



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA (ICAI)

MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL

EV SMART CONTROLLER

Autor: Manuel Salazar Páramo
Director: Joan Manresa Ballester

Madrid,
Junio 2016

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
EV Smart Controller

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2015/16 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Manuel Salazar Páramo

Fecha: 14/ 06/ 2016



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Joan Manresa Ballester

Fecha: 14/ 06/ 2016

Vº Bº del Coordinador de Proyectos



Fdo.: Tomás Gómez San Román

Fecha: 16/ 06/ 2016

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. MANUEL SALAZAR PÁRAMO

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

EV SMART CONTROLLER,

que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6°. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 16 de JUNIO de 2016.

ACEPTA

Fdo. 

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA (ICAI)

MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL

EV SMART CONTROLLER

Autor: Manuel Salazar Páramo
Director: Joan Manresa Ballester

Madrid,
Junio 2016

Resumen: EV Smart Controller

El Proyecto EV Smart Controller es un proyecto de I+D desarrollado en Red Eléctrica de España centrado en la movilidad eléctrica. EV Smart Controller comprende el análisis funcional y el diseño técnico de una herramienta que incluya tanto un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) como un sistema generador de informes.

La finalidad del proyecto EV Smart Controller es comprender y analizar toda la cadena de valor de los vehículos eléctricos, haciendo especial énfasis en los puntos de recarga. A través de este estudio, se analizará las posibilidades de crear un sistema SCADA que se adapte al entorno heterogéneo del vehículo eléctrico en España a comienzos de 2016 con el objetivo de estudiar por parte de Red Eléctrica la integración del vehículo eléctrico en el sistema eléctrico español de manera segura, estable y a través de una gestión activa de la demanda.

Para ello se presenta el estado del arte del vehículo eléctrico en España a comienzos de 2016. El vehículo eléctrico es, en este momento, el vehículo con mayor proyección de crecimiento dentro de los vehículos basados en tecnologías no generadoras de gases de efecto invernadero (GEI). El vehículo eléctrico presenta una solución a los problemas de contaminación cada vez más acuciantes proponiendo un modelo de desarrollo sostenible del sector del transporte gracias a su fuente de energía basada en fuente limpias no emisoras de GEI. La presencia del vehículo eléctrico va en constante aumento creciendo en los últimos años desde la irrupción de los vehículos híbridos en el mercados automovilístico español. Se espera una expansión imparable en los próximos años, pero por ahora los datos reales no se han acercado a las estimaciones debido, entre otros motivos, a la falta de infraestructura a nivel nacional que permita a los usuarios decantarse por un vehículo eléctrico en lugar de por vehículos de combustión clásicos.

Desde el punto de vista de la movilidad sostenible, es fundamental evaluar todos los elementos necesarios para la implantación y escalabilidad del vehículo eléctrico, siendo los puntos de recarga un elemento fundamental.

Los puntos de recarga son infraestructuras diseñadas principalmente para la recarga de los vehículos eléctricos. Los puntos de recarga pueden ser telegestionables, existiendo para ello protocolos de comunicación entre los puntos de recarga y los sistemas centrales de control de dichos puntos de recarga. Pero no existe un protocolo estandarizado de comunicación, por lo que cada fabricante utiliza distintas versiones de protocolo de comunicación dificultando la creación de un entorno homogéneo que permita la gestión de todos los puntos de recarga desde un único sistema central de control.

Ante este escenario en el que coexisten en el mismo escenario múltiples fabricantes con distintos protocolos de comunicación para los puntos de recarga, EV Smart Controller propone la creación de un sistema SCADA que permita operar e integrar distintos puntos de carga sin importar el fabricante o el protocolo de comunicación que contenga el punto de recarga, haciendo uso de las distintas funcionalidades que permita cada

protocolo de comunicación. Por lo tanto, EV Smart Controller integrará puntos de recarga de terceros.

Para el desarrollo del sistema SCADA de EV Smart Controller se realiza un análisis funcional en el que se presentan y analizan las distintas funcionalidades asociadas al sistema SCADA multifabricante y multiprotocolo para poder incorporar mecanismos de interoperabilidad. El sistema SCADA busca adquirir y monitorizar datos en tiempo real obtenidos de los puntos de recarga de los distintos fabricantes. El análisis funcional está basado en las siguientes secciones de requerimientos:

- Requerimientos de monitorización
- Requerimientos de roles, usuarios y permisos
- Requerimientos de gestión
- Requerimientos de eventos
- Requerimientos de comunicaciones y seguridad
- Requerimientos de visualización

EV Smart Controller busca mantener la interacción de los usuarios con los puntos de recarga lo más sencilla posible, realizando muchas de las funcionalidades de EV Smart Controller con la participación pasiva del usuario del vehículo eléctrico. El sistema central gestionará de manera autónoma la autenticación del usuario y gestionará la recarga y la información derivada de ella.

Se consigue crear un sistema de comunicación en el que la seguridad esta centralizada en el SCADA, almacenando y gestionando toda la información de forma centralizada. Además, la herramienta EV Smart Controller también permite el acceso a usuarios de tal manera que puedan, de manera remota, acceder a la información de los puntos de recarga, gestionar reservas, etc.

Ante el diseño de una herramienta con la que podrán interactuar distintos usuarios, es fundamental definir los roles y permisos que puede tener un determinado usuario en la herramienta. Para ello se definen en EV Smart Controller cuatro perfiles distintos de usuarios:

- Administración
- Operación
- Visualización
- Usuario Vehículo Eléctrico

De estos usuarios es finalmente el usuario con perfil de administrador el que concede o limita las posibilidades de interacción de cada usuario con EV Smart Controller.

Como herramienta SCADA que es EV Smart Controller, uno de los principales objetivos de ésta es la detección de eventos asociados a los puntos de recarga incluidos en la herramienta para poder discriminar aquellos que son relevantes para Red Eléctrica como operador del sistema. Los eventos en EV Smart Controller son considerados en dos grandes grupos:

- Eventos críticos
- Eventos no críticos

EV Smart Controller gestionará cada evento de manera distinta según su criticidad, incluyendo notificaciones para ayudar a la solución de dichos eventos. Además, se guardará un histórico de los eventos recogidos por EV Smart Controller para poder ser consultados y analizados posteriormente.

Para llevar a cabo todas las funcionalidades del sistema SCADA, se ha realizado un diseño técnico a través del cual se presentan soluciones a los distintos requerimientos de la herramienta.

La otra herramienta que presenta EV Smart Controller es el generador de informes. Gracias al generador de informes, se puede acceder a información no sólo recogida por EV Smart Controller, sino información de terceros que sea cedida a la herramienta, para así poder generar informes lo más completos y detallados posibles acerca de la información recogida por cada punto de recarga. En análisis funcional del generador de informes se ha desarrollado atendiendo a las siguientes secciones de requerimientos:

- Requerimientos funcionales
- Requerimientos generales

Al igual que en la herramienta SCADA, en el generador de informes existen distintos perfiles de usuarios. Los perfiles definidos son los mismos que aquellos de la herramienta SCADA, pero la gestión de los permisos y concesiones a cada perfil será realizada de manera independiente una herramienta de la otra. El administrador podrá limitar el acceso a la información o a los distintos formatos disponibles según el perfil del usuario.

Los informes responderán a estructuras predefinidas, y no todos los usuarios podrán acceder a la creación de estas estructuras de informes. EV Smart Controller guardará la estructura de los informes y generará los informes según petición de los usuarios accediendo a la información contenida en EV Smart Controller, pero EV Smart Controller no guardará los informes generados, optimizando así el uso de recursos por parte de la herramienta.

EV Smart Controller es por lo tanto una herramienta tanto SCADA como generador de informes que busca conocer e investigar todos los elementos de la recarga del vehículo eléctrico para así incorporarlos al sistema eléctrico español en un escenario de seguridad y estabilidad y bajo una gestión activa de la demanda.

Abstract: EV Smart Controller

The project EV Smart Controller is a project of R+D developed by Red Eléctrica de España that is focused on the electrical mobility. EV Smart Controller includes the functional analysis and the technical design of a tool that is conformed by a SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) system and by a report generator.

The aim of the EV Smart Controller project is to comprehend and analyze the whole value chain of electric vehicles, placing special emphasis on the charging points. Through the study presented, the possibilities to create a SCADA systems that adapts to the heterogeneous environment of the electric vehicles in Spain are analyzed. The objective of Red Eléctrica de España is to study the integration of the electric vehicle in the Spanish electrical system in a safe and stable way, and by making an active management of the power demand.

For that, the state of the arte of the electric vehicle in Spain in 2016 is presented. The electric vehicle is at this moment the vehicle with the best projection of growth from those vehicles based on non polluting technologies, mainly greenhouse gases. The electric vehicle presents a solution to the contamination problems that are affecting the world by proposing a sustainable development of the automotive sector thanks to the use of non polluting and clean energy sources. The presence of the electric vehicle is increasing from year to year from the irruption in the market of the hybrid vehicles. It is expected that the expansion will continue in the following years in an exponential way, but for now the real sales of electric vehicles are very far from the estimations expected among other things because of the lack of a national infrastructure that allows vehicle users to choose an electric vehicle instead of the classical combustion vehicles.

From the point of view of sustainable mobility, it is fundamental to evaluate all the different elements needed from the implementation and scalability of the electric vehicle, being the charging points a key element.

The charging points are infrastructures designed mainly to charge the electric vehicles. The charging point can be managed by control central systems or SCADAs, existing different communication protocols among the charging points and the central control systems. But it does not exist a standardized communication protocol, so each manufacturer uses different versions of the communication protocols making it harder the creation of a homogeneous environment that allows the management of all the charging points from a unique central control central system.

In this scenario in which coexists different manufacturers and different communication protocols for the charging points, EV Smart Controller proposes de creation of a SCADA system that allows to operate and that integrates all the different charging points with caring for the manufacturer or the communication protocol installed in the charging point, making use of the possibilities that provide each communication protocol. Therefore, EV Smart Controller integrates charging points from external manufacturers.

For the development of the SCADA system of EV Smart Controller, a functional analysis is performed in where the different functionalities associated with the multiprotocol and multi manufacturer SCADA system are presented in order to incorporate the desired interoperability mechanisms. The SCADA systems looks to acquire and monitor real time data from the charging points of the different manufacturers. The functional analysis is based on the following requirements sections:

- Monitor requirements
- Roles, users and permits requirements
- Management requirements
- Events requirements
- Communication and safety requirements
- Visualization requirements

EV Smart Controller seeks to maintain the interaction among the electric vehicles users and the charging points as simple as possible, carrying out most of the activities of EV Smart Controller with the passive participation of the electric vehicle user. The central system manages autonomously the authentication of the electric vehicle user and manages the charge of the vehicle and the information derived from it.

The SCADA created in the project represents a communication system where the security is centralized in the central system, storing the data and managing the information centrally. Besides, the EV Smart Controller tool also gives access to different users allowing them to access remotely to the different charging points, making reservation, providing access to information, etc.

Since the tool is designed to be used and to allow the interaction of different users, it is needed to establish different roles and permits to the different users of the tools. For this reason, in EV Smart Controller four different profiles are designed:

- Administration
- Operation
- Visualization
- Electric vehicles user

From these users it is in the administration user the one that allows or limits the possibilities of interaction of each user with EV Smart Controller.

As an SCADA tool that EV Smart Controller is, one of the main objectives of it is the detection of eventualities associated with the charging points included in the tool to be able to discriminate which events are relevant for Red Eléctrica as the operator of the electrical system.

The events in EV Smart Controller are separated in two main groups:

- Critical events
- Non critical events

EV Smart Controller manages each event in a different way according to its relevancy, including notifications to help solving these events. Also, an historical record of the events is kept in EV Smart Controller in order to be analyzed and consulted later.

To conduct all the different functionalities of the SCADA system, a technical design is presented in where the solutions for the different requirements are presented.

The other tool that conforms EV Smart Controller is the report generator. Thanks to the report generator, the information can be accessed in order to generate reports. But the information is not only the one captured by EV Smart Controller, but also information from external sources surrendered to the tool. With all this information, the report generator creates extensive and detailed reports about the information obtained from each charging point. The functional analysis of the report generator was developed attending to the different requirement sections:

- Functional requirements
- General requirements

Same as the SCADA system, in the report generator exists different user profiles. The profiles are the same ones defined in the SCADA, but the management of the permits and concessions to each profile are done independently from one tool to the other. The administrator is able to limit the access to the information or to the different formats available according to the user profile.

The reports respond to predefined structures, and not all the users can access to the creation of these report structures. EV Smart Controller will save the different report structures and will generate the reports according to user's request, accessing to the information kept in EV Smart Controller. But EV Smart Controller will not save the reports generated, optimizing the resources of the tool.

As a conclusion, EV Smart Controller is a tool that include a SCADA system and a report generator whose objective is to understand and investigate the different elements of the electric vehicle charge in order to incorporate them to the Spanish electrical system in a scenario of safety and stability and under an active management of the power demand.

Índice EV Smart Controller

1.	Introducción	1
2.	Vehículo Eléctrico	3
2.1	Introducción al Vehículo Eléctrico	3
2.2	Características del Vehículo Eléctrico	5
2.2.1	Tipo de Vehículo Eléctrico	5
2.2.2	Tipos de Baterías de Vehículo Eléctrico y Características.....	7
2.2.3	Tipos de Motores Eléctricos	10
2.2	Recarga Vehículo Eléctrico	14
2.2.1	Puntos de recarga.....	14
2.2.2	Figura del Gestor de Carga	29
3.	EV Smart Controller	33
3.1	Introducción al EV Smart Controller	33
3.2	Análisis funcional EV Smart Controller	34
3.2.1	Análisis funcional SCADA	34
3.2.2	Análisis funcional Generador de Informes	69
3.3	Diseño Técnico EV Smart Controller	80
3.3.1	Diseño Técnico SCADA.....	80
3.3.2	Diseño Técnico Generador de Informes	103
4.	Conclusiones.....	111
5.	Anexos.....	113

Índice de figuras

Figura 1: Mix energético español en 2015 (Fuente: REE).....	3
Figura 2: Evolución energías renovables en España (Fuente: REE)	4
Figura 3: Comportamiento baterías ión-Litio (Fuente: Boston Consulting Group)	10
Figura 4: Ejemplo motor corriente continua	11
Figura 5: Imagen de motor vehículo Tesla Modelo S	13
Figura 6: Estructura punto de recarga.....	14
Figura 7: Ejemplo recarga Tesla Modelo S (Fuente: Tesla Motors).....	18
Figura 8: Ejemplo Modo de Carga 2 con conector Schuko a la red y Mennekes al VE...	19
Figura 9: Conector tipo Schuko	20
Figura 10: Conectores IEC 60309.....	21
Figura 11: Conector CEEplus	21
Figura 12: Conector SAE J1772.....	22
Figura 13: Conector tipo Mennekes	22
Figura 14: Conector CSS	23
Figura 15: Conector Scame.....	23
Figura 16: Intensidad vs Grado de carga	24
Figura 17: Conector CHAdeMO	24
Figura 18: Conector SAE J 1772 Combo	25
Figura 19: Estación de recarga Tesla - Conector supercargador Tesla	25
Figura 20: Esquema Puntos de recarga con Sistema central.....	34
Figura 21: Esquema EV Smart Controller	35
Figura 22: Esquema comunicación puntos de recarga con sistema central.....	36
Figura 23: Interfaces de interacción del EV Smart Controller	42
Figura 24: Subsistemas del EV Smart Controller	43
Figura 25: Entidades del punto de recarga.....	44
Figura 26: Estructura punto de recarga.....	45
Figura 27: Entidades de configuración de punto de recarga.....	47
Figura 28: Proceso de reserva de punto de recarga.....	47
Figura 29: Entidades mensajes.....	51
Figura 30: Entidades Notificación de eventos	55
Figura 31: Entidades de gestión de usuarios.....	56
Figura 32: Proceso de alta de un punto de recarga.....	58
Figura 33: Entidades Recarga VE	59
Figura 34: Estructura general de pantallas EV Smart Controller	61
Figura 35: Ejemplo pantallas 'responsive'	62
Figura 36: Secciones del área de contenido	63
Figura 37: Cuadro de mando de pantalla de inicio de EV Smart Controller	64
Figura 38: Ejemplo Cuadro de control – Despliegue	65
Figura 39: Ejemplo Cuadro de control- Gestores	66
Figura 40: Ejemplo ventana Parámetros de búsqueda	66
Figura 41: Ejemplo Lista de datos.....	67
Figura 42: Ejemplo Visualización de un dato.....	68
Figura 43: Esquema general EV Smart Controller	72
Figura 44: Esquema de relación entre entidades.....	74
Figura 45: Elementos EV Smart Controller	80
Figura 46: Subdivisión del sistema SCADA	81

Figura 47: Notación mapa de navegación	87
Figura 48: Mapa de la página de registro	87
Figura 49: Página de login	88
Figura 50: Página Home	88
Figura 51: Mapa de acciones en página Home.....	89
Figura 52: Mapa de acciones directas de página Home	89
Figura 53: Mapa Menú de opciones.....	90
Figura 54: Diseño Menú de opciones	91
Figura 55: Mapa de Cuadros de mando	91
Figura 56: Mapa de Cuadro de Mando - Home/Inicio.....	91
Figura 57: Diseño Cuadro de mando- Home/Inicio	92
Figura 58: Mapa Cuadro de mando - Despliegue	92
Figura 59: Diseño Cuadro de mando – Despliegue	92
Figura 60: Mapa Cuadro de mando - Usuario y reservas	93
Figura 61: Diseño Cuadro de control - Usuarios y reservas.....	93
Figura 62: Mapa Cuadro de mando - Gestores de carga.....	93
Figura 63: Diseño Cuadro de mando - Gestores de carga	94
Figura 64: Mapa Cuadro de control – Consumo.....	94
Figura 65: Mapa Cuadro de mando – Mantenimiento.....	94
Figura 66: Diseño Cuadro de mando - Mantenimiento.....	95
Figura 67: Mapa de navegación Puntos de recarga	95
Figura 68: Mapa Puntos de recarga Puntos de recarga	96
Figura 69: Diseño Puntos de recarga - Puntos de recarga.....	96
Figura 70: Ejemplo listado de puntos de recarga	96
Figura 71: Información Punto de recarga.....	97
Figura 72: Opciones Puntos de recarga (2.1)	97
Figura 73: Resto de opciones de Puntos de recarga (2)	98
Figura 74: Mapa de navegación eventos (3)	98
Figura 75: Mapa Usuarios VE (4)	99
Figura 76: Mapa Usuarios VE - Usuarios VE	99
Figura 77: Mapa Usuarios VE - RFIDs	99
Figura 78: Mapa Usuarios VE - Vehículos	100
Figura 79: Mapa Usuarios VE - Whitelist	100
Figura 80: Mapa Reservas	101
Figura 81: Mapa Administración	101
Figura 82: Mapa Administración - Usuarios Sistema.....	102
Figura 83: Mapa Administración – Agrupaciones.....	102
Figura 84: Mapa Administración - Datos básicos	102
Figura 85: Árbol de vistas del generador de informes	103
Figura 86: Introducción de secuencias 'sql'	104
Figura 87: Ejemplo navegador repositorio de plantillas e informes.....	105
Figura 88: Ejemplo exportación de datos.....	106
Figura 89: Limitación de formatos de las plantillas	106
Figura 90: Captura diseñador remoto	107
Figura 91: Ejemplo de filtro basado en estado de puntos de recarga.....	108
Figura 92: Ejemplo de vista previa	109

1. Introducción

El proyecto EV Smart Controller es un proyecto de I+D desarrollado en Red Eléctrica de España centrado en la movilidad eléctrica.

El proyecto EV Smart Controller tiene como finalidad comprender y analizar el punto de recarga, incluyendo todos los elementos que lo conforman, al ser parte fundamental de la cadena de valor del vehículo eléctrico.

El vehículo eléctrico es el vehículo con mayor proyección de crecimiento dentro de aquellos vehículos basados en tecnologías no generadoras de gases de efecto invernadero (GEI). El vehículo eléctrico presenta una solución a los problemas mundiales de contaminación en el mundo a 2015 proponiendo un desarrollo sostenible del sector del transporte gracias a su fuente de energía basada en fuentes limpias no emisoras de GEI. La presencia del vehículo eléctrico lleva creciendo desde su renacimiento con los vehículos híbridos, y su expansión se estima será imparable en los próximos años, contando con el apoyo de gobiernos y diversas entidades que ayuden a un cambio radical en el modelo de movilidad presente.

Siendo tan importante el vehículo eléctrico en el desarrollo de una movilidad sostenible, es fundamental evaluar y comprender todos los elementos necesarios para la implantación y escalabilidad del vehículo eléctrico, siendo un elemento fundamental los puntos de recarga.

Los puntos de recarga son infraestructuras diseñadas principalmente para la recarga de vehículos eléctricos. Estos puntos de recarga pueden ser telegestionables, existiendo distintos protocolos de comunicación entre los puntos de recarga y los sistemas SCADA asociados, sin existir un estándar para todos los puntos. Además, los puntos de recarga pertenecen a multitud de fabricantes con diversas tecnologías.

Ante la presencia de puntos de recarga funcionando con distintos protocolos de comunicación y de diversos fabricantes, Red Eléctrica decide llevar a cabo el proyecto EV Smart Controller, cuyo objetivo es la creación de una herramienta que sea multiprotocolo y multifabricante que incluya un sistema SCADA y un sistema de generación de informes con el que poder estudiar la comunicación entre el sistema EV Smart Controller con los puntos de recarga.

En el proyecto se estudiará la situación del vehículo eléctrico y sus características, los puntos de recarga, la especificación y creación de la herramienta EV Smart Controller, y las conclusiones obtenidas a través del EV Smart Controller.

2. Vehículo Eléctrico

2.1 Introducción al Vehículo Eléctrico

La movilidad eléctrica en el sector del transporte se está transformando, aunque por debajo de las previsiones de crecimiento, hacia un mercado de transporte sostenible desde el punto de vista de la contaminación debido a los gases de efecto invernadero (principalmente CO₂) y los gases nocivos para la salud de las personas (nitróxidos en su mayoría). El vehículo eléctrico representa, dentro de los medios de transporte alternativos de automoción, el sistema de movilidad con mayor crecimiento, y con mayores expectativas de expansión en un futuro próximo frente a otras alternativas, como los medios de transporte basados en tecnologías del hidrógeno. Acorde a la firma de la Declaración de París sobre la Electro-Movilidad y el Cambio Climático de diciembre de 2015, se espera que en 2030 un 20% de los vehículos sean eléctricos.

