

# ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS ESCENARIOS DE IMPLANTACIÓN DE LOS SIRVE

## SIRVE

### SISTEMAS INTEGRADOS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

#### *Socios del proyecto:*

---



urbener



Circe

Centro de Investigación  
de Recursos y Consumos  
Energéticos



#### *Colaborador:*

---



*Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en el  
Subprograma INNPACTO 2011*

---





## ÍNDICE.

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	3
2.	ESCENARIOS DE APLICACIÓN.....	4
	Escenarios de aplicación de los distintos modos de recarga de vehículo eléctrico .....	5
	Escenarios de aplicación de los distintos SIRVE .....	7
3.	CONDICIONES DE CONEXIÓN A RED .....	8
	Condiciones de conexión en función de las necesidades por modo de recarga de vehículo eléctrico .....	8
	Condiciones de conexión en función de las características de los sistemas de generación eléctrica.....	9
	Condiciones de conexión en función de otros consumos de los SIRVE.....	10
	Condiciones de conexión en función del REBT y de las Normas Técnicas Particulares de cada distribuidora de energía eléctrica .....	11
	Condiciones de conexión debidos al Régimen Especial de generación de energía eléctrica. ....	11
4.	POSIBLES ESQUEMAS DE LOS SIRVE.....	12
5.	CONCLUSIONES .....	19



## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Este documento, titulado “**Análisis Técnico de los Escenarios de Implantación de los SIRVE**”, constituye el **Hito H 3.1** del Proyecto INNPACTO SIRVE. La redacción de este documento constituirá el final de la **tarea T 3.1** del **paquete de trabajo PT 3** del proyecto.

La tarea T 3.2, Análisis técnico de los Escenarios, consiste en el análisis técnico de los posibles escenarios de implantación de los dispositivos SIRVE, para la elección de las mejores soluciones técnicas de acuerdo a las necesidades planteadas en cada escenario. La entidad responsable de esta tarea es la Fundación CIRCE, aunque también participará ENDESA y, en menor medida, otros miembros del consorcio como son URBENER.

En este documento se presentarán los posibles escenarios de implantación de los SIRVE y las necesidades de recarga de vehículos eléctricos asociados a cada uno de ellos. Posteriormente se estudiarán las características del suministro energético de los diferentes consumos de los SIRVE y del punto de conexión con la red eléctrica de los sistemas de generación de origen renovable. Para finalizar el documento, se presentarán una conclusiones que determinen las características más adecuadas a cada SIRVE en función de sus posibles escenarios de implantación.



## 2. ESCENARIOS DE APLICACIÓN

El portafolio de soluciones tipo que se pretende desarrollar a lo largo de este proyecto consta de dos “Sistemas Integrados para la Recarga del Vehículo Eléctrico” o SIRVEs:

- **Instalación Individual:** Una instalación individual está formada por un único punto de recarga en la modalidad de carga lenta, moderada o rápida de vehículos eléctricos lo que le aporta versatilidad a la instalación. Este SIRVE está muy definido en función del uso al que se destine, los entornos de aplicación serán: **urbano y de desplazamiento** y se recomienda configurarlos con carga rápida y con carga moderada.
- **Instalación Multicarga Modular:** Este tipo de instalaciones permite realizar la recarga de un vehículo eléctrico de forma rápida, lenta o moderada, como en el caso anterior, lo que permite adaptarse a las necesidades de cada usuario. Pero la principal diferencia entre ambas está en que no es una instalación con un único punto de recarga si no que tiene la posibilidad de realizar varias recargas a la vez. Además es posible ampliar la instalación si fuese necesario, debido al carácter modular de la misma, para poder ajustar con ello la oferta a la demanda del mercado.  
Por tanto los lugares donde mejor encajarían este tipo de instalaciones serán grandes aparcamientos, estaciones de servicio urbanas o de desplazamiento y cualquier ubicación que pueda proporcionar un servicio de recarga a los usuarios que lo soliciten.

La configuración de cada uno de los SIRVE anteriormente mencionados dependerá principalmente del escenario de implantación del mismo:

- **Entorno urbano.** Dentro de un núcleo urbano, por tanto las localizaciones más frecuentes serán:
  - **Aparcamiento en superficie**
  - **Aparcamiento centros comerciales**
  - **Entorno empresarial**
  - **Alquiler de flotas de vehículos eléctricos en aeropuertos, estaciones de AVE**
- **Entorno desplazamiento.** Este tipo de entorno se da cuando se realiza un desplazamiento entre dos puntos, en función de las características del vehículo y la distancia que se quiera recorrer serán necesarios instalar uno o varios punto de recarga en dicho recorrido. Para explicarlo se plantea un ejemplo de desplazamiento entre Zaragoza y Barcelona, la distancia exacta entre ambos puntos es de 317 km. Si la autonomía media de un vehículo



eléctrico actual ronda los 150 km serán necesarios 3 puntos de recarga para poder realizar dicho viaje. Por tanto las ubicaciones principales serán:

- **Estaciones de servicio**
- **Áreas de descanso de autovías y autopistas**

A lo largo de este texto se presentarán las posibles combinaciones existentes entre SIRVEs, modo de recarga y emplazamiento y se propondrán las soluciones más adecuadas a cada una de ellas

### **Escenarios de aplicación de los distintos modos de recarga de vehículo eléctrico**

La norma UNE-EN 61851-1 establece cuatro modos de recargar el vehículo eléctrico (Tabla 1):

	Modo 1		Modo 2		Modo 3		Modo 4	
<b>Conexión a la red</b>	Enchufe de 16 A		Toma de corriente normalizada		Conexión directa del VE a la red alterna por toma de recarga		Conexión indirecta del VE a la red de alterna por toma de recarga	
<b>Dispositivo de regulación de la carga</b>	Incluido en VE		Incluido en VE		Incluido en VE		Incluido en la toma de recarga	
<b>Sistema de recarga conectado permanentemente a la red</b>	---		No		Sí		Sí	
<b>Comunicación</b>	No necesaria		Obligatorio conductor piloto de control		Comunicación entre vehículo y toma obligatoria		Comunicación entre vehículo y toma obligatoria	
<b>Número de Fases</b>	I	III	I	III	I	III	I	III
<b>Potencia máxima (kW)</b>	3,7	11	7,4	22	7,4	22	240	210

Tabla 1. Modos de carga de VE según UNE-EN 61851-1.

