

CONCLUSIONES

SIRVE

SISTEMAS INTEGRADOS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Socios del proyecto:



Colaborador:



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



Índice

1. OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
2. PROPUESTA DE VALOR: UTILIDAD DEL SIRVE	4
Recarga de vehículos eléctricos	6
Elementos de la estación SIRVE	10
Aplicación para procesos industriales	12
4. CONCLUSIONES DEL FIN DE PROYECTO	15

1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

En este documento se describe el fin del proyecto SIRVE. Desde el comienzo del proyecto hasta la actualidad tanto las recargas de vehículos eléctricos como la electrónica de potencia ha evolucionado. Por tanto se propone un producto final lo más compatible con los estándares actuales para hacer del SIRVE un producto acorde con las necesidades del mercado.

Además se pretende ampliar la utilidad del SIRVE en otros ámbitos diferentes a las recargas de vehículos con el fin de poder realizar una mayor explotación del producto ya que se aumentarían los sectores en los que él SIRVE pudiera tener cabida. A continuación se describe el producto final de SIRVE.

2. PROPUESTA DE VALOR: UTILIDAD DEL SIRVE

Desde comienzos del proyecto la evolución del valor diferencial de la propuesta ha ido tomando cuerpo no solo con la idea original de aplicación, sino con la visión de múltiples aplicaciones.

SIRVE es un equipo que podemos definir como des-saturador de la red de BT, si la demanda agregada superase la capacidad de la línea o del CT desde el que se está abasteciendo.

Uno de los puntos que abordábamos en el proyecto ha sido resolver la implantación de las tomas de recarga rápida, debido a los elevados requerimientos de potencia que necesita durante el periodo inicial de carga, por lo que puede ocasionar problemas de estabilidad y de calidad de red. Por tanto, el uso de sistemas de almacenamiento reduce el impacto del vehículo eléctrico sobre el sistema. En esta línea se plantean dos formas de operación:

- Equilibrado de la demanda. Se distribuye el consumo del sistema del conjunto (cargador y baterías) entre largos periodos de tiempo. De esta forma se disminuyen los requerimientos de potencia de la red eléctrica, hecho que se representa en la figura 1. El sistema de almacenamiento acumula energía durante 60 minutos a una potencia constante de menos de 10 kW (zona verde). Cuando se realiza una recarga rápida se libera toda la potencia que supere los 10 kW (zona morada) y se inyecta de la red todo lo necesario hasta completar el aporte de las baterías, es decir, esos 10 kW (zona amarilla). Con lo que se consigue un uso constante de la red, ya que nunca la potencia requerida superará esos 10 kW mencionados. Con lo que se consigue que los SIRVEs tengan unas necesidades de potencia lineales, por tanto, de esta forma se consigue aplanar la curva de demanda.

