

**INSTALCIÓN DE UNA FOTOLINERA LABORAL EN
EL APARCAMIENTO
DE L'ESTACIÓ DE FGC SANT JOAN DE SANT CUGAT
DEL VALLÈS**



l'Avinguda de l' Alcalde Barnils, 67
08174 Sant Cugat del Vallès

PETICIONARIO:

Área Metropolitana de Barcelona

DOMICILIO A EFECTOS DE

C/ 62, núm. 16-18. Edifici B, planta 6, Zona Franca –

NOTIFICACIONES

08040 Barcelona

CONTACTO

EMPLAZAMIENTO

INGENIERÍA

ARKENOVA SCCL

**DOMICILIO A EFECTOS DE
NOTIFICACIONES**

Parc Tecnològic Barcelona
Nord C/ Marie Curie 8-14
08042-Barcelona

CONTACTO

Marcos Falcón Cubillas

FECHA

04/02/2020



Índice

1	Introducción y objeto	1
2	Datos de la instalación emplazamiento y accesos	4
3	Reglamentación y disposiciones oficiales	6
4	Descripción de la instalación	8
5	Características de los componentes.....	11
6	Estudio energético.....	28
7	Sistema de monitorización	30
8	Servicios afectados	35
9	Evaluación de residuos	36
10	Justificación del cumplimiento de REBT	37
11	Conclusión	54

Anexos

Anexo I – Cálculos justificativos

Anexo II – Planos

Anexo III - Presupuesto

Anexo IV – Estudio de Seguridad y salud

Anexo V – Fichas técnicas

Anexo VI – Especificaciones Monitorización – Sentilo SmartDataSystem

Anexo VII – Servicios Afectados

1 Introducción y objeto

1.1. Introducción

La energía solar fotovoltaica consiste en la captación de la radiación solar con el objetivo de transformarla en electricidad. Esta electricidad puede ser aprovechada de diferentes maneras, dando lugar a las diferentes aplicaciones que actualmente existen en cuanto a instalaciones fotovoltaicas. Estas diferentes aplicaciones han ido variante en función de la evolución de las normativas que se han ido aprobando en el país.

La aplicación para la cual se destina la electricidad generada para la instalación objeto de este proyecto es el autoconsumo instantáneo. Se trata de un tipo de instalación con espaldarazo de la red y donde no se prevé la venta de excedentes en la red de distribución. En el caso de existir algún excedente (cuando la producción fotovoltaica es superior en la demanda eléctrica), este se cederá en la red de distribución con un mecanismo de compensación previsto por la normativa actual. La instalación fotovoltaica estará ubicada a la cubierta encima de una marquesina diseñada específicamente.

La instalación se tendrá de ejecutar según las especificaciones establecidas en “el RD 244/2019, de 5 de abril, *miedo el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*”.

En el artículo 4 del RD 244/2019, se establece la siguiente clasificación de modalidades de autoconsumo:

- Modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes: cuando los dispositivos físicos instalados impidan la inyección alguna de energía excedentaria en la red de transporte o distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6, que será el sujeto consumidor.
- Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes: cuando las instalaciones de generación puedan, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor.

La modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, se divide en:

- Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenecen a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los cuales voluntariamente el consumidor y el productor opten para acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:
 - o La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
 - o La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.
 - o Si resultara necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según el que dispone el artículo 9.2 del presente Real Decreto.

- El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente Real Decreto.
- La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.
- Modalidad con excedentes no acogida a compensación: pertenecerán a esta modalidad, todos aquellos casos de autoconsumo con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos por pertenecer a la modalidad con excedentes acogida a compensación o que voluntariamente opten por no acogerse a esta modalidad.
- Además de las modalidades de autoconsumo señaladas, el autoconsumo podrá clasificarse en individual o colectivo en función de si se trata de uno o varios consumidores los que estén asociados a las instalaciones de generación. En el caso de autoconsumo colectivo, todos los consumidores participantes que se encuentren asociados en la misma instalación de generación tendrán que pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo y tienen que comunicar de forma individual a la empresa distribuidora como encargado de la lectura, directamente o mediante la empresa comercializadora, un mismo acuerdo firmado por todos los participantes que recoja los criterios de reparto, en virtud del que recoge el anexo I.

Según datos aportados por el promotor la instalación objeto de este proyecto se acogerá a la modalidad de autoconsumo con compensación de excedentes.

Gracias a los avances tecnológicos, a la sofisticación y la economía de escala, el coste de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células fotovoltaicas comerciales y su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas, llegando a la paridad de red.

1.2. Objeto

Este proyecto tiene como objeto definir las condiciones técnicas de una fotolinera formada por una instalación fotovoltaica ubicada encima de dos marquesinas y dos puntos de carga de vehículo eléctrico con un total de 4 tomas, garantizando la seguridad de las personas y las cosas en su ejecución.

Esta fotolinera estará instalada en dos marquesinas para cuatro plazas de aparcamiento ubicada al aparcamiento contiguo a la estación de FGC San Juan en Sant Cugat del Vallés, y servirá para cubrir parte de la demanda eléctrica para la recarga de los vehículos eléctricos. La instalación de las marquesinas forma parte también del objeto de este proyecto. Además, se instalarán dos puntos de carga de vehículos eléctricos con 4 presas en total que estarán integrados a las marquesinas y que serán alimentados desde el cuadro eléctrico nuevo que se instalará solicitante una nueva acometida.

En función de la potencia instalada, la potencia contratada y la voluntad o no de vender los posibles excedentes de electricidad que pueda generar la instalación solar, se escoge el tipo de autoconsumo al que se acojera la instalación según el RD 244/2019.

La nueva instalación estará formada por 30 módulos de potencia unitaria 330 Wp, que totalizan 9.900 Wp de potencia instalada. La electricidad producida por estos generadores fotovoltaicos es de corriente continua y por tanto se deberá de adecuar para poder ser inyectada en la red de distribución (corriendo alterno trifásico) mediante un inversor de 10 kW.

Se dispondrá de un nuevo suministro de electricidad con una tarifa 3.0 con una potencia contratada de 36 kW para cada uno de los periodos de facturación; se considera que la opción más razonable es que la instalación se acoja al régimen de autoconsumo con compensación de excedentes.

Por el que hace la recarga de los vehículos eléctricos, los puntos de recarga que se instalarán serán los siguientes:

- Dos puntos de recarga dobles URBAN-PVS M22 3G SPD LTK de la marca CIRCUTOR o similar con dos presas monofásicas tipos Mennekes de 7,36 kW cada una.
- Un punto de recarga doble URBAN-PVS T22 3G SPD LTK de la marca CIRCUTOR o similar con dos presas trifásicas tipos Mennekes de 22 kW cada una, con balance de potencia dinámico. Este balance hace que la potencia total destinada a las dos tomadas sea de 22 kW a repartir entre los coches conectados (22/0 kW con un único vehículo conectado y 11/11 kW con dos vehículos conectados).

A nivel técnico se exponen y analizan los diferentes elementos que integran la instalación para asegurar su correcto funcionamiento. También se hace un estudio de aquellos elementos que puedan afectar negativamente a su rendimiento.

La memoria técnica se ha redactado de forma que cumpla con las normativas de aplicación, la relación de las cuales ha sido incluida en el pliego de condiciones técnicas.

2 Datos de la instalación emplazamiento y accesos

- Promotor: ÁREA METROPOLITANA DE BARCELONA
- Dirección: calle 62, núm 16-18, Zona Franca. 08010 Barcelona
- CIF: P0800258F
- Ingeniería encargada de la redacción del proyecto ejecutivo: ARKENOVA SCCL

2.1. Emplazamiento y acceso a la instalación

La instalación objeto del proyecto (marquesinas + instalación fotovoltaica + puntos de carga) se ubicará al aparcamiento situado junto a la estación de FGC San Juan, emplazada en la Avenida del Alcalde Barnils, 67 - 08174 Sant Cugat del Vallès. El acceso a la instalación se hará desde el mismo aparcamiento.



Imagen 2.1. Fotografía aérea del aparcamiento de la estación de FGC

Las coordenadas UTM del emplazamiento son las siguientes:

- X UTM: 422930
- Y UTM: 4593658
- FUS: 31

2.2. Características del recinto

Cómo se ha mencionado anteriormente, la fotolinera se ubicará en una zona de aparcamiento ubicada al lado la estación de FGC San Juan de Sant Cugat del Vallès. La energía producida por la instalación se introducirá al cuadro general de la nueva acometida que se ubicará junto a una de las dos marquesinas (ver anexo de planos). El recorrido de cableado desde la fotolinera hasta el cuadro eléctrico general se realizará a través de una canalización sepultada. Este nuevo armario, aparte de la acometida, se montarán las protecciones en corriente continua y alterno de la instalación fotovoltaica, las protecciones individuales de los puntos de recarga y los elementos por la monitorización de toda la instalación.

La ubicación donde se montarán las dos marquesinas se encuentra libre de sombras que puedan afectar el rendimiento de la propia instalación fotovoltaica, por lo que no será necesario hacer ninguna adecuación del entorno.

A pesar de que la calle hueso se montarán las dos marquesinas te una pequeña pendiente del 2%, las dos marquesinas se instalarán siguiendo un plano horizontal por cada una de ellas y no siguiendo la pendiente de la calle.

Las dos marquesinas tendrán que guardar la estética entre ellas a todos los niveles (módulos fotovoltaicos, orientación, inclinación, levantada etc.).

3 Reglamentación y disposiciones oficiales

La instalación objeto de este proyecto está realizada de conformidad a las diversas disposiciones legales, reglamentos y otras normativas vigentes, así como normas técnicas particulares que conciernen a las relaciones con el municipio y la compañía eléctrica de distribución en la zona. A continuación se enumeran las más importantes:

Normativa del sector eléctrico:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el cual se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus instrucciones complementarias.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el cual se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades.
- Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre, por el cual se establecen los peajes de acceso en las redes de transporte y distribución que tienen que satisfacer los productores de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el cual se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Decreto 352/2011, de 18 de septiembre, sobre procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas en la red eléctrica.
- Real Decreto-Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el cual se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el cual se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

Normativa de seguridad y salud:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los puestos de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que implican riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización para los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y lo Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladores de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por lo que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la construcción y el Real
- Decreto 162/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

4 Descripción de la instalación

La instalación fotovoltaica objeto de este proyecto es un tipo de instalación de autoconsumo instantáneo con espaldarazo de la red. Los excedentes que se produzcan cuando la energía producida por la instalación sea superior a la energía consumida por el punto de carga, se introducirán en la red de distribución. En el caso de que la producción solar sea superior al consumo, los excedentes serán introducidos en la red de distribución y la instalación se acogerá al sistema de compensación de excedentes previsto por la normativa (RD244/2019).

El campo de captación estará formado por 30 módulos fotovoltaicos de alta eficiencia del fabricante LG modelo LG330N1C-A5 o similar con una potencia pico de 330 Wp sumando así una potencia pico total de 9,90 kWp. La instalación solar fotovoltaica tendrá una desviación de 32,6° respecto al sur en dirección este y la inclinación será de 12° respecto a la horizontal.