En la Figura 1 se recogen los tipos de carga que soportan los VE y sus rangos de potencias. Se añade, aunque no esté recogida en la norma, un modo de carga “elevado”, puesto que varios modelos de VE la utilizan.

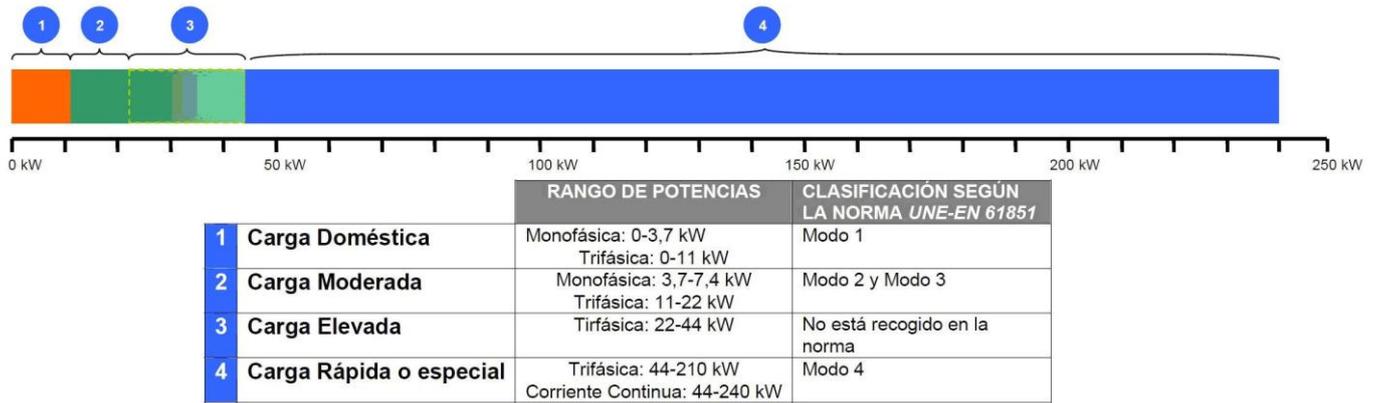


Figura 1. Tipos de carga para el VE

En la Tabla 2 se muestran los modos de recarga más apropiados para cada tipo de instalación.

		Recarga lenta individual (viviendas, empresas)	Recarga rápida multipunto (parkings públicos, centros comerciales, vía pública)	Recarga rápida (estaciones de servicio)
<b>LENTA</b> (Modo 1)	3 kW Mono 16 A			
	6 kW Mono 32 A			
<b>MODERADA</b> (Modo 2 y 3)	24 kW Trif 32 A			
<b>RÁPIDA</b> (Modo 4)	42 kW Trif 63 A			
	>50 kW DC 125 A			

Tabla 2. Potencia deseable de la toma en función del escenario.



### Escenarios de aplicación de los distintos SIRVE

A continuación, Tabla 3, se muestra el SIRVE ideal para cada posible emplazamiento:

		SIRVE individual				SIRVE Multicarga modular
		M1	M1, M2 y M3	M2, M3 y M4	M4	
Entorno urbano	Aparcamiento en superficie	No	Si	Si	Si	No
	Aparcamiento en centros comerciales	No	Si	Si	Si	Si
	Entorno empresarial	No	Si	Si	Si	Si
	Alquiler flota de VE	No	Si	Si	Si	Si
Entorno desplazamiento	Estaciones de servicio	No	Si	Si	Si	Si
	Áreas descanso autovías y autopistas	No	Si	Si	Si	Si

M1 equivale a modo 1 de recarga de vehículo eléctrico según norma UNE-EN 61851-1, de igual forma M2 equivale a Modo 2, M3 a Modo 3 y, finalmente, M4 equivale a Modo 4 de recarga de VE

**Tabla 3.** Configuración de SIRVE apropiada para cada escenario de aplicación.

### 3. CONDICIONES DE CONEXIÓN A RED

En este apartado se analizarán todos los condicionantes que definen la conexión a la red eléctrica de cada uno de los SIRVE.

#### *Condiciones de conexión en función de las necesidades por modo de recarga de vehículo eléctrico*

Como se vio en la Tabla 1, cada modo de carga está caracterizado por una potencia y por un tipo de suministro de energía eléctrica desde la red de distribución. En la Tabla 4 se resaltan las principales características de la alimentación de los puntos de carga de vehículo eléctrico en función del Modo de carga.

	Modo 1		Modo 2		Modo 3		Modo 4
<b>Número de Fases</b>	I	III	I	III	I	III	III
<b>Corriente de fase máxima (A)</b>	16	16	32	32	32	32	75
<b>Potencia máxima (kW)</b>	3,7	11	7,4	22	7,4	22	50
							CHAdEMO

**Tabla 4.** Principales características de la alimentación de los puntos de carga de VE en función del Modo de carga.

Independientemente de lo anteriormente indicado, las características de alimentación y los conectores de los modos de carga más usados son los indicados en la Tabla 5.

	Modo 1	Modo 2		Modo 3		Modo 4
<b>Número de Fases</b>	I	I	III	I	III	III
<b>Corriente de fase máxima (A)</b>	16	32	32	32	32	75
<b>Conector lado de red</b>	Conector doméstico normalizado (Schucko en España)	Mennekes		Mennekes		Conexión fija mediante bornero
<b>Conector VE</b>	SAE J-1772	Mennekes		Mennekes		Conector YAZAKI, bajo especificaciones CHAdEMO
<b>Potencia máxima (kW)</b>	3,7	7,4	22	7,4	22	50
						CHAdEMO

**Tabla 5.** Principales características de la alimentación de los Modos de carga de VE más empleados.

Como se deduce de la tabla anterior, los SIRVE equipados únicamente para la recarga en Modo 1 de vehículo eléctrico podrían tener una acometida monofásica. Los equipos dotados de Modos de Carga 2 ó 3 y 1 y 2 ó 3 deberán tener una conexión a la red eléctrica trifásica. Por su parte, los SIRVEs equipados para la recarga en modo 4 bajo protocolo CHAdEMO deberán tener también una conexión a la red eléctrica trifásica.