Acorde al Real Decreto 1074/2015¹, Modificación del Real Decreto 647, el vehículo eléctrico responde a la siguiente definición:

“«Vehículo eléctrico»: vehículo de motor equipado de un grupo de propulsión con al menos un mecanismo eléctrico no periférico que funciona como convertidor de energía y está dotado de un sistema de almacenamiento de energía recargable, que puede recargarse desde el exterior.”

El vehículo eléctrico no es un medio contaminante, pero sí lo son los sistemas de generación utilizados para obtener la energía con la que se alimentan los vehículo eléctricos, por lo que crear un sistema sostenible pasa tanto por la implantación del vehículo eléctrico, como por generar la energía demandada por el sistema eléctrico a través de sistemas limpios, que incluyen las energías renovables, y otras fuentes de energía, como la nuclear. La reducción de la contaminación pasa tanto por los vehículos, como por los sistemas de generación de energía eléctrica.



Figura 1: Mix energético español en 2015 (Fuente: REE)

¹ Ver **Anexo 1**: Real Decreto 1074/2015, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN RENOVABLE Y NO RENOVABLE

(%)

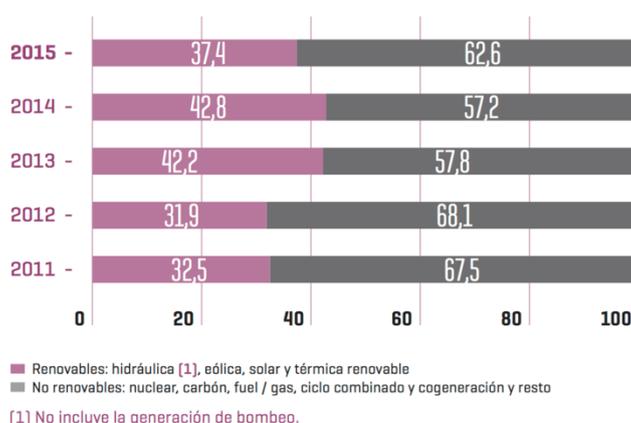


Figura 2: Evolución energías renovables en España (Fuente: REE)

En 2015, según datos de ACEA (European Automobile Manufacturers Association)², la presencia del vehículo eléctrico en los distintos sectores relacionados con la movilidad fue muy minoritaria. Pero esto no quiere decir que la presencia del vehículo eléctrico no haya crecido. Incluso a pesar de la crisis económica de los países occidentales, las ventas de vehículo eléctrico han aumentado de manera constante año tras año, y se espera que gracias tanto a la mayor concienciación como a las ayudas a la movilidad eléctrica, finalmente sus ventas se disparen acorde a las estimaciones realizadas por diversas entidades.

El vehículo eléctrico se basa en el almacenamiento de energía en forma de electricidad mediante baterías capaces de proporcionar la energía mediante un proceso químico conocido como REDOX (reducción - oxidación). Estas baterías proporcionan la electricidad en forma de corriente continua. Las baterías eléctricas representan la gran limitación actual del vehículo eléctrico, por motivos como el precio del kWh de instalación de la batería, la poca densidad energética en comparación con el petróleo, la escasez de una infraestructura adecuada para la recarga de este tipo de baterías, etc. La variedad dentro de los vehículos eléctricos es muy amplia, pudiendo clasificarlos según distintas características, siendo las principales:

- Tipo de vehículo eléctrico
- Tipo de baterías
- Tipo de motor eléctrico

La implantación de los vehículos eléctricos en España presentan muchas ventajas, siendo las principales la eliminación de la contaminación (tanto acústica como medioambiental), la eliminación de dependencia de importaciones de combustibles fósiles, la aceleración de la expansión de los Smart Grids, y la inclusión del vehículo eléctrico en los sistemas de generación distribuida.

² Ver **Anexo 2**: Electric Vehicle Registrations in Europe 2013/14, ACEA

Pero para poder implantar el vehículo eléctrico a gran escala, es necesario primero crear una infraestructura que permita a los futuros usuarios la utilización de su vehículo eléctrico en su día a día como sustituto de los vehículos basados en combustibles fósiles. Es por ello que el analizar y estudiar la recarga del vehículo eléctrico es fundamental para promover la implantación de este vehículo, y existen en el sector muchas alternativas de recarga de vehículo eléctrico sin estandarizar.

A lo largo de este apartado se estudiará el vehículo eléctrico, sus características, así como la recarga del vehículo eléctrico, la legislación pertinente y las tecnologías asociadas a esta recarga.

2.2 Características del Vehículo Eléctrico

El vehículo eléctrico presenta una amplia variedad de productos únicos acorde a las funcionalidades y requerimientos necesarios. Para clasificar las distintas variedades de vehículo eléctrico, se realizará acorde a tres criterios distintos siendo:

- Tipo de Vehículo Eléctrico
- Tipo de baterías
- Tipo de motor eléctrico

2.2.1 Tipo de Vehículo Eléctrico

En la actualidad se pueden encontrar en el mercado automovilístico diversos modelos de vehículos eléctricos. La clasificación más general entre los tipos de vehículos eléctricos se realiza en función de su/s fuente de energía y su conexión o la carencia de ella con la red eléctrica.

Los tipos de vehículo eléctrico son:

1. Vehículo eléctrico (BEV, Battery Electric Vehicle)

Son los vehículos 100% eléctricos. Se elimina por completo en ellos la presencia de motores de combustión. Su única fuente de energía son las baterías. Dichas baterías se recargan principalmente mediante la conexión del vehículo a la red eléctrica, aunque también hace uso de la frenada regenerativa como fuente de recarga de sus baterías. Las baterías son construidas en celdas colocadas en serie para alcanzar el voltaje deseado.

Presentan grandes ventajas como la eficiencia energética, la ausencia de caja de cambios (gracias a la electrónica de potencia), la reutilización de la energía mediante el uso de la frenada regenerativa, y la ausencia de emisiones de gases contaminantes. Los

motores utilizados por estos vehículos son motores de corriente alterna, ya que su mantenimiento es más sencillo que el de los motores de corriente continua, pero necesitan de la electrónica de potencia para controlar la velocidad. Además suelen ser motores trifásicos para evitar vibraciones en el par del motor, y la velocidad rotacional del motor dependerá de la frecuencia de la onda eléctrica, que vendrá determinada mediante la electrónica de potencia del vehículo.

El mayor inconveniente de este tipo de vehículos es la autonomía de la que disponen estos vehículos. Debido a la limitación en la densidad energética de las baterías la autonomía media de este tipo de vehículos es de en torno a 200 km, aunque esto depende mucho del modelo concreto puesto que esta tecnología se encuentra en constante desarrollo. El otro problema es el peso de las baterías y el precio de éstas.

Actualmente, las baterías de ión-Litio tienen una densidad energética de en torno a 640 kJ/kg, frente al petróleo que presenta una densidad energética de en torno a 42000 kJ/kg.

2. Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

Este tipo de vehículos eléctricos están provistos de dos motores distintos, un motor de combustión interna y un motor eléctrico alimentado a través de una batería. La configuración de ambos motores es en paralelo, esto significa, según las condiciones, el motor podrá operar ya sea utilizando solamente uno de los motores, o la combinación de ellos. El funcionamiento más habitual de este tipo de vehículos es la utilización del motor eléctrico siempre que sea posible a bajas velocidades, ante todo en circulación urbana, y la combinación de ambos motores cuando las exigencias del vehículo son mayores.

La autonomía de este tipo de vehículos en régimen eléctrico es de en torno a 100 km. Pero una de sus grandes ventajas en el mercado automovilístico actual es el bajo consumo de combustible fósil con respecto a modelos de combustión, así como su alta autonomía con funcionamiento paralelo de ambos motores.

3. Vehículo Eléctrico Híbrido No Enchufable (HEV, Hybrid Electric Vehicle)

Los vehículos eléctricos híbridos no enchufables disponen, al igual que los vehículos eléctricos híbridos enchufables, de un motor eléctrico. Estos vehículos incluyen una batería a través de la cual alimentan el motor eléctrico, pero esta batería se recarga únicamente mediante un sistema de recuperación de energía (frenada regenerativos). Consiguen una reducción significativa del consumo, aumentando la eficiencia global del vehículo

2.2.2 Tipos de Baterías de Vehículo Eléctrico y Características

Las baterías de los vehículos eléctricos se basan en un proceso electroquímico conocido como REDOX (reducción – oxidación). Este tipo de reacción necesita de dos agentes distintos, un agente reductor que suministre electrones de su estructura química al medio aumentando su estado de oxidación, y un agente oxidante que capte los electrones quedando en un estado de oxidación inferior al que tenía (reduciéndose).

Las baterías eléctricas están formadas por celdas individuales formadas cada una de ellas por tres elementos fundamentales: el ánodo, el cátodo y el electrolito. Las baterías de los vehículos eléctricos son baterías recargables, lo que implica que el proceso electro-químico es reversible. Durante la recarga, el electrodo positivo es el ánodo que sufre un proceso de reducción y el electrodo negativo es el cátodo que sufre un proceso de oxidación. Durante la descarga, los electrodos invierten sus procesos, pasando a oxidarse el electrodo que hacía de agente reductor durante la recarga, y de igual manera con el electrodo que hacía de agente oxidante durante la recarga. En cada celda, ambos electrodos se encuentran separados para evitar un cortocircuito entre ellos. El objetivo del electrolito es facilitar la circulación de los electrones entre ambos electrodos, creando un circuito cerrado y pudiendo hacer uso de la energía almacenada en la batería.

A lo largo de los años se han ido desarrollando muchos tipos de materiales para la fabricación de los electrodos. Pero son las baterías de ion- Litio las utilizadas de manera más amplia en el vehículo eléctrico y las que se espera se sigan utilizando previsiblemente hasta al menos el año 2020 según datos de BCG (Boston Consulting Group)³. Estas baterías usan como electrolito una sal de litio que procura los iones necesarios para la reacción electro-química reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. Pero a pesar de que este tipo de baterías tiene en común el electrolito, el material del ánodo y el cátodo proporciona la posibilidad de crear mucho tipos de baterías de ión-Litio distintas, teniendo cada una de las distintas combinaciones distintas ventajas y desventajas.

Las baterías más extendidas desde el punto de vista de la automoción eléctrica son, según datos de BCG⁴:

- Litio-níquel-cobalto-aluminio (NCA)
- Litio-níquel-manganeso-cobalto (NMC)
- Litio-óxido de manganeso (spinel) (LMO)
- Litio-titanato (LTO)
- Litio- fosfato de hierro (LFP)

³ Ver **Anexo 3**: Batteries for Electric Cars. Challenges, Opportunities and the Outlook to 2020, Boston Consulting Group

⁴ Ver **Anexo 3**: Batteries for Electric Cars. Challenges, Opportunities and the Outlook to 2020, Boston Consulting Group

La batería más habitual para usos varios es la batería de litio-óxido de cobalto (LCO), pero estas baterías no son de uso en el sector de la automoción eléctrica por los inherentes riesgos que llevan asociados.

Para analizar las diferencias entre los distintos tipos de baterías, se estudia cada batería respondiendo a distintas características. Estas características son:

- Seguridad
- Vida útil
- Funcionamiento
- Energía específica
- Potencia específica
- Tiempo de carga

1. Seguridad

La seguridad es el criterio fundamental de cara a evaluar la viabilidad del uso de un tipo de batería en el sector de la automoción. La principal preocupación en la seguridad es el evitar posibles incrementos de temperatura provocados por las reacciones químicas, ya que pueden ser causantes de incendios. Los principales incrementos inesperados de temperatura pueden ser causados por sobrecarga de las baterías, demandas instantáneas de energía muy altas, y cortocircuitos. Existen alternativas para incrementar la seguridad frente a posibles contingencias, medidas que implican la medición de las actuaciones de las baterías, y el aislamiento de las baterías en contenedores especialmente preparados. Los tipos de baterías que presentan más problemas de seguridad son NCA, NMC y LMO, que requieren de medidas adicionales de seguridad.

2. Vida útil

La vida útil se debe analizar desde dos perspectivas distintas, la cantidad de ciclos de recarga que soporta la batería, y la vida útil global de la batería.

La vida útil de los ciclos de recarga se mide según la cantidad de ciclos de carga/descarga que admite la batería antes de que su capacidad de almacenamiento de energía se haya degradado por debajo del 80%. En cambio la vida útil global se mide según el número de años que se espera que la batería funcione de manera correcta.

La vida útil global sin embargo es un factor muy dependiente de elementos ajenos al vehículo eléctrico, como son las condiciones ambientales de temperatura y humedad que soporten las baterías. Es por ello que se desarrollan baterías específicas para determinadas condiciones ambientales.

3. Funcionamiento

El funcionamiento indica como se comporta una batería frente a condiciones no estándar, ante todo como se comportan las baterías en condiciones de bajas temperaturas y de altas temperaturas.

Las bajas temperaturas afectan al funcionamiento de la batería, impidiendo su normal funcionamiento, y el correcto proceso químico.

Por el contrario, siguiendo la formulación de Arrhenius⁵, ante temperaturas superiores, la reacción química se acelera, por lo que la liberación de energía es más rápida, reduciendo el tiempo de funcionamiento de la batería.

4. Energía específica

La energía específica es la cantidad de energía que puede almacenar una batería por cada kilogramo de masa. Normalmente se mide en vatios hora por kilogramo (Wh/kg). La energía específica es la mayor debilidad de los vehículos eléctricos frente a los vehículos de combustibles fósiles. Las baterías actuales solamente son capaces de tener un 1% de la energía específica del petróleo. Esto implica que se requieren grandes pesos en los vehículos para poder transportar la energía, y por lo tanto, el rango de distancias del vehículo eléctrico se encuentra limitado.

Las celdas de las baterías actuales se pueden encontrar en un rango de 140-200 Wh/kg, frente a los 13.000 Wh/kg que ofrece la gasolina. Además, cuando se ensamblan las celdas y se crea el conjunto final de la batería, la energía específica se reduce entre un 30% y un 40% debido a los distintos elementos que incorporan las baterías además de las celdas, por lo que se encontrarían en un rango entre 80-140 Wh/kg.

5. Potencia específica

La potencia específica indica la cantidad de potencia que una batería puede proporcionar por cada kilogramo de masa. Las baterías actuales cumplen este aspecto sin mayores inconvenientes, siendo un aspecto muy importante en los vehículos híbridos en los que las baterías eléctricas descargan pequeñas cantidades de energía en intervalos muy cortos de tiempo. Pero en los vehículos eléctricos es mucho más importante la energía específica que la potencia específica.

⁵ Ver **Anexo 4**: Experimental identification of Arrhenius equation parameters for control purposes. LUBOMÍR MACKŮ, República Checa

6. Tiempo de carga

El tiempo de carga es un factor principalmente determinado por las tensiones de alimentación de recarga, y la potencia de alimentación de la recarga. Pero es importante destacar que las baterías se pueden comportar de manera distinta frente a distintos niveles de tensiones, y algunas baterías pueden requerir de elementos de refrigeración para poder ser cargados en regímenes de alta potencia.

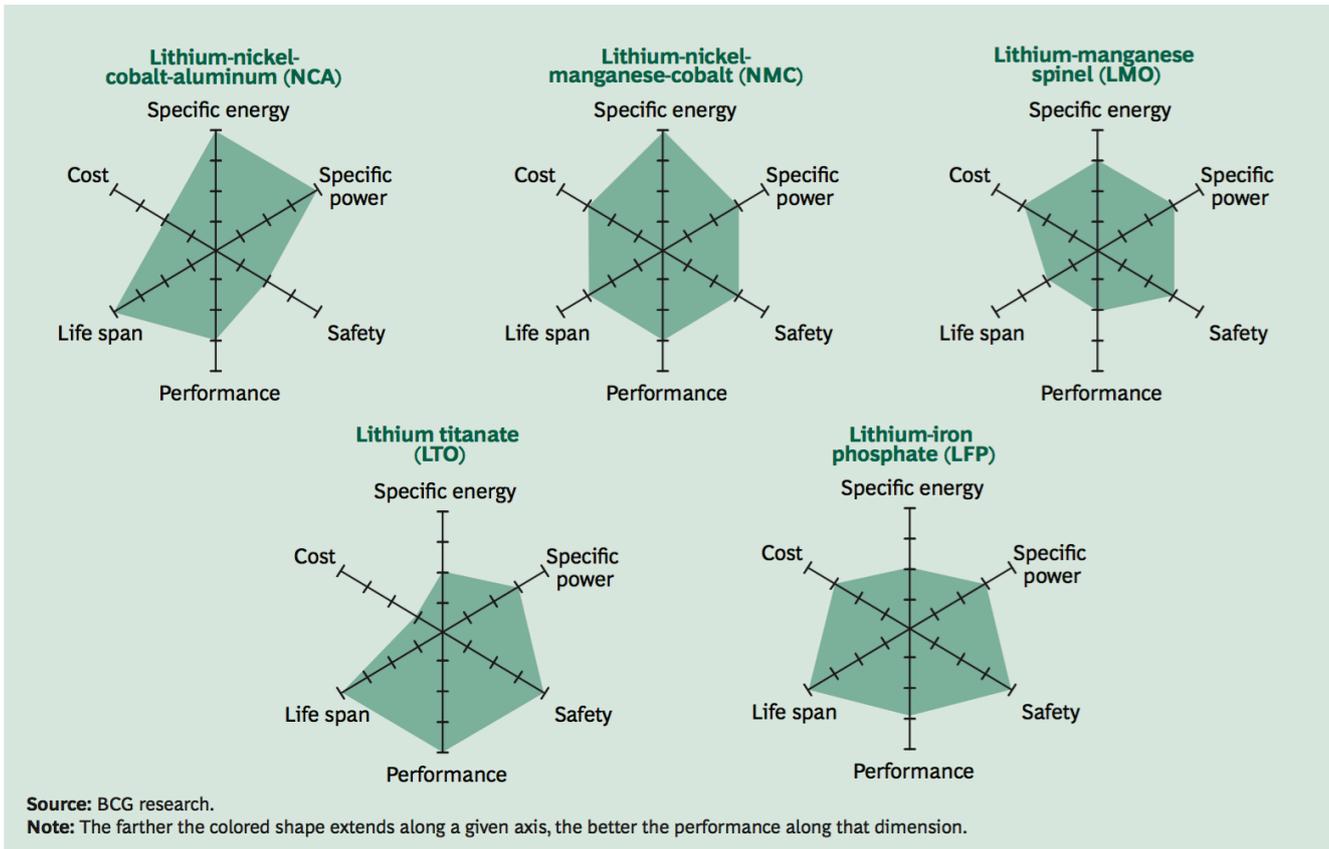


Figura 3: Comportamiento baterías ión-Litio (Fuente: Boston Consulting Group)

En la *Figura 3*, se observa como responde de manera simplificada cada una de las baterías de ión-litio expuestas frente a las distintas características definidas.

2.2.3 Tipos de Motores Eléctricos

Los motores eléctricos tienen en común un único elemento, su fuente de energía motriz es la electricidad. Pero identificar todos los motores eléctricos como si se hablase de una única entidad con las mismas características sería un error, puesto que la diferenciación entre ellos es enorme tanto por sus características como por su funcionamiento. Pero a pesar de su importancia en el funcionamiento de los vehículos eléctricos, su relevancia de cara al proyecto EV Smart Controller es limitada, por lo que no se entrara con mucho detalle en la descripción de cada tipo de motor.

Los motores eléctricos, sean del tipo que sean, se componen fundamentalmente por un estator y por un rotor. El estator es la parte fija del motor eléctrico, la cual se alimenta para generar un campo magnético que será seguido por el rotor cuando se utiliza la máquina eléctrica como motor, siendo el rotor la parte no fija del motor que será la encargada de proporcionar tanto velocidad angular como par. La potencia nominal de un motor determina la velocidad y el par máximo que se pueden dar en un momento exacto, ya que la potencia viene determinada por la siguiente ecuación:

$$Potencia (W) = Par (N) \cdot Velocidad\ angular \left(\frac{rad}{s}\right)$$

Tanto el estator como el rotor tienen sus propios circuitos eléctricos independientes, pero ambos se vinculan a través de los campos magnéticos generados.

La clasificación más general entre los motores eléctricos viene por el tipo de alimentación que reciben, es decir, si reciben la corriente en DC o por el contrario en AC.

1. Motores de Corriente Continua

Los motores de corriente continua eran los motores utilizados en los primeros vehículos eléctricos. Esto era así puesto que el motor de corriente continua permite controlar la velocidad de rotación a través de la intensidad de excitación del estator, sin ningún tipo de electrónica.

El problema de estos motores es su alto mantenimiento, puesto que requieren de escobillas que establezcan contacto entre el estator y el rotor, las cuales sufren un gran desgaste y problemas de contacto.

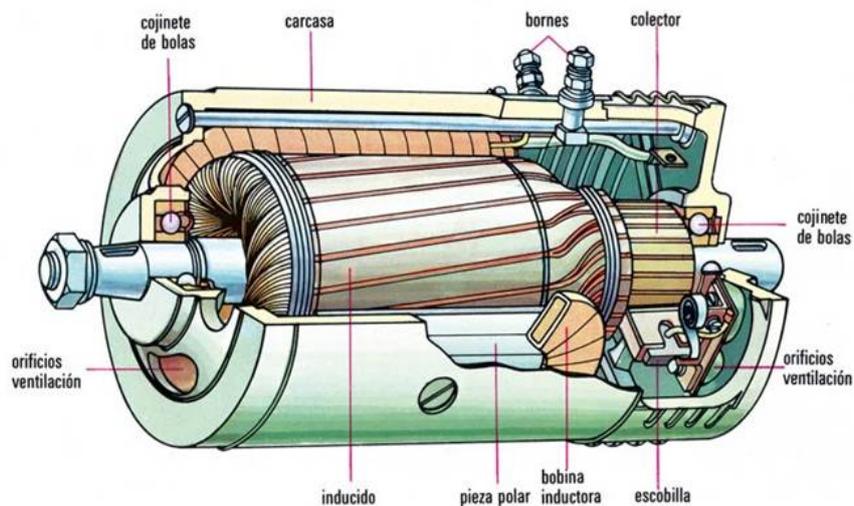


Figura 4: Ejemplo motor corriente continua

2. Motores de corriente alterna

Los motores de corriente alterna, inventados por Nikola Tesla, son motores que se alimentan con corriente alterna. Dichos motores disponen pares de imanes para generar los campos magnéticos. La velocidad de rotación de un motor de corriente alterna depende de dos factores: la frecuencia de la onda eléctrica y el número de pares de polos.

$$\text{Velocidad de rotación (RPM)} = \frac{\text{Frecuencia eléctrica (Hz)} \cdot 60 \text{ (Minutos)}}{\text{Número de pares de polos}}$$

Esta limitación no permitía el uso de los motores de corriente alterna cuando su aplicación tenía como objetivo tener la posibilidad de variar la velocidad de manera constante.