El inversor seleccionado será del fabricante SMA modelo STP10000TL o similar; este será trifásico y con una potencia nominal de 10 kW. Los paneles fotovoltaicos irán colocados encima de las marquesinas y el inversor se ubicará dentro del nuevo armario que se montará junto a una de las dos marquesinas (Ver anexo de planos).

Paralelamente, de la acometida saldrán 4 líneas independientes: dos líneas monofásicas por el cargador URBAN-PVS M22 3G SPD LTK con dos presas Mennekes de 7,36 kW y dos líneas trifásicas por el cargador URBAN-PVS T22 3G SPD LTK con dos presas Mennekes de 22 kW.

Se tendrá que solicitar a la compañera eléctrica un nuevo suministro de 36 kW, puesto que la potencia de los puntos de recarga sumará este valor (7+7 kW tomadas monofásicas, 22 kW por las presas trifásicas). La empresa adjudicataria de la instalación se tendrá que encargar de las gestiones necesarias por la contratación de la nueva acometida y por la legalización de la instalación de baja tensión asumiendo todos los costes asociados de tasas e impuestos.

Los equipos de protección y medida de la nueva acometida irán dentro de un armario que tendrá las siguientes características:

- Material: aluminio
- Puertas: 3
- Resistencia al impacto: IK10
- Grado de estanqueidad: IP66
- Dimensiones: 1800 x 1400 x 400 (An x A x P)



Imagen 4.1 – Exemple d'armari d'alumini

Tal y como se ha comentado anteriormente, los puntos de recarga que se instalarán serán los siguientes:

- Un punto de recarga doble URBAN-PVS M22 3G SPD LTK de la marca Circutor o similar con dos presas monofásicas tipos Mennekes de 7 kW cada una.
- Un punto de recarga doble URBAN-PVS T22 3G SPD LTK de la marca Circutor o similar con dos presas trifásicas tipos Mennekes de 22 kW cada una, con balance de potencia dinámico.

Cada punto de recarga dispondrá de un sistema de identificación de usuario RFID Mifare. El sistema tiene que permitir conectar con la plataforma de electrolineras del área Metropolitana de Barcelona intermediando el protocolo OCPP. Además, cada punto de recarga se monitorizará mediante un analizador de redes CVM-MINE-MC-ITF-C2 de Circutor o similar por los puntos de recarga trifásicos y un analizador de redes CEM-C6 de Circutor o similar por los puntos de recarga monofásicos, midiendo la energía entregada por cada presa. A la instalación fotovoltaica también se instalará un analizador bidireccional CVM-MINE-MC-ITF-C2 de Circutor o similar y en la acometida se colocará uno del modelo CVM-MINE-ITF-RS485-C2 también de Circutor o similar.

A nivel técnico se exponen y analizan los diferentes elementos que integran la instalación para asegurar su correcto funcionamiento. También se hace un estudio de aquellos elementos que puedan afectar negativamente a su rendimiento.

Los otros materiales utilizados en la instalación son aquellos característicos de una instalación de baja tensión.

A continuación, se enumeran los principales elementos que integran la instalación:

- Módulos fotovoltaicos
- Marquesina
- Punto de carga de vehículo eléctrico
- Cableado interior
- Inversor
- Cuadro de protecciones de corriente continuo

- Cuadro de protecciones de corriente alterna
- Puesta a tierra
- Sistema de monitoreo

Los principales parámetros que afectan al rendimiento de una instalación solar son:

1. Orientación
2. Inclinación
3. Sombras sobre los módulos
4. Pérdidas eléctricas
5. Ventilación de los módulos fotovoltaicos

La instalación solar fotovoltaica tendrá una desviación de $32,6^\circ$ respecto al sud en dirección oeste y la inclinación será de 12° respecto la horizontal.

5 Características de los componentes

Los principales equipos que conforman la instalación son los que se detallan en los apartados siguientes.

5.1. Marquesina

Se propone la instalación de dos marquesinas de la marca Circutor modelo PVS2-R M2T (PVS2-15) con una pata. Se trata de una estructura de acero galvanizado anclada a tierra mediante 8 caracoles de acero inoxidable. A continuación se muestra una imagen donde se puede ver una sección con la forma y dimensiones de la marquesina:

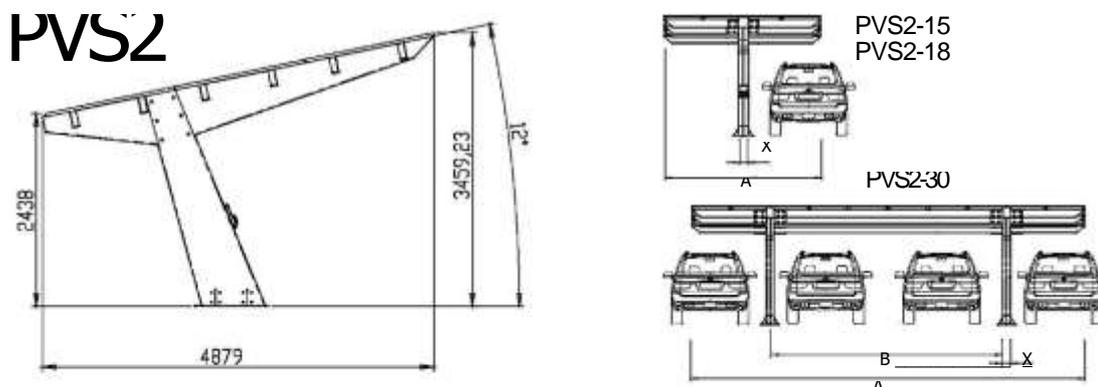


Imagen 5.1 Imagen de la marquesina

	A	B	X	MÓDULOS	PATAS	PLAZAS	CARGADOR	POTENCIA	PRECIO
PVS1-6	3000	--	207	6	1	2MOTO	NO	1,5KW	
PVS1-6CHARGER	3000	--	264	6	1	2MOTO	SI	1,5KW	
PVS1-8	4000	--	207	8	1	4MOTO	NO	2KW	
PVS1-8CHARGER	4000	--	264	8	1	4MOTO	SI	2KW	
PVS1-10	5000	--	207	10	1	2	NO	2,5KW	
PVS1-10CHARGER	5000	--	264	10	1	2	SI	2,5KW	
PVS1-20	10000	6000	207	20	2	4	NO	5KW	
PVS1-20CHARGER	10000	6000	264	20	2	4	SI	5KW	
PVS2-15	5000	--	207	15	1	2	NO	3KW	
PVS2-15CHARGER	5000	--	264	15	1	2	SI	3KW	
PVS2-18	6000	--	207	18	1	2+1	NO	4,5KW	
PVS2-18CHARGER	6000	--	264	18	1	2+1	SI	4,5KW	
PVS2-30	10000	6000	207	30	2	4+1	NO	7,5KW	
PVS2-30CHARGER	10000	6000	264	30	2	4+1	SI	7,5KW	
PVS4-60	10000	6000	207	60	2	8+2	NO	15KW	
PVS4-60CHARGER	10000	6000	264	60	2	8+2	SI	15KW	

Tabla 5.1 Dimensiones de la marquesina PVS2-R M2T

Según especificaciones del fabricante, cada marquesina dispondrá de una cimentación de hormigón con unas dimensiones de 1900x1300x1300 mm (zona de viento C, aspereza del terreno IV, coeficiente de exposición 1,3):

Zona de viento C (29m/s)				
	Opción 4	Opción 3	Opción 2	Opción 1
Carga de nieve máxima	100 Kg/m ²	80 Kg/m ²	30 Kg/m ²	
Aspereza del terreno	IV	III	II	I
Coeficiente exposición	1,3	1,6	2,1	2,4
Carga viento presión	41 Kg/m ²	50 Kg/m ²	64 Kg/m ²	No instalar
Carga viento succión	-69 Kg/m ²	-84 Kg/m ²	-108 Kg/m ²	
Peso propio de las placas solares + subestructura aluminio + correas	25 kg/m ²	25 kg/m ²	25 kg/m ²	
Peso pie	300 kg	300 kg	300 kg	
Coeficiente de obstrucción máximo	0	0	0	
Zapata (L x B x H) (1)	1,9x1,3x1,3	2,1x1,4x1,4	2,2x1,5x1,5	
Resistencia mínima del terreno requerida ⁽²⁾	0.8 Kg/cm ²	0.75 Kg/cm ²	0.70 Kg/cm ²	

En el anexo del cálculo se encuentra el detalle de las cimentaciones proporcionado por el fabricante con hormigón armado o con hormigón reforzado con fibras

A continuación se muestra una mesa-resumen de las características técnicas principales de la marquesina:

Material

Tratamiento

Acabado

Precio y base: pintado

Vela: galvanizado

Tornillería

Inoxidable A2 70

Cincado

Bigas

Peso

0 g

Tabla 5.3 Características técnicas principales

La marquesina incorpora el sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos a la estructura.

La parte de abajo de las marquesinas se cubrirá con una chapa perforada para reducir el riesgo de vandalismo sobre los módulos fotovoltaicos y los cables continua. Esta chapa será de 1,5 mm de grosor y se fijará a las bigas de la fotolinera mediante tornillos rosca chapa. Puesto que las planchas de acero vienen normalmente en recortes de 1x2 metros se deberá recortarlas cómo se indica a continuación y al anexo de planos (por cada marquesina):

Dimensiones (m)	Unidades
137 x 100	8
133 x 100	4
137 x 38	4
133 x 38	2

Tabla 5.4 Dimensiones planchas de acero

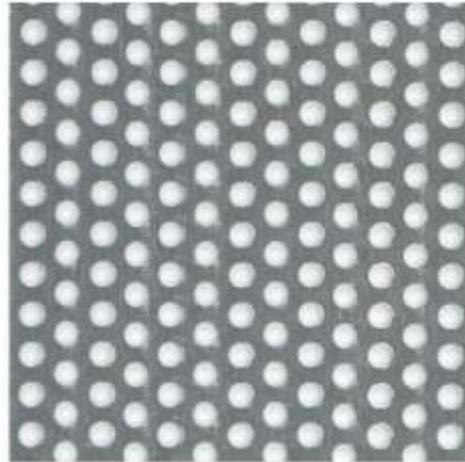


Fig 5.2 Ejemplo de chapa perforada

5.2. Generador solar FV

El generador solar se compondrá de 45 módulos fotovoltaicos del fabricante LG d'alta eficiència model El generador solar se compondrá de 45 módulos fotovoltaicos del fabricante LG de alta eficiencia modelo LG330N1C-A5 o similar con una potencia pico de 330 Wp con células de tecnología monocristalina, montados encima de las marquesinas.

El campo de captación estará conformado por tres strings de 15 módulos conectados en serie. Las salidas de dos strings (positivo-negativo) irán conectadas a una entrada MPPT y la salida del tercero string irá conectada a la otra entrada MPPT puesto que el inversor dispone de dos seguidores MPPT.

