



**INSTALACIÓN DE UNA ELECTORLINERA CON
CARGADORES BIDIRECCIONALES V2G EN EL
AYUNTAMIENTO DE ESPLUGUES DE LLOBREGAT**
C/ DEL NORD 16, 08950 ESPLUGUES DE



LLOBREGAT

PETICIONARIO:

Área Metropolitana de Barcelona

DOMICILIO A EFECTOS DE

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

**NOTIFICACIONES
CONTACTO**

08040 Barcelona

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 Objeto	1
2 Datos de la instalación emplazamiento y accesos	2
3 Reglamentación y disposiciones oficiales.....	5
4 Descripción de la instalación	7
5 Características de los componentes.....	9
6 Sistema de monitorización	21
7 Evaluación de residuos	28
8 Justificación del cumplimiento de REBT	29
9 Conclusión	46

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

1 Objeto

Este proyecto tiene como objeto definir las condiciones técnicas de una electrolinera formada por tres puntos de recarga de vehículo eléctrico V2G con un total de 3 presas, garantizando la seguridad de las personas y las cosas en su ejecución.

Esta electrolinera estará instalada dos plazas de aparcamiento ubicadas dentro del recinto del taller de la brigada de mantenimiento en la Calle del Norte 16 de Esplugues de Llobregat. Los tres puntos de recarga de vehículos eléctricos con 3 presas en total serán alimentados desde el cuadro eléctrico del edificio.

En función de la potencia instalada y de la potencia contratada se valorará la necesidad de aumentar la potencia contratada del edificio

Los puntos de recarga que se instalarán serán los siguientes:

- Tres puntos de recarga con una presa bidireccional V2G de 10 kW en corriente continua del fabricante PRE o similar

A nivel técnico se exponen y analizan los diferentes elementos que integran la instalación para asegurar su correcto funcionamiento.

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 (puntos de recarga) se ubicará al aparcamiento del taller de la brigada municipal situado al C/ del Norte, 6 - 08950 Esplugues de Llobregat.

Imagen 2.1. Fotografía aérea del aparcamiento



Les coordenadas UTM de del emplazamiento son les siguientes:

- X UTM: 423256
- Y UTM: 4581211
- FUS: 31

2.2. Características del recinto

Cómo se ha mencionado anteriormente, el electrolinera se ubicará en una zona de aparcamiento del taller de la brigada municipal ubicada al C/ del Norte 16 de Esplugues de Llobregat. El electrolinera se alimentará del cuadro general del edificio (ver anexo de planos). El recorrido de cableado desde el cuadro general hasta el electrolinera se realizará a través de una canalización superficial instalada en pared

por el que hace su recorrido interior en el edificio y posteriormente a través de una canalización sepultada desde la fachada sur del edificio hasta un armario de protecciones y monitorización ubicada junto a las plazas de aparcamiento escogidas. Dentro de este armario se montarán las protecciones en corriente alterna individuales de los puntos de recarga y los elementos por la monitorización de la instalación.

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:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones doméstiques y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- UNE-EN 60947-2: Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE-EN 60909-0: Deprisa de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Deprisa de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito.
- Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de los actividades.
- 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.
- 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.

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 las instalaciones

La instalación objeto de este proyecto tiene la peculiaridad de que los puntos de recarga V2G pueden interactuar con la red de distribución siendo consumidores de energía durante la recarga de los vehículos o, en base a unas reglas de control que se explicarán más adelante, generadores de energía en el caso en que la demanda del edificio lo requiera.

La acometida del edificio actualmente es trifásica a 230V con lo cual será necesario instalar un transformador de tensión de 230 a 400 V trifásicos junto al cuadro general del edificio.

De la acometida saldrá una línea de alimentación trifásica hasta el cuadro de protecciones ubicado dentro del armario exterior que se instalará junto a los puntos de recarga. Dentro de este cuadro habrán las protecciones individuales de los puntos de recarga. Además, dentro del armario exterior se instalará el cuadro de monitorización de toda la instalación.

Se tendrá que solicitar a la compañía eléctrica un aumento de potencia del suministro de 30 kW, puesto que la potencia de los puntos de recarga sumará este valor (10+10+10 kW). La empresa adjudicataria de la instalación se deberá de encargar de las gestiones necesarias por la modificación de la potencia de la instalación de baja tensión.

Los equipos de medida irán dentro de un armario que tendrá las siguientes características:

- Material
- Puertas:
- Resistencia a impactos: IK10
- Grado de estanqueidad IP66
- Dimensiones: 600 x 1200 x 400 (An x A x P)



Imagen 4.1 – Ejemplo de armario de aluminio

Como se describe anteriormente, los puntos de recarga se instalarán serán los siguientes.

- Tres puntos de recarga con una presa trifásica bidireccional V2G de 10 kW en corriente continuo del fabricante PRE o similar.

Cada punto de recarga dispondrá de un sistema de identificación de usuario RFID Mifare. El sistema tiene que permitir conectar con la plataforma de electrolinerres 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-ETH-C2 de Circutor o similar, midiendo la energía consumida y entregada por cada punto de recarga. A la acometida también se colocará uno del modelo CVM-MINE-ITF-ETH-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.

