |   | 2    |       |       |      | 2,000        | 2,000           |                 |  |
| mt35cgm0       | Material     | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 4P/100A/300mA, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1. |      |       |       |      | 1,000        | 275,580         | 275,58          |  |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,546        | 17,820          | 9,73            |  |
| %              |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 285,310         | 5,71            |  |
|                |              |    |   |      |       |       |      | <b>2,000</b> | <b>299,75</b>   | <b>599,50</b>   |  |
| <b>IEX060b</b> | Partida      | Ud | Bloque diferencial regulable, 4P/ 250A.   |      |       |       |      | 2,000        | 1.050,19        | 2.100,38        |  |
|                |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal        |                 |  |
|                |              |    |   | 2    |       |       |      | 2,000        | 2,000           |                 |  |
| mt35cgm0       | Material     | Ud | Bloque diferencial regulable, 4P/250A, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.              |      |       |       |      | 1,000        | 989,880         | 989,88          |  |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,546        | 17,820          | 9,73            |  |
| %              |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 999,610         | 19,99           |  |
|                |              |    |   |      |       |       |      | <b>2,000</b> | <b>1.050,19</b> | <b>2.100,38</b> |  |
| <b>IEX060c</b> | Partida      | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/ 40A/300mA.   |      |       |       |      | 2,000        | 87,19           | 174,38          |  |
|                |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal        |                 |  |
|                |              |    |   | 2    |       |       |      | 2,000        | 2,000           |                 |  |
| mt35cgm0       | Material     | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.  |      |       |       |      | 1,000        | 78,130          | 78,13           |  |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,273        | 17,820          | 4,86            |  |
| %              |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 82,990          | 1,66            |  |
|                |              |    |   |      |       |       |      | <b>2,000</b> | <b>87,19</b>    | <b>174,38</b>   |  |
| <b>IEX060d</b> | Partida      | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/ 25A/300mA.   |      |       |       |      | 7,000        | 87,14           | 609,98          |  |
|                |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal        |                 |  |
|                |              |    |   | 7    |       |       |      | 7,000        | 7,000           |                 |  |



|                   |                 |                |  |               |                   |                   |
|-------------------|-----------------|----------------|--|---------------|-------------------|-------------------|
| mt34www<br>011    | Material        | Ud             | Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.   | 1,000         | 0,750             | 0,75              |
| mo002             | Mano de obra    | h              | Oficial 1ª electricista.   | 0,220         | 17,820            | 3,92              |
| mo094             | Mano de obra    | h              | Ayudante electricista.   | 0,220         | 16,100            | 3,54              |
| %                 |                 | %              | Costes directos complementarios  | 2,000         | 466,230           | 9,32              |
|                   |                 |                | <b>IIX005</b>  | <b>25,000</b> | <b>489,82</b>     | <b>12.245,50</b>  |
|                   |                 |                | <b>IIX</b>   |               | <b>12.245,50</b>  | <b>12.245,50</b>  |
|                   |                 |                | <b>II</b>  |               | <b>12.245,50</b>  | <b>12.245,50</b>  |
|                   |                 |                | <b>I</b>   |               | <b>88.132,41</b>  | <b>88.132,41</b>  |
| <b>U</b>          | <b>Capítulo</b> |                | <b>Urbanización interior de la parcela</b>   |               | <b>188.001,38</b> | <b>188.001,38</b> |
| <b>UC</b>         | <b>Capítulo</b> |                | <b>Aparcamientos</b>   |               | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |
| <b>UCM</b>        | <b>Capítulo</b> |                | <b>Cubiertas metálicas</b>   |               | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |
| <b>UCM010</b>     | Partida         | m <sup>2</sup> | Estructura para cobertura de plazas de aparcamiento situadas al aire libre, compuesta de: cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-40/P/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; pórticos de acero S275JR, en perfiles laminados en caliente y cubierta metálica formada con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor. | 2.950,000     | 60,00             | 177.000,00        |
|                   |                 |                |  | Uds.          | Largo             | Ancho             |
|                   |                 |                |  | Alto          | Parcial           | Subtotal          |
|                   |                 |                |  | 2950          |                   | 2.950,000         |
| mt10hmf0<br>11bb  | Material        | m <sup>3</sup> | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.  | 0,010         | 61,500            | 0,62              |
| mt10haf01<br>0nGa | Material        | m <sup>3</sup> | Hormigón HA-40/P/20/IIa, fabricado en central.   | 0,100         | 92,280            | 9,23              |
| mt07aco0<br>10c   | Material        | kg             | Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.  | 4,000         | 0,940             | 3,76              |
| mt07aco0<br>20a   | Material        | Ud             | Separador homologado para cimentaciones.   | 0,800         | 0,120             | 0,10              |

|               |                 |                |  |                  |                   |                   |
|---------------|-----------------|----------------|--|------------------|-------------------|-------------------|
| mt07ala01     | Material        | kg             | Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, marquesinas, para aplicaciones estructurales, incluso placas de anclaje a cimentación, correas y piezas | 17,500           | 1,240             | 21,70             |
| 0m            |                 |                |  |                  |                   |                   |
| mt27pfi01     | Material        | l              | Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.  | 0,167            | 4,110             | 0,69              |
| 0             |                 |                |  |                  |                   |                   |
| mt13ccg0      | Material        | m <sup>2</sup> | Chapa de acero galvanizado, espesor 0,6 mm.  | 1,050            | 5,910             | 6,21              |
| 10a           |                 |                |  |                  |                   |                   |
| mt13ccg0      | Material        | Ud             | Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.   | 3,000            | 0,470             | 1,41              |
| 30d           |                 |                |  |                  |                   |                   |
| mq01ret02     | Maquinar        | h              | Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.   | 0,114            | 34,550            | 3,94              |
| 0b            | ia              |                |  |                  |                   |                   |
| mq08sol0      | Maquinar        | h              | Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.  | 0,011            | 7,050             | 0,08              |
| 10            | ia              |                |  |                  |                   |                   |
| mq08sol0      | Maquinar        | h              | Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.  | 0,011            | 2,970             | 0,03              |
| 20            | ia              |                |  |                  |                   |                   |
| mo041         | Mano de obra    | h              | Oficial 1ª estructurista.  | 0,032            | 18,100            | 0,58              |
| mo084         | Mano de obra    | h              | Ayudante estructurista.  | 0,032            | 16,940            | 0,54              |
| mo017         | Mano de obra    | h              | Oficial 1ª cerrajero.  | 0,211            | 17,520            | 3,70              |
| mo054         | Mano de obra    | h              | Ayudante cerrajero.  | 0,211            | 16,190            | 3,42              |
| %             |                 | %              | Costes directos complementarios  | 4,000            | 56,010            | 2,24              |
|               |                 |                | <b>UCM010</b>  | <b>2.950,000</b> | <b>60,00</b>      | <b>177.000,00</b> |
|               |                 |                | <b>UCM</b>   |                  | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |
|               |                 |                | <b>UC</b>  |                  | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |
| <b>UI</b>     | <b>Capítulo</b> |                | <b>Iluminación exterior</b>  |                  | <b>11.001,38</b>  | <b>11.001,38</b>  |
| <b>UIV</b>    | <b>Capítulo</b> |                | <b>Alumbrado viario</b>  |                  | <b>11.001,38</b>  | <b>11.001,38</b>  |
| <b>UIV010</b> | Partida         | Ud             | Columna de 5 m de altura, con luminaria decorativa con difusor de plástico UrbanSky BPS390 113W  | 19,000           | 579,02            | 11.001,38         |

Uds. Largo Ancho Alto Parcial Subtotal

|                 |              |    | 19   | 19,000 | 19,000        |                  |                  |
|-----------------|--------------|----|--|--------|---------------|------------------|------------------|
| mt34www<br>030a | Material     | Ud | Cimentación con hormigón HM-20/P/20/I para anclaje de columna de 3 a 6 m de altura, incluso placa y pernos de anclaje.                               |        | 1,000         | 69,970           | 69,97            |
| mt34www<br>020  | Material     | Ud | Arqueta de paso y derivación de 40x40x60 cm, provista de cerco y tapa de hierro fundido.   |        | 1,000         | 61,930           | 61,93            |
| mt34www<br>040  | Material     | Ud | Caja de conexión y protección, con fusibles.   |        | 1,000         | 5,040            | 5,04             |
| mt34www<br>050  | Material     | m  | Conductor aislado de cobre para 0,6/1 kV de 2x2,5 mm <sup>2</sup> .  |        | 7,000         | 0,350            | 2,45             |
| mt35ttc01<br>0b | Material     | m  | Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .  |        | 2,000         | 2,410            | 4,82             |
| mt35tte01<br>0a | Material     | Ud | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud.                              |        | 1,000         | 13,700           | 13,70            |
| mt34xes01<br>0c | Material     | Ud | Columna recta de acero galvanizado, pintada, altura 5 m. Según UNE-EN 40-5.  |        | 1,000         | 150,710          | 150,71           |
| mt34est02<br>0b | Material     | Ud | Luminaria decorativa con difusor de plástico, con lámpara de vapor de sodio a alta presión, VSAP 150 W, forma troncopiramidal y acoplada al soporte. |        | 1,000         | 88,410           | 88,41            |
| mt34www         | Material     | Ud | Material auxiliar para iluminación exterior.   |        | 1,000         | 0,680            | 0,68             |
| mq04cag0        | Maquinar     | h  | Camión con grúa de hasta 12 t.   |        | 1,138         | 56,020           | 63,75            |
| mo040           | Mano de obra | h  | Oficial 1ª construcción de obra civil.   |        | 1,926         | 17,240           | 33,20            |
| mo082           | Mano de obra | h  | Ayudante construcción de obra civil.   |        | 1,926         | 16,130           | 31,07            |
| mo002           | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.   |        | 0,749         | 17,820           | 13,35            |
| mo094           | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.   |        | 0,749         | 16,100           | 12,06            |
| %               |              | %  | Costes directos complementarios  |        | 2,000         | 551,140          | 11,02            |
|                 |              |    | <b>UIV010</b>  |        | <b>19,000</b> | <b>579,02</b>    | <b>11.001,38</b> |
|                 |              |    | <b>UIV</b>   |        |               | <b>11.001,38</b> | <b>11.001,38</b> |
|                 |              |    | <b>UI</b>  |        |               | <b>11.001,38</b> | <b>11.001,38</b> |