Cada string fotovoltaico dispondrá, antes de conectarse al inversor, de un descargador de sobretensiones transitorias y de fusibles de corriente continua.

Cómo se ha mencionado anteriormente, dentro del string los módulos estarán conectados en serie. De este modo se suma el voltaje de cada módulo y se mantiene constante la intensidad.

Las especificaciones técnicas de los módulos, para una radiación estándar de 1000 W/m² y una temperatura de célula de 25 °C, son las siguientes:

Potencia Pico (Pmax)	330 W
Tensión en circuito abierto (Uo)	40,9 V
Intensidad de cortocircuito (Icc)	10,45 A
Tensión en el punto de máxima potencia (Ump)	33,7 V
Intensidad en el punto de máxima potencia (Imp)	9,80 A
Eficiencia	19,3 %
Altura	1.686 mm
Ancho	1016 mm
Profundidad	40 mm
Peso	18,0 kg

Tabla 5.5 Especificaciones técnicas del módulo solar LG330N1C-A5

5.3. Inversor

Las placas fotovoltaicas generan electricidad en corriente continua. Para poder ser inyectada en una red eléctrica de corriente alterna a 230/400 V se hace uso de los llamados inversores.

Estos tienen que ser de tipo y características específicas para un sistema de conexión en la red, de tensión y frecuencia dado. La creación de armónicos estará compresa dentro de los límites fijados en la guía sobre calidad de ola de las redes UNESA y según la norma CEI 1000-3-2.

Tendrá que cumplir con toda la normativa aplicable descrita en el RD1663/2000 así como en el RD 661/2007, y disponer de todos los certificados exigibles por la normativa actual.

Cómo se ha mencionado anteriormente, el inversor irá ubicado en el interior del nuevo armario junto a las marquesinas.

La instalación de 9.900 Wp dispondrá de un inversor trifásico del fabricante SMA modelo STP10000TL o similar de 10 kW con las siguientes características técnicas:

Datos técnicos	Sunny Tripower 15000TL
entrada (CC)	
Potencia máx. del generador fotovoltaico	27 000 Wp
Potencia asignada de CC	15 330 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	240 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	15 000 W
Potencia máx. aparente de CA	15 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V
Rango de tensión de CA	180 V a 280 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/21,7 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo
IHD	≤ 3%
Fases de inyección/conexión	3/3
rendimiento	
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	•
Monitorización de toma a tierra/de red	• / •
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II	0
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica	• / • / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	•
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I/AC: III; DC: II
Datos generales	
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)
Peso	61 kg (134,48 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)
Emisión sonora, típica	51 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W
Topología/principio de refrigeración	Sin transformador/OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4 K4 H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100%
equipamiento / función / accesorios	
Conexión de CC/CA	SUNCLIX/Borne de conexión por resorte
Pantalla	•
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect	• / •
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus	• / •
Relé multifunción/Power Control Module	• / 0
OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	• / • / •
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	• / •
Garantía: 5/10/15/20 años	• / 0 / 0 / 0
Certificados y autorizaciones previstos	ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, S14777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014
No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438	
Modelo comercial	STP 15000TL-30

Tabla 5.6. Especificaciones técnicas del inversor Sunny Tripower 15000TL

Imagen 5.3. Inversor Sunny Tripower 15000TL

Cómo se ha explicado anteriormente, el inversor irá ubicado en el interior de un armario que tendrá las siguientes características:

- Materia
- Puertas:
- Resistencia al impacto: IK10
- Grado de estanqueidad: IP66
- Dimensiones: 1800 x 1400 x 400 (An x A x P)



Imagen 5.4 – Ejemplo de armario de aluminio

5.4. Puntos de carga de vehículo eléctrico

La instalación de la fotolinera incluye el montaje de dos puntos de carga de vehículos eléctricos que se ubicaran en el interior de las marquesinas. Se propone la instalación de dos puntos de carga de la marca CIRCUTOR modelo URBAN-PVS M22 3G SPD LTK i URBAN-PVS T22 3G SPD LTK de 2 tomas, una monofásica que permitan la recarga lenta i una toma trifásicas que permitan la recarga semi-rápida per a vehículos eléctricos de 4 ruedas.

A continuación se enumeran algunas de las funcionalidades de los puntos de recarga URBAN-PVS M22 3G SPD LTK i URBAN-PVS T22 3G SPD LTK:

- Identificación RFID Mifare
- Controlador de carga Modo 3 (según EN 61851-1)
- Selector de potencia regulable 6A-32A
- Telegestión vía OCPP
- Bloqueo automático de la toma Mennekes en carga

A continuación se presenta una mesa con las características técnicas del punto de carga:

Características técnicas Urban PVS

Conexión	Tipo de conector	Tipo II (según IEC 62196-2) y/o Schuko
	Tipo de carga	Carga en Modo 1 / 2 (Schuko) Carga en Modo 3 (según IEC 61851-1)
Características eléctricas	Tensión de entrada	230 Vc.a. / 400 Vc.a.
	Tolerancia	±10%
	Frecuencia de entrada	50...60 Hz
	Tensión de salida	230 Vc.a. / 400 Vc.a.
	Corriente máxima de salida	16 A / 32 A según tipo
	Rango de potencia de salida	3,6 / 7,2 / 22 kW
	Medida de potencia (Urban 20) Medida de energía (Urban 20)	Contador (MID Clase 1 EN 50470-3) Contador (MID Clase 1 EN 50470-3)
Protecciones eléctricas	Protección diferencial	RCD Tipo A (30 mA)
	Protección magnetotérmica	MCB (curva C)
Interfaz	Baliza luminosa	Indicación luminosa de estado de carga RGB
	Control de acceso	Tarjeta sistema RFID
	Frecuencia de trabajo RFID (URBAN 20)	ISO / IEC 14443A/B MIFARE Classic / DESFire EV1 ISO 18092 / ECMA-340 NFC 13,56 MHz
Comunicaciones	Tipo	Ethernet, 3G (opcional)
	Protocolo	OCPP, XML
Características constructivas	Envolvente	Metálica con ventilación exterior
	Dimensiones	247 mm x 725 mm x 111 mm
	Peso	15 kg
	Grado protección mecánica	IK 10
	Grado Protección	IP 44
	Dimensiones cuadro protecciones	360 x 720 x 208 mm (URBAN T24MIX) 360 x 540 x 170 mm (URBAN T22 / M22)
Seguridad	Categoría III – 300 Vc.a. (EN 61010)	
Normas	Protección contra choque eléctrico por doble aislamiento clase II	
	EN 61851-1 : 2001 parte1, IEC 61000, IEC 60364-4-41, IEC 61008-1, IEC 60884-1, IEC 60529, IEC 61010, UNE-EN 55011, ISO 14443A	

Tabla 5.7 – Características técnicas de los puntos de carga

5.5. Red de distribución

La red de distribución comprende todos los conductores que transportan la energía eléctrica desde el punto de generación (módulos fotovoltaicos) hasta el punto de conexión situado al armario a pie de calle junto a la marquesina

El cableado de corriente continua de los subcampos fotovoltaicos será de Alta Seguridad (AS), libre de halógenos, no propagador de la llama y con baja emisión de gases corrosivos. El conductor será flexible de cobre estañado y con las siguientes características:

- Resistencia a temperaturas extremas (-40°C a 120°C) según IEC60811-1-4 y IEC60216-1
- Tensión nominal 0,6 kV/1kV CA y 1,8 kV CC
- Resistencia a los rayos ultravioletas según UL1581
- Resistencia al ozono según IEC60811-2-1

La totalidad del recorrido de cable de corriente continua se realizará de tal manera que la área cerrada por los conductores positivo y negativo de un grupo de paneles en serie sea lo más pequeña posible, con el fin de reducir al máximo las posibles sobretensiones de origen atmosférico por acumulación de cargas electrostáticas.

A causa de las tensiones de funcionamiento en corriente continua, todo el sistema de cableado y conexiones de corriente continua tendrá que disponer de un nivel de aislamiento igual o superior a los 0,85 MΩ.

El recorrido de cableado circulará por canalización subterránea por el interior de tubo corrugado de 50 mm.

5.6. Protecciones en corriente continua

La instalación fotovoltaica dispondrá de elementos de protección de corriente continua situados en el tramo módulos-inversor. La instalación dispondrá de un cuadro de protecciones de corriente continua formada por los elementos que se describen a continuación. Se señalará cada elemento de protección indicando a qué entrada del inversor pertenece.

5.6.1. Protecciones contra sobreintensidades

Los strings fotovoltaicos dispondrán de dos fusibles (positivo-negativo) para proteger los cables contra posibles sobreintensidades. Un fusible es un dispositivo constituido por un apoyo adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por efecto Joule, cuando la intensidad de corriente supere un valor determinado que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación.

Los fusibles utilizados serán del tipo gL (fusibles de uso general para cables y conductores), los más ampliamente utilizados, puesto que permiten una buena protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Sus características son las siguientes:

Fusibles gL				
In (A)	Poder de tall (kA)		Tensió nominal (V)	
	CC	CA	CA	CC
0,5	50	8	380	250
1				
2				
4				
6				
10				
12				
16				
20				
25				
35				
50				
63				
80				
100				

Tabla 5.8. Características de los cartuchos fusibles utilizados

Concretamente, los fusibles que se instalarán en cada línea de corriente continua serán de 20A.

5.6.2. Protecciones contra sobretensiones

Los protectores de sobretensiones son dispositivos diseñados para proteger dispositivos eléctricos de picos de tensión puesto que gestionan o administran la energía eléctrica de un dispositivo electrónico conectado a este. Un protector de sobretensiones intenta regular el voltaje que se aplica a un dispositivo eléctrico bloqueando o enviando a tierra voltajes superiores a un umbral seguro.

La protección contra sobretensiones se realizará intermediando descargadores de sobretensiones transitorias y permanentes de tipos II/C, aptas para corriente continua y para los valores de tensión a los cuales trabaja el campo fotovoltaico. Estos tipos de protectores han sido diseñados para reducir la energía provocada por una sobretensión comparable a la producida por una descarga directa de rayo. Estos elementos han pasado con éxito las pruebas estándar con la ola 8/20 (maceta clase II). Concretamente, los protectores contra sobretensiones serán de carácter transitorio y permanente, bipolares y de 20 kA de intensidad máxima transitoria.

5.7. Protecciones en corriente alterna

5.7.1. Protecciones de la instalación fotovoltaica

La instalación dispondrá de un cuadro de protecciones en corriente alterna situada al armario junto a la marquesina, antes del punto de conexión a la red de distribución. Este cuadro dispondrá de los siguientes elementos:

∞ Interruptores magnetotérmicos

Un interruptor magnetotérmico es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando este sobrepasa ciertos valores máximos. Los suyo funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por lo tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la intensidad que va hacia la carga. Al igual que los fusibles, los interruptores magnetotérmicos protegen la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos.