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:

- Punto de carga de vehículo eléctrico
- Cableado
- Cuadros de protecciones de corriente alterna
- Puesta a tierra
- Sistema de monitorización

5 Características de los componentes

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

5.1. Puntos de carga de vehículo eléctrico

La instalación de la electrolinera incluye el montaje de 11 puntos de recarga (11 presas en total) para vehículos eléctricos. Tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, los puntos de recarga serán de tipología V2G (Vehículo-tono-grid) que permite que el vehículo eléctrico cargue sus baterías cuando estas necesiten ser recargadas o alternatively que este flujo se invierta y sea el propio vehículo el que inyecte energía en la red del edificio de la brigada cuando este no se esté utilizando para el transporte. Concretamente, los puntos de recarga V2G seleccionados serán del fabricante PRE o similar con una potencia de 10 kW cada cual, modo de carga 4 y protocolo CHAdeMO.

A continuación se muestran algunas de sus especificaciones técnicas:

Modelo		V2G500V30A (Bidirectional)
Output (Battery)	Voltage Range	50 .. 500Vdc
	Current Range	-28 .. +28A @ 125-360Vdc (-30 .. +30A without internal fuse - optional)
	Rated Power (5)	10.000W @ 400Vac
	Voltage Ripple + Noise (2)	500mVp-p
	Voltage & Current Tolerance (3)	<1%
	Line / Load Regulation	<2%
	Current Ripple	<1Arms @ Rated Power (measured on a resistive Load)
Input (Mains)	AC Voltage & Current Range (5)	400Vac +/-10%, 0-16A, 50Hz (11kVA max.) 3L + N + PE
	Power Factor (Control)	>0,98 @ 400Vac & Rated Power (-0.90 .. +0.90 Reactive Power Control in V2G Mode)
	Total Harmonic Current	<5% @ 400Vac & Rated Power
	Efficiency (max.)	>95% @ 400Vac
	Stand-by consumption	<2.5W @ Main Relay Off (St-by mode pin:Low) / <18W @ Main Relay On (St-by mode pin:High)
	Inrush Current (max.)	50A Cold Start @ 400Vac
	Leakage Current	<3.5mA @ 400Vac
Protection	Input UVP & OVP	Voltage & Frequency Window, Phase error, DC Injection (external fuse)
	Output OVP & OCP	550V (30A 600Vdc Midget Fuse)
	Over Temperature	84°C at main Heatsink. Output Power derating at higher Tamb.
Control	Control	CAN-bus with h/w Interlock (Charge Enable) and Standby mode (CANopen protocol / 500kbps)
	Auxiliary supply (Input)	9V - 32V 100mA max.
General	Protection Class	Class I
	Isolation	>100MΩ (In-Output: reinforced / PE-Input, PE-Output: Basic / CAN Interface: reinforced)
	Overvoltage category	Category II (internal SPD for Overvoltage cat. III for fixed installations optional)
	Leakage Current detection (opt.)	AC/DC(30mA/6mA) RCD according to IEC62752-2016 and internal 20A/440V fuses optional
	Cooling	Fan cooled (Temperature controlled)
	IP protection class	IP00
	Working (Storage) Temp. & RH.(5)	-20 .. 50°C (-20 .. 70°C) / 10 .. 90% Non Condensing
	Dimension & Weight	Approx. 500x300x110mm / 15kg (excl. fans)
	Lifetime (MTBF)	>100.000 hours @ 25 °C (Designed to meet <0.1% / Year)
Safety & EMC(4)	Safety (LVD)	IEC 62368-1 (Low-Voltage Directive 2014/35/EU)
	EMC / Applicable Standards (6)	IEC 61851-23, EN 55011 Class A, IEC 61000-3.2, IEC 61000-4.2,3,4,5,6,8,11 (criteria: B)
	Grid connectivity (7)	G98/1, G99/1:2019-4(UK), VDE-AR-N-4105:2018-11(D)

Taula 5.1. Especificaciones técnicas del punto de recarga V2G

La tecnología bidireccional en la recarga de vehículos eléctricos abre un abanico de posibilidades hasta ahora poco explotado. Esta tecnología permite realizar cargas y descargas del vehículo eléctrico mediante convertidores DC bidireccionales. Normalmente son cargadores de poca potencia (5-10 kW) en corriente continua y actualmente con protocolo CHAdeMO. Por lo tanto, los vehículos que permiten

esta nueva tipología de trabajo tienen que incluir tecnología de carga en continua y protocolo CHAdeMO (protocolo japonés). Estos vehículos serían:

- **Nissan Leaf**
 - **Nissan e-NV200**
 - **Mitsubishi Outlander**
 - **Mitsubishi iMiev (modelos nuevos)**
 - **Peugeot ion (modelos nuevos)**
 - **Citroen zero (modelos nuevos)**

Otros vehículos incorporarán en el futuro este sistema bidireccional a pesar de que actualmente está en fases preliminares las especificaciones para los modelos europeos



Imagen 5.1. Nissan Leaf conectado a un cargador V2G

Existen diferentes tipologías de aplicaciones en función del equipo utilizado: V2G, V2H o V2L.

5.1.1. V2G

La tecnología V2G (Vehículo to Grid) es la más utilizada actualmente y se basa en el uso de la batería del vehículo eléctrico para suplementar una red existente. Esta utilización permite, por parte de una compañía eléctrica, trabajar balanceando los picos de corriente de la red o haciendo agregación.