|               |                 |    |  |  |  |  |  |  |       |                   |                   |      |         |          |
|---------------|-----------------|----|--|--|--|--|--|--|-------|-------------------|-------------------|------|---------|----------|
|               |                 |    | <b>U</b>   |  |  |  |  |  |       | <b>188.001,38</b> | <b>188.001,38</b> |      |         |          |
| <b>Y</b>      | <b>Capítulo</b> |    | <b>Seguridad y salud</b>   |  |  |  |  |  |       | <b>3.296,00</b>   | <b>3.296,00</b>   |      |         |          |
| <b>YC</b>     | <b>Capítulo</b> |    | <b>Sistemas de protección colectiva</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YCX</b>    | <b>Capítulo</b> |    | <b>Conjunto de sistemas de protección colectiva</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YCX010</b> | Partida         | Ud | Conjunto de sistemas de protección colectiva, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.                   |  |  |  |  |  | 1,000 | 1.030,00          | 1.030,00          |      |         |          |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | Uds.  | Largo             | Ancho             | Alto | Parcial | Subtotal |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | 1     |                   |                   |      | 1,000   | 1,000    |
|               |                 |    | <b>YCX</b>   |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
|               |                 |    | <b>YC</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YI</b>     | <b>Capítulo</b> |    | <b>Equipos de protección individual</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YIX</b>    | <b>Capítulo</b> |    | <b>Conjunto de equipos de protección individual</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YIX010</b> | Partida         | Ud | Conjunto de equipos de protección individual, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.                   |  |  |  |  |  | 1,000 | 1.030,00          | 1.030,00          |      |         |          |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | Uds.  | Largo             | Ancho             | Alto | Parcial | Subtotal |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | 1     |                   |                   |      | 1,000   | 1,000    |
|               |                 |    | <b>YIX</b>   |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
|               |                 |    | <b>YI</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YM</b>     | <b>Capítulo</b> |    | <b>Medicina preventiva y primeros auxilios</b>   |  |  |  |  |  |       | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |      |         |          |
| <b>YMX</b>    | <b>Capítulo</b> |    | <b>Medicina preventiva y primeros auxilios</b>   |  |  |  |  |  |       | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |      |         |          |
| <b>YMX010</b> | Partida         | Ud | Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.                        |  |  |  |  |  | 1,000 | 103,00            | 103,00            |      |         |          |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | Uds.  | Largo             | Ancho             | Alto | Parcial | Subtotal |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | 1     |                   |                   |      | 1,000   | 1,000    |
|               |                 |    | <b>YMX</b>   |  |  |  |  |  |       | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |      |         |          |
|               |                 |    | <b>YM</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |      |         |          |
| <b>YP</b>     | <b>Capítulo</b> |    | <b>Instalaciones provisionales de higiene y bienestar</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YPX</b>    | <b>Capítulo</b> |    | <b>Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar</b>  |  |  |  |  |  |       | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |      |         |          |
| <b>YPX010</b> | Partida         | Ud | Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. |  |  |  |  |  | 1,000 | 1.030,00          | 1.030,00          |      |         |          |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | Uds.  | Largo             | Ancho             | Alto | Parcial | Subtotal |
|               |                 |    |  |  |  |  |  |  | 1     |                   |                   |      | 1,000   | 1,000    |



## Resumen presupuesto instalación conectada a red

A continuación se muestra el resumen del presupuesto del proyecto conectados a la red de UNELCO Endesa.

|                               | Coste (€)         |
|-------------------------------|-------------------|
| Eléctrica                     | 75886,92          |
| Iluminación                   | 23.994,15         |
| Urbanización interior parcela | 177.000,00        |
| Seguridad y salud             | 3296,00           |
| Gastos generales 16%          | 44385,35          |
| Beneficio industrial 6%       | 19307,63          |
| I.G.I.C 7%                    | 24070,90          |
| <b>Total:</b>                 | <b>367.940,95</b> |

Se concluye que es necesario realizar una inversión de 367.940,95€ para llevar a cabo el presente proyecto.

**PRESUPUESTO INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED**

**Cuadro de mano de obra**

| <b>Num.</b>                | <b>Código</b> | <b>Denominación de la mano de obra</b>      | <b>Precio (€)</b> | <b>Horas (h)</b> | <b>Total (€)</b> |
|----------------------------|---------------|---|-------------------|------------------|------------------|
| 1                          | mo041         | Oficial 1ª estructurista                    | 18,1              | 94,4             | 1.708,64         |
| 2                          | mo008         | Oficial 1ª instalador de captadores solares | 17,82             | 141,525          | 2.521,98         |
| 3                          | mo002         | Oficial 1ª electricista                     | 17,82             | 359,528          | 6.406,79         |
| 4                          | mo017         | Oficial 1ª cerrajero                        | 17,52             | 622,45           | 10.905,32        |
| 5                          | mo040         | Oficial 1ª construcción de obra civil       | 17,24             | 36,594           | 630,88           |
| 6                          | mo019         | Oficial 1ª construcción                     | 17,24             | 59,233           | 1.021,18         |
| 7                          | mo084         | Ayudante estructurista                      | 16,94             | 94,4             | 1.599,14         |
| 8                          | mo054         | Ayudante cerrajero                          | 16,19             | 622,45           | 10.077,47        |
| 9                          | mo082         | Ayudante construcción de obra civil         | 16,13             | 36,594           | 590,26           |
| 10                         | mo094         | Ayudante electricista                       | 16,1              | 333,218          | 5.364,81         |
| 11                         | mo100         | Ayudante instalador de captadores solares   | 16,1              | 141,525          | 2.278,55         |
| 12                         | mo105         | Peón ordinario construcción                 | 15,92             | 59,233           | 942,99           |
| <b>Total mano de obra:</b> |               |   |                   |                  | <b>44048,01</b>  |

**Cuadro de maquinaria**

| <b>Num.</b>                 | <b>Código</b> | <b>Denominación de la maquinaria</b>  | <b>Precio (€)</b> | <b>Horas (h)</b> | <b>Total (€)</b> |
|-----------------------------|---------------|---|-------------------|------------------|------------------|
| 1                           | mq04cag010c   | Camión con grúa de hasta 12 t   | 56,02             | 21,622           | 1.211,26         |
| 2                           | mq02cia020j   | Camión cisterna de 8 m3 de capacidad  | 38,64             | 1,107            | 42,77            |
| 3                           | mq01ret020b   | Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW                                     | 34,55             | 336,3            | 11.619,17        |
| 4                           | mq04dua020b   | Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil                               | 8,87              | 7,779            | 69,00            |
| 5                           | mq08sol010    | Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente. | 7,05              | 32,45            | 228,77           |
| 6                           | mq02rop020    | Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.  | 3,37              | 63,306           | 213,34           |
| 7                           | mq08sol020    | Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.                       | 2,97              | 32,45            | 96,38            |
| <b>Total de maquinaria:</b> |               |   |                   |                  | <b>13480,69</b>  |

| Cuadro de material |              |  |        |        |           |
|--------------------|--------------|--|--------|--------|-----------|
| Num.               | Código       | Denominación del material  | Precio | Precio | Total (€) |
| 1                  | mt35ttc010b  | Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .  | 2,41   | 140    | 337,4     |
| 2                  | mt35tte010b  | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.  | 15,41  | 11     | 169,51    |
| 3                  | mt35tte020a  | Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 300x100x3 mm, con borne de unión.  | 32,05  | 4      | 128,2     |
| 4                  | mt35tts010c  | Soldadura aluminotérmica del cable conductor a la placa.   | 3      | 15     | 45        |
| 5                  | mt35tta020   | Punto de separación pica-cable formado por cruceta en la cabeza del electrodo de la pica y pletina de 50x30x7 mm, para facilitar la soldadura aluminotérmica.  | 13,23  | 11     | 145,53    |
| 6                  | mt35cun010l1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 9,9    | 35     | 346,5     |
| 7                  | mt35cun010h1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 3,32   | 950    | 3154      |
| 8                  | mt35cun010c1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.   | 0,48   | 10     | 4,8       |
| 9                  | mt35cun010b1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.   | 0,4    | 10     | 4         |
| 10                 | mt35cun010d1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.   | 0,63   | 325    | 204,75    |
| 11                 | mt35cun010p1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina   | 24,11  | 28     | 675,08    |
| 12                 | mt35cun010k1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 7,5    | 41     | 307,5     |
| 13                 | mt35cun050e  | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. | 1,51   | 245    | 369,95    |

|    |              |   |       |        |           |
|----|--------------|---|-------|--------|-----------|
| 14 | mt35cun050f  | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.  | 2,24  | 1960   | 4390,4    |
| 15 | mt35cun050g  | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.  |       |        | 0         |
| 16 | mt35cun050d  | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.   | 1,08  | 150    | 162       |
| 17 | mt35cun010e1 | Cable unipolar ZZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  |       |        | 0         |
| 18 | mt01ara010   | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  | 11,24 | 73,299 | 823,88076 |
| 19 | mt35aia070ai | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. | 12,62 | 26     | 328,12    |
| 20 | mt01ara010   | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  |       |        | 0         |
| 21 | mt35aia070ae | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.  | 3,5   | 1080   | 3780      |
| 22 | mt36tie010ac | Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.   | 1,27  | 340    | 431,8     |
| 23 | mt36tie010cc | Tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.   | 2,06  | 35     | 72,1      |

|    |              |   |        |        |         |
|----|--------------|---|--------|--------|---------|
| 24 | mt35cgp020gi | Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. | 174,46 | 1      | 174,46  |
| 25 | mt35cgp040h  | Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.   | 4,66   | 3      | 13,98   |
| 26 | mt35cgp040f  | Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.   | 4,57   | 2      | 9,14    |
| 27 | mt26cgp010   | Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.  | 102,08 | 1      | 102,08  |
| 28 | mt01ara010   | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.  | 0,074  | 11,240 | 0,83176 |
| 29 | mt35aia070ai | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.                                       | 1,000  | 12,620 | 12,62   |
| 30 | mt35cun010m1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  | 12,35  | 2      | 24,7    |
| 31 | mt35con050b  | Módulo de interruptor general de maniobra de 250 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 169,26 | 1      | 169,26  |
| 32 | mt35con080   | Módulo de embarrado general, homologado por la empresa suministradora. Incluso pletinas de cobre, cortacircuitos, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 90,75  | 1      | 90,75   |
| 33 | mt35con070   | Módulo de fusibles de seguridad, homologado por la empresa suministradora. Incluso fusibles, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  | 60,45  | 3      | 181,35  |
| 34 | mt35con040b  | Módulo de servicios generales con módulo de fraccionamiento y seccionamiento, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 92,09  | 1      | 92,09   |
| 35 | mt35con010a  | Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 52,47  | 1      | 52,47   |
| 36 | mt35con010b  | Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  | 64,31  | 1      | 64,31   |

|    |              |   |           |     |           |
|----|--------------|---|-----------|-----|-----------|
| 37 | mt35con020   | Módulo de reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 50,93     | 1   | 50,93     |
| 38 | mt35con060   | Módulo de bornes de salida y puesta a tierra, homologado por la empresa suministradora. Incluso carril, bornes, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 69,46     | 1   | 69,46     |
| 39 |              |   |           |     |           |
| 40 | mt36tie010fa | Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1.   | 3,19      | 3   | 9,57      |
| 41 | mt35cun010k1 | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.   | 7,51      | 35  | 262,85    |
| 42 | mt35der011a  | Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa nocturna).  | 0,11      | 2   | 0,22      |
| 43 | mt35azi010a  | Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, para integración arquitectónica en fachada de edificio, potencia máxima (Wp) 300 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 54,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 5,49 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 5,87 A, tensión en circuito abierto (Voc) 64 V, eficiencia 16%, 96 células, vidrio exterior templado de 5 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1559x1046x46mm, peso 18,6 kg, vidrio transparente, con caja de conexiones. | 312,14    | 333 | 103942,62 |
| 44 | mt35azi100a  | Repercusión por m <sup>2</sup> de accesorios de montaje con ganchos de módulo fotovoltaico de fachada.  | 32,53     | 333 | 10832,49  |
| 45 | mt35azi110   | Repercusión por m <sup>2</sup> de material eléctrico para conexión de módulo fotovoltaico de fachada.   | 21,4      | 333 | 7126,2    |
| 46 | mt35azi025a  | Inversor central trifásico para conexión a red, potencia máxima de entrada 24 kW, voltaje de entrada máximo 900 Vcc, potencia nominal de salida 15 kW, eficiencia máxima 98%, dimensiones 550x750x200 mm, con inversor compacto sinusoidal PWM, procesador de señales digitales DSP, pantalla gráfica LCD, puertos RS-232 y RS-485, dispositivo MaxControl para alarma automática, supervisión del inversor y evaluación de datos de rendimiento.   | 15.327,43 | 7   | 107292,01 |
| 47 | mt35crv030a  | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con tomas Tipo 2 y CHAdeMO trifásica.   | 34.144,32 | 1   | 34144,32  |
| 48 | mt35crv010a  | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas de tipo 2 trifásica.  | 5.067,10  | 2   | 10134,2   |