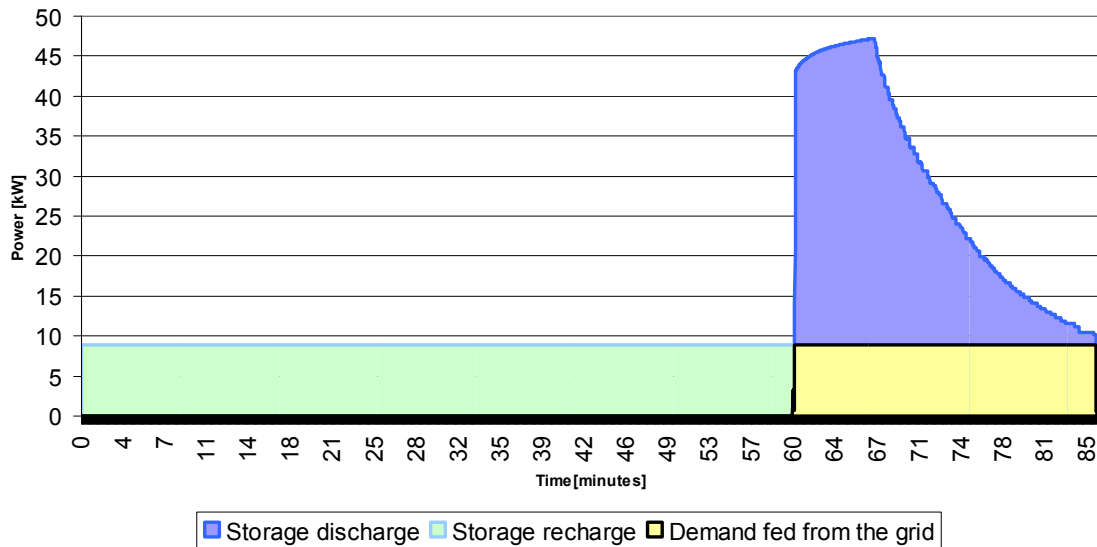


Figura 1. Reducción de la potencia máxima consumida por un punto de recarga rápida haciendo uso de un sistema de almacenamiento que recarga sus baterías a baja potencia durante un largo periodo de tiempo.

- **Reducción de picos potencia.** En la figura 2 se muestra el comportamiento de la carga rápida en relación a la potencia y al tiempo que necesita. Como puede apreciarse en los primeros minutos de la recarga el pico de potencia es muy elevado, conforme va pasando el tiempo las necesidades se van reduciendo de forma no lineal. De esta forma se propone el uso del sistema de almacenamiento en estos primeros minutos de recarga, para disminuir la potencia máxima del conjunto de unos 45 a 30 kW (zona morada), con lo que se limita la potencia absorbida de la red a esos 30 kW (zona amarilla). Para limitar el tiempo de operación a la duración de la carga del vehículo hay que destacar que se produce un ciclo carga / descarga por cada carga de vehículo eléctrico.

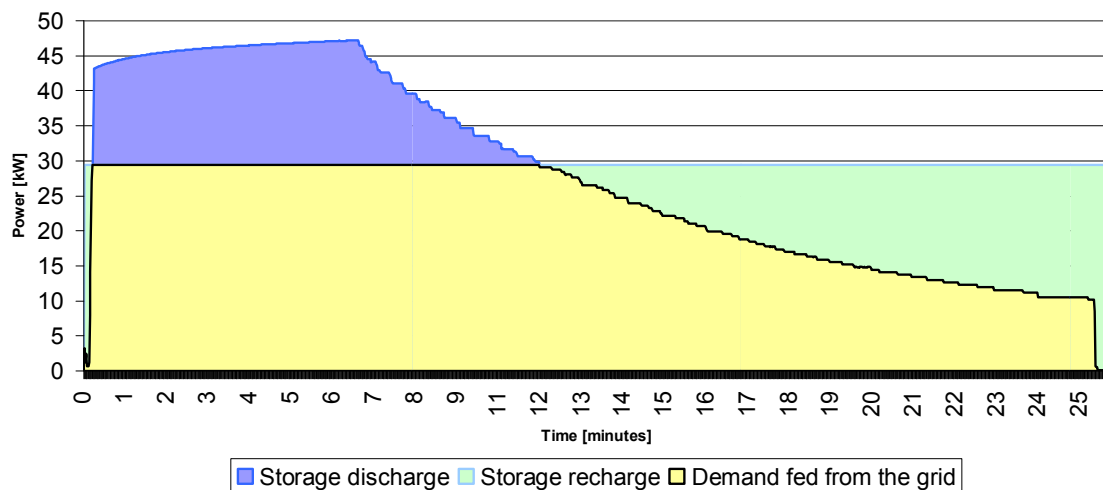


Figura 2. Reducción de la potencia máxima consumida por un punto de recarga rápida haciendo uso de un sistema de almacenamiento que recarga sus baterías a elevada potencia durante un corto periodo de tiempo.

A través de este proyecto se da solución a este problema mediante el uso integrado y coordinado de sistemas de almacenamiento y generación de energía eléctrica, para reducir el impacto de la recarga del VE sobre la red eléctrica, evitando la saturación de las líneas de distribución, fundamentalmente en BT, a la vez que contribuyen a incrementar la eficiencia del proceso.