La instalación dispondrá de un total de un interruptor magnetotérmico ubicado al tramo inversor – cuadro general en la salida del inversor justo antes del contador bidireccional de generación. Este elemento actuará como elemento de corte general de la instalación entre el generador y la red. Las características del interruptor serán las mismas:

Interruptor magnetotérmico	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	40 A
Poder de corte	10 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.9. Características del interruptor magnetotérmico

∞ Protección diferencial

Un interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca a las instalaciones eléctricas de corriente alterna con el fin de proteger a las personas de los contactos directos e indirectos producidos por el contacto con partes activas de la instalación (contacto directo) o con

elementos sometidos a potencial debido, por ejemplo, a una derivación por falta de aislamiento de partes activas de la instalación (contacto indirecto). Actúa conjuntamente con la puesta a tierra de enchufes y masas metálicas de todo aparato eléctrico, de esta forma el interruptor desconectará el circuito cuando exista una derivación o defecto en tierra mayor que su sensibilidad.

La instalación dispondrá de un interruptor diferencial ubicado al tramo inversor – cuadro general. Este estará situado a la caja de protecciones junto al punto de conexión, a continuación del interruptor magnetotérmico descrito anteriormente. Las características de este interruptor serán las siguientes:

Interruptor diferencial general	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	40 A (AC)
Sensibilidad	300 mA
Tipo	Clase AC
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.10. Características del interruptor diferenciales

- **Fusibles**

La TMF1 de la fotovoltaica dispondrá de un fusible por fase de 35A cada uno.

- **Protecciones contra sobretensiones**

La protección contra sobretensiones se realizará intermediando descargadores de sobretensiones transitorias y permanentes de tipos II/C, aptas para corriente alterna y para los valores de tensión a los cuales trabaja el inversor (400V). Estos tipos de protectores han sido diseñados para reducir la energía provocada por una sobretensión comparable a la producida por una descarga directa de un rayo. Estos elementos han pasado con éxito las pruebas estándar con la ola 8/20 (maceta clase II). Concretamente, los protectores contra sobretensiones serán de carácter transitorio y permanente, bipolares y de 20 kA de intensidad máxima transitoria.

5.7.2. Protecciones de los puntos de recarga y cuadro de monitorización

La línea de alimentación de los puntos de recarga, que se alimentarán desde la acometida donde se realiza la conexión de la instalación fotovoltaica, tendrá que disponer también de protecciones de corriente alterna. A continuación se exponen las características de las protecciones que se instalarán:

∞ Interruptor magnetotérmico

El tramo Acometida → Cuadro de monitorización dispondrá de dos interruptores magnetotérmicos para proteger el circuito contra sobrecargas y cortocircuitos. Las características de estos interruptores serán las siguientes:

Interruptor magnetotérmico cuadro de monitorización	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	10A
Poder de corte	10 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones
Interruptor magnetotérmico cuadro de monitorización	
Tensión nominal	230 V (AC)
Intensidad nominal	10A
Poder de corte	10 kA
Tiempos de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.11. Características de los interruptores magnetotérmicos del circuito del cuadro de monitorización

El tramo Acometida → Punto de recarga trifásico dispondrá de dos interruptores magnetotérmicos para proteger el circuito contra sobrecargas y cortocircuitos. Las características de estos interruptores serán las siguientes:

Interruptor magnetotérmico preses trifásicas	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	40A
Poder de corte	10 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.12. Características de los interruptores magnetotérmicos del circuito del punto de carga trifásica

El tramo Acometida → Puntos de recarga monofásicos dispondrá de cuatro interruptores magnetotérmicos para proteger el circuito contra sobrecargas y cortocircuitos. Las características de estos interruptores serán las siguientes:

Interruptor magnetotérmico preses monofásicas

Tensión nominal	230 V (AC)
Intensidad nominal	40A
Poder corte	10 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.13. Características del interruptor magnetotérmico de los circuitos de los puntos de carga monofásico

∞ **Protección diferencial**

La línea de alimentación del cuadro de monitorización dispondrá también de una protección diferencial para proteger contra descargas indirectas. Las características del interruptor diferencial serán las siguientes:

Intensidad nominal	25 A
Sensibilidad	300 mA
Tipo	Clase AC
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.14 Características del interruptor diferencial del circuito del cuadro de monitorización

La línea de alimentación de cada punto de carga dispondrá también de una protección diferencial para proteger contra descargas indirectas (2 diferenciales trifásicos y 4 diferenciales monofásicos). Estas protecciones se encuentran integradas en los puntos de recarga y sus características serán las siguientes:

Interruptor diferencial Preses trifásicas

Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	40 A
Sensibilidad	30 mA
Tipo	Clase A
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.15 Características del interruptor diferencial de los circuitos de tomas trifásicas

Interruptor diferencial Preses Monofásicas	
Tensión nominal	230 V (AC)
Intensidad nominal	40 A
Sensibilidad	30 mA
Tipo	Clase A
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.16 Características del interruptor diferencial de los circuitos de tomas monofásicas

∞ Protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones del tramo cuadro general – puntos de carga se realizará intermediando descargadores de sobretensiones transitorias y permanentes de tipos II/C, aptas para corriente alterna y para los valores de tensión a los cuales trabajan los puntos de carga (400V). Estos tipos de protectores han sido diseñados para reducir la energía provocada por una sobretensión comparable a la producida por una descarga directa de un rayo. Estos elementos han pasado con éxito las pruebas estándar con la ola 8/20 (maceta clase II). Concretamente, los protectores contra sobretensiones serán de carácter transitorio y permanente, bipolares y de 15 kA de intensidad máxima transitoria. Estas protecciones se encuentran integradas en los puntos de recarga.

5.8. Sistema de medida

En cumplimiento de las especificaciones establecidas en el RD 244/2019 que regula las instalaciones de autoconsumo, la instalación fotovoltaica tendrá que disponer de un equipo de medida solo si los consumos auxiliares no fueran despreciables. En este caso se instalará un sistema de medida por la fotovoltaica como previsión para poder hacer en un futuro autoconsumo compartido.

5.9. Toma a tierra

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

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

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

La elección e instalación de los materiales que aseguren la toma a tierra tienen que ser tal 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 este modo a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente des del punto de vista de solo licitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica queda asegurada con independencia de las condiciones distinguidas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que puedan afectar a otras partes metálicas.

5.9.1. Uniones a tierra

Toma de tierra

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- platinas, conductores pelados;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidas por elementos anteriores o sus combinaciones.
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestren que son apropiadas.

Los conductores de cocer utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de las presas a tierra tienen que ser tal que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la presa de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

La instalación se puede considerar como local húmedo puesto que parte de ella se encuentra al exterior y puede verse afectada por la lluvia o la humedad. Así pues, la tensión de contacto máxima permitida según la ITC-BT-18 es de 24 V. Teniendo en cuenta que los diferenciales utilizados tendrán una sensibilidad de 300 mA, la resistencia a tierra tendrá que tener un valor mínimo de:

$$!! \cdot !! < !$$

$$!! < \frac{24}{0,3}!$$

$$! < 80 \Omega$$

Entonces, la resistencia necesaria resultante ha de ser inferior a 80Ω

En cuanto al terreno, se trata del tipo arcilla compacta, con lo cual se puede como valor medio de la resistividad $150 \Omega\text{m}$ (según la tabla 3 de la ITC-BT-18).

Entonces, utilizando la siguiente fórmula:

!

$$! = !$$

Señal ρ la resistivitat i L la longitud de les piques més la del cable nu soterrat.

Si se consideran picas de 2 metros de longitud y un tramo de cable desnudo soterrado también de 2 metros, la resistencia resultante sería de 25 Ω , valor inferior a los 80 Ω .

Por lo tanto, la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica estará formada por dos picas de 2 metros de longitud cada una y 14,6 mm de diámetro.

La separación entre las dos picas tendrá que ser del doble de su longitud, en este caso, de 4 metros.

Conductores de tierra

La sección no será inferior a la mínima exigida por los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Ferro	25 mm ² Cu 50 mm ² Fe

Tabla 5.17. Sección de los conductores sepultados

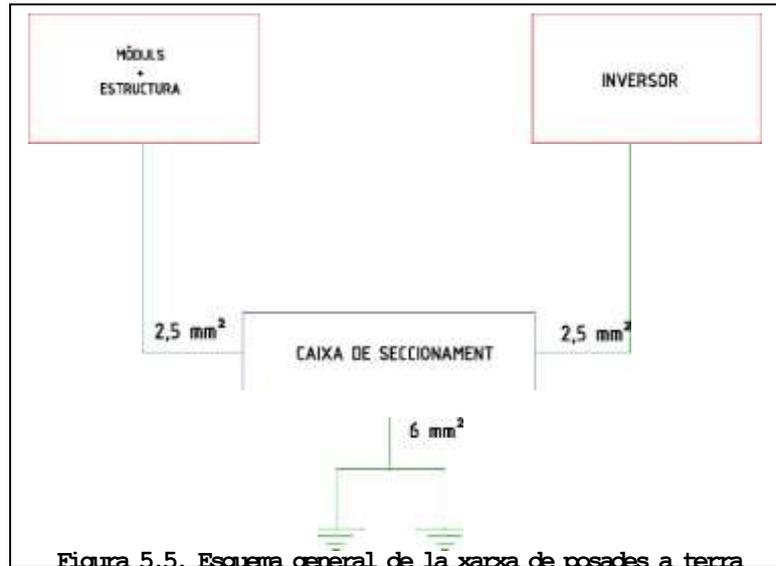
La protección contra la corrosión se puede obtener mediante una envolvente.

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una

protección mecánica como a conductores de protección se pueden utilizar:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislantes que poseen un envolvente como con los conductores activos.
- Conductores separados aislantes.

En el siguiente esquema se puede ver el esquema general de la red de puestas a tierra de la instalación fotovoltaica de la fotolinera:



5.9.2. Conductores de equipotencialidad

Dado que las dos picas de tierra estarán a poca distancia, existe la posibilidad de que existan diferencias de potencial entre las mismas. Por este motivo, se instalará un conductor de equipotencialidad entre las dos picas que permita igualar el potencial eléctrico. El conductor principal de equipotencialidad tendrá que tener una sección no inferior en mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cocer. En el caso de la fotolinera, el conductor principal de equipotencialidad tiene una sección de 6 mm².

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tal como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

5.9.3. Resistencia de las puestas a tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier demasiado no puede dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- ∞ 24 V en local o emplazamiento conductor
- ∞ 50 V en los otros casos

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

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el cual se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

5.9.4. Posada a terra independents

Se considerara independiente una presa de tierra respecto a otra, cuando una de las presas a tierra tenga una tensión superior a 50 V respecto a un punto de potencial cero, cuando por la otra circula el máximo corriente por defecto a tierra prevista. En el caso de la fotolinera, existe una red de puesta en tierra independiente para la instalación fotovoltaica y la estructura de fijación

5.9.5. Revisión de las puestas a tierra

Por la importancia que ofrece, dado del punto de vista de la seguridad cualquiera instalación de presa a tierra, tendrá que ser obligatoriamente comprobada por el director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para posarla en funcionamiento.