Pero los motores de corriente alterna son motores fiables y de gran eficiencia, por lo que su uso industrial estaba muy extendido. Además, los motores de corriente alterna son de gran eficacia en la generación de electricidad, invirtiendo los papeles entre rotor y estator, siendo el rotor el que induce el campo en el estator cuando el motor funciona como generador eléctrico.

Pero las limitaciones del motor de corriente alterna desaparecieron con la irrupción de la electrónica de potencia. La electrónica de potencia permitió controlar la velocidad de rotación de los motores de corriente alterna. Para ello, lo que se realiza es un control de la frecuencia eléctrica con la que se alimenta al motor. Los elementos fundamentales de esta electrónica de potencia son los rectificadores, que convierten la corriente alterna en corriente continua, y los inversores, que permiten convertir la corriente continua en corriente alterna de la frecuencia deseada. Esto permitió que los motores eléctricos de corriente alterna pudiesen ser utilizados permitiendo una variación de la velocidad instantánea.

Los vehículos eléctricos actuales utilizan en su gran mayoría motores de corriente alterna, por lo que todos ellos incluyen elementos de electrónica de potencia, comúnmente conocido como conversor DC/AC, ya que las batería proporcionan la corriente en corriente continua.

Los motores de corriente alterna pueden ser tanto monofásicos como trifásicos, pero en caso de motores de una alta potencia, como el de los vehículos eléctricos, los motores son en su mayoría trifásicos, puesto que cada fase proporciona un tercio de la potencia, y además, el motor sufre menos variaciones en su par.

Los motores de corriente alterna se separan en dos tipos fundamentales: los motores síncronos y los motores asíncronos. Dentro de cada tipo existen múltiples tipos de motores. Para simplificar, indicar que habitualmente el motor asíncrono es un motor

utilizado fundamentalmente con la función motor, mientras que el motor síncrono es un motor que por el contrario se utiliza fundamentalmente como generador de grandes potencias, dado que es más caro y requiere más mantenimiento.

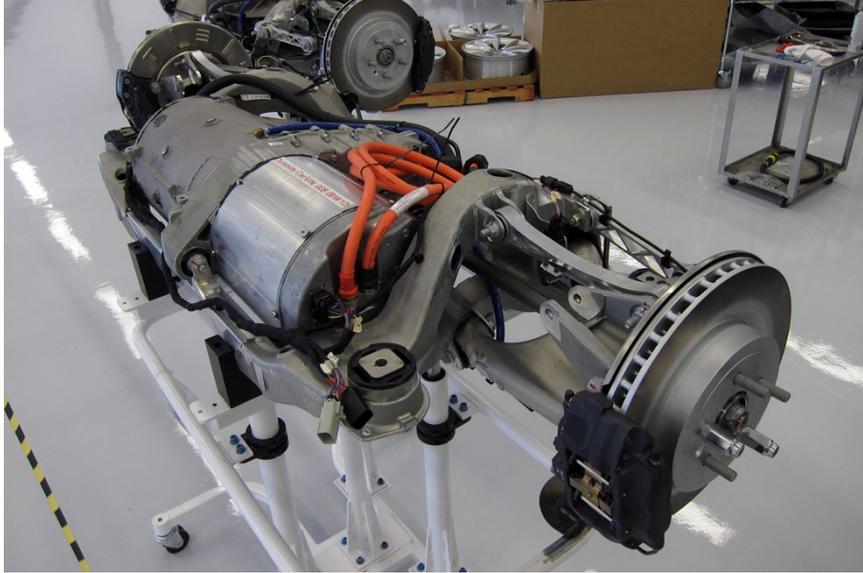


Figura 5: Imagen de motor vehículo Tesla Modelo S

2.2 Recarga Vehículo Eléctrico

2.2.1 Puntos de recarga

La recarga del vehículo eléctrico se realiza en puntos de recarga especialmente preparados con este objetivo, dotados de medidas de seguridad y de las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de recarga.

Según el Real Decreto 1053/2014, ITC-BT-52⁶, la estación de recarga de un vehículo eléctrico responde a la siguiente definición:

“«Estación de recarga». Conjunto de elementos necesarios para efectuar la conexión del vehículo eléctrico a la instalación eléctrica fija necesaria para su recarga. Las estaciones de recarga se clasifican como:

1. Punto de recarga simple, compuesto por las protecciones necesarias, una o varias bases de toma de corriente no específicas para el vehículo eléctrico y, en su caso, la envolvente.
2. Punto de recarga tipo SAVE (Sistema de alimentación específico del vehículo eléctrico).
“

Posteriormente, en el Real Decreto 1074/2015⁷, modificación del Real Decreto 647, se define el punto de recarga como:

“«Punto de recarga»: un interfaz para la recarga de un solo vehículo a la vez o para el intercambio de una batería de un solo vehículo eléctrico a la vez.”

La estructura de un punto de recarga se presenta a continuación:

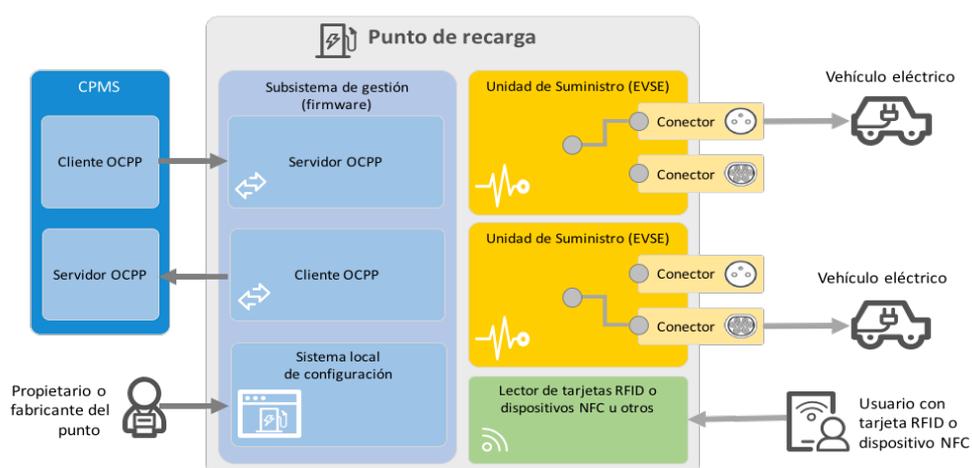


Figura 6: Estructura punto de recarga

⁶ Ver **Anexo 5**: Real Decreto 1053/2014, Instrucción Técnica Complementaria – Baja Tensión – 52, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

⁷ Ver **Anexo 1**: Real Decreto 1074/2015, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

No todos los puntos de recarga disponen de todas estas características, pero sí aquellos puntos de recarga que sean susceptibles de formar parte del proyecto EV Smart Controller, es decir, los puntos de recarga que forman parte del EV Smart Controller son aquellos denominados SAVE (**S**istema de **A**limentación específico de **V**ehículo **E**léctrico).

La gestión y protección de la recarga se realiza a través del elemento conocido como *Electric Vehicle Supply Equipment* (EVSE) o Unidad de Suministro. El elemento EVSE incluye los elementos de protección y medida necesarios del punto de recarga. Un mismo EVSE puede tener varios conectores asociados, pero dichos conectores no pueden funcionar al mismo tiempo, es decir, un conector requiere de una unidad EVSE para su funcionamiento. Esto implica que cuando un usuario de vehículo eléctrico reserva o utiliza un punto eléctrico, está reservando una unidad EVSE. Para que todos los conectores funcionen al mismo tiempo, tiene que haber tantos EVSEs como conectores.

La identificación del usuario en el punto de recarga se realiza mediante tarjetas que incluyan tecnología RFID (Radio Frequency IDentification) o el cada vez más implementado NFC (Near Field Communication). NFC es una extensión de la tecnología RFID, pero con la característica de que su alcance es mucho más limitado, por lo que la señal que envía es por lo tanto mucho más segura, y se está popularizando e implementando cada vez más esta tecnología en distintos dispositivos como smartphones.

El punto de recarga presentado en la *Figura 3* hace referencia a un punto de carga telegestionable, por lo que dispondrá de capacidad de almacenar configuraciones instaladas por el gestor de carga pertinente, así como la capacidad de poder cambiar la configuración de manera local como por distintas posibilidades de comunicación con el punto.

2.2.1.1 Tipos de recarga de VE

La clasificación del tipo de recarga del vehículo eléctrico se realiza atendiendo a la potencia de alimentación durante el proceso de recarga de las baterías del vehículo.

Cada batería tendrá su propia capacidad de almacenamiento de energía, así como sus limitaciones en cuanto a parámetros que definen la máxima potencia con la que se puede alimentar la batería, es decir, limitaciones tanto en la tensión como en la intensidad que es capaz de soportar la batería. La clasificación más general es la de separar los modos de recarga en recarga lenta y recarga rápida, existiendo dentro de cada grupo diversos modos de recarga.

La capacidad energética media de un vehículo puramente eléctrico es de en torno a los **22- 24 kWh**, siendo mucho menor en caso de vehículos eléctricos híbridos. La cantidad de energía que pueda acumular un vehículo eléctrico es un parámetro individual de cada modelo, que además se ve afectado por la utilización y desgaste de las baterías.

Según la velocidad de recarga del vehículo eléctrico, se clasificarán los tipos de recarga de vehículo eléctrico según se presenta:

1. Recarga súper-lenta

La recarga súper-lenta es un tipo de recarga realizado con corriente alterna monofásica. En este tipo de recarga, la intensidad con la que se recarga el vehículo eléctrico está limitada a 10 A. Este método se utiliza por falta de base de recarga con protección e instalación eléctrica adecuada. La tensión de alimentación de 230 V de la red proporciona una potencia media de este tipo de recarga de 2,3 kW

Teniendo en cuenta la capacidad energética media de en torno a 22- 24 kWh, el tiempo de recarga de un vehículo eléctrico con este tipo de recarga se estima en torno a las 10-12 horas.

2. Recarga lenta (Recarga Convencional – Standard Charging)

La recarga convencional se realiza con corriente alterna monofásica. Se emplean voltajes y amperajes habituales en viviendas de particulares, es decir, de 230 V como tensión de alimentación y una intensidad de 16 A. Estos datos proporcionan una potencia instantánea de aproximadamente 3,6 kW.

Los tiempos estimados para la recarga de un vehículo eléctrico en este tipo de recarga es de en torno a las 6-8 horas. Esta recarga no requiere de ninguna instalación especial, a menos que se requiera tener un punto capaz de ofrecer comunicación con la red para poder adaptarse a las redes inteligentes (Smart Grids).

3. Recarga semi-rápida (Quick-Charge)

La recarga semi-rápida emplea de media una intensidad de alimentación de 32A y 230 V de alimentación, pudiendo entregar en torno a 7,3 kW de potencia en caso de alimentación monofásica, o hasta los 22kW en caso de tener una alimentación trifásica del vehículo.

Son instalaciones específicas de vehículo eléctrico debido a la alta potencia demandada, saliéndose de los parámetros habituales de una vivienda ordinaria.

Con este tipo de recarga, los tiempos de carga se reducen hasta en torno a las 3 horas en caso de una instalación monofásica, y hasta 1 hora de tiempo de recarga en caso de disponer de una recarga trifásica.

4. Recarga rápida

La recarga rápida requiere unas potencias de alimentación al VE muy alta, de entre 44 y 50 kW. Con esta potencia, la recarga del vehículo se lleva a cabo en un tiempo estimado de en torno a media hora, pero con este tipo de carga el VE no es cargado al 100% de su capacidad, sino que es cargado hasta un 80%-90% de su capacidad energética, disminuyendo después la potencia con la que es alimentado. En solo 15 minutos se puede cargar en torno a un 65% de la batería.

Este tipo de recarga se realiza en corriente continua, y es la más semejable a la recarga de vehículos de automoción por combustibles fósiles tradicionales. El VE se alimenta a una tensión de 230 V proporcionando la red una intensidad de en torno a 200 A.

La potencia instalada en estos puntos de recarga es comparable a la potencia instalada en un edificio con 15 viviendas, por lo que son puntos muy específicos.

5. Recarga ultra-rápida

La recarga ultra-rápida es un tipo de recarga considerada todavía poco implementado debido a las altas potencias que demanda la recarga del vehículo eléctrico a dicha velocidad.

Estos puntos de recarga de alta velocidad, también llamados supercargadores, proporcionan una potencia de alimentación de hasta 120 kW. En España este tipo de recarga solo está permitida para la marca Tesla Motors gracias a un permiso especial concedido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo formalizado en el BOE del 5 de noviembre de 2015, Orden IET/2388⁸.

Para la media de vehículos de 22-24 kWh, con este tipo de recarga se podría recargar el vehículo al 80% en torno a los 10 minutos. Pero estos puntos son exclusivos para vehículos del fabricante de vehículos eléctricos Tesla Motors, que tienen una energía instalada superior a la media, con los modelos más punteros en 2015 presentando cerca de los 85 kWh de energía instalada.

En este modo de recarga, al igual que en el modo de recarga rápida, también se realiza la recarga hasta llegar al 80% de la capacidad de la batería a máxima potencia, limitando posteriormente la potencia.

⁸ Ver **Anexo 6**: Orden IET/2388/2015, Boletín Oficial del Estado, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

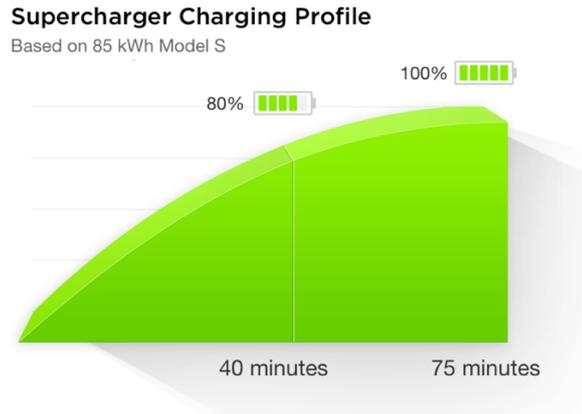


Figura 7: Ejemplo recarga Tesla Modelo S (Fuente: Tesla Motors)

2.2.1.2 Modos de recarga de VE

La clasificación de los modos de recarga se realiza mediante el nivel de comunicación que exista entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga, por ende, la red eléctrica. En cada modo de recarga, se dispondrán, según el nivel de comunicación existente, de distintas opciones de control, como puede ser el control de la potencia de alimentación, observar el estado de la carga, gestionar la recarga, etc.

Acorde a la ITC-BT-52 del Boletín Oficial del Estado⁹, la clasificación de los tipos de recarga será la siguiente:

1. Modo de carga 1

El modo 1 de recarga no lleva asociada ningún tipo de comunicación con la red. Es el modo de recarga convencional con conexiones tipo Schuko.

Según la **ITC-BT-52** el modo de carga 1 se define:

“Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna mediante tomas de corriente normalizadas, con una intensidad no superior a los 16A y tensión asignada en el lado de la alimentación no superior a 250 V de corriente alterna en monofásico o 480 V de corriente alterna en trifásico y utilizando los conductores activos y de protección.”

⁹ Ver **Anexo 5**: Real Decreto 1053/2014, Instrucción Técnica Complementaria – Baja Tensión – 52, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

2. Modo de carga 2

El modo 2 de recarga lleva asociado un grado de comunicación bajo con la red. El dispositivo de control se encuentra en el cable de conexión entre la toma de corriente y el VE. Este dispositivo sirve para verificar la correcta conexión del vehículo a la red. Las tomas tipo Schuko también pueden utilizarse en modo 2.

Según la **ITC-BT-52** el modo de carga 2 se define:

“Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna no excediendo de 32A y 250 V en corriente alterna monofásica o 480 V en trifásico, utilizando tomas de corriente normalizadas monofásicas o trifásicas y usando los conductores activos y de protección junto con una función de control piloto y un sistema de protección para las personas, contra el choque eléctrico (dispositivo de corriente diferencial), entre el vehículo eléctrico y la clavija o como parte de la caja de control situada en el cable.”



Figura 8: Ejemplo Modo de Carga 2 con conector Schuko a la red y Mennekes al VE

3. Modo de carga 3

El modo 3 de recarga lleva asociado un nivel de comunicación elevado con la red. Todos los dispositivos de control y protecciones van incluidos dentro de la propia estructura del punto de recarga. El cable incluye hilo piloto de comunicación integrado. La estación de carga dispone de un Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico (SAVE) para monitorizar la recarga.

Según la **ITC-BT-52** el modo de carga 3 se define:

“Conexión directa del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE, dónde la función de control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando éste conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.”

4. Modo de carga 4

El modo 4 de recarga lleva asociado un elevado nivel de comunicación con la red. En este modo se dispone de un conversor AC/DC en la propia estación, y sólo es aplicable a recargas rápidas, es decir, recargas en corriente continua. Hay que destacar que al tener la propia estación de recarga el conversor AC/DC, esto encarece el precio de la estación, así como el tamaño de ésta. Estos puntos de carga también son puntos SAVE.

Según la **ITC-BT-52** el modo de carga 4 se define:

“Conexión indirecta del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE que incorpora un cargador externo en que la función de control piloto se extiende al equipo conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.”

Son el modo de carga 3 y el modo de carga 4 los modos que permiten la adaptación de la recarga del vehículo eléctrico a las Smart Grids, o Redes Inteligentes, por lo tanto, los modos de carga que están recogidos dentro del EV Smart Controller.

2.2.1.3 Tipos de conectores

1. Conector tipo Schuko

Conector estándar que responde al estándar CEE 7/4 Tipo F. Es el tipo de conector más habitual de encontrar en las instalaciones eléctricas europeas. Consta de una conexión para fase, una conexión para el neutro, y dos bornes para conexión de seguridad a tierra. Obviamente, solo dispone de alimentación monofásica

La limitación de intensidad de este tipo de conectores es de 16 A, por lo que la limitación de potencia disponible con este tipo de conectores es de en torno a 3,6 kW.



Figura 9: Conector tipo Schuko

2. Conector IEC 60309

Conector estándar que contempla tomas tanto para conexiones monofásicas como para conexiones trifásicas. Existen de diversos tipos para adaptarse a la instalación. El modelo monofásico está preparado para intensidades de 16 A a una tensión de alimentación de 230 V. El conector IEC 60309 trifásico en cambio existe en distintas versiones preparado para distintos amperajes, desde los 16 A por fase, hasta una modalidad con un máximo hipotético de 200 A.

El conector IEC 60309 solo dispone de los enlaces necesarios para las fases, para el neutro, y para tierra, por lo que carece de conexiones de comunicación.



Figura 10: Conectores IEC 60309

3. Conector CEEplus

El conector CEEplus es un derivado del IEC 60309, existiendo tanto en versión monofásica como en versión trifásica, pero además aporta un total de cuatro conectores extra con los que poder establecer comunicación. Sus modelos están limitados a 16 A por fase, por lo que en conexión trifásica, la máxima potencia que puede aportar es de en torno a 11 kW. Es un conector poco habitual.



Figura 11: Conector CEEplus

4. Conector Tipo 1, SAE J1772 2009, Yazaki

Este conector responde a un estándar norteamericano específico para coches eléctricos. Es un conector monofásico que dispone de un total de cinco bornes, siendo fase, neutro, tierra, más dos complementarios, siendo uno de ellos de detección de proximidad, y el otro de control o comunicación con la red. El estándar de este conector está certificado hasta los 250 V y 80 A (en torno a 19,2 kW), pero el modelo actual de este conector sólo está diseñado para soportar hasta los 30 A.



Figura 12: Conector SAE J1772

5. Conector Tipo 2, Mennekes

El conector Mennekes es un conector de origen alemán pensado para vehículos eléctricos. Dispone de un total de siete bornes, cuatro para corriente (en caso trifásico), tierra, y dos conectores para comunicaciones. Permite tanto cargas monofásicas como trifásicas, siendo el límite en monofásica de 16 A (en torno a 3,6 kW), y el límite de cada fase en conexión trifásica de hasta 63 A (en torno a 43 kW).



Figura 13: Conector tipo Mennekes

6. Conector CCS, Conector Combinado

Conector propuesto como solución estándar. Dispone de cinco bornes, dos para corriente, tierra, y para comunicaciones.



Figura 14: Conector CSS

7. Conector Tipo 3, Scame

El conector Scame o Tipo 3 es un conector de la EV Plug Alliance, una asociación de empresas de aparatación eléctrica como son Schneider Electric, Legrand, Scame y otras empresas. Dispone de dos variantes, una para carga monofásica (cinco bornes) y otra para carga trifásica (siete bornes). Ambas variantes disponen de dos bornes destinados a comunicación con la red. En carga monofásica otorga hasta 16 A, y en trifásica es capaz de proporcionar 32 A por fase, una potencia de 22 kW. Es un conector con protecciones en los terminales, y muy apoyado por los fabricantes de vehículos eléctricos franceses.



Figura 15: Conector Scame

8. Conector CHAdeMO

El conector CHAdeMO es un conector propuesto por los principales fabricantes japoneses. Es un conector que dispone de un total de diez bornes y que realiza la alimentación del vehículo eléctrico en corriente continua. Actualmente se encuentra preparado para proporcionar hasta los 62,5 kW de potencia. La comunicación con el vehículo eléctrico la realiza por Controller Area Network (CAN) Bus. Con este conector se optimiza el proceso de recarga de la batería, para optimizar la carga según el grado de carga de la batería.

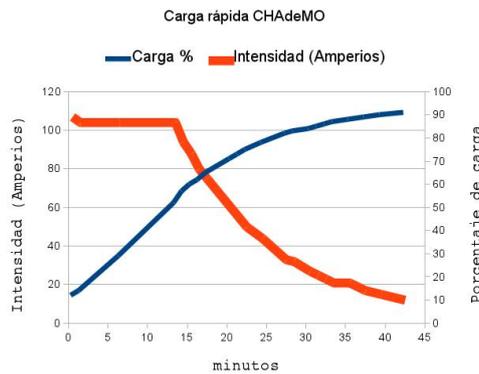


Figura 16: Intensidad vs Grado de carga

Este tipo de conector está pensado para recargas rápidas, no para recarga el coche al 100%. Cuatro de los bornes son para señales analógicas, dos para señales digitales y otro para tierra.