Hemos constatado que esta solución no solo tiene aplicación en el ámbito de la recarga de Vehículo Eléctrico sino que la solución se puede aplicar a cualquier situación de similares características, (procesos industriales, almacenamiento de seguridad, etc.) El resultado son unas unidades físicas que van a englobar todas las funcionalidades que permiten realizar una gestión eficiente de los picos de consumo en los ámbitos descritos e incluso funciones de apoyo a la red. Mediante los controles específicos adecuados, mejoraremos la calidad de red de la zona en la que se instalen de forma que ayuden a equilibrar tensiones y cargas, filtren armónicos, compensen energía reactiva, minimicen las caídas de tensión o aumentando como consecuencia la seguridad del suministro.

Con esta visión de mercado detallamos las posibles aplicaciones de la solución y su evolución.

Recarga de vehículos eléctricos

En estos cuatro años de proyecto hemos visto evolucionar la electrónica de potencia aplicada a este fin. Hoy día existen multitud de equipos bien diseñados y fabricados que cumplen este cometido.

En este proyecto incluíamos la carga lenta 3.7 kW dentro de las especificaciones, hemos decidido prescindir de este tipo de cargas y centrar SIRVE en la carga rápida de 50 kW y la moderada de 22 KW, ya que son las de mayor utilidad fuera del ámbito doméstico.

La aplicación SIRVE debe ser universal a todos los equipos de carga rápida y moderada actualmente comercializados, de tal manera que partiendo de la unidad de almacenamiento y regulador de potencia se pueda dar servicio a cualquier tecnología de potencia.

Con este planteamiento eliminamos del coste original la electrónica de potencia de carga, pues nuestra solución no es suministrarla sino actuar como des-saturador de la red de BT, si la demanda agregada superase la capacidad de la línea o del CT desde el que se está abasteciendo.

Como único requerimiento para cumplir este objetivo es que el regulador de potencia se pueda adaptar a cualquier equipo de potencia estándar. Este planteamiento es más acorde con las necesidades actuales de despliegue de infraestructura para la recarga rápida de VE. De tal manera que podemos redefinir los **objetivos técnicos** marcados en el proyecto, unos no han sufrido modificaciones mientras que otros sí.

Objetivos Técnicos Modificados:

- El Proyecto planteaba cubrir con un sistema de generación fotovoltaico el 40% de las recargas con energía generada en el propio SIRVE, teniendo en cuenta que por cada plaza de parking se instalaba 1 kWp. Una vez obtenida la experiencia que proporciona la realización de este Proyecto, se puede afirmar que con los datos expuestos anteriormente no se cumplen las expectativas previstas. Los motivos principales de este incumplimiento se describen a continuación:
 - No es necesario e incluso pudiera ser un inconveniente mantener la premisa anterior, pues muchas de las posibles instalaciones no disponen de espacio suficiente para la fotovoltaica planteada. Ya que el módulo SIRVE final, consta de dos puntos de carga rápida o un punto de carga rápida y otro de moderada, para lo cual la marquesina necesaria tiene unas dimensiones pequeñas.
 - La capacidad de generación de un 1 kWp resulta insuficiente, para dar la cobertura planteada. Dicha generación se ha calculado a través del programa PVGIS, que desglosa la generación por meses, ya que varía mucho al ser muy distintas las horas solares de una época del año a otra. Para obtener dicha capacidad de generación, el programa solicita los siguientes datos:
 - Capacidad de generación instalada: 1 kW.
 - Latitud de la instalación: 41º.
 - Tecnología de los paneles fotovoltaicos: Capa delgada.
 - Inclinación de los paneles fotovoltaicos: 3º.

Una vez introducido todos los datos, el programa devuelve la capacidad de generación eléctrica de la instalación fotovoltaica si todos los dispositivos tuviesen un rendimiento del 100%. El siguiente paso es hallar la capacidad real, para lo que hay que tener en cuenta: el rendimiento de los paneles fotovoltaicos y el de los módulos que forman la batería; además, se le añade otro rendimiento del 80 % por los demás dispositivos que forman la instalación. En la tabla se muestran ambos resultados, pero el valor utilizado para realizar los cálculos es la generación real, que se ha calculado teniendo en cuenta los rendimientos explicados. Como se puede observar en dicha tabla la generación obtenida no cubre el 40% planteado anteriormente.