## **Condiciones de conexión en función de las características de los sistemas de generación eléctrica**

Los sistemas de generación eléctrica de origen renovable, también pueden determinar en gran medida el tipo de conexión a la red eléctrica que es necesaria para cada SIRVE. A través del RD 1578/2008 se establecen tres tipologías de instalaciones:

- **Tipo I.1.** Instalaciones en edificios (cubiertas, fachadas, etc...) en los que exista por lo menos un punto de consumo con una potencia de un 25% de la instalación fotovoltaica generadora. Se incluyen marquesinas fijas de aparcamiento si éste está ubicado en una parcela con referencia catastral urbana. La potencia nominal de la planta fotovoltaica se limita a 20 kW.
- **Tipo I.2.** Instalaciones en edificios (cubiertas, fachadas, etc...) en los que exista por lo menos un punto de consumo con una potencia de un 25% de la instalación fotovoltaica generadora. Se incluyen marquesinas fijas de aparcamiento si éste está ubicado en una parcela con referencia catastral urbana. En este caso la potencia nominal de la planta fotovoltaica es mayor de 20 kW.
- **Tipo II.** Instalaciones no incluidas en ninguno de los tipos anteriores.

El RD 1663/2000 en su artículo 9 también establece una clasificación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- **Instalaciones con potencia nominal de hasta 5 kW.** Se pueden conectar en baja tensión a través de una red monofásica.
- **Instalaciones con potencia nominal de más de 5 kW y de hasta 100 kW.** Se pueden conectar en BT pero mediante una red trifásica.
- **Instalaciones con potencia nominal superior a 100 kW.** Se conectarán en media o alta tensión o se dividirán en unidades de potencia nominal inferior o igual a los 100 kW para conectarse a la red de BT.

Esta clasificación se mantiene tras la llegada del RD 1699/2011, que sustituye al RD1663/2000.

Las condiciones de instalación establecidas por el RD 1663/2000 son, previsiblemente, extrapolables a las instalaciones eólicas. Extremo confirmado tras la llegada del RD 1699/2011.

De todo lo anterior se deduce que aquellas marquesinas cuya instalación fotovoltaica tengan una potencia nominal menor de 5 kW, a priori, se deberían conectar a al red de BT mediante una unión monofásica siempre y cuando lo permita la compañía distribuidora de la zona. También sería muy interesante limitar la potencia nominal del SIRVE de tamaño medio a 20 kW, con lo que se enmarcaría en las instalaciones del tipo I.1. Por su parte los SIRVE de gran tamaño se deberían limitar a 100 kW, de forma que se puedan conectar a al red de BT mediante conexión trifásica. En la Tabla 6 se muestran las características de la conexión a red de los SIRVE atendiendo únicamente a la potencia nominal de instalación fotovoltaica existente en la marquesina.



Por otro lado, el RD1699/2011 crea las instalaciones generadoras de conexión abreviada. Estas instalaciones se pueden conectar a la red eléctrica mediante la realización de unos procesos legales abreviados, lo que facilita al dueño de la instalación a la red eléctrica y resulta de gran interés para los SIRVE. Estas instalaciones están limitadas a 10 kW nominales.

Potencia nominal de la instalación fotovoltaica	$P_n \leq 5 \text{ kW}$	$5 \text{ kW} < P_n \leq 10 \text{ kW}$	$10 \text{ kW} < P_n \leq 20 \text{ kW}$	$20 \text{ kW} < P_n \leq 100 \text{ kW}$	$100 \text{ kW} < P_n$
Tipo de conexión	Monofásica	Trifásica	Trifásica	Trifásica	Trifásica
Nivel de tensión	BT	BT	BT	BT	MT o AT

**Tabla 6.** Características de las conexión a la red eléctrica de los SIRVE atendiendo únicamente a la potencia de la instalación fotovoltaica montada en al marquesina.

### Estimación de potencia fotovoltaica instalada en las marquesinas.

De estudios anteriores, se ha estimado una potencia pico de 1,385 kWp por plaza de aparcamiento existente bajo una marquesina como las que se estima se diseñarán en este proyecto. Por tanto si se va a instalar una estación individual, ésta dispondrá de esos kWp estimados, mientras que si es una estación Multicarga Modular, como su propio nombre indica al ser modular, la potencia fotovoltaica instalada dependerá de las plazas de aparcamiento disponibles bajo la marquesina. Por ejemplo, si dispone de 10 plazas de aparcamiento, la potencia instalada será de 13,85 kWp.

### Condiciones de conexión en función de otros consumos de los SIRVE

Otros puntos de consumo eléctrico del SIRVE y sus principales características se indican en la Tabla 7:

Consumo	Tipo de alimentación	Potencia prevista
Iluminación LED inteligente	-Alimentación DC desde Bus de continua -DC desde convertidor AC/DC monofásico 230V	Menos de 100 W por plaza de aparcamiento
Dispositivos de control (ordenador industrial o panel PC)	AC monofásica, 230 V	20 W por SIRVE
Lector de tarjetas RFID	AC monofásica, 230 V	2 W por SIRVE
Otros dispositivos de mando y control	AC monofásica, 230 V	Aún por determinar

**Tabla 7.** Consumos auxiliares de los SIRVE.



## ***Condiciones de conexión en función del REBT y de las Normas Técnicas Particulares de cada distribuidora de energía eléctrica***

Además de los condicionantes de la conexión comentados en apartados anteriores, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Normas Técnicas particulares de las compañías distribuidoras también pueden imponer nuevas condiciones a la conexión a la red eléctrica de los SIRVE.

Una de las principales condiciones es que las instalaciones de consumo de menos de 15 kW que tengan una conexión monofásica a las redes de BT y los puntos de consumo con una potencia igual o superior a 15 kW se alimentan mediante un sistema trifásico.