|    |                 |   |          |       |         |
|----|-----------------|---|----------|-------|---------|
| 49 | mt35crv010c     | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 30 e IK 08, de 210x135x330 mm, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Schuko de 16 A cada una, para modos de carga 1 y 2, incluso interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores diferenciales, pulsadores de parada de emergencia, indicadores luminosos de estado de carga y lectores de energía consumida total y parcial. | 3468,9   | 1     | 3468,9  |
| 50 | mt35cgm021biemu | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 100 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.   | 356,21   | 2     | 712,42  |
| 51 | mt35cgm021bkejr | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 80 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.  | 392,39   | 1     | 392,39  |
| 52 | mt35cgm021bibcl | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.   | 116,55   | 1     | 116,55  |
| 53 | mt35cgm021bibcd | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.   | 95,34    | 7     | 667,38  |
| 54 | mt35cgm021bkbap | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según   | 153,02   | 7     | 1071,14 |
| 55 | mt35cgm031ak    | Interruptor diferencial instantáneo, 4P/100A/300mA, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.   | 275,58   | 2     | 551,16  |
| 56 | mt35cgm031eo    | Bloque diferencial regulable, 4P/250A, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.  | 989,88   | 2     | 1979,76 |
| 57 | mt35cgm029ah    | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.   | 78,13    | 2     | 156,26  |
| 58 | mt35cgm029ag    | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.  | 78,08    | 7     | 546,56  |
| 59 | mt35cgm031ep    | Bloque diferencial regulable, 4P/400A, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.  | 1.086,24 | 1     | 1086,24 |
| 60 | mt34beg020ia    | Luminaria para adosar a techo, de 561 mm de diámetro mayor y 500 mm de diámetro menor y 221 mm de altura, para 32 lámparas leds de 3 W aprox cada uno, con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, color blanco cálido (WW), vidrio opal con cierre por pasador deslizante, reflector de aluminio puro anodizado, portalámparas E 27, clase de protección I, grado de protección IP 44, aislamiento clase F.  | 130,42   | 25    | 3260,5  |
| 61 | mt34lha010b     | Lámparas leds   | 8,19     | 40    | 327,6   |
| 62 | mt34www011      | Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.  | 0,75     | 25    | 18,75   |
| 63 | mt10hmf011bb    | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.   | 61,5     | 29,5  | 1814,25 |
| 64 | mt10haf010nGa   | Hormigón HA-40/P/20/IIa, fabricado en central.  | 92,28    | 295   | 27222,6 |
| 65 | mt07aco010c     | Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.   | 0,94     | 11800 | 11092   |
| 66 | mt07aco020a     | Separador homologado para cimentaciones.  | 0,12     | 2360  | 283,2   |

|                        |             |  |        |        |                   |
|------------------------|-------------|--|--------|--------|-------------------|
| 67                     | mt07ala010m | Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, marquesinas, para aplicaciones estructurales, incluso placas de anclaje a cimentación, correas y piezas especiales. | 1,24   | 51625  | 64015             |
| 68                     | mt27pfi010  | Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.  | 4,11   | 492,65 | 2024,7915         |
| 69                     | mt13ccg010a | Chapa de acero galvanizado, espesor 0,6 mm.  | 5,91   | 3097,5 | 18306,225         |
| 70                     | mt13ccg030d | Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.   | 0,47   | 8850   | 4159,5            |
| 71                     | mt34www030a | Cimentación con hormigón HM-20/P/20/I para anclaje de columna de 3 a 6 m de altura, incluso placa y pernos de anclaje.   | 69,97  | 19     | 1329,43           |
| 72                     | mt34www020  | Arqueta de paso y derivación de 40x40x60 cm, provista de cerco y tapa de hierro fundido.   | 61,93  | 19     | 1176,67           |
| 73                     | mt34www040  | Caja de conexión y protección, con fusibles.   | 5,04   | 19     | 95,76             |
| 74                     | mt34www050  | Conductor aislado de cobre para 0,6/1 kV de 2x2,5 mm <sup>2</sup> .  | 0,35   | 133    | 46,55             |
| 75                     | mt35tte010a | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud.  | 13,7   | 19     | 260,3             |
| 76                     | mt34xes010c | Columna recta de acero galvanizado, pintada, altura 5 m. Según UNE-EN 40-5.  | 150,71 | 19     | 2863,49           |
| 77                     | mt34est020b | Luminaria decorativa con difusor de plástico, con lámpara de led UrbanSky BPS390 113W  | 105,8  | 19     | 2010,2            |
| <b>Total material:</b> |             |  |        |        | <b>441789,009</b> |

**Obra: PRESUPUESTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED**

**Presupuesto**

% C.I. 3

| Código          | Tipo            | Ud | Resumen   | Cantidad          | Precio (€)        | Importe (€)      |      |         |          |
|-----------------|-----------------|----|---|-------------------|-------------------|------------------|------|---------|----------|
| <b>Capítulo</b> |                 |    |   | <b>540.832,12</b> | <b>540.832,12</b> |                  |      |         |          |
| <b>I</b>        | <b>Capítulo</b> |    | <b>Instalaciones</b>  | <b>348.787,47</b> | <b>348.787,47</b> |                  |      |         |          |
| <b>IE</b>       | <b>Capítulo</b> |    | <b>Eléctricas</b>   | <b>336.541,97</b> | <b>336.541,97</b> |                  |      |         |          |
| <b>IEP</b>      | <b>Capítulo</b> |    | <b>Puesta a tierra</b>  | <b>1.229,66</b>   | <b>1.229,66</b>   |                  |      |         |          |
| <b>IEP010</b>   | Partida         | Ud | Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 140 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup> y 11 picas.                      | 1,000             | 1.229,66          | 1.229,66         |      |         |          |
|                 |                 |    |   | Uds.              | Largo             | Ancho            | Alto | Parcial | Subtotal |
|                 |                 |    |   | 1                 |                   |                  |      | 1,000   | 1,000    |
| mt35ttc010a     | Material        | m  | Conductor de cobre desnudo, de 35 mm <sup>2</sup> .   | 140,000           | 2,410             | 337,40           |      |         |          |
| mt35tte010b     | Material        | Ud | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.   | 11,000            | 15,410            | 169,51           |      |         |          |
| mt35tte020a     | Material        | Ud | Placa de cobre electrolítico puro para toma de tierra, de 300x100x3 mm, con borne de unión.   | 4,000             | 32,050            | 128,20           |      |         |          |
| mt35ttc010c     | Material        | Ud | Soldadura aluminotérmica del cable conductor a la placa.  | 15,000            | 3,000             | 45,00            |      |         |          |
| mt35tta020      | Material        | Ud | Punto de separación pica-cable formado por cruceta en la cabeza del electrodo de la pica y pletina de 50x30x7 mm, para facilitar la soldadura aluminotérmica. | 11,000            | 13,230            | 145,53           |      |         |          |
| mt35ttw020a     | Material        | Ud | Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.   | 1,000             | 0,980             | 0,98             |      |         |          |
| mo002           | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª electricista.  | 10,136            | 17,820            | 180,62           |      |         |          |
| mo094           | Mano de obra    | h  | Ayudante electricista.  | 10,136            | 16,100            | 163,19           |      |         |          |
| %               |                 | %  | Costes directos complementarios   | 2,000             | 1.170,430         | 23,41            |      |         |          |
|                 |                 |    | <b>IEP010</b>   | <b>1,000</b>      | <b>1.229,66</b>   | <b>1.229,66</b>  |      |         |          |
|                 |                 |    | <b>IEP</b>  |                   | <b>1.229,66</b>   | <b>1.229,66</b>  |      |         |          |
| <b>IEH</b>      | <b>Capítulo</b> |    | <b>Cables</b>   |                   | <b>21.934,55</b>  | <b>21.934,55</b> |      |         |          |

|                     |              |   |   |                  |              |                 |           |           |
|---------------------|--------------|---|---|------------------|--------------|-----------------|-----------|-----------|
| <b>IEH010</b>       | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                    | 35,000           | 13,79        | 482,65          |           |           |
|                     |              |   |   | Uds.             | Largo        | Ancho Alto      | Parcial   | Subtotal  |
|                     |              |   |   | 35               |              |                 | 35,000    | 35,000    |
| mt35cun<br>01011    | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                    | 1,000            | 9,910        | 9,91            |           |           |
| mo002               | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  | 0,095            | 17,820       | 1,69            |           |           |
| mo094               | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  | 0,095            | 16,100       | 1,53            |           |           |
| %                   |              | % | Costes directos complementarios   | 2,000            | 13,130       | 0,26            |           |           |
|                     |              |   | <b>IEH010</b>   | <b>35,000</b>    | <b>13,79</b> | <b>482,65</b>   |           |           |
| <b>IEH010<br/>b</b> | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                    | 1.080,000        | 4,81         | 5.194,80        |           |           |
|                     |              |   |   | Uds.             | Largo        | Ancho Alto      | Parcial   | Subtotal  |
|                     |              |   |   | 1080             |              |                 | 1.080,000 | 1.080,000 |
| mt35cun<br>010h1    | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. | 1,000            | 2,790        | 2,79            |           |           |
| mo002               | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  | 0,053            | 17,820       | 0,94            |           |           |
| mo094               | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  | 0,053            | 16,100       | 0,85            |           |           |
| %                   |              | % | Costes directos complementarios   | 2,000            | 4,580        | 0,09            |           |           |
|                     |              |   | <b>IEH010b</b>  | <b>1.080,000</b> | <b>4,81</b>  | <b>5.194,80</b> |           |           |
| <b>IEH010<br/>c</b> | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                   | 10,000           | 1,08         | 10,80           |           |           |

|                  |              |   | Uds.   | Largo | Ancho | Alto | Parcial       | Subtotal    |              |      |
|------------------|--------------|---|--|-------|-------|------|---------------|-------------|--------------|------|
|                  |              |   | 10   |       |       |      | 10,000        | 10,000      |              |      |
| mt35cun<br>010c1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. |       |       |      |               | 1,000       | 0,480        | 0,48 |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |       |       |      |               | 0,016       | 17,820       | 0,29 |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |       |       |      |               | 0,016       | 16,100       | 0,26 |
| %                |              | % | Costes directos complementarios  |       |       |      |               | 2,000       | 1,030        | 0,02 |
| <b>IEH010c</b>   |              |   |  |       |       |      | <b>10,000</b> | <b>1,08</b> | <b>10,80</b> |      |