Figura 17: Conector CHAdeMO

9. Conector SAE J1772 Combo

Este conector es la nueva variante del SAE J1772, que incorpora dos nuevos terminales para la carga en corriente continua. Permite cargar en tensiones desde 200 V hasta los 450 V, y 80 A (36 kW) para la carga de nivel 1, y hasta 200 A (90 kW) para la carga de nivel 2.



Figura 18: Conector SAE J 1772 Combo

10. Conector Tesla Supercharger

El conector Tesla Supercharger es un conector exclusivo de los vehículos de la marca de automóviles eléctricos Tesla Motors. Sigue el mismo esquema que el CHAdeMo, con grandes conductores para alimentar el vehículo con altas intensidades en DC, e incorporando terminales de comunicación.



Figura 19: Estación de recarga Tesla - Conector supercargador Tesla

2.2.1.4 Tipos de conectores vs Tipo de recarga

Como ya ha sido definido previamente, al hablar de tipo de recarga, se habla sobre la velocidad de recarga, es decir, la potencia de alimentación en la fase de recarga del vehículo eléctrico. Los conectores están adaptados a niveles de intensidad limitados, por lo tanto, no todos los conectores podrán funcionar con todos los tipos de recarga.

A continuación se presenta una tabla en la que quede establecido la posibilidad que ofrece cada tipo de conector con respecto al tipo de recarga:

	Súper-lenta	Lenta	Semi-rápida	Rápida	Súper- rápida
Schuko	Sí	Sí	No	No	No
IEC 60309	Sí	Sí	Sí	No	No
CEEplus	Sí	Sí	Sí	No	No
SAE J1772	Sí	Sí	Sí	No	No
Mennekes	Sí	Sí	Sí	No	No
CSS	Sí	Sí	Sí	No	No
Scame	Sí	Sí	Sí	No	No
CHAdEMO	Sí	Sí	Sí	Sí	No
SAE J1772 Combo	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Tesla Supercharger	No	No	Sí	Sí	Sí

Tabla 1: Tipos de conectores vs tipos de recarga en España

2.2.1.5 Tipos de conectores vs Modo de recarga

Los distintos modos de recarga (1, 2, 3 ó 4) se diferencian entre sí principalmente por el nivel de comunicación que existe con un sistema SCADA de recopilación de datos. Hay que destacar que entre los modos 3 y 4, la principal diferencia reside en el tipo de corriente con la que se alimenta al vehículo eléctrico durante la recarga (corriente alterna en modo 3 o corriente continua en modo 4).

La adaptación de los conectores a cada modo de recarga ha forzado la aparición de distintos tipos de conectores sin un estándar único. Es por ello fundamental identificar cada conector con el modo de recarga que puede proveer.

A continuación se presenta la disponibilidad de cada tipo de conector para ofrecer los distintos modos de recarga:

	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4
Schuko	Sí	Sí	No	No
IEC 60309	Sí	Sí	No	No
CEEplus	Sí	Sí	Sí	No
SAE J1772	No	No	Sí	No
Mennekes	No	No	Sí	No
CSS	No	No	Sí	No
Scame	No	No	Sí	No
CHAdeMO	No	No	No	Sí
SAE J1772 Combo	No	No	No	Sí
Tesla Supercharger	No	No	No	Sí

Tabla 2: Tipo de conector vs Modo de recarga

2.2.1.6 Protocolos de comunicación

La comunicación entre los sistemas centrales de gestión de los puntos de carga y dichos puntos de carga se realiza a través de protocolos de comunicación conocidos como OCPP (Open Charge Point Protocol). El objetivo es establecer un estándar de comunicación para los puntos de recarga de vehículo eléctrico, a pesar de que actualmente no está reconocido como tal, siendo su aceptación en Europa y Asia mucho mayor que en América. Al no estar estandarizado, cada fabricante de puntos de recarga adopta los protocolos OCPP modificándolos acordes a criterios propios.

El OCPP es un sistema de comunicación bidireccional basado en la arquitectura SOAP (Simple Object Access Protocol) que permite enviar mensajes entre componentes a través de internet, siendo en este caso los componentes principales los puntos de recarga y el sistema SCADA asociado. El objetivo de este protocolo de comunicación OCPP es ofrecer una gran interoperabilidad a la hora de ofrecer comunicación entre las distintas plataformas y dar soporte a la integración de bases de datos.

El protocolo OCPP ha ido evolucionando con distintas versiones desde que fuera lanzada la versión 1.2. La versión OCPP 1.2 ha caído prácticamente en desuso, siendo la más implementada a día de hoy la versión OCPP 1.5.

Es importante entender que las operaciones vinculadas a un protocolo OCPP pueden venir ya sea del punto de carga, o del Sistema central que gestiona dicho punto de carga.

Las posibilidades que otorga la comunicación OCPP permiten a través de la comunicación con un Sistema central, la adaptación de los puntos de carga a nuevas tendencias tecnológicas como son las Smart Grids.

El primer protocolo de comunicación instalado en los puntos de recarga fue el OCPP 1.2. El OCPP 1.2 no era capaz de recibir consignas ni enviar información detallada, por lo que no proporcionaba posibilidades más allá de saber si un punto de carga se encontraba libre u ocupado.

La irrupción del protocolo OCPP 1.5¹⁰ permitió ampliar la comunicación con los puntos de carga, permitiendo por ejemplo reservar puntos de carga u otras órdenes. El OCPP 1.5 describe 25 operaciones, 10 de las cuales son iniciadas por el punto de recarga, y las otras 15 iniciadas por el sistema central. Las incorporaciones más relevantes del OCPP 1.5 con respecto al OCPP 1.2 fueron la posibilidad de gestionar reservas de un punto de recarga de manera remota, permitir una configuración remota del firmware del punto de recarga, la obtención de diagnósticos del punto de recarga, y la posibilidad de crear herramientas propias dentro del protocolo a los fabricantes de los puntos de recarga.

A comienzos de 2016, el protocolo de comunicación más avanzado presente en los puntos de recarga SAVE es el protocolo OCPP 1.6¹¹. El protocolo 1.6 incorpora muchas novedades para permitir la adaptación de las posibilidades de comunicación entre el punto de recarga y el sistema central a las nuevas tendencias del mercado. Así incorpora, además de la arquitectura SOAP, la arquitectura JSON (Java Simple Object Notation) para el envío de información entre el punto de recarga y el sistema central. La aportación de JSON frente a SOAP es la menor cantidad de datos en el envío de información, por lo que es más eficiente. Las mayores aportaciones del OCPP 1.6 tienen que ver con lo que se define como Smart Charging. El OCPP 1.6 incluye muchos más estados del punto de recarga, la posibilidad de medir parámetros, como la intensidad, la tensión y la frecuencia, que antes no era posible a través del OCPP 1.5, la incorporación de un sistema de perfiles con el que limitar accesos y funcionalidades, y mejoras sobre las funcionalidades ya incorporadas por el OCPP 1.5.

¹⁰ Ver **Anexo 7**: OCPP v. 1.5, A functional Description, Open Charge Alliance

¹¹ Ver **Anexo 8**: OCPP v. 1.6, Specification, Open Charge Alliance

2.2.2 Figura del Gestor de Carga

El gestor de carga es una figura creada por el Gobierno español con el objetivo de establecer una regularización del proceso de carga del vehículo eléctrico. Hay que destacar que es una figura única del sistema eléctrico español.

La definición de la figura del gestor de carga, así como sus actividad y responsabilidades, aparece recogido en el Real Decreto 647, del 9 mayo del año 2011¹². Lo presentado en este Real Decreto es:

“Se define la actividad de los gestores de cargas del sistema consistente en la realización de servicios de recarga energética para vehículos eléctricos y se concretan y desarrollan los derechos y obligaciones de los gestores de cargas del sistema. Asimismo, se regula el procedimiento y los requisitos necesarios para el ejercicio de esta actividad, teniendo en cuenta que este nuevo sujeto tiene dos vertientes: es un consumidor, pero a la vez tiene carácter mercantil y suministra a cliente final, por lo que se asemeja a la figura del comercializador.”

La definición del gestor de cargas en el Real Decreto 647 es:

“Los gestores de cargas del sistema son aquellas sociedades mercantiles de servicios de recarga energética definidas en el artículo 9.h) de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, que, siendo consumidores, están habilitados para la reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética para vehículos eléctricos.”

La figura del gestor de carga es establecida por ley, y el principal objetivo de este figura es el promover el desarrollo e implantación del vehículo eléctrico, así como optimizar el proceso de recarga desde punto de vistas tanto económicos como medioambientales.

La figura del gestor de carga es semejable a la figura de un agente de mercado. El gestor de carga compra la energía a la compañía distribuidora, para posteriormente venderla al usuario final propietario de vehículo eléctrico. El gestor de carga es un consumidor de energía eléctrica con autoridad para la venta de esta energía con el objetivo de la recarga del vehículo eléctrico.

Cada gestor de carga tiene sus propios puntos de recarga, y utiliza sus propios protocolos de comunicación y de obtención de datos.

Los gestores de carga en España son, a comienzos de 2016:

¹² Ver **Anexo 9**: Real Decreto 647/2011, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

- IBIL Gestor de Carga de Vehículo Eléctrico, S.A.
- E.ON Energía, S.L.
- Gas Natural Servicios SDG, S.A.
- Iberdrola Servicios Energéticos, S.A.U.
- Sol Ardila, S.L.
- Endesa Energía, S.A.
- Acciona Eficiencia Energética, S.A.
- Regesa Aparcaments i Serveis, S.A.
- Gestión Inteligente de Cargas, S.L.
- New Broadband Network Solutions, S.L.
- Estabanell y Pahisa Mercator, S.A.
- Electric Parking Solutions, S.L.
- Sampol Ingeniería y Obras, S.L.
- DrivetheCity, S.L.
- Tesla Motors Netherlands BV
- Promociones Blaumar, S.A.
- Rivelsa, S.L.U.
- Estación de Servicios Vicálvaro, S.A.U.
- Estación de Servicio Mavel, S.L.
- Gesdegas, S.L.
- Zoilo Ríos, S.A.
- Nostrum Oil Management, S.L.U.
- Coopelec Servicios Energéticos, S.L.
- Abril, S.A.U.
- Atribal, S.L.

El Real Decreto 647 define derechos como obligaciones del gestor de carga. Se definen los siguientes derechos del gestor de carga en relación a su actividad de reventa de energía eléctrica:

“Artículo 2. Derechos y obligaciones de las empresas gestoras de cargas del sistema.

1. Las empresas gestoras de cargas del sistema tienen los siguientes derechos en relación a la actividad de reventa de energía eléctrica:

- . *a) Actuar como agentes del mercado en el mercado de producción de electricidad.*
- . *b) Acceder a las redes de transporte y distribución en los términos previstos en la normativa.*
- . *c) Facturar y cobrar la energía entregada en la reventa para servicios de recarga energética para vehículos eléctricos. “*

Acorde al Real Decreto, los gestores de carga están obligados a cumplir ciertos requerimientos para con sus clientes, así como con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio u el órgano competente requerido. A través del Real Decreto 647 se definen las siguientes obligaciones del gestor de carga:

“2. Son obligaciones de las empresas gestoras de cargas del sistema, en relación a la actividad de reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética para vehículos eléctricos, las siguientes:

- . a) Adquirir la energía necesaria para el desarrollo de sus actividades, realizando el pago de sus adquisiciones.*
- . b) Contratar y abonar el peaje de acceso correspondiente a la empresa distribuidora para cada uno de los puntos de conexión a las redes con destino al consumo de energía eléctrica para su propio uso y para la reventa de energía eléctrica para servicios de recarga energética para vehículos eléctricos que realice.*
- . c) Prestar, en su caso, las garantías que reglamentariamente correspondan por el peaje de acceso.*
- . d) Informar a sus clientes acerca del origen de la energía suministrada, así como de los impactos ambientales de las distintas fuentes de energía y de la proporción utilizada entre ellas, sin perjuicio de lo dispuesto en la normativa autonómica.*
- . e) Poner en práctica los programas de gestión de la demanda aprobados por la Administración y los programas específicos para impulsar la eficiencia en la demanda de electricidad para vehículos eléctricos, con el objetivo de promover el ahorro y la eficiencia energética y optimizar el uso del sistema eléctrico, en virtud de lo previsto en el artículo 46.2 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.*
- . f) Procurar un uso racional de la energía.*
- . g) Tomar las medidas adecuadas de protección del consumidor de acuerdo con lo establecido reglamentariamente, sin perjuicio de lo dispuesto en la normativa autonómica.*
- . h) Comunicar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y, en su caso, al órgano competente autonómico que hubiese recibido la comunicación previa, la información que se determine sobre peajes de acceso, precios, consumos, facturaciones y condiciones de venta aplicables a los consumidores, distribución de consumidores y volumen correspondiente por categorías de consumo, así como cualquier información relacionada con la actividad que desarrollen dentro del sector eléctrico. Asimismo, deberán remitir la información establecida en el apartado 1 del anexo II del presente real decreto con la periodicidad y en los términos que se especifican en el apartado 2 del mismo.*
- . En cualquier caso, deberán suministrar a la Oficina de Cambios de Suministrador y a la Administración la información que se determine.*
- . Preservar el carácter confidencial de la información de la que tenga conocimiento en el desempeño de su actividad, cuando de su divulgación puedan derivarse problemas de índole comercial, sin perjuicio de la obligación de información a las Administraciones públicas.*
- . j) Realizar la comunicación de inicio de actividad, de acuerdo con lo establecido en el artículo 4 del presente real decreto.*
- . Mantenerse en el cumplimiento de las condiciones de capacidad legal, técnica y económica que se determinen para actuar como gestoras de cargas del sistema. Además, para poder adquirir energía eléctrica con el fin de suministrar a sus*

clientes, deberán presentar las garantías que resulten exigibles conforme se establece en los requisitos que se exigen en el artículo 4.

- . k) Contar, en cada una de las instalaciones en que se desarrolle la actividad, con instalaciones eléctricas que permitan efectuar la recarga energética para vehículos eléctricos y que reúnan las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, habiendo obtenido las autorizaciones que, en su caso, se requieran.*
- . Además, deberán contar con la instalación y equipos de medida y control necesarios en el punto de conexión a la red de distribución para la correcta facturación de los peajes de acceso. Para la realización de la actividad de recarga, los equipos de medida de los puntos de recarga deberán cumplir con los requisitos y condiciones que se establezcan.*
- . l) Estar adscritos a un centro de control que les permita consignas del Gestor de la Red cuando se les requiera para participar en servicios de gestión activa de la demanda. “*

3. EV Smart Controller

3.1 Introducción al EV Smart Controller

El EV Smart Controller es un proyecto de I+D llevado a cabo por Red Eléctrica de España en el ámbito de la movilidad eléctrica. A través de este proyecto se busca comprender todos los elementos que engloban el entorno de la recarga del vehículo eléctrico. El EV Smart Controller se basa en la creación de una herramienta que comprenda dos elementos distintos.

En primer lugar, el EV Smart Controller engloba la creación de un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) entre los puntos de recarga y un sistema central de Red Eléctrica multifabricante y multiprotocolo. La necesidad del EV Smart Controller surge de la inexistencia de un estándar de comunicación entre los puntos de recarga y los sistemas centrales de gestión. Cada fabricante adapta los protocolos OCPP de comunicación de manera independiente, creando un entorno de comunicación no unificado. Gracias a la herramienta EV Smart Controller, será posible la comunicación con cualquier punto de recarga teleoperable sin importar el protocolo que tenga instalado, o el fabricante del punto de recarga.

En segundo lugar, el EV Smart Controller incorporará una herramienta de generación de informes. Dicha herramienta permitirá estudiar información detallada de las distintas variables involucradas en el proceso de recarga que aportarán agentes externos involucrados en el sector del vehículo eléctrico, así como obtener información de los distintos datos que proporcionen los puntos de recarga en función del protocolo de comunicación que tengan instalados.

El EV Smart Controller permitirá acceder a la herramienta a usuarios con distintos perfiles, cada uno con sus distintas funcionalidades, para comprender el impacto de los distintos agentes implicados en el proceso de recarga.

El proyecto EV Smart Controller comprende inicialmente un estudio sobre la viabilidad económica de dotar a unos puntos de recarga de inteligencia, de instalarles un bus de comunicaciones para convertirlos en telegestionables. Dicho estudio fue llevado a cabo en las Islas Baleares, y no forma parte del proyecto aquí presentado.

Este proyecto se centrará en la creación de las dos herramientas del EV Smart Controller citadas: el sistema SCADA y el Generador de Informes. Se especificarán las necesidades de cada una de las dos herramientas, atendiendo al análisis funcional requerido, y al diseño técnico necesario para poder llevar a cabo dicho análisis funcional.

3.2 Análisis funcional EV Smart Controller

3.2.1 Análisis funcional SCADA

El análisis funcional del SCADA de EV Smart Controller tiene como objetivo presentar las funcionalidades asociadas a un sistema SCADA multifabricante y multiprotocolo para incorporar mecanismos de interoperabilidad. El principal objetivo del sistema será adquirir y monitorizar datos en tiempo real de puntos de recarga de diferentes fabricantes, en un mismo sistema, desarrollando la interoperabilidad entre los mismos.

Una infraestructura de puntos de recarga busca la interacción más simple posible entre el punto de recarga y el usuario del vehículo eléctrico. El usuario del vehículo eléctrico realizará la recarga de su vehículo, y la gestión de la recarga se realizará desde el centro de control, realizando la autenticación del usuario y dando permiso para realizar la recarga. Este centro de control recoge y almacena los datos que se derivan de este proceso.

Un Sistema de Gestión de Puntos de Recarga (CPMS), o también conocido como Sistema Central, permite obtener grandes ventajas frente a la carencia de sistemas de gestión gracias a la integración de un sistema SCADA. Las principales ventajas son:

- Seguridad centralizada, es decir el control de acceso a la recarga, se gestiona desde el CPMS.
- La información del poste, su estado, las cargas realizadas, etc., se almacenan de forma también centralizada.
- El CPMS puede interactuar con el poste para chequear su estado, forzar el inicio de una recarga ante un problema, cambiar su forma de funcionar, etc
- El usuario del vehículo eléctrico puede también acceder al sistema para saber si el poste está disponible sin necesidad de desplazarse hasta él y otras transacciones como la reserva del poste a una hora determinada.

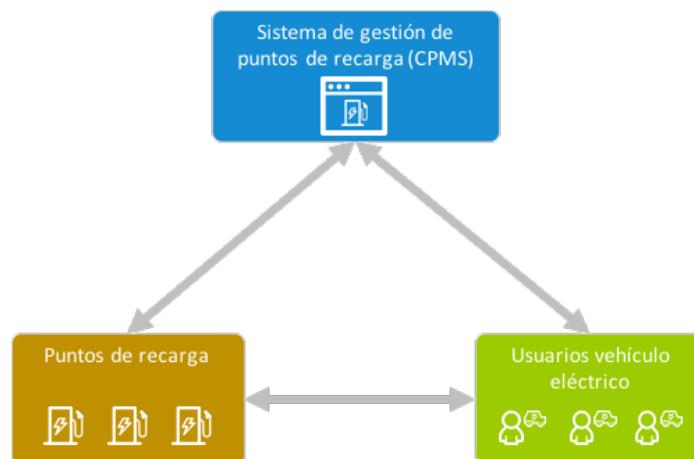


Figura 20: Esquema Puntos de recarga con Sistema central

El sistema EV Smart Controller integrará la información de puntos de recarga ya controlados por terceros a su propio SCADA. Estos terceros son, en general, Gestores de carga con sus propios sistemas centrales de gestión. Además en EV Smart Controller podrán existir otros agentes interesados en acceder o realizar transacciones y a los que el operador les puede habilitar acceso.

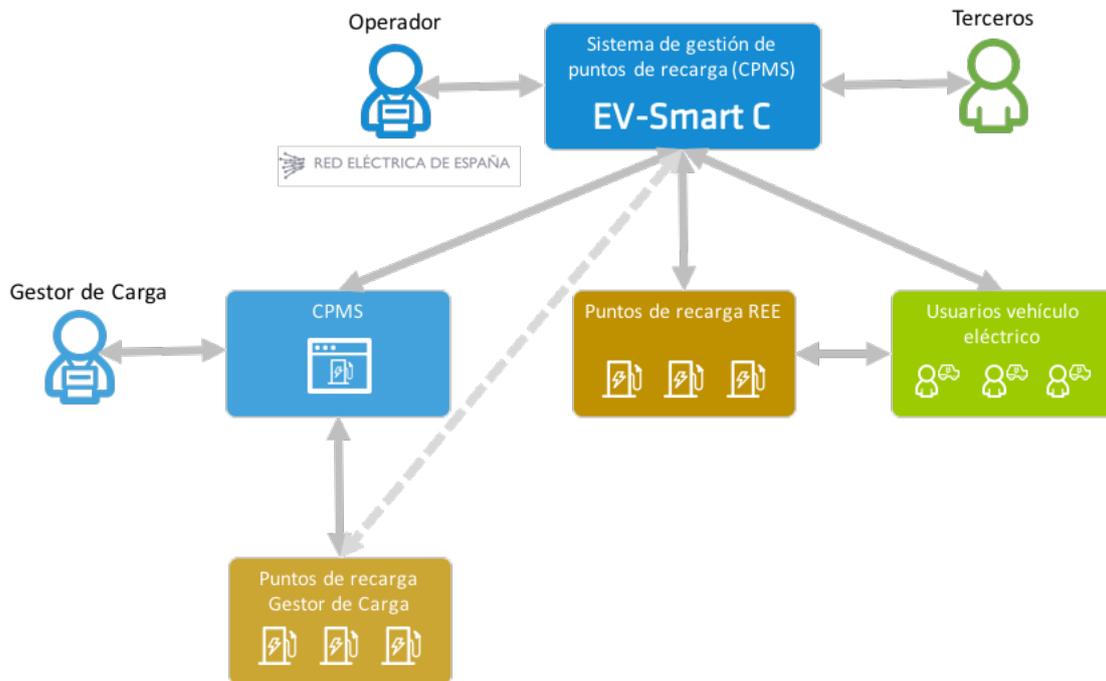


Figura 21: Esquema EV Smart Controller

La comunicación del punto de recarga con el sistema central pueden funcionar según distintas tipologías:

- **Independiente** (Stand-Alone): Un punto de recarga que funciona de forma independiente de otros puntos y es capaz de establecer una comunicación con un sistema central.
- **Maestro** (master): Un punto de recarga con un componente de control adicional que le permite interactuar con otros puntos de recarga a los cuales controla. El sistema central sólo interactúa con este punto de recarga.
- **Esclavo** (slave): Es el punto de recarga controlado por un punto de recarga maestro. El sistema central no interactúa con él. Toda la información la deberá proveer el punto de recarga maestro del que depende.
- **Concentrador**: Los puntos de recarga se conectan a través de un elemento denominado concentrador que es el único que tiene acceso al exterior. En este caso el sistema central sólo puede comunicarse con este dispositivo, necesitando

implementar un protocolo propietario para acceder o gestionar los puntos de recarga conectados a él.