Por otro lado, debido a que se trata de una tecnología que requiere de una red existente para su funcionamiento, también abre posibilidades de complemento de potencia o energía en acontecimientos deportivos o culturales, acumulación a los vehículos tarifas valle y uso tarifas punta u otras. Se tienen que percibir los vehículos eléctricos como baterías con ruedas que están distribuidos por toda la ciudad y a disposición para balancear la red en todo momento.

La tecnología V2G es una tecnología nueva pero que puede implantarse fácilmente en las instalaciones de vehículos eléctricos actuales para facilitar su retorno de inversión. Actualmente ya se están

realizando proyectos pilotos por Europa demostrando su utilización y garantizando su correcto funcionamiento sin que este afecte en el estado de las baterías.

En instalaciones grandes o en flotas privadas de vehículos la implantación es claramente favorecedora y sobre todo permite estar al frente, desde un punto de vista de la innovación.

5.1.2. V2L

Cuando se habla de V2L (Vehículo tono Load) se hace referencia al equipo que permite la descarga de un vehículo eléctrico para generar la red eléctrica que permita en caso de emergencia alimentar otros equipos. El V2L se diferencia del V2G en que no necesita de una red eléctrica existente sino que la genera él automáticamente.



Imagen 5.2. Generación de una red eléctrica en caso de emergencia intermediando un V2L

Debido a la complejidad de estos equipos y a su coste, los equipos con tecnología V2L son normalmente más pequeños y orientados a alimentar únicamente pequeños equipos. Se han extendido en el Japón raíz de los últimos terremotos existiendo alrededor de unos 3000 equipos por todas las islas.

5.1.3. V2H

En relación al V2H (Vehículo tono Hombre), este parte de la idea del V2L pero orientado a alimentar un edificio entero mediante esta tecnología. Puede apoyarse en una red eléctrica existente o generar automáticamente la red, por lo cual no se necesario una red existente como en el caso del V2G.

Es una solución muy interesante para segundas residencias, campings u otras aplicaciones.



Imagen 5.3. Aplicación de la tecnología V2H

5.1.4. Aplicaciones V2G

Existen infinidad de aplicaciones donde se puede utilizar la tecnología bidireccional. En este caso nos basaremos en la tecnología V2G y aplicaciones relativas a esta.

Hay que destacar, pero, que a pesar de que los equipos permiten descargar de manera constante y manual el coche eléctrico, se recomienda el uso de aplicaciones que gestionen la potencia disponible en cada instante en la instalación así como la que se retirará del vehículo.

FLOTAS DE VEHICULOS

- Acumulación en valle y utilización en punta

En empresas donde existe una flota de vehículos eléctricos es de vital importancia dar un valor añadido al uso de estos vehículos.

Un uso muy importante es utilizar los vehículos eléctricos para realizar la suya carga en tarifa nocturna aprovechando que todos los vehículos están al parquin de la empresa. Una vez todos los vehículos estén cargados, se utilizarán los que no sean necesarios durante el día para descargar la energía necesaria para alimentar el edificio y/o para suplir picos de potencia.

En este caso el vehículo se tiene que equiparar a un sistema de acumulación normal pero teniendo en cuenta que no todas las baterías estarán disponibles en el día siguiente. También puede utilizarse el vehículo eléctrico para almacenar los excedentes de energía solar generada en placas solares y después utilizarlas en el edificio. En este último caso, sería necesario un analizador a la cabecera de la instalación que informaría del consumo instantáneo y un elemento inteligente que gestionaría la entrada de los vehículos eléctricos en la gestión de la demanda. El punto de recarga estarán por defecto en modo de carga y así seguirá mientras el nivel de carga de la batería del coche esté por debajo de un porcentaje previamente establecido (por defecto es del 80% a pesar de que es modificable). Una vez el nivel de carga de la batería del vehículo pase del porcentaje establecido (más un porcentaje de seguridad) se podrá pasar a la descarga de la batería para suplir picos de potencia o consumo excesivos.

- Picos de potencia: el analizador estará continuamente midiendo la potencia consumida. Si las medidas que toma el analizador están próximas en un porcentaje al máximo configurado

automáticamente, el punto de recarga pasa a modo de descarga y proporciona la potencia necesaria para reducir este valor. Una vez el valor de la potencia baje por debajo del umbral de seguridad, el punto de carga deja de inyectar en la red y pasa a cargar el vehículo de nuevo si se considera necesario (dos condiciones, que esté tarifa valle y sea beneficiosa la suya carga y/o que la batería del vehículo esté por debajo del 80% de SOC). El punto de carga estará descarga mientras el valor de SOC (State of Charge) sea superior al mínimo configurado

- **Energía:** En este modo se tiene que considerar si es interesante la carga en el horario actual. En caso afirmativo, cuando el vehículo llegue se posará en modo de carga mientras esté por debajo del 80% de ZOCO o valor configurado. En caso de que exista una demanda de energía se procederá a descargar el vehículo mientras el ZOCO esté por encima del valor mínimo.