| <b>IEH010d</b>   | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                    |       |       |      |               | 10,000      | 1,00         | 10,00 |
|------------------|--------------|---|--|-------|-------|------|---------------|-------------|--------------|-------|
|                  |              |   | Uds.   | Largo | Ancho | Alto | Parcial       | Subtotal    |              |       |
|                  |              |   | 10   |       |       |      | 10,000        | 10,000      |              |       |
| mt35cun<br>010b1 | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. |       |       |      |               | 1,000       | 0,400        | 0,40  |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |       |       |      |               | 0,016       | 17,820       | 0,29  |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |       |       |      |               | 0,016       | 16,100       | 0,26  |
| %                |              | % | Costes directos complementarios  |       |       |      |               | 2,000       | 0,950        | 0,02  |
| <b>IEH010d</b>   |              |   |  |       |       |      | <b>10,000</b> | <b>1,00</b> | <b>10,00</b> |       |

|                |              |   |  |                |             |               |         |          |
|----------------|--------------|---|--|----------------|-------------|---------------|---------|----------|
| <b>IEH010e</b> | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                      | 325,000        | 1,24        | 403,00        |         |          |
|                |              |   |  | Uds.           | Largo       | Ancho Alto    | Parcial | Subtotal |
|                |              |   |  | 325            |             |               | 325,000 | 325,000  |
| mt35cun010d1   | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.   | 1,000          | 0,630       | 0,63          |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   | 0,016          | 17,820      | 0,29          |         |          |
| mo094          | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   | 0,016          | 16,100      | 0,26          |         |          |
| %              |              | % | Costes directos complementarios  | 2,000          | 1,180       | 0,02          |         |          |
|                |              |   | <b>IEH010e</b>   | <b>325,000</b> | <b>1,24</b> | <b>403,00</b> |         |          |
| <b>IEH010f</b> | Partida      | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.                    | 25,000         | 30,96       | 774,00        |         |          |
|                |              |   |  | Uds.           | Largo       | Ancho Alto    | Parcial | Subtotal |
|                |              |   |  | 25             |             |               | 25,000  | 25,000   |
| mt35cun010p1   | Material     | m | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. | 1,000          | 24,110      | 24,11         |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   | 0,158          | 17,820      | 2,82          |         |          |
| mo094          | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   | 0,158          | 16,100      | 2,54          |         |          |

|                  |              |   |  |       |            |               |              |               |
|------------------|--------------|---|--|-------|------------|---------------|--------------|---------------|
| %                |              | % Costes directos complementarios<br><b>IEH010f</b> |  |       |            | 2,000         | 29,470       | 0,59          |
|                  |              |   |  |       |            | <b>25,000</b> | <b>30,96</b> | <b>774,00</b> |
| <b>IEH010g</b>   | Partida      | m   | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.   |       |            | 35,000        | 11,27        | 394,45        |
|                  |              |   | Uds.   | Largo | Ancho Alto | Parcial       | Subtotal     |               |
|                  |              |   | 35   |       |            | 35,000        | 35,000       |               |
| mt35cun<br>010k1 | Material     | m   | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4.  |       |            | 1,000         | 7,510        | 7,51          |
| mo002            | Mano de obra | h   | Oficial 1ª electricista.   |       |            | 0,095         | 17,820       | 1,69          |
| mo094            | Mano de obra | h   | Ayudante electricista.   |       |            | 0,095         | 16,100       | 1,53          |
| %                |              | % Costes directos complementarios<br><b>IEH010g</b> |  |       |            | 2,000         | 10,730       | 0,21          |
|                  |              |   |  |       |            | <b>35,000</b> | <b>11,27</b> | <b>394,45</b> |
| <b>IEH010h</b>   | Partida      | m   | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |       |            | 245,000       | 3,09         | 757,05        |
|                  |              |   | Uds.   | Largo | Ancho Alto | Parcial       | Subtotal     |               |
|                  |              |   | 245,000  |       |            | 245,000       | 245,000      |               |
| mt35cun<br>050e  | Material     | m   | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |       |            | 1,000         | 1,510        | 1,51          |
| mo002            | Mano de obra | h   | Oficial 1ª electricista.   |       |            | 0,042         | 17,820       | 0,75          |

|                |              |   |  |      |           |       |                  |             |                 |
|----------------|--------------|---|--|------|-----------|-------|------------------|-------------|-----------------|
| mo094          | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |           |       | 0,042            | 16,100      | 0,68            |
| %              |              | % | Costes directos complementarios  |      |           |       | 2,000            | 2,940       | 0,06            |
|                |              |   | <b>IEH010h</b>   |      |           |       | <b>245,000</b>   | <b>3,09</b> | <b>757,05</b>   |
| <b>IEH010i</b> | Partida      | m | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |      |           |       | 1.960,000        | 4,23        | 8.290,80        |
|                |              |   |  | Uds. | Largo     | Ancho | Alto             | Parcial     | Subtotal        |
|                |              |   |  |      | 1.960,000 |       |                  | 1.960,000   | 1.960,000       |
| mt35cun050f    | Material     | m | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |      |           |       | 1,000            | 2,240       | 2,24            |
| mo002          | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.   |      |           |       | 0,053            | 17,820      | 0,94            |
| mo094          | Mano de obra | h | Ayudante electricista.   |      |           |       | 0,053            | 16,100      | 0,85            |
| %              |              | % | Costes directos complementarios  |      |           |       | 2,000            | 4,030       | 0,08            |
|                |              |   | <b>IEH010i</b>   |      |           |       | <b>1.960,000</b> | <b>4,23</b> | <b>8.290,80</b> |
| <b>IEH010j</b> | Partida      | m | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |      |           |       | 950,000          | 5,37        | 5.101,50        |
|                |              |   |  | Uds. | Largo     | Ancho | Alto             | Parcial     | Subtotal        |
|                |              |   |  |      | 950,000   |       |                  | 950,000     | 950,000         |
| mt35cun050g    | Material     | m | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |      |           |       | 1,000            | 3,320       | 3,32            |

|                |              |   |   |  |  |  |                |             |                 |      |         |          |
|----------------|--------------|---|---|--|--|--|----------------|-------------|-----------------|------|---------|----------|
| mo002          | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |  |  |  | 0,053          | 17,820      | 0,94            |      |         |          |
| mo094          | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |  |  |  | 0,053          | 16,100      | 0,85            |      |         |          |
| %              |              | % | Costes directos complementarios<br><b>IEH010j</b>   |  |  |  | 2,000          | 5,110       | 0,10            |      |         |          |
|                |              |   |   |  |  |  | <b>950,000</b> | <b>5,37</b> | <b>5.101,50</b> |      |         |          |
| <b>IEH010k</b> | Partida      | m | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |  |  |  | 150,000        | 2,64        | 396,00          |      |         |          |
|                |              |   |   |  |  |  | Uds.           | Largo       | Ancho           | Alto | Parcial | Subtotal |
|                |              |   |   |  |  |  |                | 150,000     |                 |      | 150,000 | 150,000  |
| mt35cun050d    | Material     | m | Cable unipolar ZZ1-K (AS+), para instalaciones fotovoltaicas, resistente al fuego según UNE-EN 50200, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. |  |  |  | 1,000          | 1,080       | 1,08            |      |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |  |  |  | 0,042          | 17,820      | 0,75            |      |         |          |
| mo094          | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |  |  |  | 0,042          | 16,100      | 0,68            |      |         |          |
| %              |              | % | Costes directos complementarios<br><b>IEH010k</b>   |  |  |  | 2,000          | 2,510       | 0,05            |      |         |          |
|                |              |   |   |  |  |  | <b>150,000</b> | <b>2,64</b> | <b>396,00</b>   |      |         |          |
| <b>IEH010l</b> | Partida      | m | Cable unipolar ZZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.   |  |  |  | 50,000         | 2,39        | 119,50          |      |         |          |
|                |              |   |   |  |  |  | Uds.           | Largo       | Ancho           | Alto | Parcial | Subtotal |
|                |              |   |   |  |  |  |                | 50,000      |                 |      | 50,000  | 50,000   |



|                  |              |    |  |      |       |       |                  |              |                 |
|------------------|--------------|----|--|------|-------|-------|------------------|--------------|-----------------|
| mo094            | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.   |      |       |       | 0,021            | 16,100       | 0,34            |
| %                |              | %  | Costes directos complementarios  |      |       |       | 2,000            | 16,960       | 0,34            |
| <b>IEO010</b>    |              |    |  |      |       |       | <b>25,000</b>    | <b>17,82</b> | <b>445,50</b>   |
| <b>IEO010b</b>   | Partida      | m  | Canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N.   |      |       |       | 1.080,000        | 7,60         | 8.208,00        |
|                  |              |    |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto             | Parcial      | Subtotal        |
|                  |              |    |  | 1080 |       |       |                  | 1.080,000    | 1.080,000       |
| mt01aia<br>010   | Material     | m³ | Arena de 0 a 5 mm de diámetro.   |      |       |       | 0,066            | 11,240       | 0,74            |
| mt35aia<br>070ae | Material     | m  | Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 90 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. |      |       |       | 1,000            | 3,500        | 3,50            |
| mq04uu<br>mq0210 | Maquinaria   | h  | Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.   |      |       |       | 0,007            | 8,870        | 0,06            |
| mq02ua<br>020:   | Maquinaria   | h  | Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.   |      |       |       | 0,057            | 3,370        | 0,19            |
| mq02ua<br>020:   | Maquinaria   | h  | Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.  |      |       |       | 0,001            | 38,640       | 0,04            |
| mo019            | Mano de obra | h  | Oficial 1ª construcción.   |      |       |       | 0,053            | 17,240       | 0,91            |
| mo105            | Mano de obra | h  | Peón ordinario construcción.   |      |       |       | 0,053            | 15,920       | 0,84            |
| mo002            | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       | 0,035            | 17,820       | 0,62            |
| mo094            | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.   |      |       |       | 0,021            | 16,100       | 0,34            |
| %                |              | %  | Costes directos complementarios  |      |       |       | 2,000            | 7,240        | 0,14            |
| <b>IEO010b</b>   |              |    |  |      |       |       | <b>1.080,000</b> | <b>7,60</b>  | <b>8.208,00</b> |
| <b>IEO010b</b>   | Partida      | m  | Canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 16 mm de diámetro.  |      |       |       | 325,000          | 3,16         | 1.027,00        |
|                  |              |    |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto             | Parcial      | Subtotal        |
|                  |              |    |  | 325  |       |       |                  | 325,000      | 325,000         |