Además, cada distribuidora impone los componentes y materiales a usar en las acometidas conectadas a su red de BT. De esta forma estas compañías exigen una serie de fabricantes y modelos para contadores, CGPs, CPMs, conductores de acometida, etc... llegando a concretar los perfiles tipo en las zanjas de estas instalaciones.

## ***Condiciones de conexión debidos al Régimen Especial de generación de energía eléctrica.***

Si se desea verter energía a la red eléctrica de BT dentro del denominado Régimen Especial, entre el punto de medida de la energía vertida a la red eléctrica y los módulos fotovoltaicos no se podrá situar ningún punto de consumo eléctrico, almacenamiento de energía ni de generación de otra tecnología (artículo 11 apartado 4 del Real Decreto 1699/2011). Este hecho limita en gran medida los esquemas de conexión de los SIRVE.

Este hecho es estrictamente aplicable a las instalaciones que en España viertan energía dentro del Régimen Especial, no así a las instalaciones aisladas, a las que se configuren como “instalación generadora asistida” o las que vendan energía fuera del Régimen Especial de generación eléctrica.

## 4. POSIBLES ESQUEMAS DE LOS SIRVE

En este apartado, se muestran los posibles esquemas de conexión que podrían adquirir los componentes eléctricos de la instalación de los SIRVE

**Micro red con conexión asíncrona total.** Esta micro red tiene las ventajas de la conexión asíncrona (sencillez de control; estabilidad frente a transitorios; control únicamente del nivel de tensión del Bus DC) y evita las desventajas de la conexión síncrona (sincronización en tensión, frecuencia y secuencia; control complejo de energías activas y reactivas). En este caso, todos los consumos y sistemas de almacenamiento y generación se conectarán, a través de diversos convertidores, a un bus en corriente continua (Bus DC).

Además usando un convertidor bidireccional permitiría tanto la absorción como el envío de energía eléctrica a la red de distribución. Esta configuración, como otras, es totalmente viable técnicamente pero no legalmente.

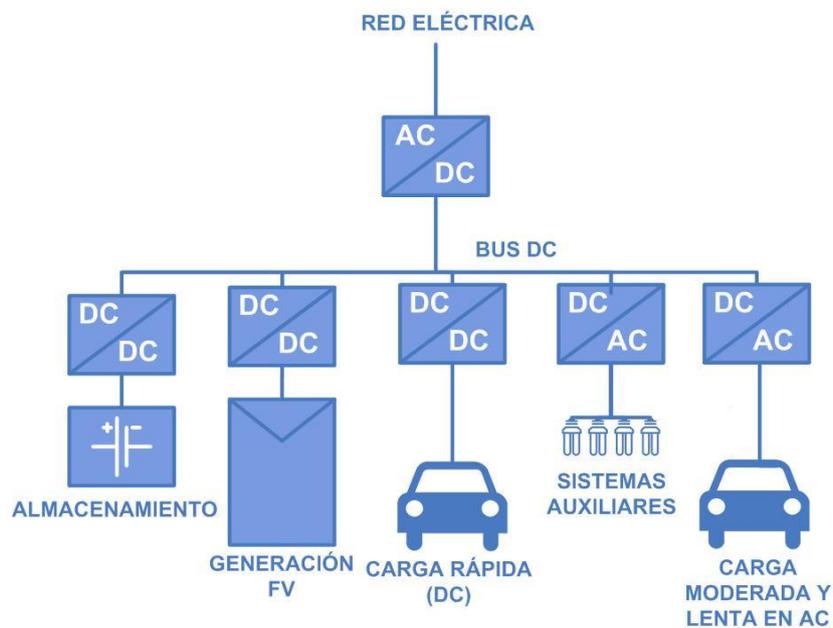


Figura 2. Micro red con conexión asíncrona total.

**Micro red con conexión asíncrona parcial.** Esta micro red goza de las mismas ventajas e inconvenientes que la anterior, con la diferencia de que en este caso los consumos en alterna se conectan directamente a la red eléctrica mientras que los consumos en continua (punto de carga rápida en modo 4), sistemas de almacenamiento eléctrico y sistemas de generación se conectan a un bus DC.

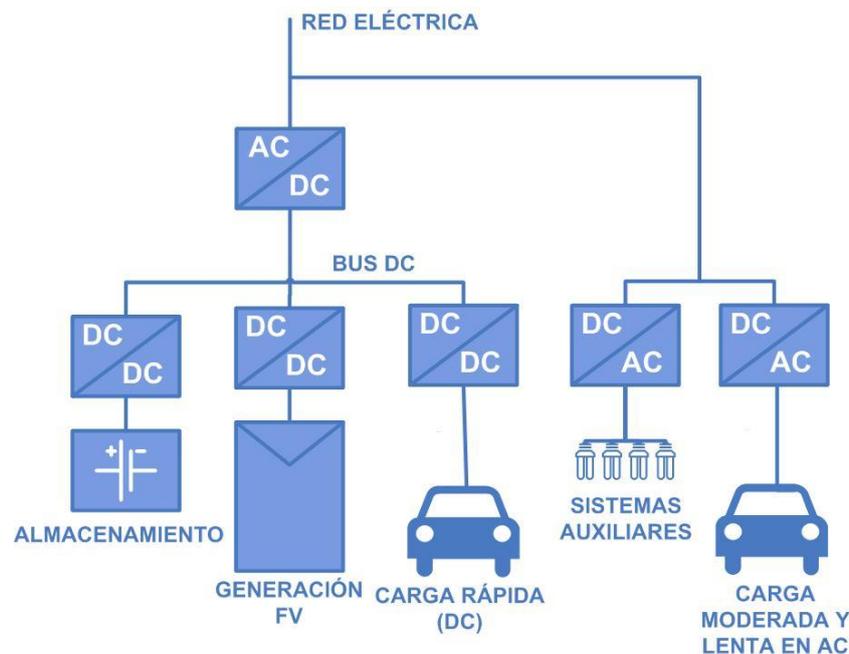


Figura 3. Micro red con conexión asíncrona parcial.