En ambos casos la parada es abrupta y los cambios de estado de carga a descarga también. Se tendría que optimizar analizando tendencias de la curva de potencia y realizando predicciones, pero entonces este sistema se tendría que controlar mediante un software inteligente. Además, se tienen que tener en cuenta no solo las tarifas energéticas contratadas sino también si la energía procede de fuentes renovables (precio inferior) o si los vehículos vienen cargados desde fuera de la instalación.



Imagen 5.4. Flota de vehículos eléctricos conectados a cargadores V2G

- **Utilización por parte de la compañía eléctrica para suplir picos de potencia**

Del mismo modo que en el caso anterior, existe la posibilidad de que la compañía eléctrica quiera utilizar los propios vehículos conectados para suplir los picos de máxima potencia demandada. Estos picos pueden apreciarse a la siguiente gráfica:

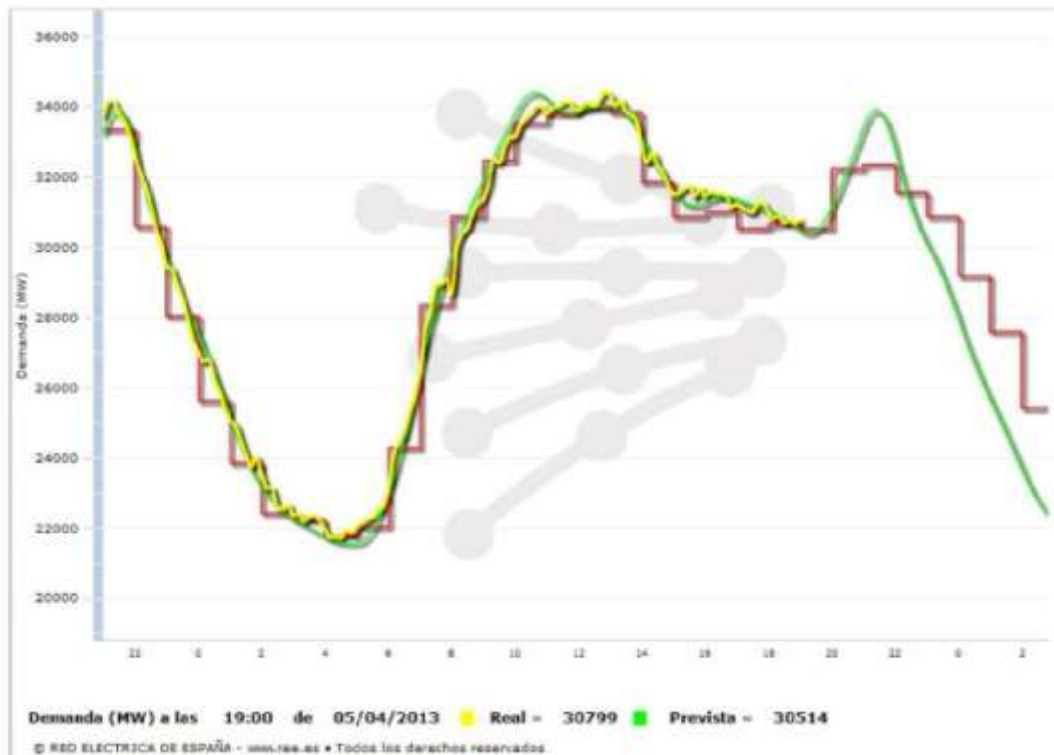


Imagen 5.5. Gráfica que muestra los picos de potencia demandada

Cómo se puede observar, en la actualidad existe una alta demanda durante el día y baja durante la noche. Esta curva pretende suavizarse con la entrada de los vehículos eléctricos que cargarán durante la noche. La gran mayoría de vehículos eléctricos, pero, también se desplazarán durante el día en el trayecto hacia el trabajo y allá quedarán conectados en la red sin ningún uso. Es entonces cuando tanto la propiedad privada como las eléctricas pueden acordar con el propietario del vehículo para extraer potencia o energía de manera remunerada.

- Utilización por parte de la compañía eléctrica para agregación

Además de poder utilizarse para el uso privado en una flota de vehículos, existe la posibilidad de vender este uso en un tercero. Actualmente existen normativas para la agregación en todos los países europeos que obligan a regular la frecuencia en un tiempo determinado. En países como UK o Dinamarca estos tiempos se han visto reducidos drásticamente para favorecer una calidad de la red más grande.

Actualmente existen proyectos pilotos en varios países donde se está facturando para el disponibilidad de los vehículos de flotas para realizar tareas de agregación. El beneficio para la empresa que gestiona la flota es grande puesto que las baterías de los vehículos eléctricos no sufren al cargar o descargar poca potencia en cada momento y se recibe una ganancia por el tiempo muerto de los coches.

USO EN ACONTECIMIENTOS

Gracias al hecho de poder disponer de vehículos eléctricos compatibles con la carga bidireccional, en el caso de la celebración de acontecimientos puntuales como por ejemplo conciertos, ferias o presentaciones, se puede utilizar esta tecnología para suplir la energía o potencia que haga falta y así no tener que contratar más potencia de la necesaria.

Para este tipo de aplicaciones y al tratarse de un equipo V2G será necesario que exista una red eléctrica y los equipos a los cuales se quiere alimentar.

ACUMULACIÓN DE ENERGÍA

Cómo en el caso de las flotas de vehículos, puede utilizarse el vehículo eléctrico para almacenar energía en horas valle y aprovecharla en otras horas de forma que el usuario salga beneficiado.