En lugares donde el terreno no sea favorable para la buena conservación de los electrodos, estos y los conductores de enlace entre ellos, hasta el punto de puesta a tierra, se posarán a cuerpo descubierto para su examen, como mínimo una vez cada cinco años.

En el caso del edificio de la fotolinera, se dispone de una ubicación próxima a la C.G.P. de la instalación fotovoltaica, una presa de tierra compuesta por dos picas de cocer clavadas verticalmente, con una longitud de 2 m cada una, y uno diámetro de 14,6 mm, tal como se ha descrito anteriormente. La instalación se ha llevado a cabo según las instrucciones ICT-BT-18 del reglamento, la puesta a tierra tiene una línea de tierra de enlace hasta el cuadro general de protección y medida. La instalación dispone también de un dispositivo de conexión que permite tomar medidas de la resistencia a tierra. La resistencia de tierra no tiene que ser superior a 10 Ω .

6 Estudi energètic

L'estimació de la producció prevista per la fotolinera es duu a terme mitjançant programes de càlcul específics. Aquests programes parteixen de dades històriques de radiació i temperatura, amb els quals, introduint les condicions concretes de la instal·lació (equips que la integren, situació dels mòduls fotovoltaics, possibles ombres que es puguin donar, etc.), poden donar amb un alt grau d'exactitud, la producció elèctrica que es pot esperar de la instal·lació. En particular, s'ha utilitzat el programa de càlcul PVSyst.

En la Taula següent es recullen els principals valors de producció estimats:

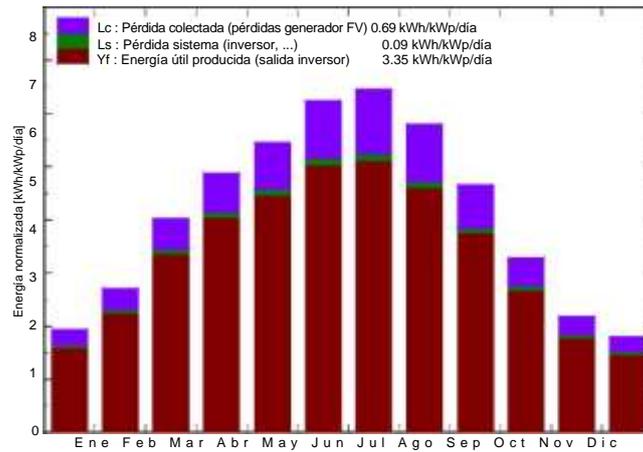
	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	53.0	9.70	62.7	59.5	0.529	0.512	16.41	15.90
Febrero	69.0	9.90	78.3	74.8	0.662	0.645	16.47	16.03
Marzo	117.0	11.30	127.3	122.6	1.081	1.054	16.53	16.12
Abril	142.0	12.90	148.2	143.1	1.244	1.214	16.33	15.94
Mayo	168.0	16.20	169.8	164.2	1.410	1.376	16.16	15.77
Junio	186.0	20.10	187.9	182.0	1.535	1.499	15.90	15.53
Julio	200.0	23.70	200.9	194.8	1.614	1.576	15.63	15.26
Agosto	175.0	23.50	181.2	175.4	1.459	1.424	15.66	15.29
Septiembre	133.0	21.30	142.5	137.5	1.163	1.135	15.89	15.51
Octubre	93.0	17.00	104.9	100.5	0.868	0.844	16.10	15.66
Noviembre	58.0	12.70	68.0	64.9	0.569	0.553	16.27	15.80
Diciembre	48.0	10.80	58.5	55.4	0.492	0.477	16.34	15.84
Año	1444.0	15.79	1530.2	1474.8	12.627	12.309	16.06	15.65

Tabla 6.1. Càlculo de la producció anual estimada de 9,90 kWp

Por tanto, la producció prevista es de 12.309 kWh/año. Con este valor se obtiene una producció específica de 1.224 kWh/kWp·año.

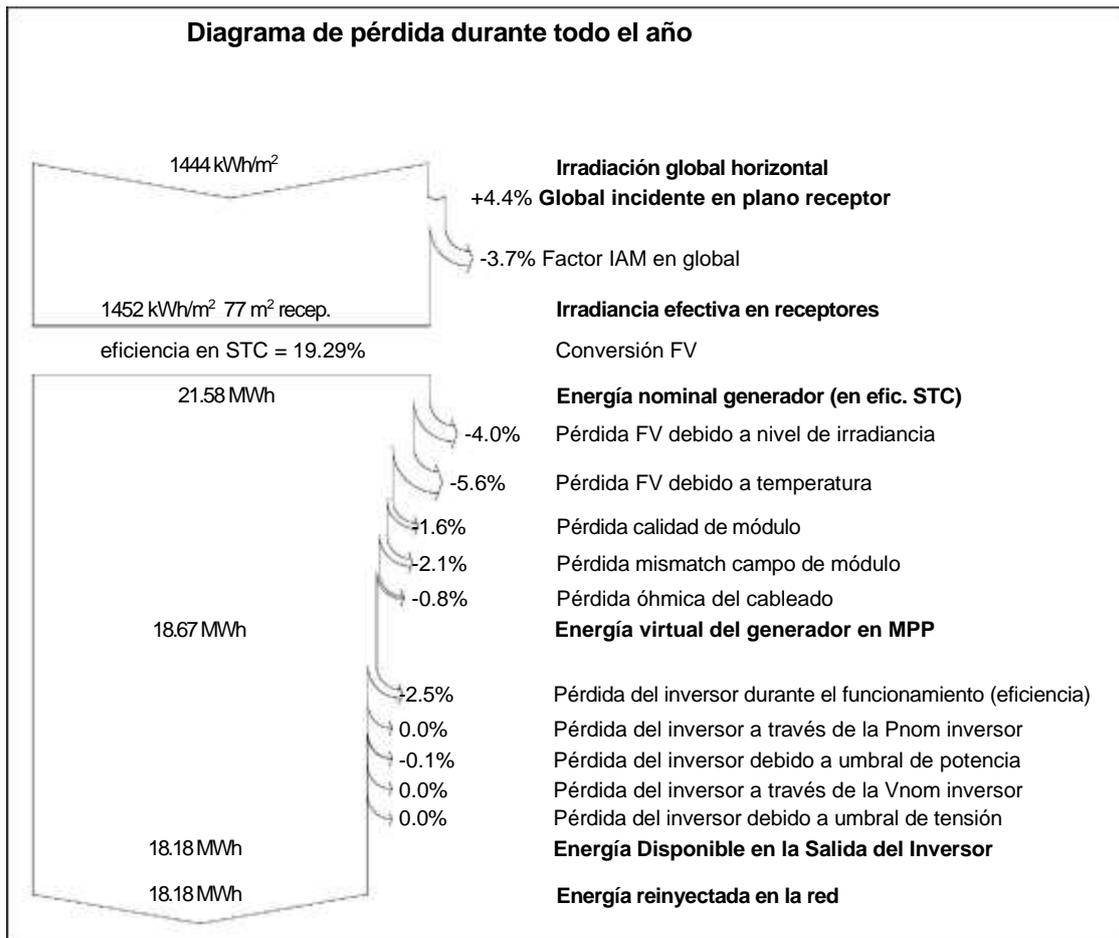
En la siguiente figura se puede ver una representació gràfica de la producció estimada para cada mes:

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 14.85 kWp



Figura

Finalmente, se presenta inyectada a la red:



7 Sistema de monitorización

Se propone la instalación de un doble sistema de monitorización que permita por un lado la monitorización energética de los consumos de la fotolinera, con detalle de los consumos individuales de cada presa, y de la producción de la instalación solar asociada a la misma fotolinera; y por otro lado, un segundo sistema de monitorización que permitirá conocer el estado de cada toma de carga y su integración a cualquier aplicación Back-End de gestión de puntos de recarga.

7.1. Sistema de monitorización energética

La instalación dispondrá de un sistema de monitorización que permita la medida de la energía generada por la instalación fotovoltaica, la energía consumida por los puntos de recarga y las energías importadas y exportadas en el punto frontera con la red de distribución.

El sistema de monitorización de los diferentes componentes de la instalación se tendrá que integrar a la plataforma de monitorización basada en Sentilo “SmartDataSystem”.

La arquitectura del actual sistema se basa en sistemas de contabilidad y monitorización energética (analizadores de redes) y en un equipo de adquisición y almacenamiento de datos (datalogger), en adelante RTU o RTU Datalogger.

Los datos adquiridos se enviarán a la plataforma Sentilo-SmartDataSystem. Esta plataforma es la pieza arquitectónica que recoge toda la información generada por los diferentes analizadores de redes y enviada por el datalogger. La visualización, el tratamiento, el análisis y explotación de los datos se hará desde la capa de visualización de la plataforma de monitorización SmartDataSystem.

El sistema local de concentración de datos (RTU) provenientes de los analizadores tiene que disponer de memoria incorporada y contar con el sistema de comunicación que comporte el menor coste de mantenimiento, pero sin perder prestaciones de conectividad. Cualquiera de los dispositivos de comunicación necesarios será suministrados por el adjudicatario como parte de la instalación.

Se conectará la RTU a un router 3G para poder enviar los datos registrados.

El sistema de monitorización dispondrá de un micro-SAI para minimizar las interrupciones en las comunicaciones a través del router 3G frente a microcortes eléctricos que pueda haber.

7.2. Listado de variables a publicar en la plataforma SmartDataSystem:

Siguiendo el documento:

“Anexo VI – Especificaciones Monitorización_Sentilo_SmartDataSystem”, se describen las 26 variables que se tendrán que tratar y sus correspondientes unidades. Las variables se clasifican según el tratamiento que reciben en “Real Time” (RT) – variables instantáneas.

La frecuencia de publicación de los datos será de 15 minutos por todos los datos.