|                  |              |   |   |      |       |       |      |                |             |                 |
|------------------|--------------|---|---|------|-------|-------|------|----------------|-------------|-----------------|
| mt36tie0<br>10ac | Material     | m | Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales. |      |       |       |      | 1,000          | 1,270       | 1,27            |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,050          | 17,820      | 0,89            |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,053          | 16,100      | 0,85            |
| %                |              | % | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000          | 3,010       | 0,06            |
| <b>IEO010c</b>   |              |   |   |      |       |       |      | <b>325,000</b> | <b>3,16</b> | <b>1.027,00</b> |
| <b>IEO010c</b>   | Partida      | m | Canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 63 mm de diámetro.   |      |       |       |      | 35,000         | 4,14        | 144,90          |
|                  |              |   |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial        | Subtotal    |                 |
|                  |              |   |   | 35   |       |       |      | 35,000         | 35,000      |                 |
| mt36tie0<br>10cc | Material     | m | Tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales. |      |       |       |      | 1,000          | 2,060       | 2,06            |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,058          | 17,820      | 1,03            |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,053          | 16,100      | 0,85            |
| %                |              | % | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000          | 3,940       | 0,08            |
| <b>IEO010d</b>   |              |   |   |      |       |       |      | <b>35,000</b>  | <b>4,14</b> | <b>144,90</b>   |
| <b>IEO010d</b>   | Partida      | m | Canalización fija en superficie de de PVC, serie B, de 12 mm de diámetro.   |      |       |       |      | 15,000         | 3,16        | 47,40           |
|                  |              |   |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial        | Subtotal    |                 |
|                  |              |   |   | 15   |       |       |      | 15,000         | 15,000      |                 |
| mt36tie0<br>10ac | Material     | m | Tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales. |      |       |       |      | 1,000          | 1,270       | 1,27            |
| mo002            | Mano de obra | h | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,050          | 17,820      | 0,89            |
| mo094            | Mano de obra | h | Ayudante electricista.  |      |       |       |      | 0,053          | 16,100      | 0,85            |
| %                |              | % | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000          | 3,010       | 0,06            |

|                  |              |                                  | IEO010e   | 15,000       | 3,16          | 47,40         |
|------------------|--------------|----------------------------------|---|--------------|---------------|---------------|
|                  |              |                                  | IEO   |              | 9.872,80      | 9.872,80      |
| IEC              | Capítulo     | Cajas generales de protección    |   |              | 346,48        | 346,48        |
| IEC020           | Partida      | Ud                               | Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7.  | 1,000        | 346,48        | 346,48        |
|                  |              |                                  |   | Uds.         | Largo         | Ancho         |
|                  |              |                                  |   | 1            | Alto          | Parcial       |
|                  |              |                                  |   | 1.000        | Subtotal      | 1.000         |
| mt35cgp<br>020gi | Material     | Ud                               | Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102. | 1,000        | 174,460       | 174,46        |
| mt35cgp          | Material     | m                                | Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según  | 3,000        | 4,660         | 13,98         |
| mt35cgp<br>010f  | Material     | m                                | Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según  | 3,000        | 3,190         | 9,57          |
| mt26cgp<br>010   | Material     | Ud                               | Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.  | 1,000        | 102,080       | 102,08        |
| mt35cgp<br>010   | Material     | Ud                               | Material auxiliar para instalaciones eléctricas.  | 1,000        | 1,270         | 1,27          |
| mo019            | Mano de obra | h                                | Oficial 1ª construcción.  | 0,317        | 17,240        | 5,47          |
| mo105            | Mano de obra | h                                | Peón ordinario construcción.  | 0,317        | 15,920        | 5,05          |
| mo002            | Mano de obra | h                                | Oficial 1ª electricista.  | 0,528        | 17,820        | 9,41          |
| mo094            | Mano de obra | h                                | Ayudante electricista.  | 0,528        | 16,100        | 8,50          |
| %                |              | %                                | Costes directos complementarios   | 2,000        | 329,790       | 6,60          |
|                  |              |                                  |   | <b>1,000</b> | <b>346,48</b> | <b>346,48</b> |
|                  |              |                                  | <b>IEC020</b>   |              | <b>346,48</b> | <b>346,48</b> |
|                  |              |                                  | <b>IEC</b>  |              | <b>346,48</b> | <b>346,48</b> |
| IEL              | Capítulo     | Líneas generales de alimentación |   |              | 129,45        | 129,45        |



|               |                 |                                     | <b>IEL010</b>  | <b>1,000</b> | <b>129,45</b> | <b>129,45</b> |         |         |          |
|---------------|-----------------|-------------------------------------|--|--------------|---------------|---------------|---------|---------|----------|
|               |                 |                                     | <b>IEL</b>   |              | <b>129,45</b> | <b>129,45</b> |         |         |          |
| <b>IEG</b>    | <b>Capítulo</b> | <b>Centralización de contadores</b> |  |              | <b>959,05</b> | <b>959,05</b> |         |         |          |
| <b>IEG010</b> | Partida         | Ud                                  | Centralización de contadores en armario de contadores formada por: módulo de interruptor general de maniobra de 250 A; 1 módulo de embarrado general; 3 módulos de fusibles de seguridad; 1 módulo de contadores monofásicos; 1 módulo de contadores trifásicos; módulo de servicios generales con seccionamiento; módulo de reloj conmutador para cambio de tarifa y 1 módulo de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra. |              |               | 1,000         | 959,05  | 959,05  |          |
|               |                 |                                     |  | Uds.         | Largo         | Ancho         | Alto    | Parcial | Subtotal |
|               |                 |                                     |  | 1            |               |               |         | 1,000   | 1,000    |
| mt35con050b   | Material        | Ud                                  | Módulo de interruptor general de maniobra de 250 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |              |               | 1,000         | 169,260 | 169,26  |          |
| mt35con080    | Material        | Ud                                  | Módulo de embarrado general, homologado por la empresa suministradora. Incluso pletinas de cobre, cortacircuitos, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |              |               | 1,000         | 90,750  | 90,75   |          |
| mt35con070    | Material        | Ud                                  | Módulo de fusibles de seguridad, homologado por la empresa suministradora. Incluso fusibles, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   |              |               | 3,000         | 60,450  | 181,35  |          |
| mt35con040b   | Material        | Ud                                  | Módulo de servicios generales con módulo de fraccionamiento y seccionamiento, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |              |               | 1,000         | 92,090  | 92,09   |          |
| mt35con010a   | Material        | Ud                                  | Módulo para ubicación de tres contadores monofásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |              |               | 1,000         | 52,470  | 52,47   |          |
| mt35con010b   | Material        | Ud                                  | Módulo para ubicación de tres contadores trifásicos, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   |              |               | 1,000         | 64,310  | 64,31   |          |
| mt35con020    | Material        | Ud                                  | Módulo de reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.  |              |               | 1,000         | 50,930  | 50,93   |          |

|               |                 |                                  |   |              |               |               |      |         |          |
|---------------|-----------------|----------------------------------|---|--------------|---------------|---------------|------|---------|----------|
| mt35con060    | Material        | Ud                               | Módulo de bornes de salida y puesta a tierra, homologado por la empresa suministradora. Incluso carril, bornes, cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.   | 1,000        | 69,460        | 69,46         |      |         |          |
| mt35cun010k1  | Material        | Ud                               | Material auxiliar para instalaciones eléctricas.  | 1,000        | 1,270         | 1,27          |      |         |          |
| mo002         | Mano de obra    | h                                | Oficial 1ª electricista.  | 4,156        | 17,820        | 74,06         |      |         |          |
| mo094         | Mano de obra    | h                                | Ayudante electricista.  | 4,156        | 16,100        | 66,91         |      |         |          |
| %             |                 | %                                | Costes directos complementarios   | 2,000        | 912,860       | 18,26         |      |         |          |
| <b>IEG010</b> |                 |                                  |   | <b>1,000</b> | <b>959,05</b> | <b>959,05</b> |      |         |          |
| <b>IEG</b>    |                 |                                  |   |              | <b>959,05</b> | <b>959,05</b> |      |         |          |
| <b>IED</b>    | <b>Capítulo</b> | <b>Derivaciones individuales</b> |   |              | <b>85,32</b>  | <b>85,32</b>  |      |         |          |
| <b>IED010</b> | Partida         | m                                | Derivación individual trifásica fija en superficie para vivienda, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) 3x70+2G70 mm <sup>2</sup> , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de PVC liso de 63 mm de diámetro.  | 2,000        | 42,66         | 85,32         |      |         |          |
|               |                 |                                  |   | Uds.         | Largo         | Ancho         | Alto | Parcial | Subtotal |
|               |                 |                                  |   | 2            |               |               |      | 2,000   | 2,000    |
| mt36tie010fa  | Material        | m                                | Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, con extremo abocardado, según UNE-EN 1329-1.   | 1,000        | 4,570         | 4,57          |      |         |          |
| mt35cun010k1  | Material        | m                                | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 70 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. | 3,000        | 7,510         | 22,53         |      |         |          |
| mt35cun010i1  | Material        | m                                | Cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 35 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Según UNE 21123-4. | 2,000        | 3,910         | 7,82          |      |         |          |
| mt35cun010i1  | Material        | m                                | Conductor de cobre de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, para hilo de mando, de color rojo (tarifa   | 1,000        | 0,110         | 0,11          |      |         |          |
| mt35cun010k1  | Material        | Ud                               | Material auxiliar para instalaciones eléctricas.  | 0,200        | 1,270         | 0,25          |      |         |          |
| mo002         | Mano de obra    | h                                | Oficial 1ª electricista.  | 0,166        | 17,820        | 2,96          |      |         |          |

|                           |                 |                |   |  |  |  |                |                   |                   |      |         |          |
|---------------------------|-----------------|----------------|---|--|--|--|----------------|-------------------|-------------------|------|---------|----------|
| mo094                     | Mano de obra    | h              | Ayudante electricista.  |  |  |  | 0,147          | 16,100            | 2,37              |      |         |          |
| %                         |                 | %              | Costes directos complementarios   |  |  |  | 2,000          | 40,610            | 0,81              |      |         |          |
|                           |                 |                | <b>IED010</b>   |  |  |  | <b>2,000</b>   | <b>42,66</b>      | <b>85,32</b>      |      |         |          |
|                           |                 |                | <b>IED</b>  |  |  |  |                | <b>85,32</b>      | <b>85,32</b>      |      |         |          |
| <b>IEF</b>                | <b>Capítulo</b> |                | <b>Solar fotovoltaica</b>   |  |  |  |                | <b>245.990,20</b> | <b>245.990,20</b> |      |         |          |
| <b>IEF010</b>             | Partida         | m <sup>2</sup> | Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, para integración arquitectónica en fachada de edificio, potencia máxima (Wp) 300 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 54,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 5,49 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 5,87 A, tensión en circuito abierto (Voc) 64 V, eficiencia 16%.  |  |  |  | 333,000        | 399,73            | 133.110,09        |      |         |          |
|                           |                 |                |   |  |  |  | Uds.           | Largo             | Ancho             | Alto | Parcial | Subtotal |
|                           |                 |                |   |  |  |  | 333            |                   |                   |      | 333,000 | 333,000  |
| mt35azi<br>010a           | Material        | m <sup>2</sup> | Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, para integración arquitectónica en fachada de edificio, potencia máxima (Wp) 300 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 54,7 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 5,49 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 5,87 A, tensión en circuito abierto (Voc) 64 V, eficiencia 16%, 96 células, vidrio exterior templado de 5 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1559x1046x46mm, peso 18,6 kg, vidrio transparente, con caja de conexiones. |  |  |  | 1,000          | 312,140           | 312,14            |      |         |          |
| mt35azi<br>1103azi<br>110 | Material        | Ud             | Repercusión por m <sup>2</sup> de accesorios de montaje con ganchos de módulo fotovoltaico de   |  |  |  | 1,000          | 21,400            | 21,40             |      |         |          |
|                           | Material        | Ud             | Repercusión por m <sup>2</sup> de material eléctrico para conexión de módulo fotovoltaico de fachada.   |  |  |  | 1,000          | 32,530            | 32,53             |      |         |          |
| mo008                     | Mano de obra    | h              | Oficial 1ª instalador de captadores solares.  |  |  |  | 0,425          | 17,820            | 7,57              |      |         |          |
| mo100                     | Mano de obra    | h              | Ayudante instalador de captadores solares.  |  |  |  | 0,425          | 16,100            | 6,84              |      |         |          |
| %                         |                 | %              | Costes directos complementarios   |  |  |  | 2,000          | 380,480           | 7,61              |      |         |          |
|                           |                 |                | <b>IEF010</b>   |  |  |  | <b>333,000</b> | <b>399,73</b>     | <b>133.110,09</b> |      |         |          |
| <b>IEF020</b>             | Partida         | Ud             | Inversor central trifásico para conexión a red, potencia máxima de entrada 24 kW, voltaje de entrada máximo 900 Vcc, potencia nominal de salida 15 kW, eficiencia máxima 98%.   |  |  |  | 7,000          | 16.125,73         | 112.880,11        |      |         |          |