**Micro red con conexión síncrona.** En esta microrred todos los componentes de la electrolinera se conectarán a un bus en corriente alterna (Bus AC) y se usarán convertidores uni y bidireccionales para la conexión a este bus de los puntos de recarga rápida, equipos de almacenamiento energético y de generación eléctrica. Esta micro red goza de las ventajas de la conexión síncrona (gran uso y desarrollo de esta tecnología; protecciones sencillas y baratas) y evita las desventajas de la asíncrona (protecciones complejas y caras).

Esta configuración, como el resto de las microrredes mencionadas en este capítulo, es viable técnicamente pero no legalmente.

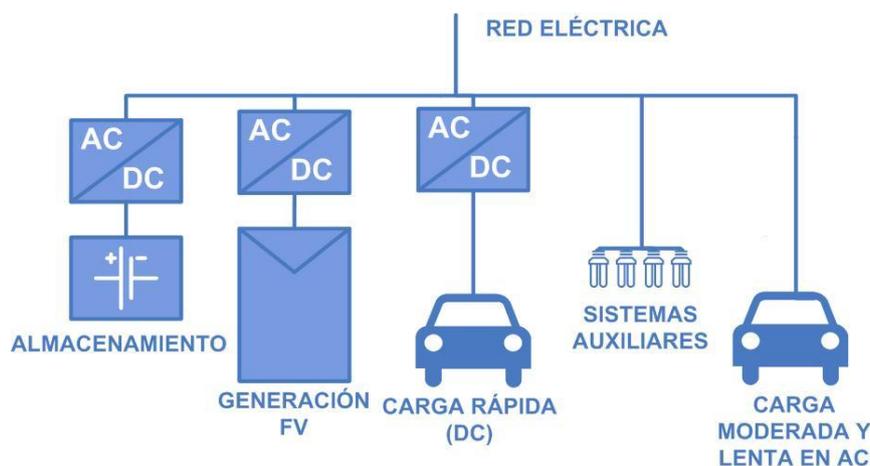


Figura 4. Micro red con conexión síncrona.

**Instalación generadora asistida totalmente síncrona.** Las denominadas “instalaciones generadoras asistidas”, ITC-BT-40 del REBT, son aquellas en las que los consumos eléctricos (carga AC y DC del vehículo eléctrico y consumos auxiliares, en este caso) absorben energía de forma alternativa y excluyente de la red eléctrica o de

los puntos de generación de la electrolinera (equipos de generación fotovoltaica y sistemas de almacenamiento). Como se puede ver, en este caso nunca se podrá verter energía a la red eléctrica, por lo que toda la energía generada será consumida, almacenada o disipada (en resistencias) en el interior de la red eléctrica.

Se trata de un sistema eléctrico de conexión síncrona porque todos sus componentes se interconectan en AC, ya sea directamente o a través de convertidores.

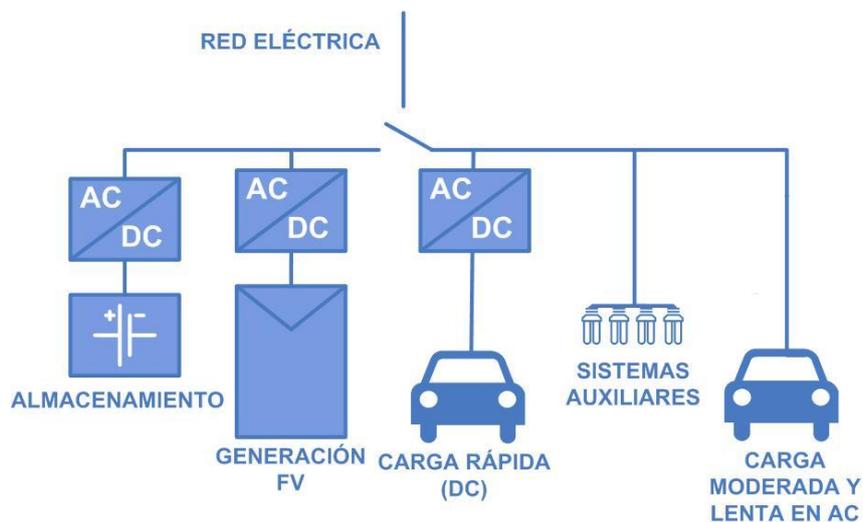


Figura 5. Instalación generadora asistida totalmente síncrona.

**Instalación generadora asistida totalmente asíncrona.** Este sistema eléctrico tiene las mismas características que el anterior, con la salvedad de la integración asíncrona. En este caso todos los componentes de la instalación se conectan a un bus DC. Este bus se ha separado mediante un contactor que permite a los puntos de consumo elegir la fuente de energía más oportuna en cada momento: red eléctrica o generación – almacenamiento de la instalación de la electrolinera.

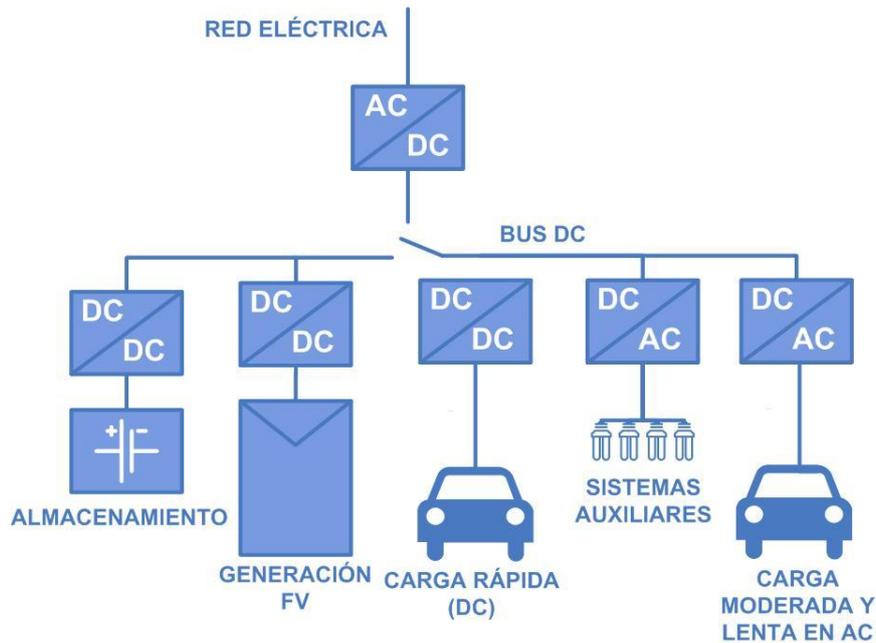


Figura 6. Instalación generadora asistida totalmente asíncrona.