MES	GENERACIÓN (kWh)	GENERACIÓN REAL (kWh)
Enero	54,5	37,32
Febrero	79	54,10
Marzo	123	84,24
Abril	146	99,99
Mayo	171	117,11
Junio	182	124,64
Julio	195	133,54
Agosto	170	116,42
Septiembre	133	91,08
Octubre	96,3	65,95
Noviembre	62,6	42,87
Diciembre	50,3	34,45

Tabla 1. Capacidad de generación mensual de la instalación fotovoltaica.

Objetivos Técnicos sin modificar:

- Integración en un conjunto único, SIRVE, de un sistema de almacenamiento de energía, de un BMS y de la electrónica de regulación necesaria para el apoyo a la carga rápida de VE con el objetivo minimizar el impacto negativo en la red de BT.
- Alcanzar una eficiencia elevada en todos y cada uno de los componentes y del SIRVE en su funcionamiento integrado. Con este objetivo, los convertidores desarrollados para este tipo de sistemas tendrán una eficiencia superior al 96%. Los dispositivos encargados de realizar la recarga rápida del VE también deberá alcanzar una eficiencia mínima del 96%. Hoy los equipos estándar cumplen con este objetivo.
- Realizar un consumo eficiente de la energía para la iluminación de la superficie ocupada por el SIRVE. De esta forma, la iluminación del sistema de recarga se implementará mediante tecnología LED de alta eficiencia evitando la instalación de otros sistemas de iluminación adicionales.
- Diseñar un sistema de control inteligente que regule el funcionamiento de todos los componentes y permita la gestión conjunta del sistema para realizar la recarga de vehículos maximizando la eficiencia energética del proceso. Además, este sistema de control permitirán un registro autónomo de datos con monitorización remota y control local y remoto.
- Todas las plazas de los SIRVE permitirán la recarga rápida del vehículo eléctrico.
- Los sistemas de carga planteados en los SIRVEs deberán ser capaces de dar servicio a todos los modelos de VE existentes en el mercado mediante la implantación de los estándares de recarga de VE consolidados en la actualidad.

- Minimizar el impacto de la carga de VE en la red. Para ello se integrará en los sistemas de un sistema de almacenamiento eléctrico que permita reducir los picos de potencia entre un 30 y un 80% minimizando la infraestructura eléctrica de conexión con la red eléctrica. Además, los SIRVE cumplirán con los estándares de calidad de red planteándose incluso la capacidad de mejora de la misma.
- Además de cumplir con los estándares de calidad de red, los SIRVEs podrán actuar como sistemas que mejorarán la calidad y seguridad de suministro eléctrico.
- Desarrollar un sistema SIRVE modular “plug and play”, que permita la ampliación de diversos módulos de manera sencilla. De esta forma se puede afrontar la inversión de forma escalonada, a medida que aumente el parque de VE, con el menor coste posible.
- Desarrollo de un procedimiento de fabricación rápido, flexible y de bajo coste, que permita la obtención de sistemas de alta resistencia y elevada vida útil.

Representamos la solución adoptada con los parámetros descritos.