|                 |                 |  | Uds.  | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal          |                   |           |
|-----------------|-----------------|--|---|-------|-------|------|--------------|-------------------|-------------------|-----------|
|                 |                 |  | 7   |       |       |      | 7,000        | 7,000             |                   |           |
| mt35azi<br>025a | Material        | Ud                                     | Inversor central trifásico para conexión a red, potencia máxima de entrada 24 kW, voltaje de entrada máximo 900 Vcc, potencia nominal de salida 15 kW, eficiencia máxima 98%, dimensiones 550x750x200 mm, con inversor compacto sinusoidal PWM, procesador de señales digitales DSP, pantalla gráfica LCD, puertos RS-232 y RS-485, dispositivo MaxControl para alarma automática, supervisión del inversor y evaluación de datos de rendimiento. |       |       |      |              | 1,000             | 15.327,430        | 15.327,43 |
| mo002           | Mano de obra    | h                                      | Oficial 1ª electricista.  |       |       |      |              | 0,638             | 17,820            | 11,37     |
| mo094           | Mano de obra    | h                                      | Ayudante electricista.  |       |       |      |              | 0,638             | 16,100            | 10,27     |
| %               |                 | %                                      | Costes directos complementarios   |       |       |      |              | 2,000             | 15.349,070        | 306,98    |
| <b>IEF020</b>   |                 |  |   |       |       |      | <b>7,000</b> | <b>16.125,73</b>  | <b>112.880,11</b> |           |
| <b>IEF</b>      |                 |  |   |       |       |      |              | <b>245.990,20</b> | <b>245.990,20</b> |           |
| <b>IEB</b>      | <b>Capítulo</b> | <b>Recarga de vehículos eléctricos</b> |   |       |       |      |              | <b>48.132,83</b>  | <b>48.132,83</b>  |           |
| <b>IEB010</b>   | Partida         | Ud                                     | Estación de recarga rápida de vehículos eléctricos para modo de carga 3 y modo de carga 4, compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia.   |       |       |      |              | 1,000             | 34.144,32         | 34.144,32 |
|                 |                 |  | Uds.  | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal          |                   |           |
|                 |                 |  | 1   |       |       |      | 1,000        | 1,000             |                   |           |
| mt35crv<br>030a | Material        | Ud                                     | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con tomas Tipo 2 y CHAdEMO trifásica.   |       |       |      |              | 1,000             | 33.437,780        | 33.437,78 |
| mo002           | Mano de obra    | h                                      | Oficial 1ª electricista.  |       |       |      |              | 1,092             | 17,820            | 19,46     |
| mo094           | Mano de obra    | h                                      | Ayudante electricista.  |       |       |      |              | 1,092             | 16,100            | 17,58     |
| %               |                 | %                                      | Costes directos complementarios   |       |       |      |              | 2,000             | 33.474,820        | 669,50    |
| <b>IEB010</b>   |                 |  |   |       |       |      | <b>1,000</b> | <b>34.144,32</b>  | <b>34.144,32</b>  |           |

|                |              |    |   |              |                 |                  |      |         |          |
|----------------|--------------|----|---|--------------|-----------------|------------------|------|---------|----------|
| <b>IEB010c</b> | Partida      | Ud | Estación de recarga semi-rápida de vehículos eléctricos para modo de carga 1 y 3, compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos toma Tipo 2 trifásica.   | 2,000        | 5.206,22        | 10.412,45        |      |         |          |
|                |              |    |   | Uds.         | Largo           | Ancho            | Alto | Parcial | Subtotal |
|                |              |    |   | 2            |                 |                  |      | 2,000   | 2,000    |
| mt35crv010a    | Material     | Ud | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 54 e IK 10, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas de tipo 2 trifásica.  | 1,000        | 5.067,100       | 5.067,10         |      |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  | 1,092        | 17,820          | 19,46            |      |         |          |
| mo094          | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.  | 1,092        | 16,100          | 17,58            |      |         |          |
| %              |              | %  | Costes directos complementarios   | 2,000        | 5.104,140       | 102,08           |      |         |          |
|                |              |    | <b>IEB010c</b>  | <b>2,000</b> | <b>5.206,22</b> | <b>10.412,45</b> |      |         |          |
| <b>IEB010b</b> | Partida      | Ud | Estación de recarga lenta de vehículos eléctricos para modo de carga 1 compuesta por caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Schuko de 16 A monofásica.   | 1,000        | 3.576,06        | 3.576,06         |      |         |          |
|                |              |    |   | Uds.         | Largo           | Ancho            | Alto | Parcial | Subtotal |
|                |              |    |   | 1            |                 |                  |      | 1,000   | 1,000    |
| mt35crv010c    | Material     | Ud | Caja de recarga de vehículo eléctrico, metálica, "CIRCUTOR", con grado de protección IP 30 e IK 08, de 210x135x330 mm, acabado con pintura epoxi color negro, para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con dos tomas Schuko de 16 A cada una, para modos de carga 1 y 2, incluso interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores diferenciales, pulsadores de parada de emergencia, indicadores luminosos de estado de carga y lectores de energía consumida total y parcial. | 1,000        | 3.468,900       | 3.468,90         |      |         |          |
| mo002          | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  | 1,092        | 17,820          | 19,46            |      |         |          |
| mo094          | Mano de obra | h  | Ayudante electricista.  | 1,092        | 16,100          | 17,58            |      |         |          |

|                         |                 |                                   |   |       |       |      |              |                  |                  |        |
|-------------------------|-----------------|-----------------------------------|---|-------|-------|------|--------------|------------------|------------------|--------|
| %                       |                 | % Costes directos complementarios |   |       |       |      | 2,000        | 3.505,940        | 70,12            |        |
|                         |                 | <b>IEB010b</b>                    |   |       |       |      | <b>1,000</b> | <b>3.576,06</b>  | <b>3.576,06</b>  |        |
|                         |                 | <b>IEB</b>                        |   |       |       |      |              | <b>48.132,83</b> | <b>48.132,83</b> |        |
| <b>IEX</b>              | <b>Capítulo</b> | <b>Aparamenta</b>                 |   |       |       |      |              | <b>7.861,63</b>  | <b>7.861,63</b>  |        |
| <b>IEX050</b>           | Partida         | Ud                                | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 100 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P).   |       |       |      |              | 2,000            | 384,46           | 768,92 |
|                         |                 |                                   | Uds.  | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal         |                  |        |
|                         |                 |                                   | 2   |       |       |      | 2,000        | 2,000            |                  |        |
| mt35cg<br>m021bie<br>mu | Material        | Ud                                | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 100 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. |       |       |      |              | 1,000            | 356,210          | 356,21 |
| mo002                   | Mano de obra    | h                                 | Oficial 1ª electricista.  |       |       |      |              | 0,546            | 17,820           | 9,73   |
| %                       |                 | % Costes directos complementarios |   |       |       |      | 2,000        | 365,940          | 7,32             |        |
|                         |                 | <b>IEX050</b>                     |   |       |       |      | <b>2,000</b> | <b>384,46</b>    | <b>768,92</b>    |        |
| <b>IEX050<br/>b</b>     | Partida         | Ud                                | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 80 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P).  |       |       |      |              | 1,000            | 420,02           | 420,02 |
|                         |                 |                                   | Uds.  | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal         |                  |        |
|                         |                 |                                   | 1   |       |       |      | 1,000        | 1,000            |                  |        |
| mt35cg<br>m021bk<br>ejr | Material        | Ud                                | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 80 A de intensidad nominal, curva D, tetrapolar (4P), de 6 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2.  |       |       |      |              | 1,000            | 392,390          | 392,39 |
| mo002                   | Mano de obra    | h                                 | Oficial 1ª electricista.  |       |       |      |              | 0,415            | 17,820           | 7,40   |
| %                       |                 | % Costes directos complementarios |   |       |       |      | 2,000        | 399,790          | 8,00             |        |
|                         |                 | <b>IEX050b</b>                    |   |       |       |      | <b>1,000</b> | <b>420,02</b>    | <b>420,02</b>    |        |
| <b>IEX050<br/>c</b>     | Partida         | Ud                                | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P).   |       |       |      |              | 1,000            | 127,56           | 127,56 |
|                         |                 |                                   | Uds.  | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal         |                  |        |
|                         |                 |                                   | 1   |       |       |      | 1,000        | 1,000            |                  |        |

|                         |              |    |   |      |       |       |      |              |               |                 |
|-------------------------|--------------|----|---|------|-------|-------|------|--------------|---------------|-----------------|
| mt35cg<br>m021bib<br>cl | Material     | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 40 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. |      |       |       |      | 1,000        | 116,550       | 116,55          |
| mo002                   | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,273        | 17,820        | 4,86            |
| %                       |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 121,410       | 2,43            |
|                         |              |    | <b>IEX050c</b>  |      |       |       |      | <b>1,000</b> | <b>127,56</b> | <b>127,56</b>   |
| <b>IEX050d</b>          | Partida      | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P).   |      |       |       |      | 7,000        | 105,27        | 736,89          |
|                         |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal      |                 |
|                         |              |    |   | 7    |       |       |      | 7,000        | 7,000         |                 |
| mt35cg<br>m021bib<br>cd | Material     | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 25 kA de poder de corte, de 16 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. |      |       |       |      | 1,000        | 95,340        | 95,34           |
| mo002                   | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,273        | 17,820        | 4,86            |
| %                       |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 100,200       | 2,00            |
|                         |              |    | <b>IEX050d</b>  |      |       |       |      | <b>7,000</b> | <b>105,27</b> | <b>736,89</b>   |
| <b>IEX050e</b>          | Partida      | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P).   |      |       |       |      | 7,000        | 167,51        | 1.172,57        |
|                         |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal      |                 |
|                         |              |    |   | 7    |       |       |      | 7,000        | 7,000         |                 |
| mt35cg<br>m021bk<br>bap | Material     | Ud | Interruptor automático magnetotérmico, con 50 kA de poder de corte, de 63 A de intensidad nominal, curva C, bipolar (2P), de 3 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 60947-2. |      |       |       |      | 1,000        | 153,020       | 153,02          |
| mo002                   | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,360        | 17,820        | 6,42            |
| %                       |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 159,440       | 3,19            |
|                         |              |    | <b>IEX050e</b>  |      |       |       |      | <b>7,000</b> | <b>167,51</b> | <b>1.172,57</b> |
| <b>IEX060</b>           | Partida      | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 4P/ 100A/300mA.  |      |       |       |      | 2,000        | 299,75        | 599,50          |
|                         |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal      |                 |
|                         |              |    |   | 2    |       |       |      | 2,000        | 2,000         |                 |