**Instalaciones de generación y de consumo independientes con conexión síncrona.** Para poder ser incluidas dentro del denominado Régimen Especial de generación de energía eléctrica, las instalaciones fotovoltaicas deben vender de forma íntegra su producción energética. Siguiendo el contenido del RD 1663/2000, entre los sistemas de generación fotovoltaicos y los contadores que miden la energía vertida por estos a la red eléctrica no se podrán incluir sistema de consumo, almacenamiento o generación eléctrica de otra tecnología alguno. Así pues, el esquema más oportuno para incluir la instalación de generación eléctrica dentro del Régimen Especial es la indicada en la Figura 7.

En este caso, todos los puntos de consumo (recarga de VE y sistemas auxiliares) y de almacenamiento energético se conectan directamente (a través de un punto común) a la red eléctrica de distribución.

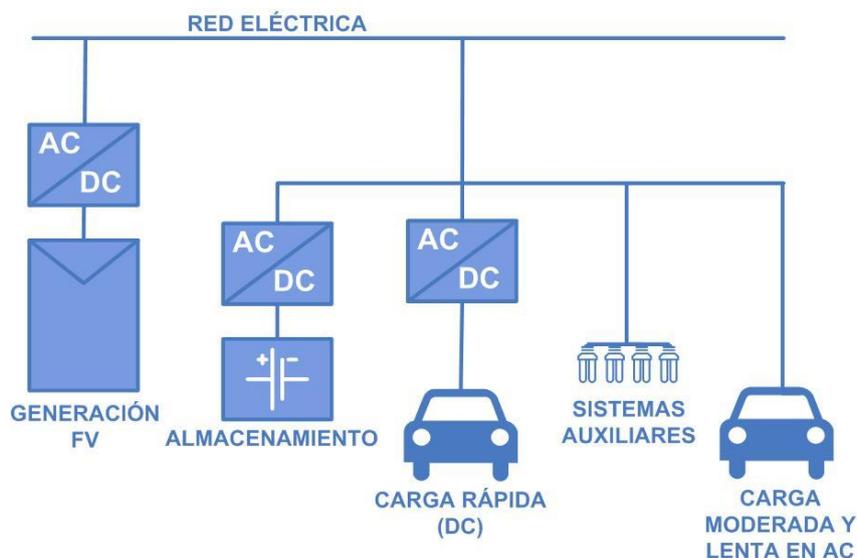
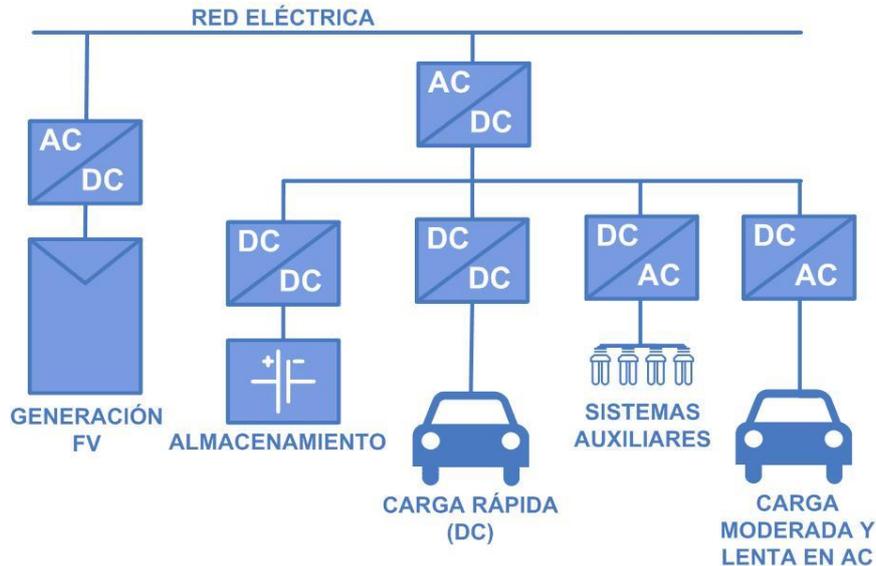


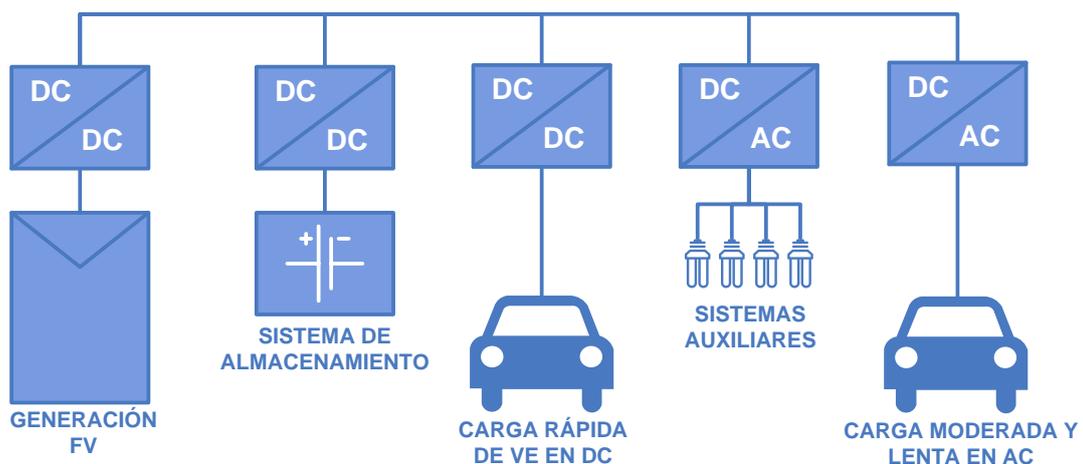
Figura 7. Instalaciones de generación y de consumo independientes con conexión síncrona.