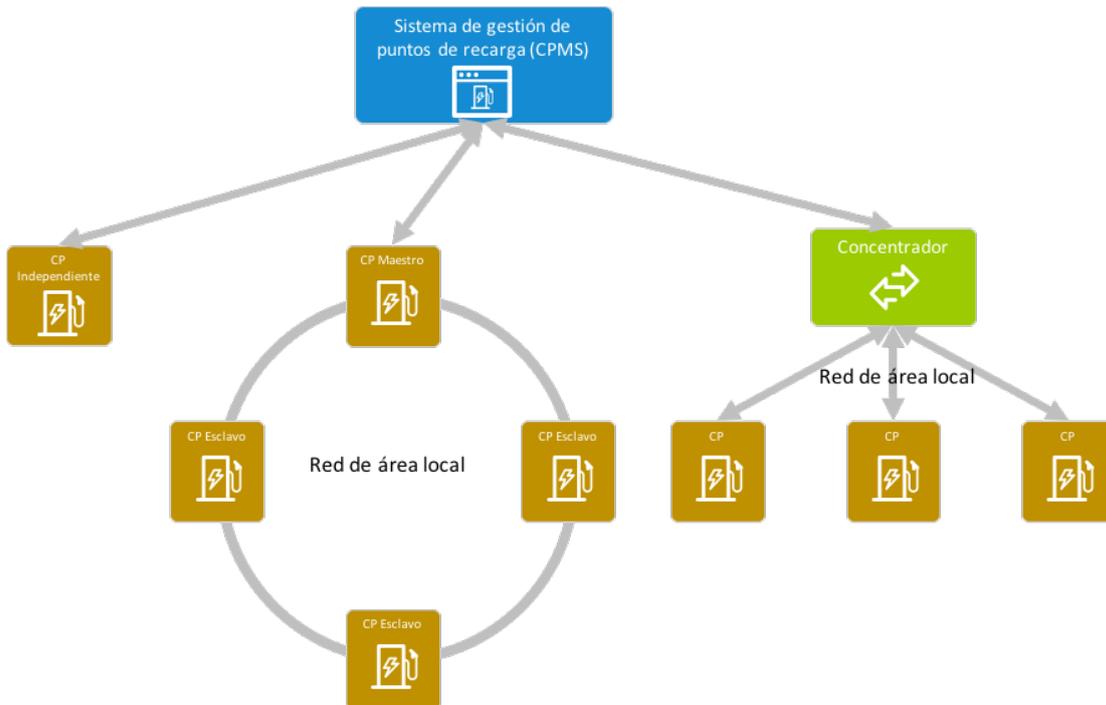


Figura 22: Esquema comunicación puntos de recarga con sistema central

3.2.1.1 Requerimientos del SCADA de EV Smart Controller

Para el desarrollo del análisis funcional del SCADA, se ha llevado a cabo un análisis e identificación de los requerimientos necesarios que debe abarcar. Estos requerimientos se encuentran divididos en Monitorización, Roles, usuarios y permisos, Gestión, Eventos, Comunicaciones y seguridad, y Visualización

3.2.1.1.1 Requerimientos de monitorización (MT)

[RF-MT-1]

El sistema SCADA multi-fabricante almacenará, al menos, los siguientes datos de los puntos de recarga: geolocalización, número de conectores, potencia máxima de cada conector, tipo de conector, modos de carga disponibles, gestor de carga, fabricante, propietario, protocolo permitido y versión de firmware.

Opcionalmente, se podrán almacenar otros datos estáticos de los puntos de recarga tales como la descripción y el registro de cambios (*log*).

[RF-MT-2]

El sistema SCADA almacenará y recibirá en tiempo real para cada punto de recarga los siguientes datos:

- Estado: pudiendo ser “disponible”, “ocupado”, “reservado”, “en mantenimiento” y “no disponible”.
- Energía consumida y potencia
- Fecha, hora y duración de la carga
- Estado de carga de la batería.
- Modo de carga

[RF-MT-3]

El sistema SCADA monitorizará la autorización y autenticación del usuario del vehículo eléctrico en tiempo real.

[RF-MT-4]

La periodicidad de recepción de datos dependerá de las especificaciones del punto de recarga, aunque sí es recomendable que la frecuencia sea lo mayor posible. Este parámetro podrá ser configurable desde el sistema.

[RF-MT-5]

El usuario podrá consultar los datos de los puntos de recarga, tanto los estáticos como los dinámicos en tiempo real. Se definirá una serie de filtros para que las consultas sean más directas. Se podrán consultar los datos de manera individual por punto de recarga como por agregaciones (áreas).

[RF-MT-6]

El sistema deberá realizar copias de respaldo de los datos periódicamente. Las copias de respaldo incluirán procesos de compresión, cifrado y procesos de duplicación para eliminar datos superfluos.

[RF-MT-7]

El usuario podrá añadir puntos de recarga al sistema.

[RF-MT-8]

El usuario podrá editar o actualizar parámetros de un punto de recarga.

[RF-MT-9]

El usuario podrá eliminar un punto de recarga. Se realizará baja lógica.

[RF-MT-10]

El usuario podrá crear áreas agrupando varios puntos de recarga.

[RF-MT-11]

El usuario podrá borrar un clúster. Se realizará baja lógica.

3.2.1.1.2 Requerimientos de roles, usuarios y permisos (RUP)

[RF-RUP-1]

El sistema poseerá al menos los siguientes roles para la gestión y visualización de los datos recibidos:

- Rol “Visualización”
- Rol “Operación”
- Rol “Administrador”
- Rol “Usuario VE”

[RF-RUP-2]

El usuario con rol “Administrador” podrá gestionar otros usuarios: dar de alta nuevos usuarios, modificar datos asociados al rol o al usuario y eliminar usuarios.

[RF-RUP-3]

El usuario podrá modificar sus propios datos, como su nombre, contraseña, o correo electrónico. Estos tres campos serán obligatorios.

[RF-RUP-4]

En la siguiente tabla se describen los permisos de cada rol según el requerimiento indicado.

Requerimiento	Rol		
	Visualización	Operación	Administración
[RF-MT-5]	Sí	Sí	Sí
[RF-MT-7]	No	No	Sí
[RF-MT-8]	No	No	Sí
[RF-MT-9]	No	Sí	Sí
[RF-MT-10]	No	Sí	Sí
[RF-MT-11]	No	Sí	Sí
[RF-RUP-2]	No	No	Sí
[RF-RUP-3]	Sí	Sí	Sí
[RF-GT-1]	No	Sí	Sí
[RF-GT-2]	Sí	Sí	Sí
[RF-GT-3]	Sí	Sí	Sí
[RF-GT-4]	Sí	Sí	Sí
[RF-GT-5]	Sí	Sí	Sí
[RF-EA-6]	Sí	Sí	Sí
[RF-EA-7]	No	Sí	Sí
[RF-EA-8]	No	Sí	Sí
[RF-EA-9]	No	Sí	Sí

Tabla 3: Permisos del SCADA del EV Smart Controller

3.2.1.1.3 Requerimientos de gestión (GT)

[RF-GT-1]

El usuario podrá enviar órdenes (consignas) a un punto de recarga o conjunto de ellos para su telegestión. Las órdenes disponibles son:

- Encendido o apagado
- Limitación de potencia
- Gestión de la hora de carga
- Condicionar el tipo de recarga según las disponibles en el punto de recarga

[RF-GT-2]

El usuario podrá consultar las consignas ejecutadas.

[RF-GT-3]

El usuario podrá filtrar la consulta de consignas para facilitar la visualización de datos en pantalla.

[RF-GT-4]

El usuario podrá telegestionar, a través del sistema, un punto de recarga para modificar configuraciones, parámetros de monitorización y todas aquellas opciones que permita configurar en remoto el propio punto de recarga. Estas opciones vendrán definidas en el protocolo de comunicación que tenga establecido el punto de recarga.

[RF-GT-5]

El usuario podrá consultar y filtrar los cambios en las configuraciones remotas que haya ejecutado un usuario.

[RF-GT-6]

El usuario podrá gestionar reservas.

3.2.1.1.4 Requerimientos de eventos (EV)

[RF-EV-1]

El sistema registrará como eventos aquellas actividades pertenecientes a datos modificados en tiempo real. Por ejemplo, un evento será que ha comenzado una recarga en un punto de recarga y con unas características determinadas.

[RF-EV-2]

Los diferentes tipos de eventos son:

- Conexión / desconexión de un cliente en el punto de recarga
- Cambio en el estado de un punto de recarga
- Consigna

- Comunicaciones (p.ej.: error de comunicación entre SCADA y el punto de recarga)

[RF-EV-3]

Cada evento tendrá asociado una criticidad y podrá considerarse alarma o no dependiendo de ella.

Los eventos se separarán en críticos y no críticos.

[RF-EV-4]

Los eventos de orden crítico serán:

- Error en la comunicación entre el SCADA y un punto de recarga.
- Cambio en el estado del punto de recarga de cualquier estado al estado 'sin funcionamiento'

[RF-EV-5]

Los eventos de orden no crítico serán el resto de eventos no especificados en el requerimiento [RF-EA-4].

[RF-EV-6]

El usuario podrá consultar los eventos y alarmas. Además, podrá filtrarlas según diversos criterios: fecha y hora, área, criticidad, tipo de carga asociada al evento, gestor de carga en el punto en el que se ha dado el evento.

[RF-EV-7]

El usuario podrá asociar una alarma a una notificación.

[RF-EV-8]

El usuario podrá crear notificaciones. En principio, una notificación será un correo electrónico automático o un aviso en la propia aplicación.

Las notificaciones pueden ir asociadas a determinados eventos, a una recopilación de información de eventos por área o a cambios en el estado de determinados puntos de recarga. El usuario tendrá distintas opciones de configuración de eventos.

[RF-EV-9]

El usuario podrá editar y eliminar notificaciones.

3.2.1.1.5 Requerimientos de comunicaciones y seguridad (CS)

[RF-CS-1]

El sistema será interoperable entre REE y los fabricantes.

[RF-CS-2]

El sistema soportará el protocolo OCPP en todas sus modificaciones y versiones, además de configuraciones de comunicaciones (proxy, GPRS, TCP/IP, Ethernet...)

[RF-CS-3]

El sistema monitorizará el correcto funcionamiento de las comunicaciones entre los puntos de recarga y el propio sistema.

[RF-CS-4]

El sistema deberá gestionar los datos relativos a usuarios del vehículo eléctrico mediante procesos seguros, sin que se vean comprometidos y cumpliendo las condiciones de seguridad necesarias según la normativa vigente.

Todo traspaso de información a través de telecomunicaciones debe hacerse de manera cifrada.

3.2.1.1.6 Requerimientos de visualización (V)

[RF-V-1]

Los requerimientos de visualización (diseño funcional) se irán consensuando según avance el desarrollo del EV Smart Controller.

[RF-V-2]

El interfaz deberá proporcionar la opción de visualizar los datos en un mapa, en tablas o gráficas, tanto a nivel de punto de recarga como agregados por áreas.

3.2.1.2 Descripción funcional del EV Smart Controller

Se van a desarrollar tres apartados separados en torno a la descripción funcional del EV Smart Controller, siendo:

- Interacción de los actores y sistemas externos
- Subsistemas funcionales del EV Smart Controller
- Principales procesos de negocio

3.2.1.2.1 Interacción de los actores y sistemas externos

La interacción de los distintos actores con el EVSmartC se llevará a cabo mediante los siguientes interfaces:

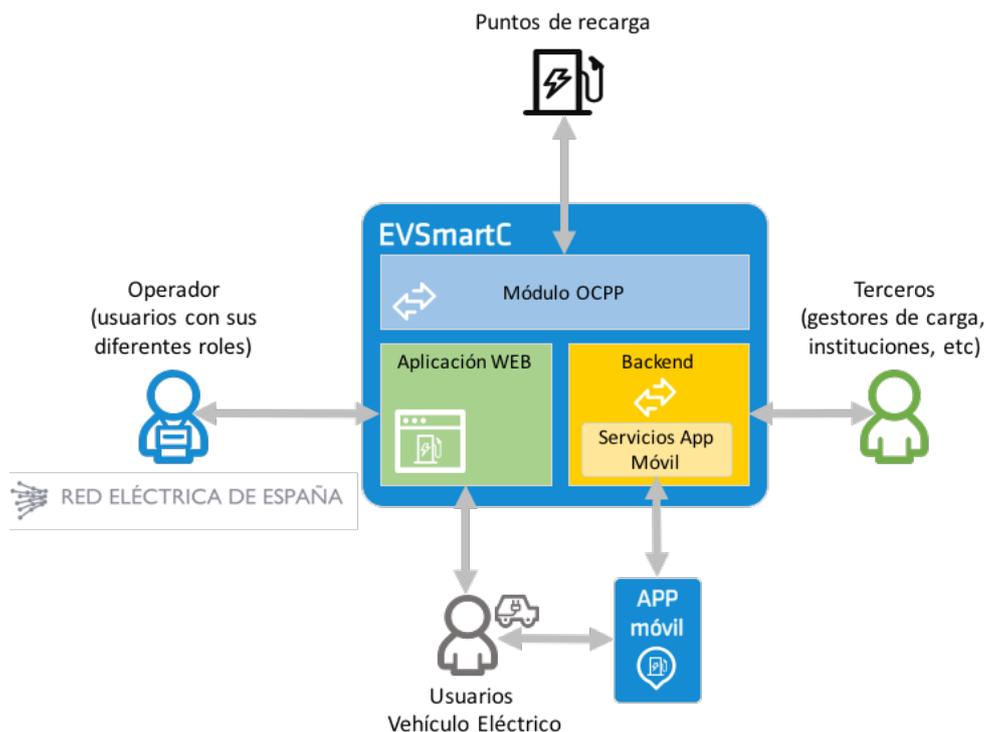


Figura 23: Interfaces de interacción del EV Smart Controller

En el Diseño técnico del SCADA se estudiarán cada uno de los interfaces aquí presentados en profundidad, presentando aquí la funcionalidad de cada uno de ellos.

Los actores y sistemas implicados son:

- Los usuarios del sistema que pertenecen al Operador y que lo gestionan utilizando una Aplicación web que les dará acceso a todas sus capacidades.
- Los usuarios de vehículo eléctrico que accedan también a la Aplicación Web pero a una parte muy restringida de la misma. La forma natural de acceso de estos usuarios es a través de una aplicación móvil.
- Los terceros actores, entidades que tengan algún tipo de interacción con EV Smart Controller, utilizarán el Back-end del sistema para integrar sus sistemas y/o obtener información del EV Smart Controller.
- Los puntos de recarga interactúan mediante servicios que implementan el protocolo OCPP.

3.2.1.2.2 Subsistemas funcionales del EV Smart Controller

Para atender a las necesidades requeridas por el EV Smart Controller, el sistema se compondrá de la siguiente subdivisión funcional:



Figura 24: Subsistemas del EV Smart Controller

Monitorización:

En este apartado se incluye la gestión de toda la información que representa en el sistema la infraestructura real de puntos de recarga administrados por el EVSmartC.

A continuación se muestran las entidades que representarán la información de los puntos de recarga, en primer lugar la información del punto:

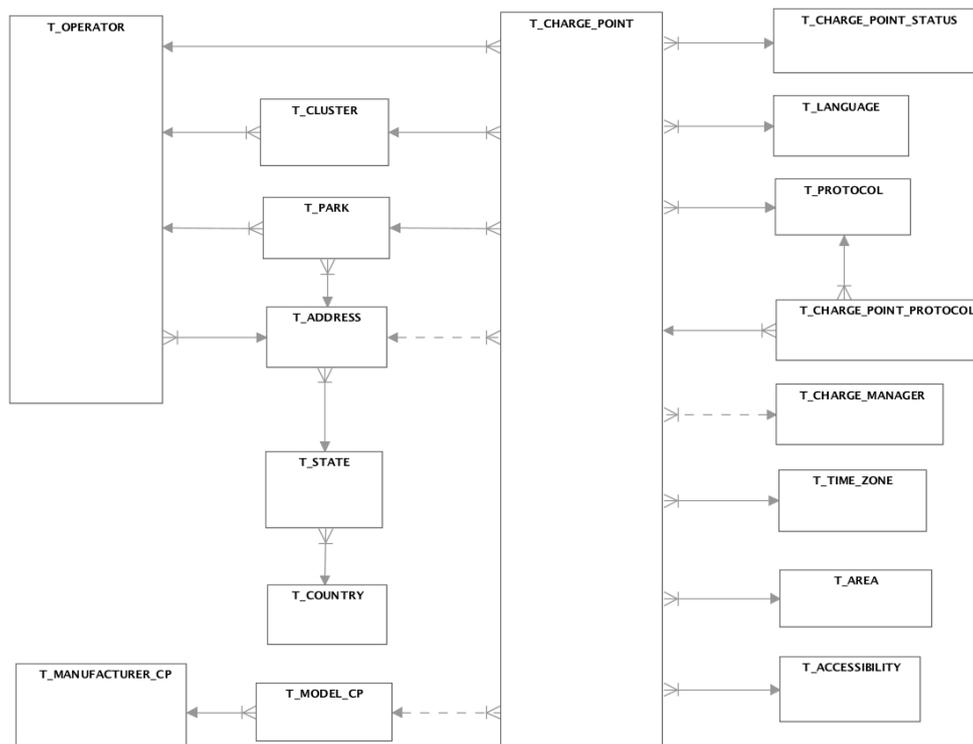


Figura 25: Entidades del punto de recarga

Estas entidades son:

- **T_CHARGE_MANAGER** o **Gestor de carga** que se empleará en los puntos del sistema que no pertenecen a REE y son gestionados por un tercero.
- **T_AREA**, para caracterizar los puntos y permitir agrupaciones de información por estos datos. Se ha diferenciado de otras agrupaciones como el **parque de recarga** y el **cluster**.
- **T_CHARGE_POINT_PROTOCOL** que permitirá indicar todos los protocolos que soporta el poste. En este momento los postes soportan mayoritariamente OCPP 1.5, sin embargo cuando empiecen a surgir implementaciones de OCPP 1.6, que además tiene dos variantes, será una característica que permita cambiar entre uno y otro si no están implementados correctamente.
- **T_CLUSTER** permite crear agrupaciones lógicas utilizadas para realizar acciones sobre varios puntos a la vez.
- **T_PARK** agrupa los postes ubicados en un lugar concreto, por ejemplo un parking o un centro comercial.
- **T_MODEL_CP** define el tipo de conector del que dispone el punto de recarga.
- **T_LANGUAGE** configura el idioma del punto de recarga.
- **T_STATE** permite definir la provincia en la que se localiza el punto.

- **T_COUNTRY** permite definir el país en el que se encuentra el punto de recarga.
- **T_ADRESS** configura la dirección mediante coordenadas.
- **T_MANUFACTURER_CP** para indicar el fabricante del punto de recarga.
- **T_CHARGE_POINT_STATUS** para registrar el estado de la recarga.

La estructura del punto de recarga responde al siguiente esquema:

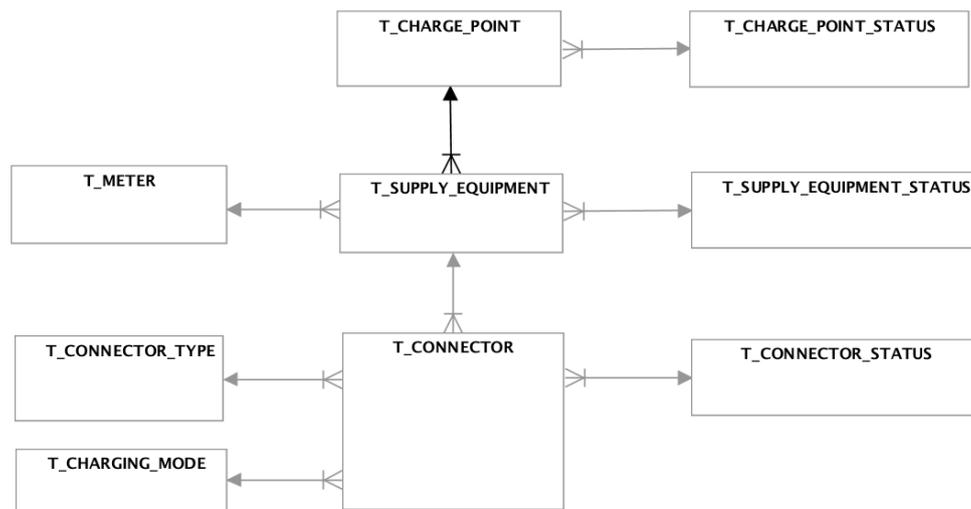


Figura 26: Estructura punto de recarga

La entidad **T_SUPPLY_EQUIPMENT** representa a la unidad de suministro o EVSE, representando el número de cargas concurrentes que un punto de recarga puede gestionar, con sus respectivos conectores y unidades de medida.

Los puntos de recarga pueden presentar hasta 9 estados diferentes en caso de que el punto de recarga disponga de la versión del protocolo OCPP 1.6. Estos estados que se podrán detectar son:

- Available
- Preparing
- Charging
- SuspendedEV
- SuspendedEVSE
- Finishing
- Reserved
- Unavailable
- Faulted

Además, según se detalla en el propio protocolo OCPP 1.6, los cambios entre estados se encuentran delimitados, como se observa resumido en la siguiente tabla:

		1 Avail able	2 Prepa ring	3 Charg ing	4 Suspe nded EV	5 Suspe nded EVSE	6 Finish ing		7 Reser ved	8 Unav ailabl e	9 Fault ed
A	Available		A2	A3	A4	A5			A7	A8	A9
B	Preparing	B1		B3	B4	B5					B9
C	Charging	C1			C4	C5	C6			C8	C9
D	SuspendedEV	D1		D3		D5	D6			D8	D9
E	SuspendedEV SE	E1		E3	E4		E6			E8	E9
F	Finishing	F1	F2							F8	F9
G	Reserved	G1	G2							G8	G9
H	Unavailable	H1	H2	H3	H4	H5					H9
I	Faulted	I1	I2	I3	I4	I5	I6		I7	I8	

Tabla 4: Transiciones entre estados (Fuente: Protocolo OCPP 1.6)

Los estados aquí mostrados son aquellos disponibles con el OCPP 1.6, estando las versiones 1.5 y 1.2 más limitadas. Cuando se define el estado de un punto de recarga, este estado está definido según el EVSE. Es por ello, que en caso de que el punto de recarga disponga más de un EVSE, se seguirá el siguiente criterio:

- Si al menos una unidad está **disponible** el punto estará **disponible** independientemente del estado de las otras unidades (reservada, no disponible, etc).
- Si una unidad no está disponible el punto tomará el estado de la otra, reservada, cargando etc.
- Si hay mezcla de estados por ejemplo: **cargando** y **reservado**, tomará este último estado.