Equip	VARIABLE	NOM DE LA VARIABLE A PUBLICAR	OBSERVACIONS
Comptador Instal·lació FV.	Energia generada	999999_RT_FV1_PRO0_EACTIVA_ABS	Valor absolut del comptador de la generació fotovoltaica
	Energia generada	999999_RT_FV1_PRO0_EACTIVA_0IFF	Valor diferència de l'últim període del comptador de la generació fotovoltaica
	Potencia generada	999999_RT_FV1_PRO0_PACTIVA_AVG	Valor promig de la potència fotovoltaica generada durant l'últim període.
Comptador Escomesa General de l'Edifici	Energia importada	999999_RT_ES1_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absolut acumulat d'importació en el punt frontera del comptador bidireccional
	Energia importada	999999_RT_ES1_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferència d'importació en el punt frontera del comptador bidireccional
	Energia exportada	999999_RT_ES1_EACTIVA_EXPORT_ABS	Valor absolut acumulat d'exportació en el punt frontera del comptador bidireccional
	Energia exportada	999999_RT_ES1_EACTIVA_EXPORT_0IFF	Valor diferència d'exportació en el punt frontera del comptador bidireccional
	Potencia importada	999999_RT_ES1_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resum en un període de la potència importada promig
Comptador presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 1, 1P, 7,36 kW	Energia consumida	999999_RT_EVCS1_P1_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absolut acumulat del consum de la presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 1
	Energia consumida	999999_RT_EVCS1_P1_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferència del consum de la presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 1
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS1_P1_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resum en un període de la potència demandada promig de la presa 1 del punt de recàrrega 1
Comptador presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 1, 1P, 7,36 kW	Energia consumida	999999_RT_EVCS1_P2_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absolut acumulat del consum de la presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 1
	Energia consumida	999999_RT_EVCS1_P2_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferència del consum de la presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 1
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS1_P2_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resum en un període de la potència demandada promig de la presa 2 del punt de recàrrega 1
Comptador presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 2, 1P, 7,36 kW	Energia consumida	999999_RT_EVCS2_P1_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absolut acumulat del consum de la presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 2
	Energia consumida	999999_RT_EVCS2_P1_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferència del consum de la presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 2
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS2_P1_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resum en un període de la potència demandada promig de la presa 1 del punt de recàrrega 2
Comptador presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 2, 1P, 7,36 kW	Energia consumida	999999_RT_EVCS2_P2_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absolut acumulat del consum de la presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 2
	Energia consumida	999999_RT_EVCS2_P2_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferència del consum de la presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 2
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS2_P2_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resum en un període de la potència demandada promig de la presa 2 del punt de recàrrega 2
Comptador presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 3, 3P, 22kW	Energia consumida	999999_RT_EVCS3_P1_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absolut acumulat del consum de la presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 3
	Energia consumida	999999_RT_EVCS3_P1_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferència del consum de la presa Mennekes 1 del punt de recàrrega 3
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS3_P1_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resum en un període de la potència demandada promig de la presa 1 del punt de recàrrega 3
Comptador presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 3, 3P, 22kW	Energia consumida	999999_RT_EVCS3_P2_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absolut acumulat del consum de la presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 3
	Energia consumida	999999_RT_EVCS3_P2_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferència del consum de la presa Mennekes 2 del punt de recàrrega 3
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS3_P2_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resum en un període de la potència demandada promig de la presa 2 del punt de recàrrega 3

Tabla 7.1. Variables de la monitorización

La monitorización de la información requerida se hará a partir de los siguientes elementos:

- ANALIZADOR DE RED BIDIRECCIONAL – ACOMETIDA. Este dispositivo será trifásico, modelo CVM-MINE-ITF-RS485-C2 de Circutor o similar, y se instalará a la línea de alimentación general del edificio y medirá la energía eléctrica importada y exportada. Tendrá un puerto de comunicación RS485 por protocolo Modbus-RTU.
 - TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD: transformadores de núcleo abierto STP-24-5A con relación de transformación 100/5 A.
- ANALIZADOR DE RED – FOTOVOLTAICA. Este dispositivo será trifásico, modelo CVM-MINE-MC-ITF-RS485-C2 de Circutor o similar, y se instalará a la línea de generación de la instalación fotovoltaica. Tendrá un puerto de comunicación RS485 por protocolo Modbus-RTU.
 - TRANSFORMADORS D'INTENSITAT: transformadores de núcleo cerrado MC1-20-50/100/150 A con relación de transformación 50/0,25 A.
- ANALIZADOR DE RED – PUNTOS DE RECARGA TRIFÁSICOS. Se instalarán dos analizadores de redes trifásicos, modelo CVM-MINI-MC-ITF-RS485-C2 de Circutor o similar, i se instalará a la línea de alimentación de cada toma del cargador. Tendrán un puerto de comunicación RS485 para el protocolo Modbus-RTU.
 - TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD: transformadores de núcleo cerrado MC1-20-50/100/150 A con relación de transformación 50/0,25 A.
- ANALIZADOR DE RED – PUNTOS DE RECARGA MONOFÁSICOS. Se instalarán cuatro dispositivos monofásicos a la línea de alimentación de cada presa del cargador. El analizador de red será un CEM-C6 de lectura directa de Circutor o similar. Tendrá un puerto de comunicación RS485 por protocolo Modbus-RTU.
- RTU DATALOGGER. El dispositivo es un terminal remoto de captación de datos que recoge la información obtenida del puerto de comunicación de los analizadores de red (Modbus-RTU). Se instalará una RTU modelo SDS BB2 Gateway de SmartDataSystem (Mycelium Networks SL) o similar.
- MODEM 3G. Se dispondrá de un módem/router 3G con una tarjeta de datos, para comunicar con la Sentilo de la plataforma SmartDataSystem.
- SWITCH: Contará con un mínimo de 5 puertos internet para conectar vía cable la RTU DATALOGGER y el router RTU tendrá una interfaz de configuración amigable que permita seleccionar las fuentes de datos (sensores y dispositivos), el protocolo de comunicación por fuente de dades (Modbus-RTU) i les dades deseadas de cada fuente de datos.

También tendrá capacidad para configurar los datos de comunicación con la instancia Sentilo de la plataforma SmartDataSystem o similar, de seleccionar el componente deseado dentro de la Sentilo y de asignar los códigos identificativos de cada sensor.

La RTU tendrá también capacitado de datalogger para guardar datos históricos en su memoria.

La RTU contará con un Log de acontecimientos para poder verificar en cualquier momento el resultado de la recogida de los datos de campo y de su envío hacia la Sentilo y tendrá la capacidad de mostrar en tiempo real los valores recogidos en campo para verificar su coherencia.

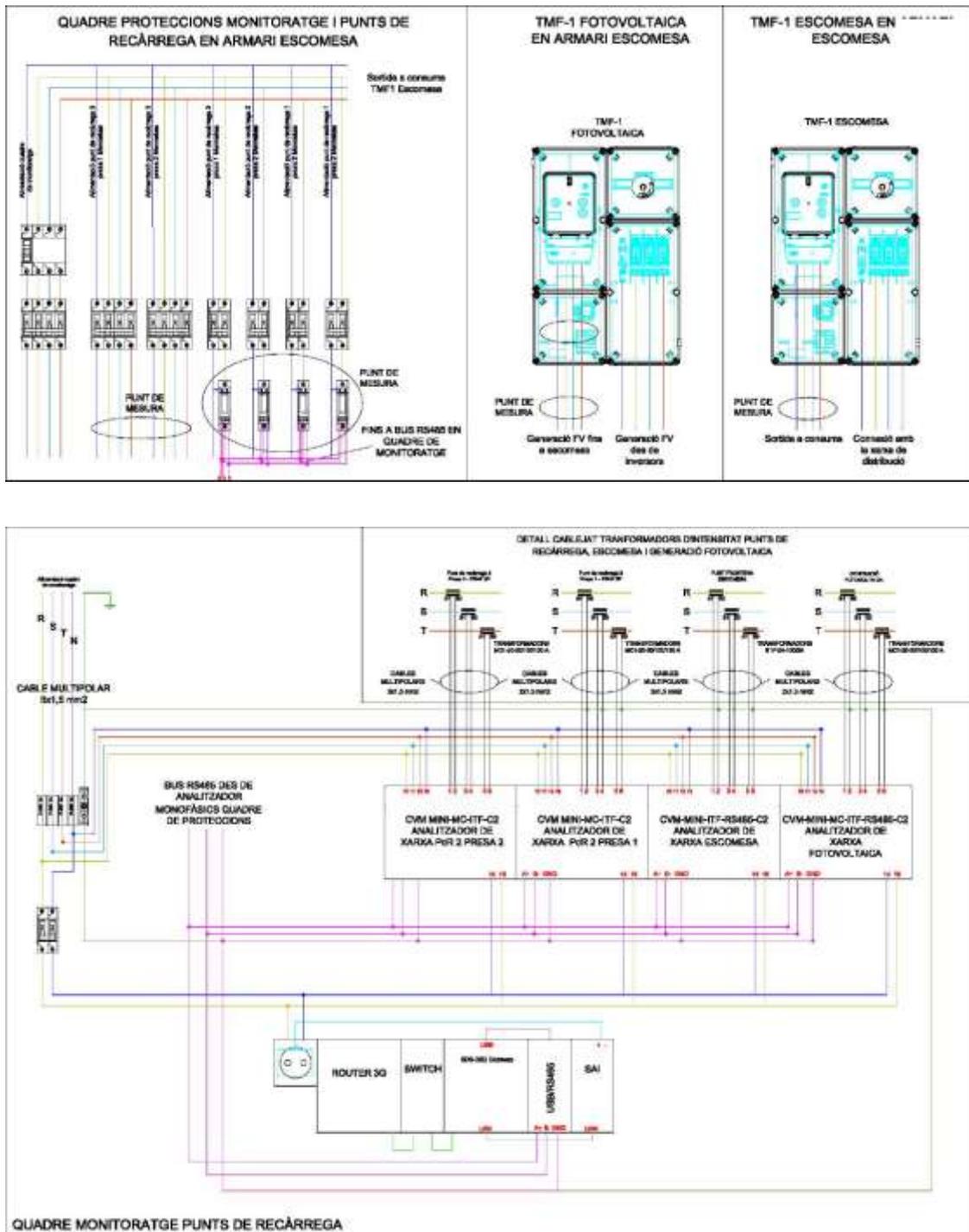


Imagen 7.1. Esquema monitorización

Todos los analizadores de red se ubicarán en un cuadro dentro del armario eléctrico ubicado junto a la marquesina.

7.3. Sistema de monitorización del estado del punto de recarga

El objetivo es integrar los puntos de recarga de la fotolinera para que puedan ser accesibles mediante cualquier aplicación Back-End con protocolo OCPP 1.5 permitiendo la monitorización de consumos y la consulta del estado de cada uno de los conectores de la fotolinera por la explotación posterior por parte de un gestor de carga externo o propio.

Los dos puntos de recarga de CIRCUTOR de la fotolinera se conectan en internet mediante un switch y un router con tarjeta SIM con IP Fija ubicado en el mismo subquadro de control externo que se utiliza por la monitorización de la generación fotovoltaica.

Cada cual de los puntos de recarga tendrá asignada una @IP dentro de la estructura de la red LAN de la fotolinera, y por tanto se prevé reservar varias @s IP:

- 2 para cada uno de los puntos de recarga.
- 2 para cada uno de los RFIDs, si se decide integrar la autenticación de usuarios para la integración posterior con una aplicación Back-End. Las características principales de la aplicación incluyen:
- Control de acceso a la infraestructura de carga vía políticas de autorización seleccionables.
- Balanceo de carga para mantener el nivel de potencia por debajo de los límites permitidos.
- Adquisición de datos durante el proceso de recarga y almacenamiento local y/o transmisión de los datos al Back-End

Los cargadores incluyen el protocolo de comunicación OCPP 1.5 que permite la integración del sistema con otros sistemas de nivel superior.