**Instalaciones de generación y de consumo independientes con conexión asíncrona.** Esta instalación eléctrica, para poder ser incluida dentro del Régimen Especial de generación de energía eléctrica tiene las mismas características que la anterior, con la excepción que todos los puntos de consumo y sistemas de almacenamiento están interconectados a un bus DC a través de los convertidores oportunos.



**Figura 8.** Instalaciones de generación y de consumo independientes con conexión asíncrona.

**Instalación aislada.** En la Figura 9 se muestra una configuración de electrolinera aislada. Cuenta con los mismos componentes que el resto de propuestas salvo la conexión a la red eléctrica de distribución. En esta instalación adquieren un gran protagonismo los sistemas de almacenamiento, puesto que toda la energía que se consuma, cediéndola a los VE o consumiéndose en los sistemas auxiliares, tendrá su origen en los sistemas de generación de la marquesina.



**Figura 9.** Instalación aislada.

Hasta este momento, se han descrito las posibles configuraciones que podrían adoptar las instalaciones eléctricas de las electrolineras que se diseñarán a través de este proyecto. A continuación se describe una topología que se propone desde el

proyecto SIRVE que se beneficiará de las ventajas de la conexión asíncrona de los componentes de la electrolinera y permitir su inclusión en el Régimen Especial. Además, esta topología permitirá evaluar el comportamiento de las electrolineras construidas en base a diversas configuraciones, lo que será de gran utilidad durante el desarrollo del Proyecto SIRVE.

**Propuesta de topología Proyecto SIRVE.** En este esquema se propone el uso de un “Acumulador Limitador de Generación” que mida la energía producida por los sistemas de generación y vierta a la red eléctrica una cantidad equivalente, ya sea directamente producida por el sistema fotovoltaico (y eólico en su caso) o almacenada en el sistema de acumulación energética. Mediante la actuación sobre los contactores K1 y K2, se puede crear una micro red de conexión asíncrona, una instalación con consumos y generación independientes y/o una instalación generadora asistida.

Este esquema permitirá ensayar y estudiar todos los tipos de conexión anteriormente descritos, además de desarrollar las políticas de control adecuadas para cada caso.

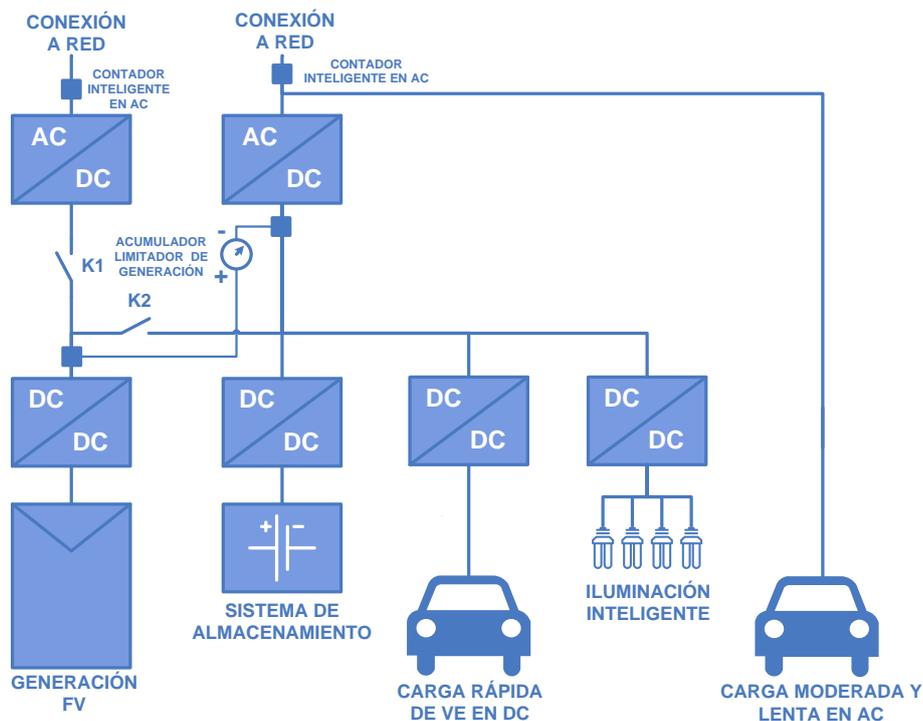
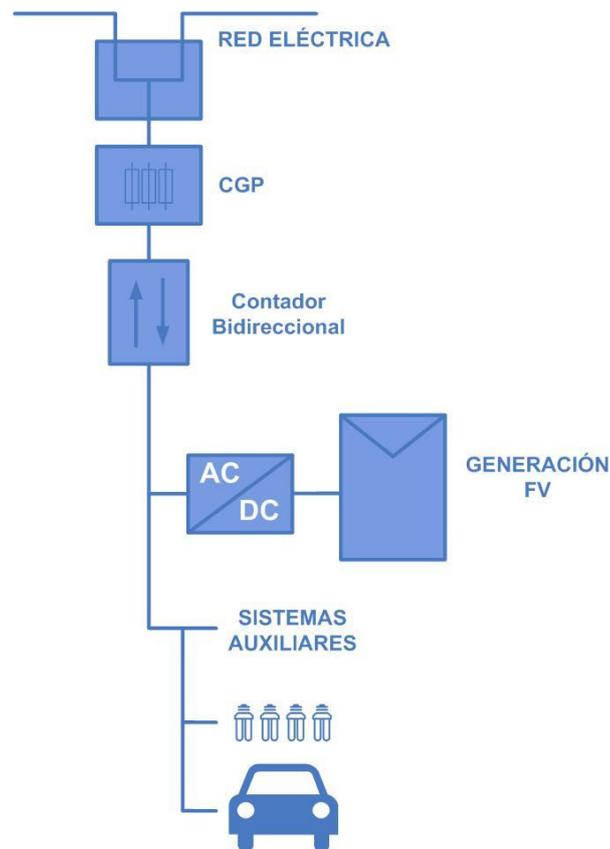


Figura 10. Propuesta de topología SIRVE.