|                  |              |    |   |      |       |       |      |              |                 |                 |
|------------------|--------------|----|---|------|-------|-------|------|--------------|-----------------|-----------------|
| mt35cg<br>m031ak | Material     | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 4P/100A/300mA, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1. |      |       |       |      | 1,000        | 275,580         | 275,58          |
| mo002            | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,546        | 17,820          | 9,73            |
| %                |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 285,310         | 5,71            |
|                  |              |    | <b>IEX060</b>   |      |       |       |      | <b>2,000</b> | <b>299,75</b>   | <b>599,50</b>   |
| <b>IEX000</b>    | Partida      | Ud | Bloque diferencial regulable, 4P/ 250A.   |      |       |       |      | 2,000        | 1.050,19        | 2.100,38        |
|                  |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal        |                 |
|                  |              |    |   | 2    |       |       |      | 2,000        | 2,000           |                 |
| mt35cg<br>m031eo | Material     | Ud | Bloque diferencial regulable, 4P/250A, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.              |      |       |       |      | 1,000        | 989,880         | 989,88          |
| mo002            | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,546        | 17,820          | 9,73            |
| %                |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 999,610         | 19,99           |
|                  |              |    | <b>IEX060b</b>  |      |       |       |      | <b>2,000</b> | <b>1.050,19</b> | <b>2.100,38</b> |
| <b>IEX000</b>    | Partida      | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/ 40A/30mA.  |      |       |       |      | 2,000        | 87,19           | 174,38          |
|                  |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal        |                 |
|                  |              |    |   | 2    |       |       |      | 2,000        | 2,000           |                 |
| mt35cg<br>m029ah | Material     | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/40A/30mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.   |      |       |       |      | 1,000        | 78,130          | 78,13           |
| mo002            | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,273        | 17,820          | 4,86            |
| %                |              | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       |      | 2,000        | 82,990          | 1,66            |
|                  |              |    | <b>IEX060c</b>  |      |       |       |      | <b>2,000</b> | <b>87,19</b>    | <b>174,38</b>   |
| <b>IEX000</b>    | Partida      | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/ 25A/30mA.  |      |       |       |      | 7,000        | 87,14           | 609,98          |
|                  |              |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial      | Subtotal        |                 |
|                  |              |    |   | 7    |       |       |      | 7,000        | 7,000           |                 |
| mt35cg<br>m029ag | Material     | Ud | Interruptor diferencial instantáneo, 2P/25A/300mA, de 2 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.  |      |       |       |      | 1,000        | 78,080          | 78,08           |
| mo002            | Mano de obra | h  | Oficial 1ª electricista.  |      |       |       |      | 0,273        | 17,820          | 4,86            |

|                  |                 |                                   |  |      |       |       |              |                   |                   |
|------------------|-----------------|-----------------------------------|--|------|-------|-------|--------------|-------------------|-------------------|
| %                |                 | % Costes directos complementarios |  |      |       |       | 2,000        | 82,940            | 1,66              |
|                  |                 | <b>IEX060d</b>                    |  |      |       |       | <b>7,000</b> | <b>87,14</b>      | <b>609,98</b>     |
| <b>IEX000</b>    | Partida         | Ud                                | Bloque diferencial regulable, 4P/ 400A.  |      |       |       | 1,000        | 1.151,43          | 1.151,43          |
|                  |                 |                                   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto         | Parcial           | Subtotal          |
|                  |                 |                                   |  | 1    |       |       |              | 1,000             | 1,000             |
| mt35cg<br>m031ep | Material        | Ud                                | Bloque diferencial regulable, 4P/400A, de 4 módulos, incluso p/p de accesorios de montaje. Según UNE-EN 61008-1.   |      |       |       | 1,000        | 1.086,240         | 1.086,24          |
| mo002            | Mano de obra    | h                                 | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       | 0,546        | 17,820            | 9,73              |
| %                |                 | % Costes directos complementarios |  |      |       |       | 2,000        | 1.095,970         | 21,92             |
|                  |                 | <b>IEX060e</b>                    |  |      |       |       | <b>1,000</b> | <b>1.151,43</b>   | <b>1.151,43</b>   |
|                  |                 | <b>IEX</b>                        |  |      |       |       |              | <b>7.861,63</b>   | <b>7.861,63</b>   |
|                  |                 | <b>IE</b>                         |  |      |       |       |              | <b>336.541,97</b> | <b>336.541,97</b> |
| <b>II</b>        | <b>Capítulo</b> | <b>Iluminación</b>                |  |      |       |       |              | <b>12.245,50</b>  | <b>12.245,50</b>  |
| <b>IIIX</b>      | <b>Capítulo</b> | <b>Exterior</b>                   |  |      |       |       |              | <b>12.245,50</b>  | <b>12.245,50</b>  |
| <b>IIIX005</b>   | Partida         | Ud                                | Luminaria para adosar a techo, de 561 mm de diámetro mayor y 500 mm de diámetro menor y 221 mm de altura, para 32 lámparas leds.   |      |       |       | 25,000       | 489,82            | 12.245,50         |
|                  |                 |                                   |  | Uds. | Largo | Ancho | Alto         | Parcial           | Subtotal          |
|                  |                 |                                   |  | 25   |       |       |              | 25,000            | 25,000            |
| mt34beg<br>020ia | Material        | Ud                                | Luminaria para adosar a techo, de 561 mm de diámetro mayor y 500 mm de diámetro menor y 221 mm de altura, para 32 lámparas leds de 3 W aprox cada uno, con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, color blanco cálido (WW), vidrio opal con cierre por pasador deslizante, reflector de aluminio puro anodizado, portalámparas E 27, clase de protección I, grado de protección IP 44, aislamiento clase F. |      |       |       | 1,000        | 130,420           | 130,42            |
| mt34beg<br>020ia | Material        | Ud                                | Lámparas leds  |      |       |       | 40,000       | 8,190             | 327,60            |
| mt34beg<br>020ia | Material        | Ud                                | Material auxiliar para instalación de aparatos de iluminación.   |      |       |       | 1,000        | 0,750             | 0,75              |
| mo002            | Mano de obra    | h                                 | Oficial 1ª electricista.   |      |       |       | 0,220        | 17,820            | 3,92              |
| mo094            | Mano de obra    | h                                 | Ayudante electricista.   |      |       |       | 0,220        | 16,100            | 3,54              |

|            |                                   |  |               |                   |                   |
|------------|-----------------------------------|--|---------------|-------------------|-------------------|
| %          | % Costes directos complementarios |  | 2,000         | 466,230           | 9,32              |
|            | <b>IIX005</b>                     |  | <b>25,000</b> | <b>489,82</b>     | <b>12.245,50</b>  |
|            | <b>IIX</b>                        |  |               | <b>12.245,50</b>  | <b>12.245,50</b>  |
|            | <b>II</b>                         |  |               | <b>12.245,50</b>  | <b>12.245,50</b>  |
|            | <b>I</b>                          |  |               | <b>348.787,47</b> | <b>348.787,47</b> |
| <b>U</b>   | <b>Capítulo</b>                   | <b>Urbanización interior de la parcela</b> |               | <b>188.748,65</b> | <b>188.748,65</b> |
| <b>UC</b>  | <b>Capítulo</b>                   | <b>Aparcamientos</b>                       |               | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |
| <b>UCM</b> | <b>Capítulo</b>                   | <b>Cubiertas metálicas</b>                 |               | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |

|               |         |                |  |           |       |            |
|---------------|---------|----------------|--|-----------|-------|------------|
| <b>UCM010</b> | Partida | m <sup>2</sup> | Estructura para cobertura de plazas de aparcamiento situadas al aire libre, compuesta de: cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-40/P/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; pórticos de acero S275JR, en perfiles laminados en caliente y cubierta metálica formada con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor. | 2.950,000 | 60,00 | 177.000,00 |
|---------------|---------|----------------|--|-----------|-------|------------|

|         |            |                | Uds.   | Largo | Ancho | Alto | Parcial   | Subtotal  |        |       |  |
|---------|------------|----------------|--|-------|-------|------|-----------|-----------|--------|-------|--|
|         |            |                | 2950   |       |       |      | 2.950,000 | 2.950,000 |        |       |  |
| mt10hac | Material   | m <sup>3</sup> | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.  |       |       |      |           | 0,010     | 61,500 | 0,62  |  |
| mt10haf | Material   | m <sup>3</sup> | Hormigón HA-40/P/20/IIa, fabricado en central.   |       |       |      |           | 0,100     | 92,280 | 9,23  |  |
| 010nGa  | Material   | kg             | Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.  |       |       |      |           | 4,000     | 0,940  | 3,76  |  |
| mt07aco | Material   | kg             | Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, marquesinas, para aplicaciones estructurales, incluso placas de anclaje a cimentación, correas y piezas especiales. |       |       |      |           | 17,500    | 1,240  | 21,70 |  |
| 010c    | Material   | Ud             | Separador homologado para cimentaciones.   |       |       |      |           | 0,800     | 0,120  | 0,10  |  |
| mt07ala | Material   | kg             | Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, marquesinas, para aplicaciones estructurales, incluso placas de anclaje a cimentación, correas y piezas especiales. |       |       |      |           | 17,500    | 1,240  | 21,70 |  |
| 010m    | Material   | kg             | Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, marquesinas, para aplicaciones estructurales, incluso placas de anclaje a cimentación, correas y piezas especiales. |       |       |      |           | 17,500    | 1,240  | 21,70 |  |
| mt27pfi | Material   | l              | Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.  |       |       |      |           | 0,167     | 4,110  | 0,69  |  |
| 010     | Material   | m <sup>2</sup> | Chapa de acero galvanizado, espesor 0,6 mm.  |       |       |      |           | 1,050     | 5,910  | 6,21  |  |
| mt10hac | Material   | Ud             | Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.   |       |       |      |           | 3,000     | 0,470  | 1,41  |  |
| mt10hac | Maquinaria | h              | Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.   |       |       |      |           | 0,114     | 34,550 | 3,94  |  |
| mt10hac | Maquinaria | h              | Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.  |       |       |      |           | 0,011     | 7,050  | 0,08  |  |
| mt10hac | Maquinaria | h              | Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.  |       |       |      |           | 0,011     | 2,970  | 0,03  |  |