También existe la posibilidad de alimentar otros vehículos eléctricos con la energía extraída de uno de ellos. Por ejemplo, si se dispone de una acometida de 10 kW pero necesitamos puntualmente alimentar dos vehículos a 7 kW, se podría extraer de un coche la energía durante un periodo de tiempo y proporcionar-la en la red, entonces se conseguiría tener una red de 20 kW (10 kW que ya tenía la propia red y 10 kW del vehículo).

GESTIÓN REMOTA DEL EQUIPO

En cuanto a la aplicación de los puntos de recarga V2G en el presente proyecto, este se programará según las especificaciones establecidas por la AMB una vez se acabe de estudiar y definir de manera cuidadosa qué es el perfil del consumo del edificio y qué configuraciones de inyección en la red interior son las más adecuadas para extraer lo máximo provecho posible de la instalación de un punto de recarga bidireccional. Paralelamente se deberá de tener en cuenta que el control de carga y descarga del vehículo deberá de ser gestionable de manera remota por parte de la AMB.

La programación de las variables de funcionamiento de los equipos V2G, deberá de ser modificable de manera remota a través de un sistema SCADA. Concretamente, las variables que tendrán que ser modificables son:

- Horarios en que el equipo funciona en modo cargador y en modo inyector, para permitir la carga de baterías en periodo valle y la entrega de energía en el edificio en periodo punta, en función también de los horarios de uso del vehículo eléctrico.
- SOC de la batería. Por defecto, el equipo V2G viene programado a un SOC del 30%, pero en función de lo experiencia de funcionamiento este valor tiene que ser modificable por los gestores de las instalaciones.
- Potencia de carga y descarga del equipo V2G. La potencia a la que se quiere que se produzca el proceso de carga y descarga de la batería del vehículo eléctrico, tiene que ser modificable por los gestores de las instalaciones.
- Potencia umbral demandada por el edificio. Cuando la potencia demandada por el edificio supere un valor establecido por los gestores de las instalaciones, el equipo V2G tiene que pasar de modo carga de batería a modo descarga, de forma que la batería del vehículo permita cubrir estos picos de demanda del edificio, pudiendo de este modo gestionar mejor la potencia contratada del edificio.

El gestor de la instalación podrá modificar los parámetros de configuración del control de los V2G a través del SCADA. Para permitir la modificación de los parámetros en remoto se habilitará una conexión VPN o similar que permita acceder al PC donde se aloja lo SCADA remotamente

El sistema de gestión permitirá activar o desactivar el control automático de los V2G desde la plataforma SCADA. Cuando el control automático de los V2G esté desactivado la gestión de carga
o

descarga del vehículo la hará el usuario de los V2G desde la propia interfaz física de los cargadores V2G.

La lógica de control descrita más arriba se implementará en uno autómata/PC industrial. Este autómata / PC industrial estará integrado en la red LAN de la electrolinera. El autómata se comunicará con los cargadores V2G intermediando el protocolo Modbus TCP/Ethernet. Este autómata se comunicará con un analizador de redes con capacidad de comunicar mediante el protocolo Modbus TCP/Ethernet que monitorizará el consumo a la acometida. Opcionalmente, este sistema podría interactuar con el autómata del sistema de monitorización de estado del punto de recarga para limitar la potencia máxima de carga.

El autómata comunicará a la plataforma Sentilo para poder conocer el estado de funcionamiento del cargador V2G (Modo de funcionamiento, SOC del vehículo conectado, alarmas...). Estos datos se podrán visualizar a través de la plataforma SMART DATA SYSTEM o similar.

Queda incluido dentro del alcance de este proyecto el desarrollo necesario para poder cumplir con todos estos requerimientos.

SISTEMA DE GESTIÓN INTELIGENTE

Además de poder modificar de manera remota los parámetros de funcionamiento del cargador descritos en el apartado anterior, la instalación tiene que incorporar un sistema de gestión inteligente que controle el equipo de manera autónoma teniendo en cuenta los consumos del edificio y de cargas de vehículo eléctrico.

El Sistema de gestión inteligente contará con uno módulo de gestión que planificará durante las próximas 24h de manera óptima la carga y descarga del vehículo en función del precio de la energía, la previsión de consumos y presencia de vehículos eléctricos conectados a los puntos de carga. El sistema de gestión inteligente se ocupará de la gestión en tiempo real que permitirán ajustar el balance de potencia de los diferentes equipos por ejemplo evitar que el consumo de la red exceda un determinado valor de potencia.

Para poder desarrollar este control el Sistema de gestión inteligente comunicará con un analizador de redes conectado a la acometida de la instalación y los cargadores V2G intermediando Modbus TCP/IP.

El Sistema de gestión inteligente será capaz de comunicarse con la plataforma Sentilo.

El Sistema de gestión inteligente se alojará en uno autómata o PC industrial donde se implementarán las funciones descritas más arriba. En el mismo autómata/PC industrial se alojará lo SCADA que permitirá modificar los parámetros de configuración.

El gestor de la instalación podrá modificar los parámetros de configuración del Sistema de gestión inteligente a través del SCADA.