Además de los estados definidos en los protocolos de comunicación, el EV Smart Controller incorporará dos estados adicionales, siendo:

- **En mantenimiento** para indicar que se va hacer alguna actuación sobre el punto de recarga.
- **Sin comunicación**, cuando por cualquier circunstancia no hay comunicación con el poste.

Gestión:

La gestión de la infraestructura de los puntos de recarga requiere como actividad esencial estructurar la configuración de los puntos de recarga. La configuración del punto de recarga está basada en las siguientes entidades:

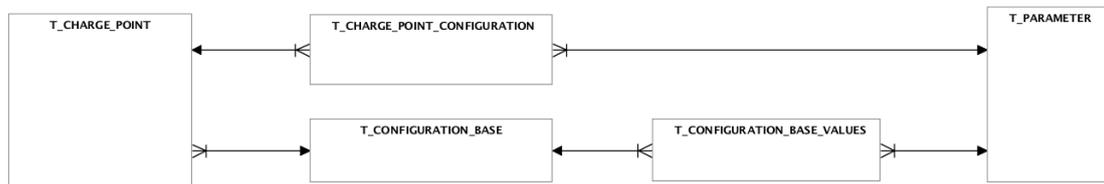


Figura 27: Entidades de configuración de punto de recarga

Cada versión OCPP así como cada fabricante puede implementar conjuntos de parámetros diferentes. La configuración en un momento dado es almacenada en la entidad **T_CHARGE_POINT_CONFIGURATION**. El punto dispondrá de configuraciones por defecto para facilitar el proceso.

El proceso de reserva, parte también del subsistema gestión, involucra a las entidades relacionadas con el *Usuario de VE*, siendo el esquema:

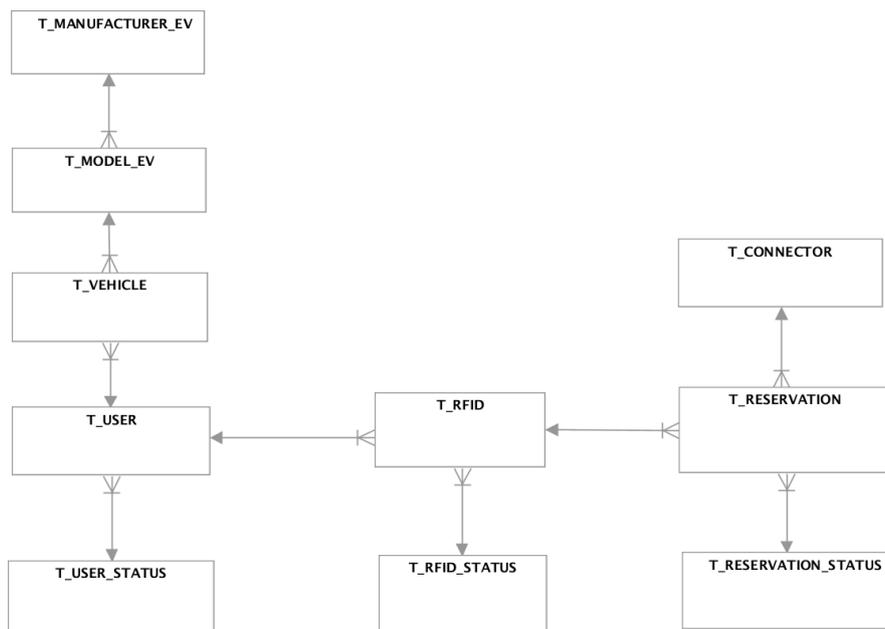


Figura 28: Proceso de reserva de punto de recarga

El usuario de vehículo eléctrico reserva en EV Smart Controller un conector, pero lo que en realidad está reservando es un EVSE. La entidad que almacena estas reservas es **T_RESERVATION**. Las reservas se asocian a datos del usuario del vehículo, siendo la entidad **T_RFID** una entidad asociada a **T_USER** y que recoge la identificación de tarjeta RFID del usuario. Además, también se dispone de información del usuario en relación a su vehículo, el modelo y el fabricante (**T_VEHICLE**, **T_MODEL_EV**, **T_MANUFACTURER_EV**).

Comunicaciones:

Las comunicaciones entre el sistema SCADA y la infraestructura de los puntos de recarga es un elemento fundamental del EV Smart Controller. La comunicación se realiza a través de protocolos, OCPP, los cuales permiten una comunicación bidireccional entre el SCADA y los puntos de recarga, con un grado alto de estandarización en la gestión de los puntos de recarga.

El EV Smart Controller engloba el desarrollo de versiones para los distintos protocolos OCPP, los cuales tienen entre sí diferencias por protocolos de comunicación y formatos de los mensajes. Se presenta resumido la información básica de cada protocolo y sus alternativas en la siguiente tabla:

Versión	Protocolo	Formato mensajes	Comentarios
OCPP 1.2	http:	SOAP/XML	Versión que se mantiene por compatibilidad con ciertos puntos, cada vez menos, que aún no han implementado la versión 1.5
OCPP 1.5	http:	SOAP/XML	Versión actual y más extendida del protocolo OCPP
OCPP-s 1.6	http:	SOAP/XML	Nueva versión 1.6 variante SOAP/XML, el protocolo en este caso se indica como OCPP-s con la "s" para significar que es vía SOAP
OCPP-j 1.6	ws:	JSON	Nueva versión 1.6 variante WebSockets/JSON. Se añade la "j" para indicar que es vía JSON

Tabla 5: Protocolos de comunicación OCPP

A continuación se presentan los distintos tipos de mensajes que puede proporcionar el protocolo OCPP 1.6. Estos mensajes pueden ser desde el punto de recarga (CP) al sistema central (CS) (CP->CS) o del sistema central al punto de recarga (CS->CP), siendo:

Mensaje	Área	Sentido	Descripción
Authorize	Core	CP->CS	Mensaje que envía el punto de recarga cuando un usuario se identifica con una tarjeta RFID. El sistema central responderá afirmativa o negativamente para dar acceso a efectuar una recarga
BootNotification	Core	CP->CS	Mensaje que envía el punto de recarga cuando éste se reinicia o enciende. El punto de recarga envía diversa información, como el ID del poste, la versión de firmware, el modelo, etc. Es un mensaje fundamental en el proceso de dar de alta un poste puesto que indica que el poste es capaz de acceder al sistema central.
ChangeAvailability	Core	CS->CP	Permite cambiar la disponibilidad de un conector o incluso del punto de recarga entero
ChangeConfiguration	Core	CS->CP	Permite cambiar el valor de cualquier parámetro del punto de recarga
ClearCache	Core	CS->CP	Elimina la caché de UIDs que se han autenticado correctamente en un punto de recarga y que por lo tanto no requieren de acceder al sistema central para volver a autenticarse
DataTransfer	Core	CP->CS	Permite al punto de recarga enviar información libre al sistema central. Los fabricantes pueden utilizar este mensaje para enviar información no contemplada en el protocolo
GetConfiguration	Core	CS->CP	Devuelve la configuración del punto de recarga referida a todos los parámetros que implementa y sus valores actuales. Por ejemplo el intervalo en que el punto de recarga realiza una llamada heartbeat para indicar que está operativo.
Heartbeat	Core	CP->CS	Mensaje simple del punto de recarga para indicar que sigue operativo.
MeterValues	Core	CP->CS	Mensaje del punto de recarga mientras se realiza una recarga indicando diferentes valores del progreso de la recarga, por ejemplo la potencia consumida.
RemoteStartTransaction	Core	CS->CP	Permite iniciar una transacción (=recarga) desde el sistema central, es

			útil cuando por cualquier circunstancia un usuario en el poste no puede iniciarla.
RemoteStopTransaction	Core	CS->CP	Permite parar una transacción (=recarga) desde el sistema central, es útil cuando por cualquier circunstancia un usuario en el punto no puede detenerla.
Reset	Core	CS->CP	Permite reiniciar el poste desde el sistema central
StartTransaction	Core	CP->CS	Mensaje que se recibe al inicio de una transacción realizada por un usuario en el punto de recarga
StatusNotification	Core	CP->CS	El punto de recarga notifica con este mensaje los cambios en el estado de cualquiera de sus componentes. Por ejemplo cuando un conector pasa a estar ocupado.
StopTransaction	Core	CP->CS	Mensaje que se recibe al finalizar una transacción realizada por un usuario en el punto de recarga
UnlockConnector	Core	CS->CP	Permite desbloquear un conector en el caso de que surjan problemas a la hora de desbloquearlo físicamente
GetDiagnostics	Firmware	CS->CP	Solicita al punto de recarga un fichero de tipo log con información de diagnóstico
DiagnosticsStatusNotification	Firmware	CP->CS	El punto de recarga informa al sistema central sobre la subida del archivo solicitado mediante el mensaje anterior
FirmwareStatusNotification	Firmware	CP->CS	El CP informa al CS sobre el progreso en la actualización del firmware
UpdateFirmware	Firmware	CS->CP	Permite actualizar el firmware de un punto de recarga
GetLocalListVersion	Autorización local	CS->CP	Permite ver la versión de la whitelist que actualmente se encuentra en el punto de recarga
SendLocalList	Autorización local	CS->CP	Permite enviar una whitelist al punto de recarga
CancelReservation	Reservas	CS->CP	Permite cancelar una reserva en el punto de recarga previamente realizada
ReserveNow	Reservas	CS->CP	Permite reservar un punto de recarga
ClearChargingProfile	Smart Charging	CS->CP	Elimina un perfil de recarga enviado al punto con anterioridad
GetCompositeSchedule	Smart Charging	CS->CP	Permite consultar una planificación para la aplicación de un perfil de recarga

SetChargingProfile	Smart Charging	CS->CP	Permite enviar un perfil de recarga a un punto con vistas a controlar la energía y planificar cuando se realizará Fuerza el reenvío de los mensajes de notificación del punto de recarga, por ejemplo los cambios de estado de los conectores, cuando por alguna razón el sistema central no tiene información del último mensaje o se ha producido hace demasiado tiempo
TriggerMessage	Remote trigger	CS->CP	

Tabla 6: Mensajes del OCPP 1.6

Las áreas comprendidas por el OCPP 1.6 que no están incluidas en el protocolo OCPP 1.5 son las áreas denominadas *Smart Charging* y *Remote trigger*.

En EV Smart Controller existe un proceso de certificación para saber el grado de conformidad de un punto de recarga con el protocolo que implementa.

Todos los mensajes enviados o recibidos en EV Smart Controller se almacenan en una tabla, guardando también los mensajes que se intercambian con el sistema Back-end del EV Smart Controller. Estos mensajes tienen las siguientes entidades:



Figura 29: Entidades mensajes

La entidad **T_MESSAGE_TRACEABILITY** almacenará todos los mensajes que se produzcan en el sistema. Los mensajes siempre tendrán un “from” y un “to” correspondiente a dos actores del sistema. Los posibles actores se encuentran en la tabla **T_MESSAGE_ACTOR** y en principio son: el punto de recarga, el sistema EV Smart Controller y el Back-end del sistema. Los posibles mensajes tanto de OCPP como los que proporciona el Back-end se encuentran en la tabla **T_MESSAGE_NAME**. Por último **T_MESSAGE_GROUP** todas la combinaciones “from” “to” que aportan una agrupación con cierto significado en para los mensajes.

Eventos:

El subsistema *Eventos* permite definir aquellos sucesos que se deberán notificar, la criticidad con la que se evalúan dichos sucesos y el canal a través del cual se notifican. El EV Smart Controller recopila y genera mucha información lo que convierte en indispensable la implantación de una lógica que permita conocer aquellos sucesos más relevantes, conocer cualquier condición de error, y poder notificarla y actuar de manera rápida en caso de ser necesario.

Los eventos que se podrán detectar y monitorizar en un punto de recarga dependerán del protocolo OCPP del que disponga dicho punto de recarga.

Los eventos tendrán las siguientes características:

- Tipos de eventos y criticidad
- Existencia de los eventos
- Notificación de eventos

Los **tipos de eventos**, acorde a su criticidad, son:

- Eventos no críticos
- Eventos críticos

Los eventos no críticos serán aquellos cuya existencia es parte del funcionamiento ordinario de un punto de recarga y que además no requieren una atención inmediata ni tienen una relevancia fundamental.

A continuación se presentará una tabla con los distintos eventos no críticos, y la disponibilidad de poder detectar dichos eventos según el protocolo OCPP del punto de recarga:

Eventos no críticos	1.2	1.5	1.6
Conexión/desconexión a un punto de recarga	Sí	Sí	Sí
Cambios normales del estado del punto de recarga o sus elementos que no supongan la existencia de fallos	Sí ¹³	Sí	Sí
Envío de consignas de reserva: creación, cancelación, etc	No	Sí	Sí
Envío de consignas de restricción de potencia	No	No	Sí

Tabla 7: Eventos no críticos según protocolo OCPP

¹³ El protocolo OCPP 1.2 se limitará a los estados que pueda detectar

Los eventos críticos serán aquellos que requieran especial atención, ya sea porque su mera existencia implica la inutilización de un punto de recarga, o porque son indicadores de la existencia de problemas.

Los eventos críticos detectables según el protocolo OCPP son:

Eventos críticos	1.2	1.5	1.6
Error en la comunicación entre el SCADA y el punto de recarga	Sí	Sí	Sí
Cambio en el estado de un punto de recarga de cualquier estado a 'No disponible'	Sí ¹⁴	Sí	Sí
Existencia de sobrecargas / sobretensiones con respecto a las nominales	No	Sí	Sí
Cambios en la frecuencia de alimentación mayor a un 5% ($\pm 2,5$ Hz)	No	No	Sí

Tabla 8: Eventos críticos según protocolo OCPP

La **existencia de los eventos** será distinta según los eventos sean críticos o no críticos.

Los eventos definidos anteriormente como no críticos son eventos concretos en el tiempo cuya existencia no se prolonga en el tiempo, por lo que es importante definir durante cuánto tiempo uno de estos eventos existirá en EV Smart Controller como un evento no crítico.

Estos eventos aparecerán en la pantalla durante un tiempo no superior a los 5 minutos. Pasados estos 5 minutos, dichos eventos no se mostrarán en pantalla pero se podrán consultar en el listado de eventos no críticos. Quedarán guardados para ser consultados en el historial de eventos del punto de carga.

Los eventos definidos como críticos serán agrupados en dos tipos distintos:

- El primer tipo de evento es el que se considerará evento crítico mientras dure su existencia y por lo tanto estará definido como evento crítico en EV Smart Controller hasta que sea solucionado. Estos eventos son:
 - Error en la comunicación entre el SCADA y el punto de recarga
 - Cambio en el estado de un punto de reserva de cualquier estado a 'No disponible'

¹⁴ El protocolo OCPP 1.2 se limitará a los estados que pueda detectar

- El segundo tipo de eventos son aquellos que no tienen que darse de manera prolongada en el tiempo, pero de los cuales es importante conocer su existencia. Estos eventos existirán como eventos críticos en la plataforma durante un tiempo de al menos 12 horas para evitar perderlos en caso de que ocurran durante un periodo nocturno. Después serán guardados para poder mostrarse en el historial de eventos del punto de recarga. Estos eventos son:
 - Existencia de sobreintensidades/sobretensiones con respecto a las nominales del punto de recarga.
 - Cambios en la frecuencia de alimentación mayor a un 5% ($\pm 2,5$ Hz)

Estos últimos eventos sólo están disponibles en la versión 1.6 de OCPP.

Las **notificaciones de los eventos** está limitada a aquellos que son considerados como eventos críticos. Los eventos no críticos podrán visualizarse a través de EV Smart Controller, pero no se comunicará su existencia a los usuarios a través de correo electrónico ni será destacada su existencia en el EV Smart Controller.

En cambio los eventos de carácter crítico serán tratados de otra manera. En la aplicación del EV Smart Controller se destacará mediante un icono con un subíndice la cantidad de eventos críticos nuevos desde la última visita del usuario, o en su defecto, el número de eventos críticos nuevos existentes en las últimas 24 horas. Además, se mandará un email diario al usuario en el que se indique:

- Número de eventos críticos existentes
- Número de eventos críticos surgidos en las últimas 24 horas

En la siguiente figura se muestran las entidades asociadas a las notificaciones de los eventos:

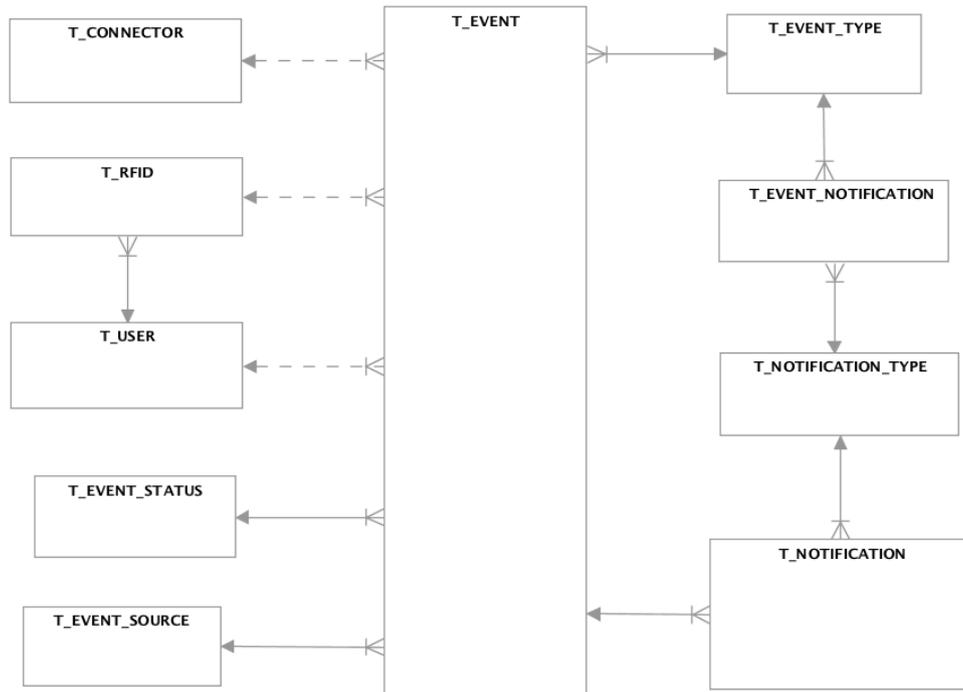


Figura 30: Entidades Notificación de eventos

La entidad principal **T_EVENT** almacena los eventos que se producen. **T_EVENT_TYPE** contiene los posibles eventos que pueden producirse. **T_EVENT_STATUS** indicará el estado del evento esencial para su visibilidad, aparte de la criticidad que será un atributo de la propia entidad **T_EVENT**. **T_EVENT_SOURCE** se utilizará para categorizar los eventos según el subsistema que lo desencadena. Aparte también se almacenará toda la información que pueda estar relacionada: RFID, usuario, conector->unidad de suministro-> punto de recarga, etc.

Los posibles eventos **T_EVENT_TYPE** tendrán asociados uno o varios tipos de notificaciones **T_EVENT_NOTIFICATION**. Así cuando se produzca un determinado evento, según su tipo se generarán una o varias notificaciones **T_NOTIFICATION**.

Usuarios:

El subsistema *Usuarios* tiene por objeto tanto gestionar la información de los usuarios de vehículo eléctrico como gestionar los usuarios propios del sistema.

Existen varios roles que otorgan a cada usuario del sistema distintos permisos en la interacción con el mismo. Estos roles son, como se especificaba en los requisitos:

- **Administración** con capacidad para ver y gestionar toda la información del sistema.
- **Operación** con capacidad para ver toda la información del sistema y gestionar parte de la misma, sobre todo en relación con las operaciones que se realizan en la infraestructura de puntos, así como en la categorización de la información

- **Visualización** con capacidad para ver la información pero sin posibilidad de cambiarla
- **Usuario vehículo eléctrico** con un acceso restringido sólo a la ubicación de los puntos de recarga y las funcionalidades asociadas a proceso de reservas.

La entidades que soportan a los usuarios del sistema son:

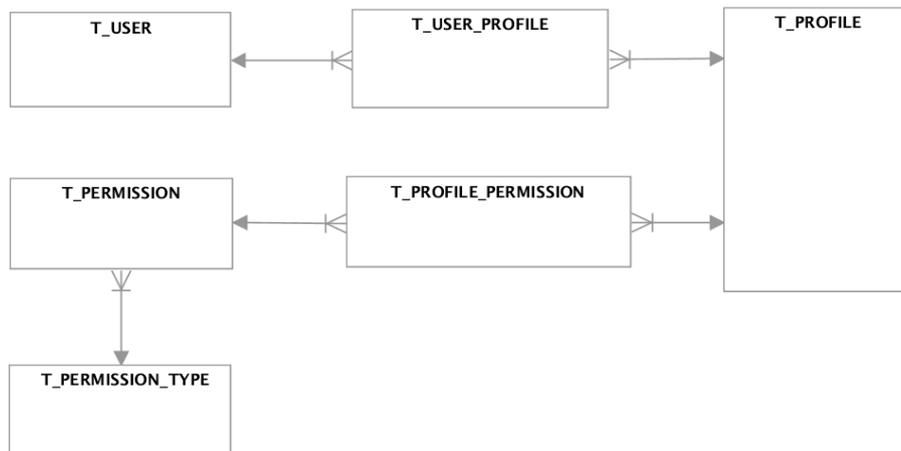


Figura 31: Entidades de gestión de usuarios

Las tres entidades principales **T_USER**, **T_PROFILE** y **T_PERMISSION** representan los usuarios, roles y permisos respectivamente, con sus respectivas relaciones. **T_PERMISSION** contiene todas las acciones de la aplicación que incluyen: opciones de menú, ventanas, llamadas dentro de ventanas, invocación de mensajes, etc. Esta última categorización se encuentra en la tabla **T_PERMISSION_TYPE**.