8 Servicios afectados

La ejecución de la obra civil asociada a la instalación de la fotolinera (básicamente zanjas y cimentaciones de la marquesina), tendrán que tener en cuenta en todas las fases los diferentes servicios existentes que puedan tener afectación.

En el anexo VII se puede encontrar una compilación de planos y condiciones de los diferentes servicios de la zona donde se ubicará la fotolinera. Antes de empezar los trabajos de obra civil, se tendrán que volver a solicitar los planos de servicios afectados para comprobar que no ha habido modificaciones respecto a la versión actual.

En los puntos donde pueda haber posibles afectaciones a servicios existentes, a pesar de que sean conocidos los recorridos y profundidades de los mismos, se tendrá que actuar con especial atención por si algunas de los datos presentes en los planos no sueño del todo correctos.

Según la documentación recibida en el momento de la redacción de este proyecto, no existen cruzamientos del cableado eléctrico de la fotolinera con los servicios existentes.

Al inicio de los trabajos de obra civil, se tendrá que hacer una visita de replanteo del recorrido de las zanjas y posición de las cimentaciones con la empresa adjudicataria, la dirección facultativa y la propiedad.

9 Evaluación de residuos

Durante la fase de ejecución de la instalación fotovoltaica no se produce ningún tipo de residuo, puesto que la estructura de apoyo viene preparada desde el taller. Los restos de cable y de material eléctrico, al tratarse de cantidades muy pequeñas, se llevarán directamente a la siguiente punto limpio:

Punto limpio de Sant Cugat del Vallès

Avinguda de les Roquetes

08173 Sant Cugat del Vallès, Barcelona

Por todos estos motivos, no se presenta ningún documento de aceptación con ningún gestor de residuos autorizado.

10 Justificación del cumplimiento de REBT

La memoria técnica ha sido redactada conforme la Normas del Vigente Reglamento Electrotécnico por Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias del Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto 2002.

10.1. Acometida

La acometida es la parte de la instalación de red de distribución que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivaliendo (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea estará regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo al sistema de la instalación y a las características de la red, la acometida será subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, soterrados bajo tubo.

El diseño de la acometida se basará en las normas y especificaciones acordadas con la compañía eléctrica de la zona.

10.2. Instalaciones de enlace

10.2.1. Caja de protección y medida

Para tratarse de suministros a un único usuario se colocará en un único conjunto la caja general de protección y el equipo de medida. El fusible de seguridad situado antes del contador coincidirá con el fusible que incluye la CGP.

La CGP se instalará separada del conjunto de protección y medida, en el límite de la propiedad sobre la fachada o en el exterior del edificio, en el interior de un nicho o en el mismo recinto donde se instale el conjunto de protección y medida. En todos los casos serán lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de mutuo acuerdo entre la Propiedad y FECSA-ENDESA.

Para determinar las dimensiones del recinto se tendrá en cuenta la superficie ocupada por las unidades funcionales y se dejará una separación entre las paredes laterales y el techo respecto a las envolventes de como mínimo 0,2 m.

La distancia al suelo será de como mínimo de 0,5 m, la profundidad del recinto será de 0,4 m y el espacio libre ante la CPM una vez facilitado el acceso al mismo no será inferior a 1,10 m.

El recinto se cerrará con una puerta de doble hoja, preferentemente metálica de como mínimo 2 mm de espesura, con un grado y protección IK10 según UNE EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno. Estará protegida contra la corrosión y dispondrá de una cerradura normalizada por Fecsa endesa.

La pared a la cual se fija el conjunto de protección y medida no podrá estar expuesta a vibraciones. No podrá instalarse próximo a contadores de gas, grifos o salidas de agua.

La acometida subterránea se efectuará con entrada y salida de la línea de distribución de la derivación a la CGP o unidad funcional equivalente, en este caso y para conseguir la finalidad señalada se instalará la caja de seccionamiento (CS).

La CGP a instalar será del tipo "Esquema 9" y se situará al lado del nicho.

La CPM a utilizar corresponderá a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo el que indica en la Norma UNE-EN-60.439-1 y tendrán un grado de inflamabilidad según la norma UNE-EN 60.439-3 y una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 y IK 09 según UNE-EN 50.102 y se podrán precintar.

El envoltente tendrá que disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente por la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13. El contador será de 4 cuadrantes y dispondrá de un código de barras que será proporcionado por la compañía eléctrica.

10.3. Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. Se colocará una caja para el interruptor de control de potencia inmediatamente antes de los otros dispositivos, en compartimento independiente y que se pueda precintar. Esta caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos, en compartimento independiente y precintable.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de comando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará compresa entre 1 y 2 m.

Las envoltentes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo de IP 30 segundos UNE 20.324 e IK07 segundos UNE-EN 50.102. El envoltente para el interruptor de control de potencia (IPC) será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipos serán de un modelo aprobado oficialmente.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, imprimida con caracteres indelebles, en la cual conste su nombre o marca comercial, fecha de realización de la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- ∞ Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal 25 A, que permita su accionamiento manual y dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (segundos ITC-BT-22).

Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de corto circuito que pueda producirse en cualquier punto de la instalación.

- Un relé diferencial general, con transformador toroidal asociado al interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (segundos ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \times Ia \leq O$$

donde:

- **Ra** es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- **Ia** es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial residual asignada).
- **O** es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, tienen que estar interconexionadas y unidas por un conductor de protección a una misma presa a tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y corto circuitos de cada uno de los circuitos interiores (segundos ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuera necesario.

10.4. Instalaciones interiores

10.4.1. Conductores

Los conductores y cables que se utilicen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 0,6/1 kV. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 1,5% segundos ITC-BT-40.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será igual a la de las fases.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán íntegramente por el indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En el apartado de cálculos se determinan las características de todos los conductores en función de la potencia a transportar y la caída de tensión prevista de cada parte de la instalación.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductor fase (mm ²)	Sección conductor protección (mm ²)
Sf ≤ 16	Sf
16 < S f ≤ 35	16
Sf > 35	Sf/2

Tabla 9.1. Sección mínima de los conductores de protección

10.4.2. Identificación de conductores

Los conductores de la instalación tienen que ser fácilmente identificables, especialmente en el conductor neutro y en el conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista un conductor neutro en la instalación o se pueda prever para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán estos por el color azul. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.

Todos los conductores de fase, o si procede, aquellos por los cuales no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro, o gris.

10.4.3. Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solo a ciertas partes de la instalación, por el que los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados.

10.4.4. Equilibrado de cargas

En esta instalación las cargas son equilibradas, puesto que están formada por inversores de conexión a red trifásicos.

10.4.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones tendrán que presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua	Resistencia aislamiento (M)
MBTS o MBTP	250	≤ 0,25
≤ 500 V	500	≤ 0,50
> 500 V	1000	≤ 1,00

Tabla 9.2. Resistencia aislamientos

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos donde esta pueda dividirse a efecto de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

10.4.6. Conexiones

En ningún caso, se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple enrolamiento entre sí de los conductores, se tendrá que realizar siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre se realizarán en el interior de cajas de entronque y/o derivación.

10.5. Sistema de instalación

10.5.1. Prescripciones Generales

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

En caso de proximidad con conductas de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan llegar a una temperatura peligrosa.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo otras canalizaciones que puedan dar motivo a condensaciones.

Las canalizaciones estarán dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de los circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tal como muros, tabiques y tejados, no se dispondrán entronques o derivaciones de cables.

10.5.2. Conductores aislantes bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV para circuitos de potencia, y de 450/750 V para circuitos de control.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del nombre y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las mesas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limiten el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados en su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionen a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser asemejados entre sí, recubriendo el entronque con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicables en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para esto los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El nombre de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocar estos.
- 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 entronque 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 permitirán alojar holgadamente todos los conductores que tengan que contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. El suyo diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer aposentos las entradas de los tubos en las cajas de conexión, tendrán que utilizar premsaestopes adecuadas.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad que se produzcan condensaciones de agua en su interior, por este motivo se triará convenientemente el trazado de la instalación, previniendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la cual uno de los brazos no se utiliza.
- Los tubos metálicos que sean accesibles tienen que posarse tierra. Su continuidad eléctrica tendrá que quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas en tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

No se podrán utilizar los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos mediante bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sujetadas sólidamente. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de la una y la otra parte en los cambios de dirección, en los entronques y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos es colocarán adaptándose en la superficie sobre la cual se instalen, 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 por 100.

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

10.5.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, con aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el objetivo que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables tengan que disponer de protección mecánica por la ubicación y condiciones de instalación se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y excepto prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiendo al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces al diámetro exterior del cable.
- Los cruzamientos de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a estas, dejando una distancia mínima de 3 cm. entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de esta.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos lo exijan, utilizando para este fin cajas u otros dispositivos adecuados. Lo estanqueidad podrá quedar asegurada mediante la ayuda de premsaes topes.
- Los entronques y conexiones se realizarán mediante cajas o dispositivos equivalentes dotados de tapas desmontables que aseguran a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones, permitiendo su verificación si fuera necesario.

10.5.4 Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las cuales los conductores aislados tendrán que ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1 kV, se establecerán de acuerdo con el señalado en las instrucciones ITC-BT-07 y ITC-BT-21..

10.5.5. Conductores aislados bajo canales protectores

El canal protector es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cercado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV

Los canales protectores tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificados como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tal como interruptores, tomadas de corriente, dispositivos de comando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar entronques de conductores en su interior y conexiones en los mecanismos.

Los canales protectores para aplicaciones no ordinarias tendrán que tener unas características mínimas de resistencia a lo impacta, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; así mismo los canales serán no propagadores de la llama. Estas características serán conformes a las normas UNE-EN 50.085.

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

10.5.6. Conductores aislados en bandeja o apoyo de bandejas

Solo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unifilares o multifilares según la norma UNE 20.460 -5-52

10.6. Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
 - Cortocircuitos.
 - Descargas eléctricas atmosféricas.
- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor tiene que quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección estará constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte y de características de funcionamiento adecuadas
 - b) Protección contra corto circuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra corto circuitos la capacidad de corte de los cuales estará de acuerdo con la intensidad de corto circuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, sin embargo, que cuando se trate de circuitos derivados de un circuito principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras un sol dispositivo general pueda asegurar la protección contra corto circuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra corto circuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar

La norma UNE 20.460 -4-43 compilación todos los aspectos requeridos por los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 segundos sea a causa de sobrecargas o corto circuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

10.7. Protección contra sobretensiones

10.7.1. Categorías de las sobretensiones

Para la protección de sobrecargas y corto circuitos, se instalarán fusibles ACR generales y un interruptor magnetotérmico calibrado en la potencia del generador. Se dispondrá también otros elementos seccionadores para separar partes de la instalación para llegar a ningún mantenimiento o reparaciones (ITC-BT-22).