El sistema de gestión permitirá activar o desactivar el control automático del V2G desde SCADA. Cuando el control automático del V2G esté desactivado la gestión de carga o descarga del vehículo la hará el usuario del V2G desde la misma interfaz física del cargador V2G.

5.2. Red de distribución

La red de distribución comprende todos los conductores que transportan la energía eléctrica desde el cuadro general hasta el cuadro de protecciones baja tensión de los cargadores situado al armario a pie de calle junto a los puntos de recarga.

El cableado de corriente alterna 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 y con las siguientes características:

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

El recorrido de cableado circulará por canalización de superficie por el que hace el tramo en el interior del edificio y subterránea desde la fachada del edificio hasta los puntos de recarga por tubo corrugado de 50 mm.

5.3. Protecciones en corriente alterna de los puntos de recarga y cuadro de monitorización

La línea de alimentación de los puntos de recarga y de la monitorización, que se alimentarán desde la acometida, deberá de disponer 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 1 ubicado junto al cuadro general dispondrá de un interruptor magnetotérmico para proteger el circuito contra sobrecargas y cortocircuitos. Las características de estos interruptores serán las siguientes:

Interruptor magnetotérmico cuadro de monitorización 1	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	10A
Poder de corte	15 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.2. Características de los interruptores magnetotérmicos del circuito del cuadro de monitorización 1

El tramo Acometida - Cuadro de protecciones exterior trifásico dispondrá de cuatro interruptores magnetotérmicos para proteger el circuito contra sobrecargas y cortocircuitos. Las características de estos interruptores serán las siguientes:

Interruptor magnetotérmico línea de alimentación general

Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	63A
Poder de corte	15 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones
Unidades	2

Interruptor magnetotérmico línea de alimentación general

Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	50A
Poder de corte	15 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones
Unidades	2

Tabla 5.3. Características de los interruptores magnetotérmicos del circuito de los puntos de recarga

El tramo Cuadro de protecciones exterior → Puntos de recarga V2G dispondrá de tres interruptores magnetotérmicos para proteger los circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos. Las características de estos interruptores serán las siguientes:

Interruptor magnetotérmico V2G

Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	25A
Poder de corte	10 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.4. Características del interruptor magnetotérmico de los circuitos de carga de los V2G

El tramo Cuadro de protecciones exterior → Cuadro de monitorización 2 ubicado al armario junto a los puntos de recarga dispondrá de un interruptor magnetotérmico para proteger el circuito contra sobrecargas y cortocircuitos. Las características de estos interruptores serán las siguientes:

Interrupor magnetotérmico cuadro de monitorización 2	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	10A
Poder de corte	10 kA
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.5. Características de los interruptores magnetotérmicos del circuito del cuadro de monitorización 1

- **Protección diferencial**

La línea de alimentación del cuadro de monitorización 1 dispondrá también de una protección diferencial para proteger contra descargas indirectas. Las características del interruptor diferencial serán las siguientes:

Interrupor diferencial Cuadro de monitorización 1	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	25 A
Sensibilidad	30 mA
Tipo	Clase AC
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.6 Características del interruptor diferencial del circuito del cuadro de monitorización

El tramo Acometida → Cuadro de protecciones exterior trifásico dispondrá también de una protección diferencial selectiva para proteger contra descargas indirectas. Las características del interruptor diferencial serán las siguientes:

Interrupor diferencial Línea de alimentación general	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	63 A
Sensibilidad	300 mA
Tipo	Clase AC
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.7 Características del interruptor diferencial del circuito del cuadro de monitorización

El tramo Cuadro de protecciones exterior trifásico - Puntos de recarga dispondrá también de tres protecciones diferenciales para proteger contra descargas indirectas. Las características de los interruptores diferenciales serán las siguientes:

Interruptor diferencial Cuadro de monitorización	
Tensión nominal	400 V (AC)
Intensidad nominal	25 A
Sensibilidad	30 mA
Tipo	Clase AC
Tiempo de vida	> 20.000 actuaciones

Tabla 5.8 Características del interruptor diferencial del circuito del cuadro de monitorización

- **Protección contra sobretensiones**

La protección contra sobretensiones de los tramos Cuadro general de protecciones - Cuadro de protecciones exterior y Cuadro de protecciones exterior - Puntos de carga se realizarán intermediendo 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, quatripolares y de 15 kA de intensidad máxima transitoria. Las protecciones de sobretensiones de los puntos de recarga se encuentran integradas en los mismos.

5.4. 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.

La instalación se conectará a la presa de tierra del edificio.

6 Sistema de monitorización

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

6.1. 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.