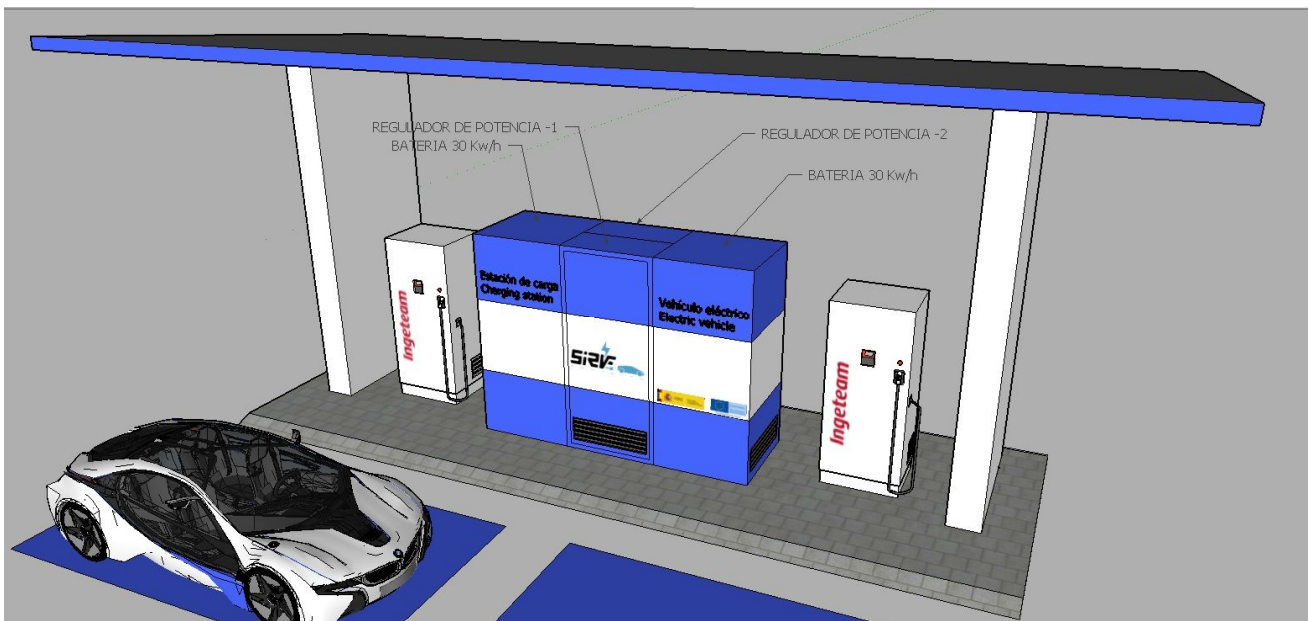


Figura 3. Resultado final de las instalaciones SIRVEs

Como se aprecia en la representación el diseño definitivo para el uso de recarga de vehículos eléctricos se simplifica enormemente.

SIRVE consistiría en una marquesina plug and play de menos relevancia que la desarrollada en los prototipos del proyecto. El diseño de la misma debe ser estimulante, de fácil colocación y capaz de albergar la parte de fotovoltaica asociada y la iluminación led inteligente. Buscando el mínimo valor económico para SIRVE

debemos y podemos prescindir del diseño del proyecto y tener en cartera distintas tipologías de marquesinas que se adapten al precio objetivo.

La isla central de apoyo para todos los elementos se realiza in situ, la configuración puede variar pero la planteamos como un rectángulo. El coste será más o menos estándar en función a la ubicación.

El / los armarios que deben albergar los equipos de baterías, la electrónica de potencia vinculada a las baterías, inversores y resto de elementos no relacionados con la electrónica de carga, de nuevo podemos y debemos prescindir del diseño y solución del proyecto. En el mercado existen armarios que cumplen todos los requisitos de seguridad necesarios para el producto a un menor coste del que hemos incurrido, lo que sí se realizara será la personalización de los mismos.

Con respecto a los equipos de carga hemos constatado a lo largo de la vida del proyecto que la solución SIRVE debe ser universal a todos los fabricantes de cargadores de vehículos eléctricos. Los motivos fundamentados de esta decisión son:

- Existen dos modos de carga para 50 kW, corriente continua y alterna, la solución SIRVE se ha centrado en corriente continua sin abordar la alterna, debemos resolver esta posibilidad. Si excluimos en la solución final de SIRVE los equipos de carga, podemos resolver la compatibilidad de los reguladores de potencia de las baterías para dar solución a este inconveniente. Universalizamos la solución para cualquier tipo de carga.
- El mercado de equipos de carga se está convirtiendo en un mercado maduro, algún fabricante ya ha tomado la decisión de abandonarlo, los precios actuales de los equipos se han reducido prácticamente a la mitad desde comienzos del proyecto. La evolución va a seguir siendo la misma, por lo que no es aconsejable invertir recursos en algo que sería más barato si se adquiere en el mercado actual.
- Si se aplican estos cambios, el rango de clientes para SIRVE se incrementa. Los propios fabricantes de equipos de potencia se convierten en clientes de SIRVE, ya que se podrán realizar instalaciones que la red no permitirá y deberán solucionarlo con SIRVE. Al no ser competencia suya, la decisión de acoplar nuestro producto es simple. Para corroborar este hecho, se han mantenido varias reuniones en las que se ha transmitido el interés por SIRVE de los diferentes fabricantes.

Elementos de la estación SIRVE

- **LOSA DE CIMENTACIÓN**

En primer lugar se construirá una losa de cimentación para la marquesina de la estación de recarga. Para ello será necesario realizar la demolición de la capa de

asfalto y hormigón, la excavación de tierras y la nivelación y compactación del terreno correspondiente.