Para la protección de descargas atmosféricas se utilizarán descargadoras a tierra de clase C estratégicamente instalados con las siguientes características:

Protecció	IP 20
Tiempo de respuesta	5 kV/ α s : <25 ns
Corriente máxima de descarga (8/20 / α s) isg : 40 kA	
Capacidad de corto circuito	10 kA
Nivel de protección por isn	1,4 kV

Tabla 9.3. Característiques tècniques dels descarregadors atmosfèrics

Las categorías indican los valores de tensión soportada en la ola de choque de sobretensión que deben tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que tienen que permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible mal de estos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación		Tensión suportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistema III	Sistema II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	1000	8	6	4	2,5

Tabla 9.4. Categories segons el nivell de tensió

Categoría I

Se aplica a los equipos sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, a fin de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos por los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad como los armarios de distribución, barras colectoras, paramenta: interruptores, seccionadores, tomadas de corriente, etc., canalizaciones y los accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en origen o muy próximos en su origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.).

10.7.2. Medidas para el control de las sobretensiones

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no se requiere la protección contra las sobretensiones transitorias, se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (a causa del hecho que está alimentada por una red subterránea íntegramente). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando se requiere la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, entonces la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores aislados

También se considera situación controlada aquella situación natural que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.)

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico tienen que seleccionar de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevean que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

10.7.3. Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales tienen que escogerse de forma que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría:

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior en la mesa, se pueden utilizar, sin embargo:

- En situación natural cuando el riesgo sea aceptable
- En situación controlada si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

10.8. Protección contra contactos directos e indirectos

10.8.1. Protección contra contactos directos

Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas tendrán que estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolupante

Las partes activas tienen que estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aperturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho que las partes activas no tienen que ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, tienen que responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes tienen que fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir los envolventes o desprecintar parte de estas, esto solo podrá darse cuando:

- Con la ayuda de una llave o una herramienta
 - Después de desconectar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiéndose restablecer la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o los envolventes.
 - Si ha interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser llevada más que con la ayuda de una clave o de una herramienta y que impide todo contacto con las partes activas.
- **Protección complementaria para dispositivos de corriente diferencial residual.**

Esta medida de protección está destinada solo a completar otras medidas de protección contra los contactos directos.

La utilización de dispositivos de corriente diferencial residual, cuando el valor de la corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 dt., se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

10.8.2. Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste a impedir, después de la aparición de un defecto que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda desencadenar una situación de riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, tienen que ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma presa a tierra. El punto neutro de cada generador o transformador se tiene que posar en tierra. Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \times Ia \leq O$$

Dónde:

- ***Ra*** es la suma de las resistencias de la presa de tierra y de los conductores de protección de masas.
- ***Ia*** es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial residual es la corriente diferencial residual asignada
- ***O*** es la tensión de contacto límite convencional (50 o 24V).

10.9. Instalaciones en Locales húmedos

De acuerdo con la ITC-BT-030, los elementos y equipos como los paneles solares y los cuadros locales que se encuentran en la intemperie tendrán que cumplir los siguientes requerimientos:

- Las canalizaciones serán aposentos y todas las conexiones se realizarán mediante prensa estopes o sistemas equivalentes que presenten un grado de estanqueidad mínimo IP54.
- Todas las cajas de conexión y cuadros exteriores presentarán el mismo grado de estanqueidad IP54.
- Todos los circuitos dispondrán de los adecuados elementos de protección en origen

10.10. Instalaciones de punto de carga de vehículo eléctrico

10.10.1. Esquema de utilización

Las instalaciones nuevas para la alimentación de las estaciones de carga, así como la modificación de instalaciones ya existentes, que se alimentan de la red de distribución de energía eléctrica, se realizarán según los esquemas de conexión descritos en la ITC-BT-52. En cualquier caso, antes de la ejecución de la instalación, el instalador o en su caso el proyectista, tendrán que preparar documentación técnica en la forma de memoria técnica de diseño o de proyecto, según proceda a la ITC-BT-04, en la que se indique el esquema de conexión a utilizar. Los posibles esquemas serán los siguientes:

- Esquema colectivo o troncal con un contador principal en su origen de la instalación
- Esquema individual con un contador común para la vivienda y la estación de carga.
- Esquema individual con un contador para cada punto de carga.
- Esquema con circuito o circuitos adicionales para la carga de vehículo eléctrico.

En el caso de la fotolinera objeto de este proyecto, el esquema a seguir será al correspondiente a “Esquema con circuito o circuitos adicionales para la carga de vehículo eléctrico”, siguiendo el esquema siguiente propuesto en el REBT:

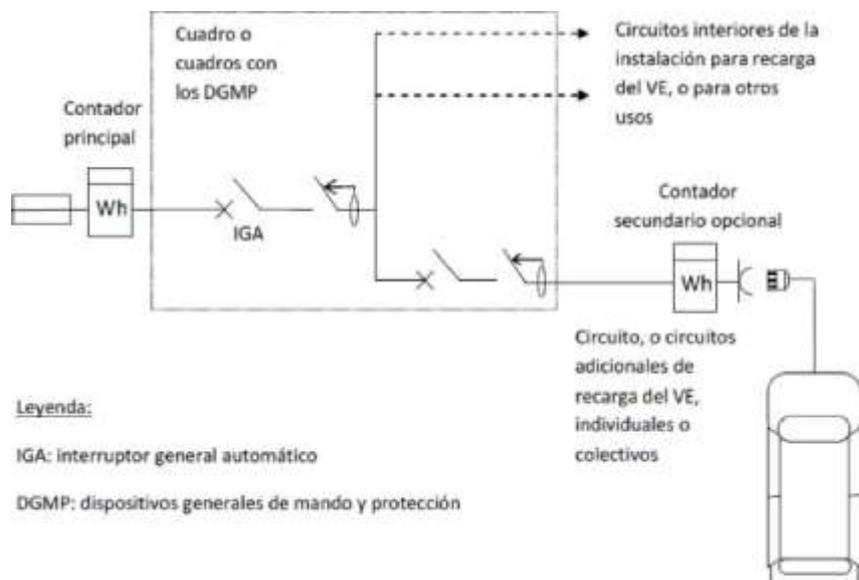


Imagen 9.1. Esquema 4b: instalación con circuito adicional

En el caso de la fotolinera objeto de este proyecto, el contador secundario opcional no existirá.

10.10.2. Requisitos generales de la instalación

En los locales cerrados de edificios destinados a aparcamiento o estacionamientos colectivos de uso público o privado, se podrá realizar la operación de carga de baterías siempre que se realice sin

desprendimiento de gases durante la carga y que estos locales no estén clasificados como locales con riesgo de incendio o explosión según la ITC-BT29.

Los circuitos de carga colectivos discurrirán preferentemente por zonas comunes.

Se admitirá que la línea general de alimentación tenga derivaciones de menor sección si se garantiza la protección de estas derivaciones contra sobrecargas.

La potencia instalada en los circuitos de recarga colectivos se ajustará generalmente a uno de los

escalones de la tabla siguiente, aunque el proyectista podrá justificar una potencia diferente, ajustando el circuito y sus protecciones de acuerdo con la potencia prevista.

U _{nominal}	Interruptor automático de protección en origen circuito recarga	Potencia instalada	N.º máximo de estaciones de recarga por circuito
230/400 V	16 A	11.085 W	3
230/400 V	32 A	22.170 W	6
230/400 V	50 A	34.641 W	9
230/400 V	63 A	43.647 W	12

Tabla 9.6. Potencias normalizadas de los circuitos de carga colectivos

10.11. Puesta a tierra

Las presas a tierra se establecen principalmente a fin de limitar la tensión que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección, por un lado del circuito eléctrico o por un lado conductor no perteneciente al mismo, mediante una presa de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. Mediante la instalación de presa a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra tienen que ser tal 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 este modo a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica queda asegurada con independencia de las condiciones distinguidas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que puedan afectar a otras partes metálicas..

10.11.1. Uniones a tierra

Presa de tierra

Para la presa de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- platines, conductores pelados;
- placas;
- anillas o mallas metálicas constituidas por elementos anteriores o sus combinaciones.
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretesadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de las presas a tierra tienen que ser tal que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la presa de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m

Conductores de tierra

La sección no será inferior a la mínima exigida por los conductores de protección.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Ferro	25 mm ² Cu 50 mm ² Fe

Tabla 9.6. Sección mínima de los conductores de tierra

La protección contra la corrosión se puede obtener mediante una envoltente.

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección se pueden utilizar:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados que poseen un envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados aislados.
- Ningún aparato podrá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no tienen que ser conectadas en serie en un circuito de protección.

10.11.2. Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad deberá de tener una sección no inferior en mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cocer.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tal como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

10.11.3. Resistencia de les puestas a tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier demasiado no puede dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- ∞ 24 V en local o emplazamiento conductor
- ∞ 50 V en los otros casos

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

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el cual se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad

10.11.4. Puesta a tierra independiente

Se considerará independiente una presa de tierra respecto a otra, cuando una de las presas a tierra tenga una tensión superior a 50 V respecto a un punto de potencial cero, cuando por la otra circula el máximo corriendo por defecto a tierra prevista.

10.11.5. Revisión de las puestas a tierra

Por la importancia que ofrece, dado del punto de vista de la seguridad cualquier instalación de presa a tierra, deberá de ser obligatoriamente comprobada por el director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para posarla en funcionamiento.

En lugares donde el terreno no sea favorable para la buena conservación de los electrodos, estos y los conductores de enlace entre ellos, hasta el punto de puesta a tierra, se posarán a cuerpo descubierto para su examen, como mínimo una vez cada cinco años.

Se dispondrá de un lugar adecuado y próximo a la C.G.P., una presa de tierra compuesta por una pica de cocer clavada verticalmente, con una longitud no inferior a 2 m, y un diámetro mínimo de 14 mm. La instalación se llevará a término según las instrucciones ICT-BT-18 del reglamento, la puesta a tierra tendrá línea de tierra de enlace hasta el cuadro general de protección y medida. Dispondrá también de un dispositivo de conexión que permita tomar medidas de la resistencia a tierra. La sección de la línea será de 6 mm². La resistencia de tierra no será superior a 10 Ω.

Los campos FV y las estructuras de apoyo dispondrán de una presa de tierra independiente con las mismas características constructivas detalladas en el apartado anterior.

11 Conclusión

En la presente memoria, resto de documentos y planos se han descrito las instalaciones de un productor de energía eléctrica en régimen de autoconsumo instantáneo, mediante una planta de módulos fotovoltaicos que transforman la luz del Sol en electricidad.

Estas instalaciones cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como las Ordenanzas, normativa y medidas de seguridad que sean aplicable.

Con esta exposición, el técnico suscribiente, aprecio que se han detallado suficientemente estas instalaciones. Sin perjuicio de cualquier ampliación o aclaración en el futuro.

El Facultativo:

El Promotor:

Marcos Falcón Cubillas

Sr.

ARKENOVA SCCL

Área Metropolitana de Barcelona

Barcelona, a 30 de gener 2020