Equipo	VARIABLE	NOM DE LA VARIABLE A PUBLICAR	OBSERVACIONES
Contador Escomesa General de Edificio	Energía importada	999999_RT_ES1_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absoluto acumulado de importación en el punto frontera del Contador bidireccional
	Energía importada	999999_RT_ES1_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferencia de importación en el punto frontera del Contador bidireccional
	Energía exportada	999999_RT_ES1_EACTIVA_EXPORT_ABS	Valor absoluto acumulado de exportación en el punto frontera del Contador bidireccional
	Energía exportada	999999_RT_ES1_EACTIVA_EXPORT_0IFF	Valor diferencia de exportación en el punto frontera del Contador bidireccional
	Potencia importada	999999_RT_ES1_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resumen en un periodo de la potencia importada promedio
Contador V2G1	Energía consumida	999999_RT_EVCS1_V2G1_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absoluto acumulado del consumo del cargador V2G1
	Energía consumida	999999_RT_EVCS1_V2G1_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferencia del consumo del cargador V2G1
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS1_V2G1_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resumen en un periodo de la potencia demandada promedio del cargador V2G1
	Energía entregada	999999_RT_EVCS1_V2G1_EACTIVA_EXPORT_ABS	Valor absoluto acumulado de la energía entregada por el cargador V2G1
	Energía entregada	999999_RT_EVCS1_V2G1_EACTIVA_EXPORT_0IFF	Valor diferencia de la energía entregada por el cargador V2G1
	Potencia entregada	999999_RT_EVCS1_V2G1_PACTIVA_EXPORT_AVG	Resumen en un periodo de la potencia entregada promedio del cargador V2G1
Contador V2G2	Energía consumida	999999_RT_EVCS1_V2G2_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absoluto acumulado del consumo del cargador V2G2
	Energía consumida	999999_RT_EVCS1_V2G2_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferencia del consumo del cargador V2G2
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS1_V2G2_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resumen en un periodo de la potencia demandada promedio del cargador V2G2
	Energía entregada	999999_RT_EVCS1_V2G2_EACTIVA_EXPORT_ABS	Valor absoluto acumulado de la energía entregada por el cargador V2G2
	Energía entregada	999999_RT_EVCS1_V2G2_EACTIVA_EXPORT_0IFF	Valor diferencia de la energía entregada por el cargador V2G2
	Potencia entregada	999999_RT_EVCS1_V2G2_PACTIVA_EXPORT_AVG	Resumen en un periodo de la potencia entregada promedio del cargador V2G2
Contador V2G3	Energía consumida	999999_RT_EVCS1_V2G3_EACTIVA_IMPORT_ABS	Valor absoluto acumulado del consumo del cargador V2G3
	Energía consumida	999999_RT_EVCS1_V2G3_EACTIVA_IMPORT_0IFF	Valor diferencia del consumo del cargador V2G3
	Potencia consumida	999999_RT_EVCS1_V2G3_PACTIVA_IMPORT_AVG	Resumen en un periodo de la potencia demandada promedio del cargador V2G3
	Energía entregada	999999_RT_EVCS1_V2G3_EACTIVA_EXPORT_ABS	Valor absoluto acumulado de la energía entregada por el cargador V2G3
	Energía entregada	999999_RT_EVCS1_V2G3_EACTIVA_EXPORT_0IFF	Valor diferencia de la energía entregada por el cargador V2G3
	Potencia entregada	999999_RT_EVCS1_V2G3_PACTIVA_EXPORT_AVG	Resumen en un periodo de la potencia entregada promedio del cargador V2G3

Tabla 6.1. 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-ETH-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 Ethernet por protocolo Modbus-TCP. El cable de red se portará hasta el cuadro de monitorización ubicada al armario exterior junto a los puntos de recarga.