Además, durante la construcción de la losa, se dejarán los pernos de anclaje previstos para el ensamblado de los pilares de la marquesina, y los tubos destinados a las canalizaciones eléctricas tanto para comunicar los diferentes tótems como para la acometida general.

- **ESTRUCTURA MARQUESINA**

En segundo lugar se realizará la instalación de la estructura de la marquesina. Con el objetivo de reducir los costes de implementación de una unidad SIRVE y favorecer su difusión, se ha optado por marquesinas comerciales, de tamaño estándar, con unas dimensiones de 9.000 mm de anchura, 5.000 mm de largo y 2.500 mm de alto.

Otra ventaja que supone la elección de marquesinas de tamaño estándar, es que la fabricación de las mismas se realiza manteniendo un nivel de stock continuo. De esta forma, se asegura un rápido suministro de la marquesina y se reduce significativamente el tiempo de instalación del punto de recarga.

Además, debido a la gran variedad de diseños existentes en el mercado, existe la posibilidad de poder escoger el modelo más conveniente para la ubicación de la estación de recarga de VE favoreciendo su adaptación al entorno en el que vaya a implantarse.

- **PAVIMENTACIÓN**

Posteriormente será preciso construir un zócalo que permitirá configurar la acera sobre la que se colocarán los tótems o módulos. El resto de pavimentación hasta dicho zócalo se reconstruirá con doble capa de asfalto con el fin de dar continuidad a los viales de circulación en el interior de la estación.

- **INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

En este apartado se incluyen los trabajos correspondientes al montaje de los armarios eléctricos o envolventes que componen los diversos módulos de la instalación.

Por un lado se encuentra el **módulo de baterías** que constituye el sistema de almacenamiento y que es fundamental para reducir, o incluso evitar, el impacto de la carga del vehículo sobre la red eléctrica. Cada unidad tendrá una capacidad de almacenamiento de 30 kWh y serán de litio. La envolvente de este módulo estará formada por un armario cuyas dimensiones son de 2.200 mm de altura, 1.000 mm de anchura y 800 mm de profundidad. Se han elegido armarios eléctricos comerciales con dimensiones estándar con el objetivo de reducir el coste total del conjunto SIRVE y de garantizar de forma rápida el suministro y montaje de los mismos.

Estos armarios deben ser capaces de soportar las condiciones ambientales debido a que estarán colocados a la intemperie. Además deben contar con un diseño modular para prever posibles ampliaciones de las unidades de recarga.

Debido a las variaciones de temperatura entre los armarios con alto grado de protección y el entorno se producen diferencias de presión. Por ello, en caso de vacío, el polvo y la humedad pueden penetrar a través de las juntas del armario. Además si la humedad no se evacúa tiene lugar la condensación dentro de la envolvente. Con el objetivo de prevenir todos estos fenómenos deben utilizarse rejillas de ventilación.

Además, para asegurar un correcto funcionamiento de las baterías y evitar posibles sobrecalentamientos, sus respectivas envolventes deberán llevar incorporado un sistema de ventilación forzada.

Por otro lado, es necesario instalar un módulo que contenga el regulador de carga de las baterías. Por cada 30 kWh será preciso colocar uno, el cual irá alojado en un armario eléctrico de las mismas características que los anteriores.

En los trabajos a desarrollar de la parte correspondiente a la instalación eléctrica también hay que incluir el montaje de los dispositivos generales e individuales de mando y protección, los cuales deben instalarse en un cuadro general que esté situado lo más próximo posible a una entrada de derivación individual.

Aplicación para procesos industriales

SIRVE ha desarrollado la tecnología necesaria para poder aplicar la solución a cualquier proceso de consumo eléctrico elevado, independientemente de la red de distribución eléctrica.

A raíz de este escenario y tomando como referencia la legislación actual que ha definido la figura del Gestor de Cargas de Sistema Eléctrico, RD 647 / 2011. Surge la posibilidad de ampliar el escenario de SIRVE a empresas industriales que a través de la figura del Gestor de Cargas del Sistema pueden acceder al almacenamiento de energía para una mejor gestión del Sistema Eléctrico

Representamos la solución adoptada con los parámetros descritos.