Administración:

El subsistema *Administración* tiene por objeto la gestión de la información básica que manejará el sistema. Incluye todas las categorizaciones que utilizará EV Smart Controller así como la información geográfica y otras necesarias para la creación de los objetos de negocio relevantes del sistema.

Algunas de estas entidades básicas tienen un especial interés en tanto que representan agrupaciones destinadas a mejorar la gestión y añadir más capacidades a la herramienta de forma sencilla. Las agrupaciones son:

- **GRUPOS DE RFIDS:** Permite mediante la asignación a una RFID de otra RFID que las agrupa para que la autorización se haga a través de esa RFID padre. Se usa por ejemplo cuando un mismo vehículo eléctrico se utiliza por muchas personas con RFIDs diferentes.
- **WHITELIST:** Aunque no es una agrupación básica y tiene cierta entidad de negocio, en definitiva se trata de una sencilla agrupación de RFIDs que se envían

al punto de recarga para que esas RFIDs no se validen contra el sistema central puedan funcionar incluso cuando no exista conectividad con éste.

- PARQUE: Define un grupo de puntos de recarga ubicados juntos en un lugar geográfico concreto. Por ejemplo: un centro comercial, a lo largo de una calle, un parking de coches, etc.
- CLUSTER: Es una agrupación lógica destinada a realizar acciones a un grupo de puntos de recarga a la vez. Por ejemplo asignarles a todos la misma whitelist, enviarles la misma consigna, etc.
- AREA: Agrupación de puntos de recarga propuesta por REE destinada a agrupar puntos de recarga por criterios geográficos relacionados con la estructura de negocio de REE.

3.2.1.3 Principales procesos de negocio

Los procesos de negocio más importantes del sistema EVSmartC son:

- Alta de punto de recarga
- Proceso de certificación de fabricante/firmware
- Gestión de transacciones(=recargas)
- Notificación de eventos
- Gestión de reservas
- Autorización de recargas y whitelist

3.2.1.3.1 Alta de punto de recarga:

El alta de un punto de recarga en EV Smart Controller es uno de los procesos más importantes. Debido a las distintas configuraciones de los protocolos de comunicación, es un proceso que puede resultar complicado.

El proceso de EV Smart Controller para la integración de nuevos puntos en el sistema es un proceso de “Descubrimiento automático”, añadiendo las utilidades necesarias al interfaz para poder detectar y solucionar errores en el proceso de alta.

En la siguiente figura se describe el proceso de alta de un punto de recarga:

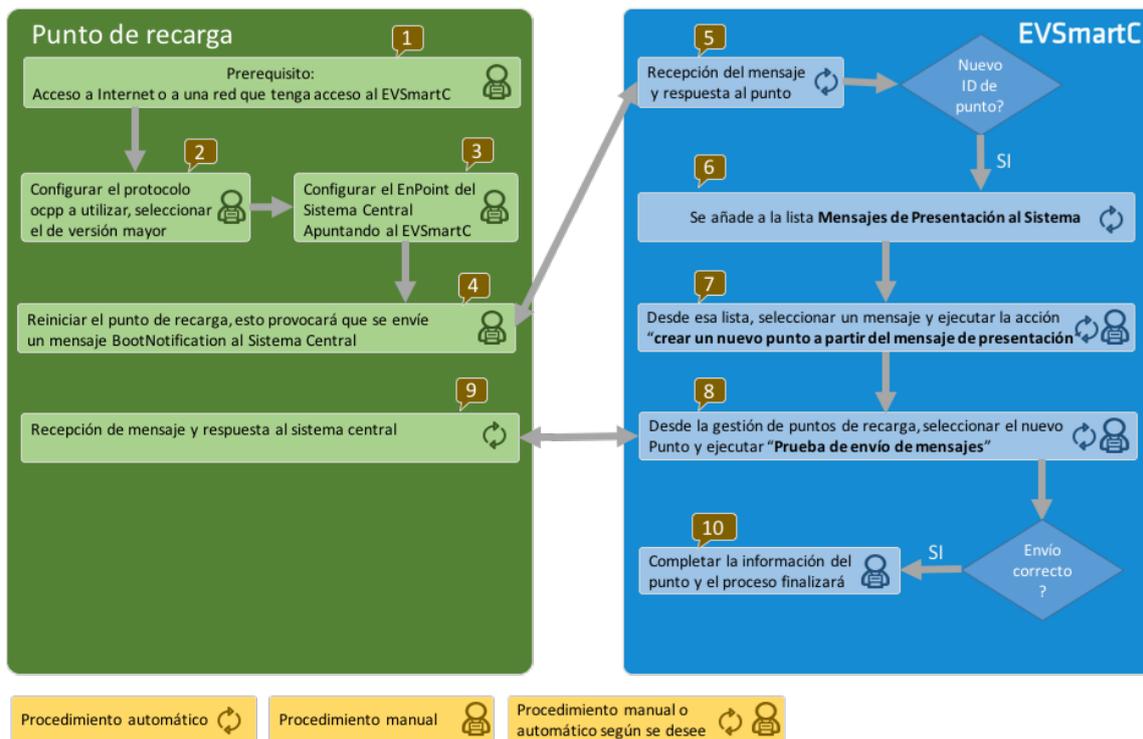


Figura 32: Proceso de alta de un punto de recarga

Los pasos a seguir en el proceso son:

1. Proveer de acceso a internet al punto de recarga o en otro tipo de configuraciones que tenga acceso de red al sistema central o EV Smart Controller.
2. Los fabricantes de puntos de recarga tendrán una aplicación dentro del punto de recarga que permite configurarlos. Se configura el protocolo OCPP a utilizar. En general se deberá elegir la versión mayor. En la actualidad pueden aparecer las versiones 1.2 y/o 1.5. A medida que los postes implementen las nuevas versiones 1.6, éstas empezarán también a aparecer.
3. Se configura en el punto el EndPoint del Sistema Central. Esto es básicamente una URL que da acceso a los servicios OCPP del Sistema Central. Existen tantas URLs diferentes como versiones o variantes de las versiones.
4. Tras la realización de los anteriores cambios en el punto de recarga, los puntos de recarga envían el mensaje BootNotification al Sistema Central. En caso de que no se envía este mensaje de manera automática, se enviará en cuanto se reinicie el poste. En caso de que el sistema central no reciba el mensaje, se debe verificar que el sistema central es accesible desde el punto de recarga.
5. El mensaje BootNotification envía información relevante del punto de recarga al sistema central:
 - 5.1. ID del punto
 - 5.2. URL del servidor OCPP del punto
 - 5.3. Firmware, modelo, número de serie, etc.

6. Cuando el sistema central recibe el mensaje BootNotification, el sistema central verifica si el punto ya existe en el sistema y está operativo, o si es un punto nuevo del sistema sobre el que se creará un espacio en el que almacenar la información del mensaje BootNotification.
7. A partir de esa entidad, bien de forma automática o manual, se creará el punto de recarga seleccionando ese mensaje y la información que contiene. La URL del servidor OCPP del punto puede ser correcta o no dependiendo de tipo de conexión.
8. De manera automática o desde la pantalla de gestión de puntos, se realiza una prueba de envío de mensajes desde el sistema central al punto, dependiendo del tipo de conexión del punto con la red.
9. Si el mensaje llega de forma correcta al punto, el punto responde y la comunicación entre el punto y el sistema central queda verificada.
10. Por último, a través de EV Smart Controller, el usuario podrá completar la información del punto que ya está registrado en el sistema.

3.2.1.3.2 Gestión de transacciones:

Las transacciones o recargas de vehículo eléctrico son un elemento fundamental dentro de la estructura de EV Smart Controller. Las recarga de vehículo eléctrico son procesos que llevan asociada multitud de información, y en los que participa el usuario del vehículo eléctrico, el punto de recarga y el sistema central. La mayoría de procesos que implica una transacción o recarga son realizados de manera automática por el sistema central.

Las entidades encargadas en EV Smart Controller de manejar la información asociada al proceso de recarga se muestran en la siguiente figura:

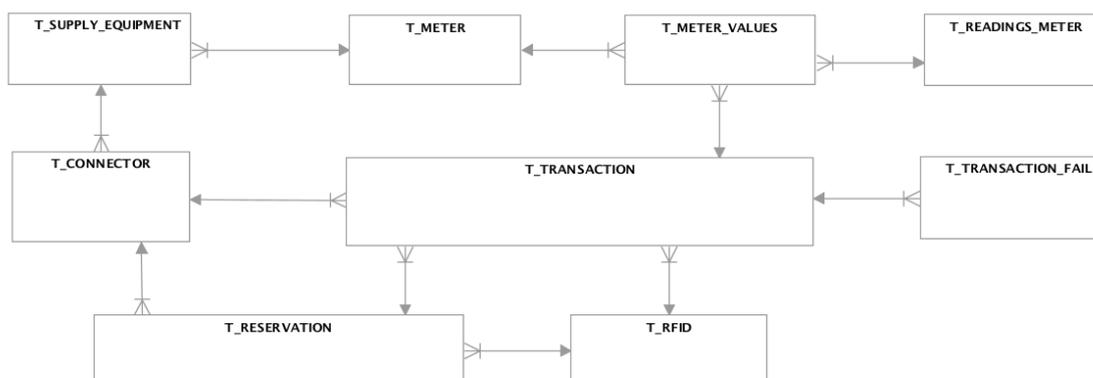


Figura 33: Entidades Recarga VE

T_TRANSACTION es la entidad encargada de almacenar las transacciones que se producen en la infraestructura de puntos de recarga.

A lo largo del proceso de recarga o transacción, el punto de recarga hace llegar al sistema central información que contiene valores que indican el progreso de la recarga, y los valores que contenga dicha información son almacenados en la entidad **T_METER_VALUES**, valores que se encuentran en la entidad **T_READINGS_METER**.

En caso de que la transacción lleve asociada una reserva, la información de dicha reserva se almacena (**T_RESERVATION**), guardando también la información de la tarjeta RFID con la que se asocia la transacción (**T_RFID**).

En caso de que una transacción falle, ésta es almacenada en la entidad **T_TRANSACTION_FAIL**.

La gestión de transacciones incluye la secuencia de inicio de una transacción, la secuencia de la transacción en curso, y la secuencia del fin de la transacción.

3.2.1.3.3 Gestión de reservas:

El proceso de gestión de reservas incluye tres subprocesos o secuencias distintos asociados:

- Proceso de nueva reserva
- Proceso actualización reserva
- Proceso cancelación reserva

Proceso de nueva reserva:

El proceso de nueva reserva incluye los procesos de:

- Solicitud de reserva
- Cambio temporal de punto a reservable
- Control para retornar el punto como no reservable
- Monitorización de mensajes

Proceso de actualización de reserva:

El proceso de actualización de reserva incluye los procesos de:

- Actualización de reserva
- Cambio temporal de punto a reservable
- Control para retornar el punto como no reservable
- Monitorización de mensajes

Proceso de cancelación de reserva:

El proceso de cancelación de reserva incluye los procesos de:

- Creación de reserva falsa
- Cancelación de reserva
- Monitorización de mensajes

3.2.1.4 Definición interfaces de usuario

La interacción de los distintos actores que participan en EV Smart Controller en el sistema se produce a través de una aplicación web.

En el análisis técnico, se desarrollan los aspectos técnicos del interfaz, presentando aquí una visión funcional de la aplicación web. Se realizará una aproximación técnica basada en componentes que permita realizar un desarrollo incremental eficiente y rápido.

Se debe aclarar que todo el diseño funcional propuesto en este documento es sensible de futuros cambios y mejoras. Esta propuesta no debe tomarse en ningún caso como definitiva.

3.2.1.4.1 Estructura de pantallas

La estructura general de pantallas de EV Smart Controller se muestra en la siguiente figura:



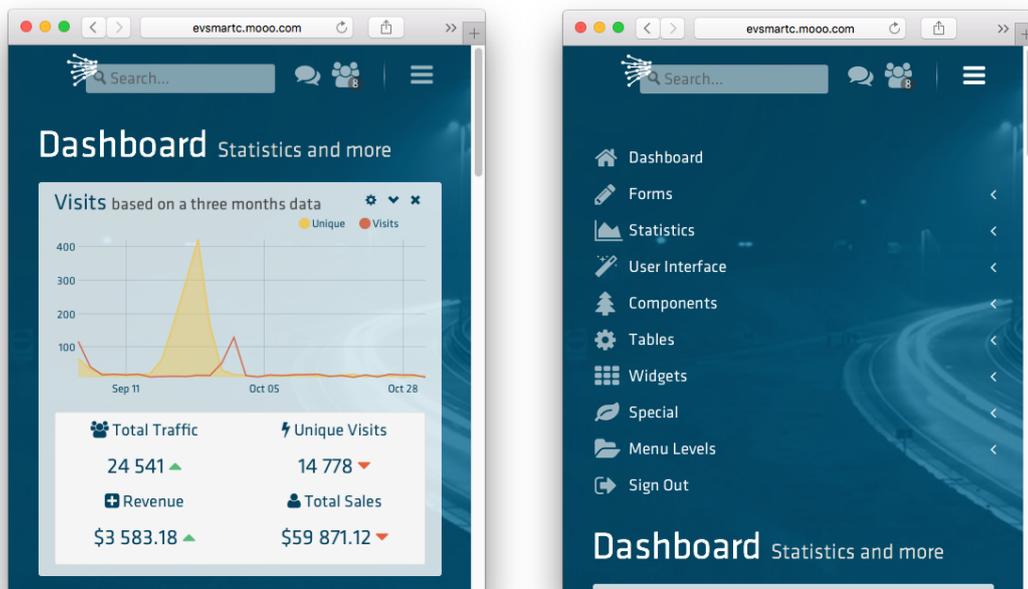
Figura 34: Estructura general de pantallas EV Smart Controller

La imagen de Red Eléctrica de España estará siempre presente en EV Smart Controller, mostrándose en la parte superior izquierda de las pantallas de navegación de la aplicación web.

Se mostrará en la aplicación web en la parte superior derecha información global relevante, como por ejemplo fecha y hora, temperatura en distintas ciudades, etc. Es en esta sección de información donde se mostrará un icono en caso de existencia de eventos críticos. Se mostrará acceso a acciones globales como por ejemplo la configuración de parámetros de usuarios, salir de sesión, etc.

El menú de acceso a las distintas funcionalidades de EV Smart Controller se muestra en la sección izquierda de la pantalla.

Todo ello se desarrollará con un modelo 'responsive' que se adapte a cada formato de pantalla. Un ejemplo de la adaptación del diseño de las pantallas a formatos más reducidos se muestra a continuación:



En la parte central de la pantalla se muestra la información de la sección del menú en la que se encuentre el usuario. El contenido a mostrar se organizará en distintas áreas o secciones, siendo en el ejemplo mostrado en la *figura 34* las siguientes:

Figura 35: Ejemplo pantallas 'responsive'

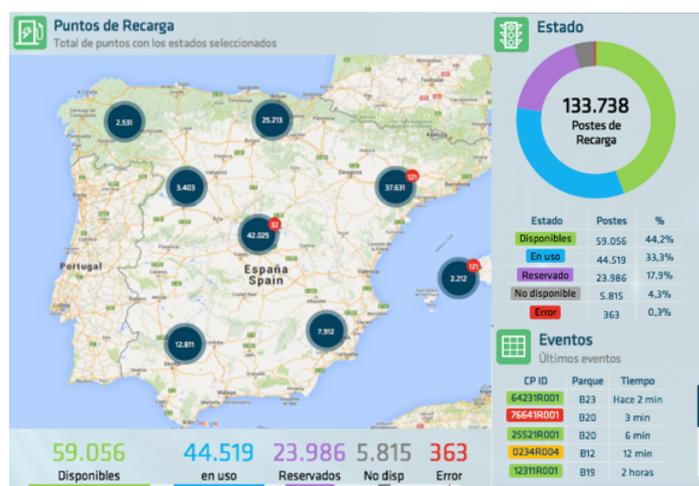


Figura 36: Secciones del área de contenido

3.2.1.4.2 Tipologías de ventanas

Se establecen los siguientes tipos de ventanas acorde al tipo de contenido y la funcionalidad de negocio a mostrar:

- Cuadro de mando
- Parámetros de búsqueda
- Lista de datos
- Vista de un dato

En el diseño final es posible que ocurra la necesidad de incluir nuevas tipologías acorde surjan nuevas necesidades.

Cuadro de mando:

Los cuadros de mando permiten ver de forma resumida y estructurada información de interés sobre un área funcional concreta. El EV Smart Controller contará, al menos, con los siguientes cuadros de mando:

- Pantalla de inicio de la aplicación
- Despliegue
- Usuarios y reservas
- Gestores de carga
- Consumo
- Mantenimiento

La *Pantalla de inicio de la aplicación* web de EV Smart Controller desplegará un mapa de puntos de recarga donde se muestren los puntos de recarga en distintos niveles de agregación según el nivel de zoom sobre dicho mapa.

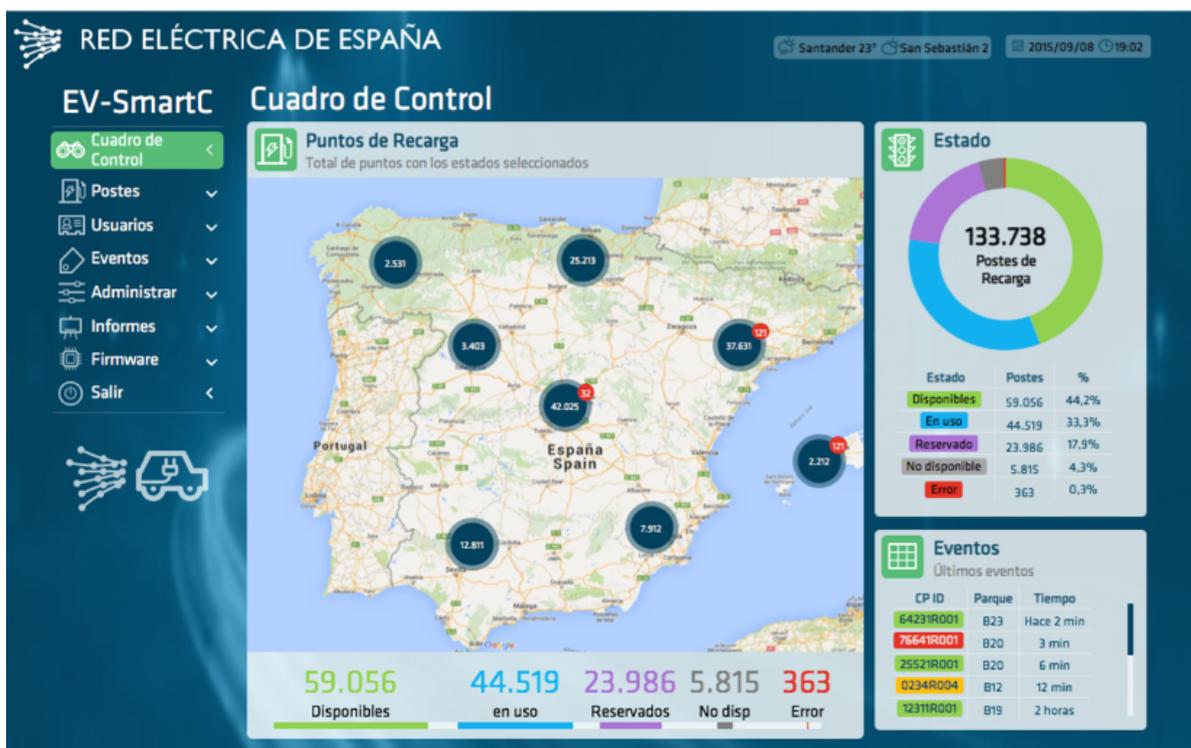


Figura 37: Cuadro de mando de pantalla de inicio de EV Smart Controller

Se visualizará a nivel gráfico el estado de los puntos de recarga que estén contenidos en la pantalla del mapa, siendo estos estados ‘Disponibles’, ‘En uso’, ‘Reservado’, ‘No disponible’, y ‘Error’. En el mapa deberán poder visualizarse estos estados a través del uso de colores o iconos. Así mismo se podrán visualizar también listados de eventos mostrando los últimos eventos ocurridos.

Las notificaciones también se mostrarán en la pantalla de inicio de la aplicación, incorporando en el mapa desplegado los eventos críticos, haciéndolos de fácil visualización para el usuario.

En el cuadro de mando de *Despliegue* se mostrarán los puntos de recarga distribuidos por comunidades autónomas. Se mostrará con códigos de colores el ratio de puntos de recarga en cada comunidad y su utilización, teniendo la opción de incorporar distintos resultados que se obtengan con EV Smart Controller.

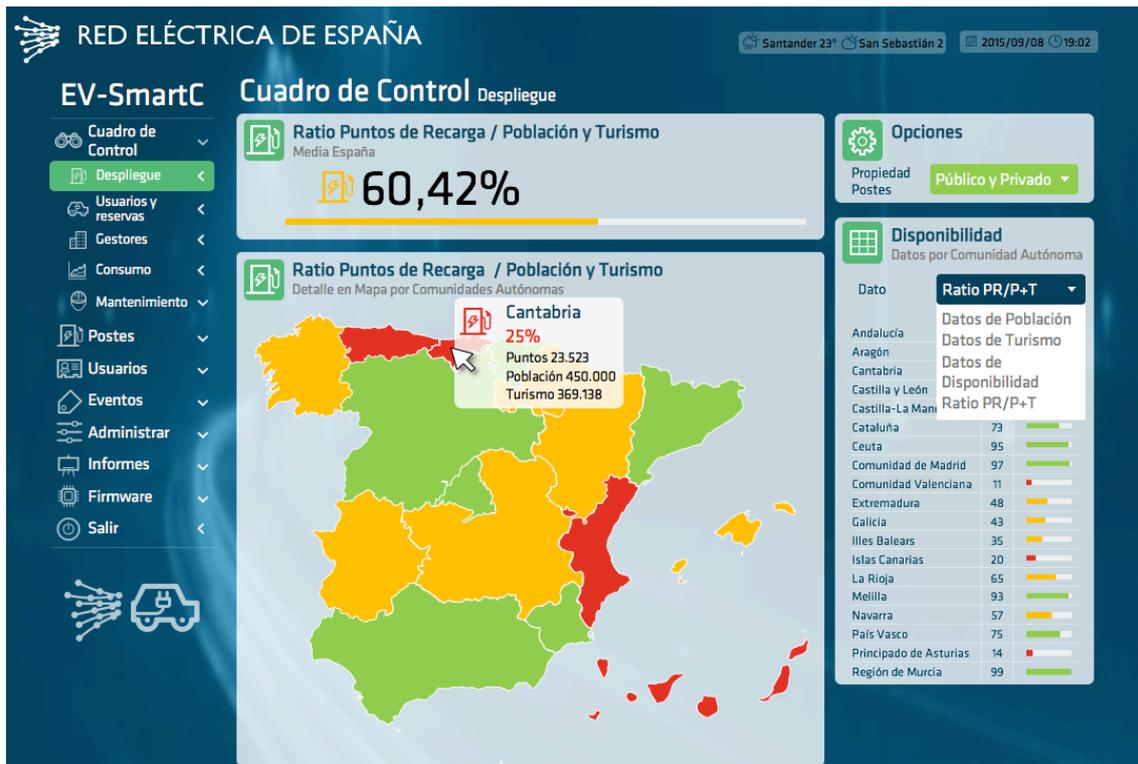


Figura 38: Ejemplo Cuadro de control – Despliegue

En *Usuarios y Reservas*, se mostrarán el número de reservas asociadas a cada usuario, reservas por comunidades autónomas, total de reservas en una determinada fecha, etc. Es decir, se desplegará la información que se considere apropiada en relación a las reservas y que haya recogido EV Smart Controller.