|                   |                 |    |   |      |       |       |                  |                   |                   |        |
|-------------------|-----------------|----|---|------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|--------|
| mo041             | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª estructurista.   |      |       |       | 0,032            | 18,100            | 0,58              |        |
| mo084             | Mano de obra    | h  | Ayudante estructurista.   |      |       |       | 0,032            | 16,940            | 0,54              |        |
| mo017             | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª cerrajero.   |      |       |       | 0,211            | 17,520            | 3,70              |        |
| mo054             | Mano de obra    | h  | Ayudante cerrajero.   |      |       |       | 0,211            | 16,190            | 3,42              |        |
| %                 |                 | %  | Costes directos complementarios   |      |       |       | 4,000            | 56,010            | 2,24              |        |
|                   |                 |    | <b>UCM010</b>   |      |       |       | <b>2.950,000</b> | <b>60,00</b>      | <b>177.000,00</b> |        |
|                   |                 |    | <b>UCM</b>  |      |       |       |                  | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |        |
|                   |                 |    | <b>UC</b>   |      |       |       |                  | <b>177.000,00</b> | <b>177.000,00</b> |        |
| <b>UI</b>         | <b>Capítulo</b> |    | <b>Iluminación exterior</b>   |      |       |       |                  | <b>11.748,65</b>  | <b>11.748,65</b>  |        |
| <b>UIV</b>        | <b>Capítulo</b> |    | <b>Alumbrado viario</b>   |      |       |       |                  | <b>11.748,65</b>  | <b>11.748,65</b>  |        |
| <b>UIV010</b>     | Partida         | Ud | Columna de 5 m de altura, con luminaria decorativa con difusor de plástico con lámpara de                               |      |       |       |                  |                   |                   |        |
|                   |                 |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto             | Parcial           | Subtotal          |        |
|                   |                 |    |   | 19   |       |       |                  | 19,000            | 19,000            |        |
| mt34ww<br>w030a   | Material        | Ud | Cimentación con hormigón HM-20/P/20/I para anclaje de columna de 3 a 6 m de altura, incluso placa y pernos de anclaje.  |      |       |       |                  | 1,000             | 69,970            | 69,97  |
| iii034ww          | Material        | Ud | Arqueta de paso y derivación de 40x40x60 cm, provista de cerco y tapa de hierro fundido.                                |      |       |       |                  | 1,000             | 61,930            | 61,93  |
| iii034ww          | Material        | Ud | Caja de conexión y protección, con fusibles.  |      |       |       |                  | 1,000             | 5,040             | 5,04   |
| iii034ww          | Material        | m  | Conductor aislado de cobre para 0,6/1 kV de 2x2,5 mm².  |      |       |       |                  | 7,000             | 0,350             | 2,45   |
| iii059ucv<br>10L  | Material        | m  | Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².  |      |       |       |                  | 2,000             | 2,410             | 4,82   |
| mt35tte0<br>10a   | Material        | Ud | Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud. |      |       |       |                  | 1,000             | 13,700            | 13,70  |
| iii04xcs<br>010a  | Material        | Ud | Columna recta de acero galvanizado, pintada, altura 5 m. Según UNE-EN 40-5.   |      |       |       |                  | 1,000             | 170,750           | 170,75 |
| mt34est<br>020b   | Material        | Ud | Luminaria decorativa con difusor de plástico, con lámpara de led UrbanSky BPS390 113W                                   |      |       |       |                  | 1,000             | 105,800           | 105,80 |
| iii034ww          | Material        | Ud | Material auxiliar para iluminación exterior.  |      |       |       |                  | 1,000             | 0,680             | 0,68   |
| iii014ca<br>~010a | Maquinaria      | h  | Camión con grúa de hasta 12 t.  |      |       |       |                  | 1,138             | 56,020            | 63,75  |
| mo040             | Mano de obra    | h  | Oficial 1ª construcción de obra civil.  |      |       |       |                  | 1,926             | 17,240            | 33,20  |



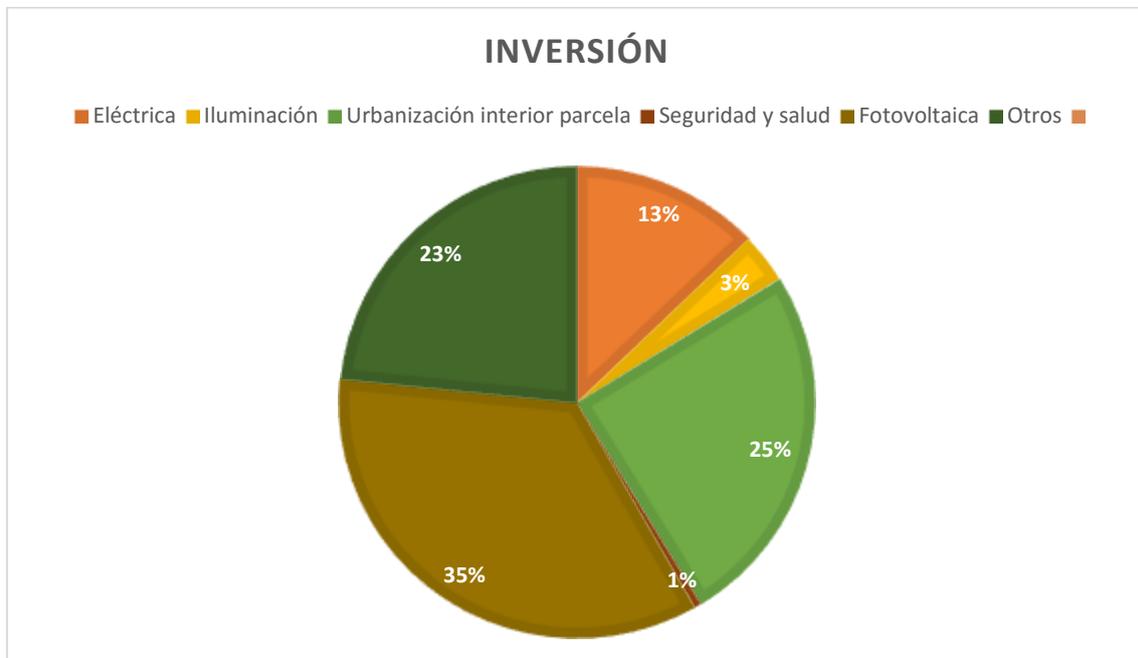
|               |                 |    |   |      |       |       |      |         |                   |                   |
|---------------|-----------------|----|---|------|-------|-------|------|---------|-------------------|-------------------|
| <b>YMX010</b> | Partida         | Ud | Medicina preventiva y primeros auxilios, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.                                   |      |       |       |      | 1,000   | 103,00            | 103,00            |
|               |                 |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal          |                   |
|               |                 |    |   | 1    |       |       |      | 1,000   | 1,000             |                   |
|               |                 |    | <b>YMX</b>  |      |       |       |      |         | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |
|               |                 |    | <b>YM</b>   |      |       |       |      |         | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |
| <b>YP</b>     | <b>Capítulo</b> |    | <b>Instalaciones provisionales de higiene y bienestar</b>   |      |       |       |      |         | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |
| <b>YPX</b>    | <b>Capítulo</b> |    | <b>Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar</b>   |      |       |       |      |         | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |
| <b>YPX010</b> | Partida         | Ud | Conjunto de instalaciones provisionales de higiene y bienestar, necesarias para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.            |      |       |       |      | 1,000   | 1.030,00          | 1.030,00          |
|               |                 |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal          |                   |
|               |                 |    |   | 1    |       |       |      | 1,000   | 1,000             |                   |
|               |                 |    | <b>YPX</b>  |      |       |       |      |         | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |
|               |                 |    | <b>YP</b>   |      |       |       |      |         | <b>1.030,00</b>   | <b>1.030,00</b>   |
| <b>YS</b>     | <b>Capítulo</b> |    | <b>Señalización provisional de obras</b>  |      |       |       |      |         | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |
| <b>YSX</b>    | <b>Capítulo</b> |    | <b>Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras</b>  |      |       |       |      |         | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |
| <b>YSX010</b> | Partida         | Ud | Conjunto de elementos de balizamiento y señalización provisional de obras, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. |      |       |       |      | 1,000   | 103,00            | 103,00            |
|               |                 |    |   | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal          |                   |
|               |                 |    |   | 1    |       |       |      | 1,000   | 1,000             |                   |
|               |                 |    | <b>YSX</b>  |      |       |       |      |         | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |
|               |                 |    | <b>YS</b>   |      |       |       |      |         | <b>103,00</b>     | <b>103,00</b>     |
|               |                 |    | <b>Y</b>  |      |       |       |      |         | <b>3.296,00</b>   | <b>3.296,00</b>   |
|               |                 |    | <b>PRESUPUESTO</b>  |      |       |       |      |         | <b>540.832,12</b> | <b>540.832,12</b> |

## Resumen presupuesto con instalación fotovoltaica

A continuación se muestra el resumen del presupuesto del proyecto si se optara por colocar paneles solares para abastecer el establecimiento mediante energía fotovoltaica.

|                               | Coste (€)         |
|-------------------------------|-------------------|
| Eléctrica                     | 90.551,77         |
| Iluminación                   | 23.994,15         |
| Urbanización interior parcela | 177.000,00        |
| Seguridad y salud             | 3296,00           |
| Fotovoltaica                  | 245.990,20        |
| Gastos generales 16%          | 86.533,13         |
| Beneficio industrial 6%       | 32.449,93         |
| I.G.I.C 7%                    | 46187,06          |
| <b>Total:</b>                 | <b>706.002,24</b> |

Se puede visualizar en el siguiente gráfico el alto porcentaje que representa la instalación fotovoltaica respecto del total. Además, dentro del capítulo Eléctrica, se encuentra también el cableado necesario para dicha instalación, que supone 14.664,85€ de los 90.551,77 € (16 % de la instalación eléctrica).



Se concluye que es necesario realizar una inversión de 706.002,24 € para llevar a cabo el presente proyecto.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍA  
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y  
Automática

## **Trabajo Fin de Grado**

### **CONCLUSIONES**

ACONDICIONAMIENTO DE UN  
APARCAMIENTO PARA LA RECARGA DE  
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.  
CASO DE ESTUDIO IES PUNTA LARGA

**Autores :**

ALEJANDRO RODRÍGUEZ FONTE

ELENA SACRAMENTO HERNÁNDEZ

**Tutor : JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ GONZÁLEZ**

Julio, 2016

## Conclusiones

El aparcamiento proyectado posee un gran potencial para los próximos años debido al creciente número de coches eléctricos que en los próximos años circularán por la isla.

La instalación solar fotovoltaica tendrá una potencia nominal de 100 kWp, suministrando a la instalación una cantidad de energía diaria media de 480 kWh suficiente puesto que la demanda diaria de la instalación calculada es de 169 kWh. El exceso de energía será inyectado a la red según las condiciones descritas a lo largo del Proyecto.

Además, el disponer de una estación de recarga rápida, con Modo de recarga 4, supondrá que los usuarios podrán recargar su vehículo completamente en pocos minutos. Esto hará que la opción de compra de un vehículo eléctrico sea más atractiva para los compradores potenciales.

Respecto a las alternativas, realizando el estudio de viabilidad se determina que ambos proyectos son viables en un periodo de tiempo menor de quince años. Si se optara por la colocación de los paneles fotovoltaicos, el tiempo de retorno sería mayor que si se consume directamente de la red pero supondría continuar con la tendencia de los últimos años y no realizar una instalación completamente innovadora en la isla y además que redujera considerablemente las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