Figura 4. Instalación SIRVE para aplicación industrial.

Los Gestores de Cargas del Sistema, que son aquellas sociedades mercantiles que, siendo consumidores, están habilitados para la reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética, **así como para el almacenamiento de energía eléctrica para una mejor gestión del Sistema Eléctrico.**

Con fecha 9/5 se promulgó el RD 647/2011 del Sector Eléctrico, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema. Asimismo, se regula el procedimiento y los requisitos necesarios para el ejercicio de esta actividad. **Son los únicos sujetos con carácter de cliente mayorista en los términos previstos en la normativa comunitaria de aplicación.**

Como conclusión y de acuerdo a este amplio cuerpo normativo se abre un abanico de posibilidades para la optimización del consumo energético en las empresas Gestoras de Cargas que pueden optar por gestionar independiente e individualmente sus costes y consumos eléctricos, incidiendo especialmente en:

- Acceso directo al Mercado de Producción Eléctrico con todos los derechos y obligaciones que conlleva, el resultado será extender un nuevo modelo de gestionar la compra de energía.
- Optimización horaria del consumo eléctrico de la empresas Gestora de Carga, desplazando su consumo hacia las horas valle haciendo uso de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica

Esta optimización redundará de forma inmediata en los mismos beneficios para el Sector Eléctrico Nacional, al hacer que las empresas que opten por convertirse en Gestor de Cargas desplacen sus consumos hacia los momentos de menor demanda y precio de energía, reduciendo el consumo en hora punta e incrementando el consumo en horas valle.

Este preámbulo impulsó a CIRCE y a URBENER a presentar el Proyecto EV OPTI-MANAGER a la convocatoria Retos de Colaboración dependiente de MINETUR. Nuestro Proyecto ha sido aprobado recientemente. Siendo SIRVE el precursor del concepto de negocio, como se ha descrito la evolución del mismo permitirá desarrollar soluciones para los procesos productivos vía almacenamiento de energía.

Transversalmente se abarcan otras oportunidades que indican:

- Conocer y aprovechar las oportunidades del sector eléctrico mediante la predicción de la evolución de los precios de la energía.
- Conocer y predecir la evolución del consumo de los sistemas conectados a la infraestructura del Gestor de Cargas, para que se pueda gestionar de forma óptima el conjunto de la instalación a la vez que se minimice el coste energético.
- Desarrollar sistemas de almacenamiento de bajo coste, flexibles y de alta calidad de onda, lo que a su vez significa:
 - Aprovechar al máximo las baterías, especialmente mediante la regeneración de baterías de segunda mano.
 - Diseño de un sistema de gestión de baterías (BMS) y de electrónica de potencia que permita utilizar celdas con distintas características permitiendo el uso de baterías regeneradas y su sustitución por otras de características similares aunque no idénticas.
- Rediseñar e implantar el centro de control de SIRVE que permita la gestión óptima en tiempo real de la infraestructura de almacenamiento a partir de lo anterior, en comunicación con el Operador del Mercado Eléctrico.

3. CONCLUSIONES DEL FIN DE PROYECTO

Una vez analizada la evolución de las tecnologías a lo largo del tiempo en que se ha desarrollado el proyecto SIRVE, se ha modificado el producto para adaptarse a los cambios acontecidos. Con el objetivo de ampliar su utilidad y conseguir un producto competitivo, además de aumentar su aplicación a cualquier sector industrial.

Todo lo anteriormente explicado, nos propone unos objetivos empresariales más allá del proyecto SIRVE, los cuales se describen a continuación:

- Generar ACUERDOS DE COLABORACION estables para el desarrollo, fabricación, venta e instalación de SIRVES.
- Diseñar a través del centro de Control del proyecto, pautas de información suficiente sobre la afectación del comportamiento de SIRVE en relación a la red de distribución. Dicha información debe servir como base para avanzar en soluciones ligadas al almacenamiento, picos de consumo, husos horarios, ajustes al Sistema Eléctrico.
- Analizar la contribución de SIRVE en la descongestión de las redes eléctricas, con el fin de minimizar la necesidad de nuevas infraestructuras y evitando el impacto que éstas puedan generar.