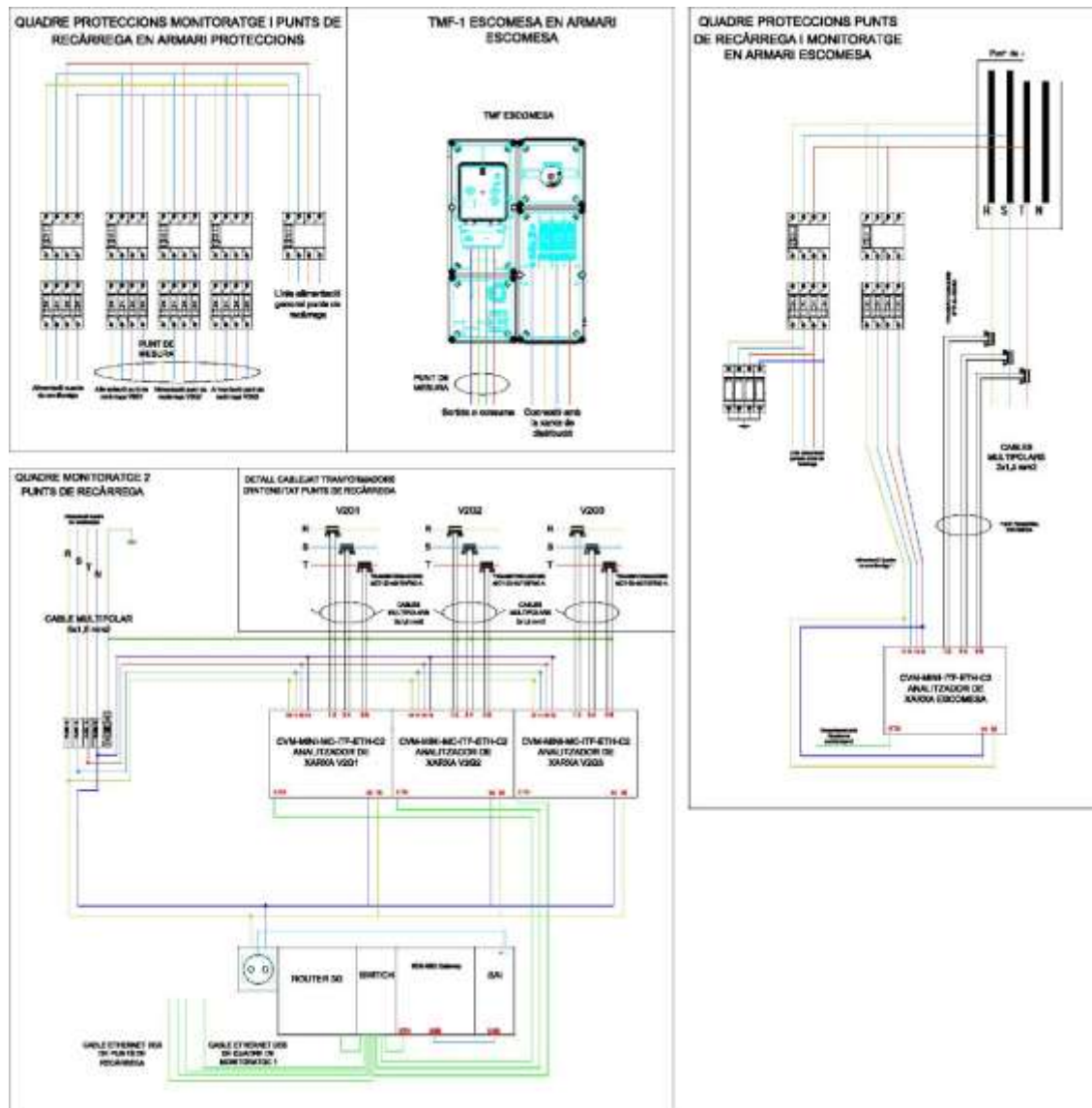
- TRANSFORMADORES De INTENSIDAD: transformadores de núcleo abierto STP-24-5A con relación de transformación 200/5 A.
- ANALIZADOR DE RED – PUNTOS DE RECARGA V2G. Se instalarán tres analizadores de redes trifásicos, modelo CVM-MINE-MC-ITF-ETH-C2 de Circutor o similar, y se instalará en la línea de alimentación de cada presa del cargador. Tendrán un puerto de comunicación Ethernet por protocolo Modbus-TCP.
 - TRANSFORMADORES De INTENSIDAD: transformadores de núcleo cerrado MC1-20-50/100/150 A con relación de transformación 50/0,25 A.
- 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 datos (Modbus-RTU) y los datos deseados 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.

.



Los analizadores de red de los puntos de recarga se ubicarán en un cuadro dentro del armario eléctrico ubicado junto a los párquines. El analizador de redes de la acometida se ubicará en un cuadro dentro del cuadro general del edificio y se comunicará con al cuadro de monitorización exterior mediante un cable de red.

Imagen 6.1. 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 tres puntos de recarga de PRE del electrolinera 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:

- 1 para cada uno de los puntos de recarga.
- 1 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.

7 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:

Vertedero de Badalona

Av. Baix Llobregat, s/n,

08950 Esplugues de Llobregat, 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 < Sf ≤ 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	$\leq 0,25$
$\leq 500 \text{ V}$	500	$\leq 0,50$
$> 500 \text{ V}$	1000	$\leq 1,00$

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 $2U + 1000 \text{ V}$ 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 soportada 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. Categorías según el nivel de tensión

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 cuándo:

- 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:

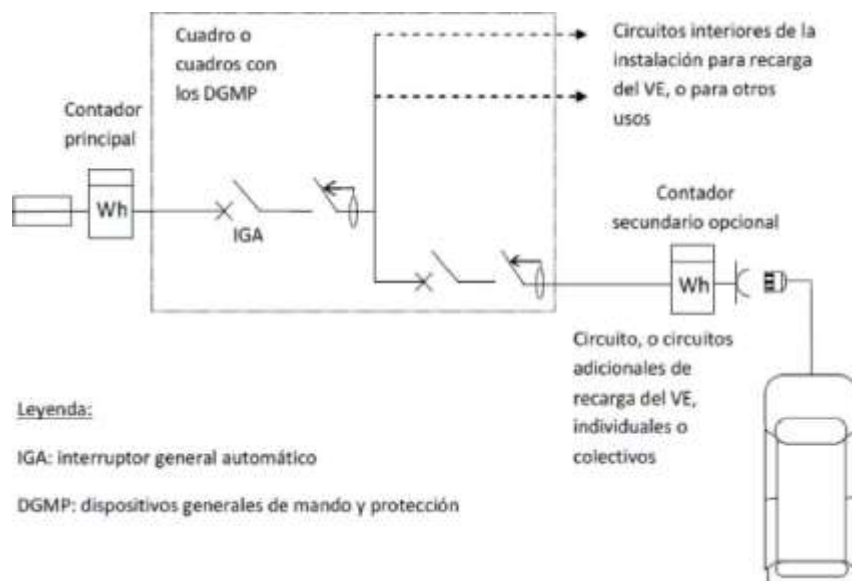


Imagen 9.1. Esquema 4b: instalación con circuito adicional

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 sobreintensidades.

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 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 presa a tierra se deberá de 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 des del punto de vista de sollicitaciones 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 per:

- 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 coger 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	25 mm ² Cu
	50 mm ² Ferro	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 15 de febrero de 2020