Las topologías descritas hasta este momento se intentan ceñir lo más posible al régimen legal aplicable a las instalaciones eléctricas y de generación eléctrica, tanto de régimen ordinario como de régimen especial (Ley 54/1997, RD 1955/2000, RD 1663/2000, RD 661/2007, REBT, etc...). No obstante la llegada del Real Decreto 1699/2011 y la previsible aprobación del autoconsumo para España modifica el cuerpo normativo actual. Puesto que este proyecto tiene un marcado carácter comercial, se propone otra topología de instalación para la marquesina de las electrolineras con la posibilidad de autoconsumir la energía generada por ellas mismas, en el marco de un contrato “Net-Metering” o “de balance neto de energía” (Figura 11).



**Figura 11.** Propuesta de instalación eléctrica de electrolinera para autoconsumo de energía.

Como se puede observar, mediante un único contador de energía se realiza el “balance neto” de la energía vertida a red y de la energía consumida en todos los consumos del SIRVE. Una previsible condición de este régimen legal es la inexistencia de sistemas de almacenamiento.

## 5. CONCLUSIONES

Para la instalación aislada, cualquiera que sea el SIRVE (individual, mediano y de gran tamaño) se sugiere la conexión asíncrona mediante un Bus DC, como se puede ver en la Figura 9. Esta es la configuración más habitual para instalaciones aisladas que combinan instalaciones de generación fotovoltaica y de almacenamiento mediante baterías, puesto que es la que menos conversiones AC/DC necesita, siendo la más eficiente y sencilla.

En cuanto a las configuraciones conectadas a la red eléctrica, determina gran parte de sus características el tipo de unión, monofásica o trifásica, a la red eléctrica. Atendiendo a todo lo comentado en este documento, en la Tabla 8 se muestra el tipo de conexión más oportuno para cada SIRVE.

SIRVE	Ubicación	Modo de recarga	Conexión a la red de distribución
Individual	- Residencial individual - Comercial / empresarial	M1	Monofásica
	- Residencial colectivo - Comercial / empresarial	M1, M2 y M3 (monofásica)	Monofásica
	- Residencial colectivo - Comercial / empresarial	M1, M2 y M3 (trifásica)	Trifásica
	- Residencial colectivo - Comercial / empresarial	M2, M3 y M4	Trifásica
	- Residencial individual - Vía pública - Comercial / empresarial	M4	Trifásica
Tamaño medio	- Residencial colectivo - Comercial / empresarial	M4, M3, M2, M1	Trifásica
Gran tamaño	- Gran aparcamiento - Comercial / empresarial	M4, M3, M2, M1	Trifásica

**Tabla 8.** Tipos de conexión de cada SIRVE.

Las potencias estimadas de la instalación fotovoltaica de cada SIRVE son las mostradas en la Tabla 9:

SIRVE	Potencia fotovoltaica	Potencia nominal de los inversores
Individual	1,385 kW - 2,493 kW	2 – 3 kWn
Multicarga Modular (10 plazas de aparcamiento)	13,85 kW	13-15 kWn
Los cálculos anteriores se han realizado tomando como punto de partida el de ratio 1,385 kW por plaza de aparcamiento.		

**Tabla 9.** Potencias de la instalación fotovoltaica de cada SIRVE.

La potencia mínima de la instalación individual la da el ratio de 1,385 kW por plaza de aparcamiento. La potencia máxima se ha calculado teniendo en cuenta una cubierta plana de mayores dimensiones.

La potencia mínima del SIRVE Multicarga Modular se ha calculado, a modo de ejemplo para una estación que pueda albergar 10 plazas de aparcamiento, con el



objetivo de tener un campo de generación de 13,85 kWp, inferior al límite del Tipo I.1 de instalación fotovoltaica y que permite un proceso administrativo abreviado. El ratio de 1,2 kW de módulos fotovoltaicos por cada kW de potencia de los inversores es actualmente muy económico. Si se aumenta el número de plazas de aparcamiento disponibles en la estación se podría aumentar la potencia fotovoltaica instalada en la misma proporción. Teniendo en cuenta que por encima de los 20 kW la instalación dejaría de pertenecer al tipo I.1, por lo que el proceso administrativo dejaría de ser abreviado y se tendría que regir por los condicionantes establecidos para las instalaciones del tipo I.2.

Las conexiones trifásicas se pueden construir mediante un inversor trifásico o mediante la unión de tres inversores monofásicos unidos entre neutro y distintas fases. En este caso se propone el uso de inversores trifásicos puesto que no existe ningún tipo de efecto de escala que recomiende el uso de inversores monofásicos para construir una instalación trifásica.

Las capacidades de acumulación de energía de cada sistema de almacenamiento, para cada SIRVE, son las mostradas en la Tabla 10. Estas capacidades se han calculado teniendo en cuenta el uso previsible de los puntos de recarga a corto – medio plazo para distintos escenarios.

SIRVE	Potencia fotovoltaica	Capacidad estimada del sistema de almacenamiento de energía.
Individual	1,385 kW - 2,493 kW	30 kWh
Multicarga Modular (10 plazas de aparcamiento)	13,85 kW	50 kWh

Tabla 10. Capacidad recomendada del sistema de almacenamiento de cada SIRVE.

Las configuraciones recomendadas para los SIRVE son:

- **Micro red de conexión asíncrona total o parcial.** En aquellos países en los que se permita este tipo de configuraciones.
- **Instalación generadora asistida totalmente síncrona.** Para aquellas instalaciones en las que no se pueda verter energía al sistema eléctrico pero se quiera asegurar en todo momento el suministro energético.
- **Instalaciones de generación y de consumo independientes con conexión síncrona.** Para aquellas instalaciones que se quieran introducir dentro del Régimen Especial de generación de energía eléctrica
- **Instalación aislada.** Para aquellas ubicaciones alejadas de la red eléctrica.
- **Instalación de autoconsumo.** Para España, en previsión del futuro autoconsumo.
- **Propuesta de topología de SIRVE.** Para realizar las pruebas de funcionamiento durante su periodo de desarrollo.