En *Gestores* se agruparán los puntos de recarga según los mismos, pudiendo ver la disponibilidad y el uso. Se podrá incorporar información y estadísticas asociados a los gestores recogidos por EV Smart Controller.

En *Consumo* se podrá observar la información agregada de los consumos ya sea a nivel nacional, por comunidades, áreas, gestores, fechas, etc.

Por último, *Mantenimiento* estará más enfocado a las comunicaciones y a los aspectos técnicos, como la indisponibilidad de puntos de recarga, errores de comunicación, errores en la aplicación, etc.



Figura 39: Ejemplo Cuadro de control- Gestores

Parámetros de búsqueda:

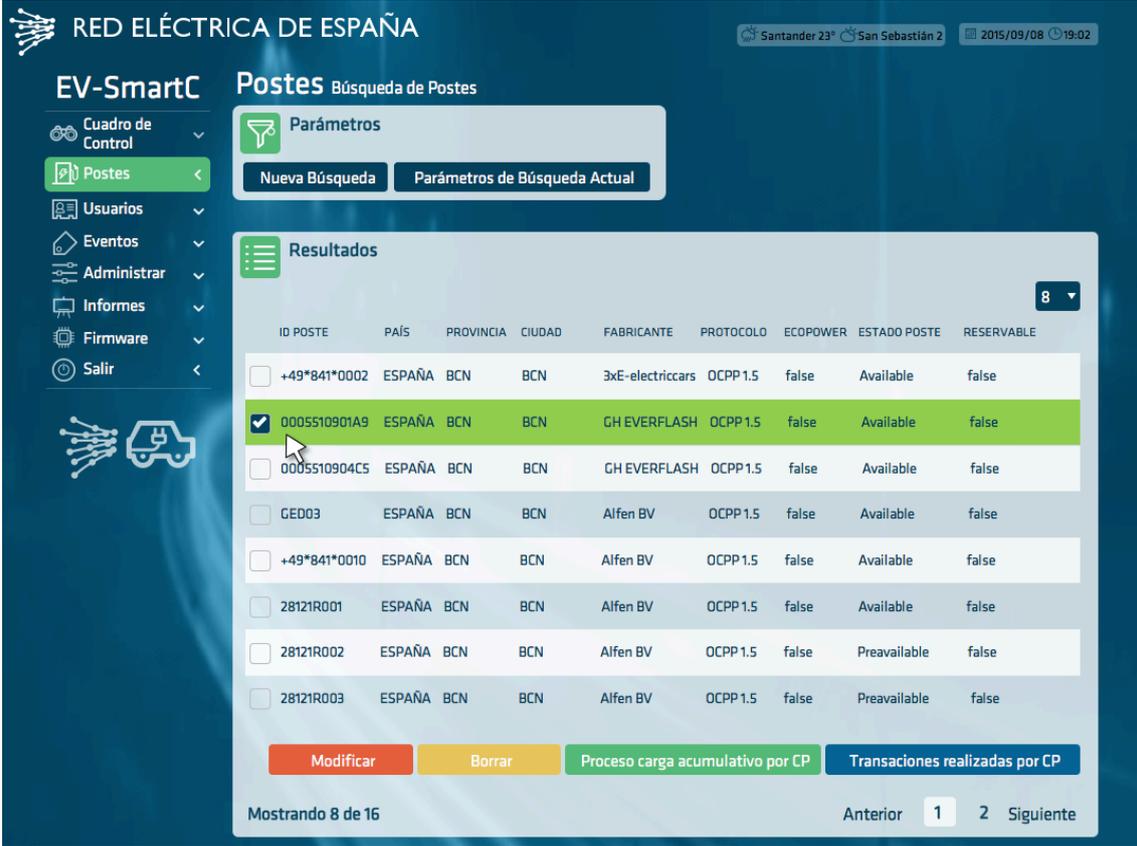
En EV Smart Controller se podrán visualizar ventanas específicas para la realización de búsquedas buscando simpleza y comodidad para el usuario sin por ello obviar el contenido. Para ello se podrán realizar consultas aplicando distintos filtros. Un ejemplo de ello:



Figura 40: Ejemplo ventana Parámetros de búsqueda

Lista de datos:

La *Lista de datos* muestran aquellos elementos que coincidan con los criterios de búsqueda del usuario fijados anteriormente. Un ejemplo de la búsqueda de puntos de recarga se muestra a continuación:



The screenshot displays the EV-SmartC interface for searching charging points. The main header shows 'RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA' and the current location 'Santander 23° San Sebastián 2' with a timestamp of '2015/09/08 19:02'. The left sidebar contains navigation options: Cuadro de Control, Postes (selected), Usuarios, Eventos, Administrar, Informes, Firmware, and Salir. The main content area is titled 'Postes Búsqueda de Postes' and includes a search filter section with 'Parámetros', 'Nueva Búsqueda', and 'Parámetros de Búsqueda Actual' buttons. Below this is a 'Resultados' section showing a table of 8 results. The second row is selected, and a mouse cursor is over the checkbox. At the bottom, there are buttons for 'Modificar', 'Borrar', 'Proceso carga acumulativo por CP', and 'Transacciones realizadas por CP'. The footer indicates 'Mostrando 8 de 16' and navigation controls for 'Anterior', '1', '2', and 'Siguiente'.

ID POSTE	PAÍS	PROVINCIA	CIUDAD	FABRICANTE	PROTOCOLO	ECOPOWER	ESTADO POSTE	RESERVABLE
<input type="checkbox"/> +49*841*0002	ESPAÑA	BCN	BCN	3xE-electriccars	OCPP1.5	false	Available	false
<input checked="" type="checkbox"/> 0005510901A9	ESPAÑA	BCN	BCN	GH EVERFLASH	OCPP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> 0005510904C5	ESPAÑA	BCN	BCN	GH EVERFLASH	OCPP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> GED03	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCPP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> +49*841*0010	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCPP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> 28121R001	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCPP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> 28121R002	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCPP1.5	false	Preavailable	false
<input type="checkbox"/> 28121R003	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCPP1.5	false	Preavailable	false

Figura 41: Ejemplo Lista de datos

Visualización de un dato:

Tras seleccionar un dato de la pantalla de *Lista de datos*, se procederá a desplegar la información vinculada a dicho dato en detalle. Al igual que en el ejemplo anterior se mostraba la lista de datos en caso de que la búsqueda fuese de un punto de recarga, un ejemplo de la selección de un punto de recarga de dicha lista se muestra en el siguiente ejemplo:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Santander 23° San Sebastián 2 2015/09/08 19:02

EV-SmartC Postes Edición de un Poste de Recarga

- Cuadro de Control
- Postes
- Datos generales**
- Dirección
- Parámetros de Hardware
- Configuración Extra
- Puntos de Recarga
- Operaciones OCPP
- Configuración del Software
- Test de comunicaciones
- Reservas
- Mensajes
- Eventos
- Usuarios
- Eventos
- Administrar
- Informes
- Firmware
- Salir

Datos generales

CP ID	0005510901A9
Idiomas	ENGLISH
Contacto	
Accesibilidad	Public
Parque	Audi Charging Park
Nombre	
Parque	UTC+1
Nombre	Default

Guardar

Dirección

País	ESPAÑA
Ciudad	Barcelona
Tipo Vía	AVENIDA
Número	200
Escalera	
Latitud	41.405785
Provincia	BARCELONA
CP	08018
Dirección	Diagonal
Planta	
Otros	
Longitud	2.192687

Figura 42: Ejemplo Visualización de un dato

3.2.2 Análisis funcional Generador de Informes

El objetivo del análisis funcional del Generador de Informes de la herramienta EV Smart Controller es establecer todas las funcionalidades necesarias para conseguir alcanzar los requerimientos establecidos para el Generador de Informes.

El acceso a este módulo del EV Smart Controller por parte del usuario será desde la propia pantalla de inicio. La gestión de permisos por parte del usuario administrador limitará el acceso de los usuarios a las funcionalidades del generador de informes.

Se incluirá un modelo de vistas con la información necesaria para la creación de los informes, dando acceso a los usuarios a estos modelos de vistas para la generación de los informes acorde al diseño propuesto en estos modelos, lo que añade simpleza de cara al usuario.

La información del generador de informes provendrá de varias fuentes. Por ello, el sistema constará de un sistema de buzones a través del cual gestionar la información de las distintas fuentes.

3.2.2.1 Requerimientos Generador de Informes

Para el desarrollo del análisis funcional del Generador de Informes, se ha llevado a cabo un análisis e identificación de los requerimientos necesarios que debe abarcar. Estos requerimientos se encuentran divididos en Funcionales y Generales.

3.2.2.1.1 Requerimientos funcionales del Generador de Informes (RF)

[RF-GI-1]

Se deben poder generar informes y consultas sobre cualquier campo almacenado en la base de datos creada para el proyecto EV Smart Controller.

[RF-GI-2]

La información generada se podrá extraer en diferentes formatos.

Los formatos en los que se podrán extraer los informes son PDF, Excel, Access, JPEG, PNG, Texto Enriquecido, PostScript, HTML, ODS, XML, CSV, Texto, BMP, SVG, y GIF.

[RF-GI-3]

Las consultas e informes se podrán guardar para poderlos reutilizar en otra ocasión. Las consultas e informes guardados se mostrarán desde otra vista en la cual se podrán consultar, modificar y eliminar.

[RF-GI-4]

Los campos seleccionados para generar la consulta y el posible informe se podrán ordenar y se les podrán aplicar funciones de grupo como: agrupar, máximo, mínimo, contar, sumar, etc.

[RF-GI-5]

Existirá la posibilidad de añadir filtros a los campos para realizar búsquedas más específicas.

[RF-GI-6]

Una vez que se han seleccionado los campos y aplicado los filtros, el resultado se mostrará en formato de tabla.

[RF-GI-7]

Para los formatos PDF se generarán una serie de plantillas estándar.

Estas plantillas seguirán la imagen corporativa de REE (logotipo, tipografías, etc.). En la página anterior se presentan algunas plantillas propuestas. Se adjuntan plantillas anexas como ejemplo.

[RF-GI-8]

Se podrán establecer grupos de visualización de informes que se podrán asociar a los usuarios a modo de seguridad.

Estos grupos restringen la visibilidad de los informes a determinados usuarios, sin considerar su rol. Los grupos podrán ser editables y se podrá incorporar/suprimir un informe al mismo.

[RF-GI-9]

Habrà una vista específica para mantenimiento de usuarios de forma que se puedan crear diferentes perfiles de usuarios (administrador, consulta, ejecución, para un área, etc.).

3.2.2.1.2 Requerimientos generales del Generador de Informes (RQ)

[RQ-G-1]

Debe ser una aplicación de arquitectura abierta, con la capacidad de ser modulable o adaptarse a las necesidades futuras de forma rápida y fácil.

El sistema debe cumplir el SSA16 (antiguo SAS 70), ley protección de datos.

[RQ-G-2]

Debe comunicarse de modo fácil y transparente con otros aplicativos de REE.

Toda comunicación con otros aplicativos internos deberá seguir los criterios de seguridad marcados por REE.

[RQ-G-3]

Se deben crear diferentes vistas para la generación de consultas, la exportación a diferentes formatos, la consulta y modificación de informes guardados y la gestión de usuarios.

[RQ-G-4]

El sistema debe ser sencillo y con facilidad de uso mediante interfaces amigables para el usuario, con visualizaciones atractivas.

La visualización de la aplicación deberá adecuarse a la imagen corporativa de REE: logotipos, tipografías, etc.

[RQ-G-5]

Esta aplicación se alimentará de los datos almacenados del sistema SCADA desarrollado específicamente para el proyecto EV Smart Controller, y de otros datos provenientes de otros agentes externos tales como gestores de carga, AEMET, Govern Balear, Ayuntamiento de Palma o fabricantes de vehículos eléctricos.

[RQ-G-6]

Se garantizará las conexiones seguras con todos los agentes de los que se reciba información.

Los agentes se podrán conectar mediante secure-FTP, Web Service u otro protocolo seguro. La aplicación deberá ser adaptable a nuevos tipos de conexiones.

[RQ-G-7]

Se asegurará el mantenimiento correctivo del aplicativo durante al menos un año.

[RQ-G-8]

Se valorará el compromiso de un mantenimiento evolutivo de al menos 1 año.

[RQ-G-9]

El sistema debe cumplir las normas de seguridad ISA-99, ISO 27002, NIST 800-53, NERC-CIP. Además deberá tener documentado el análisis de riesgos del sistema (para poder ser evaluado).

3.2.2.2 Modelo de vistas

Los usuarios del sistema tendrán acceso a un modelo de vistas en el que podrán observar la información necesaria para la generación de los informes, dando la posibilidad de generar dichos informes. A través del modelo de vistas, se le facilitará al usuario la generación de informes sin necesidad de acceder a la estructura de la base de datos, simplificando el proceso.

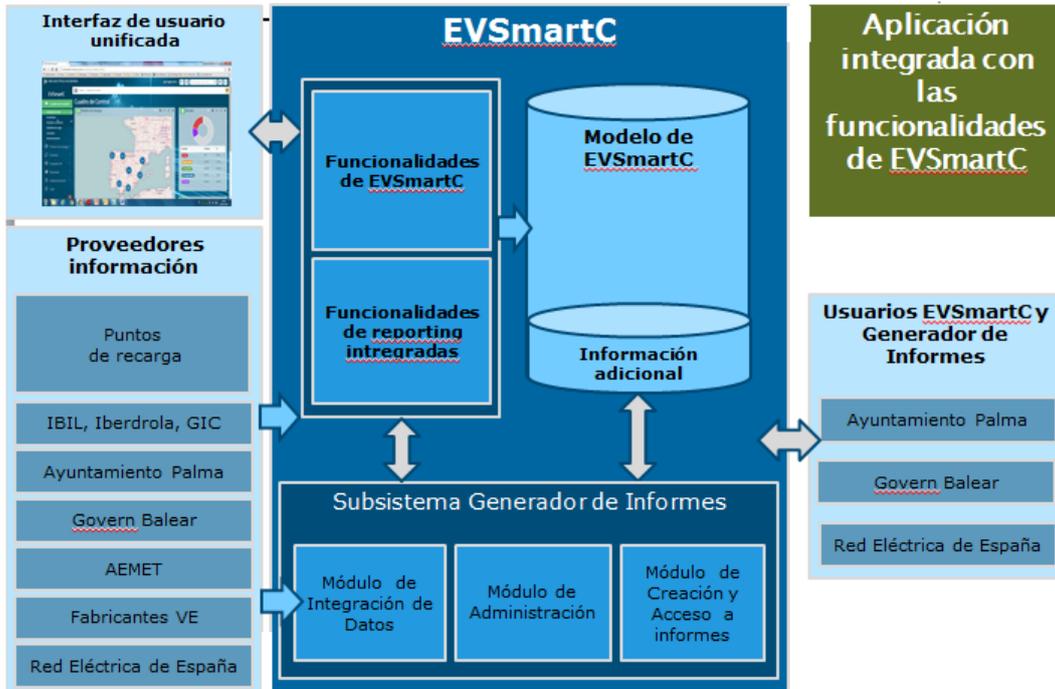


Figura 43: Esquema general EV Smart Controller

Las vistas de los informes definirán la estructura de los informes a generar por el usuario. El modelo de vistas actúa como intermediario entre la estructura real de la base de datos y la herramienta de generación de informes.

La información del generador de informes se encuentra recogida en distintos bloques:

- Puntos de recarga
- Estructura Puntos de recarga
- Configuración OCPP Puntos de recarga
- Eventos
- Transacciones (Recargas)
- Vehículo Eléctrico
- Información externa

3.2.2.3 Descripción del Generador de Informes

Los elementos comprendidos en el Generador de Informes se resumen a continuación:

- Establecer los datos de origen a partir del modelo de vistas
- Acceso al repositorio de plantillas y modelos. Permitirá gestionar carpetas del repositorio, gestionar la asignación de permisos, consultar las plantillas de informes y los modelos de datos, realizar búsquedas de datos, copiar información, descargar y subir plantillas al servidor. Desde el repositorio se podrá consultar un informe y acceder a la herramienta de diseño para así modificarlo.
- Herramientas de diseño de informes
- Gestión de permisos y demás configuraciones

En el punto 3.3.2 se entrará en detalle del diseño técnico de cada uno de los elementos aquí presentados.

3.2.2.4 Seguridad y acceso

3.2.2.4.1 Gestión de usuario y perfiles

Los accesos que un usuario tendrá dentro de la sección de generador de informes a los distintos menús y páginas de la aplicación serán controlados a través de la definición de usuarios y perfiles. Para cada operativa que implique acceso a los datos o acciones sobre los datos, el sistema de seguridad comprobará si el perfil de dicho usuario consta de los permisos necesarios para poder ejecutar la acción requerida.

Para ello, se trabajan con tres entidades distintas dentro de EV Smart Controller:

- Operaciones. La aplicación de generador de informes tendrá definidas las operaciones a realizar por los usuarios desde la interfaz.
- Perfiles. El administrador podrá agrupar distintas operaciones y asignar el permiso para ejecutar dichas operaciones a distintos perfiles o grupos de perfiles.
- Usuarios. Se asociará cada usuario a un perfil, de manera que el acceso de cada usuario a las diferentes operaciones sea dado por el perfil al que pertenece y que limitará las operaciones que podrá realizar dentro del sistema.

El siguiente esquema representa las relaciones que existen entre las entidades en la base de datos:

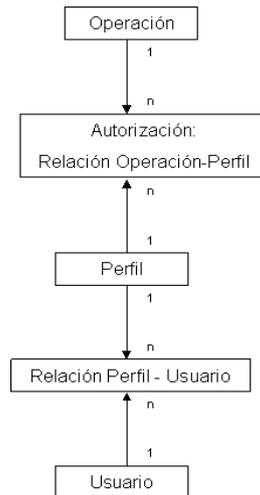


Figura 44: Esquema de relación entre entidades

Se podrá parametrizar y administrar los diferentes usuarios y perfiles, así como las operaciones y accesos, desde el perfil de administrador gracias a los formularios de tablas maestras, permitiendo una gestión flexible y configurable de los permisos y perfiles.

El acceso al Generador de Informes es común al de EV Smart Controller, compartiendo los roles o perfiles de usuarios ambas partes. Se incluirán, al menos, los mismos roles que en EV Smart Controller:

- Administrador: Tiene capacidad de gestionar usuarios y de acceder a todas las herramientas del generador de informes
- Operador: Dispone de la posibilidad de generar y consultar toda clase de informes, así como acceder a toda la información disponible de la base de datos.
- Visualización: Podrá visualizar los informes, pero siempre en formatos no editables, limitando su capacidad de edición de la información de la base de datos
- Usuario VE: Los permisos deben ser definidos dentro de la matriz de funcionalidades

Se podrán añadir más perfiles según las necesidades que surjan. Además, un mismo usuario podrá estar asociado a más de un perfil.

3.2.2.4.2 Gestión de permisos

Desde el panel de administración del generador de informes se podrán administrar los permisos para cada rol y/o usuario dentro de un determinado rol.

Existirán tres niveles de configuración de permisos:

- Control de ejecución por localización. Únicamente los informes guardados en ciertas localizaciones podrán ser ejecutados.
- Permisos generales de usuarios y perfiles. Se gestionan los derechos de acceso asociados a perfiles y a usuarios específicos. Podrá configurarse si el perfil o usuario específico tiene permisos para configurar la herramienta de informes web, acceder a datos de la base de datos, acceder al repositorio de informes, ejecutar los informes, acceder a la herramienta de diseño web, etc.
- Configuración de permisos del repositorio. Patrones de nombre y grupos de informes.

Se podrán gestionar los permisos con mayor nivel de precisión desde el repositorio de informes. Para cada usuario o perfil se podrán asociar patrones para la configuración de los permisos. Para generar los nombres de los informes se usarán patrones, para así permitir la creación de permisos a nivel de grupos de informes e incluso subgrupos de informes. Todos los informes de un mismo grupo deberán tener un patrón común en el nombre.

Los tipos de informes que se podrán configurar por grupo son:

- Lectura
- Escritura
- Ejecución

3.2.2.5 Interfaz de usuario

A continuación se definen las pantallas del interfaz de usuario necesarias para el generador de informes.

3.2.2.5.1 Pantalla de usuarios

A través de esta página se permitirá la creación, modificación y eliminación de usuarios. A continuación se describen los elementos presentes en dicha pantalla:

Filtros:

- Usuario. Es un filtro no obligatorio. Permite seleccionar un usuario concreto de una lista con los usuarios registrados en el sistema, para realizar una consulta específica. Si se deja vacío, la consulta devuelve todos los usuarios ordenados alfabéticamente. Por defecto no hay seleccionado ningún usuario.

Datos:

- Usuario. Es un campo editable que permite registrar el código asociado a un usuario. Es obligatorio registrar este campo.

- Contraseña. Es un campo editable que permite registrar la contraseña del usuario, para su acceso a la aplicación. Es obligatorio registrar este campo.
- Descripción de usuario. Es un campo modificable que permite introducir la descripción asociada al usuario. Es obligatorio registrar este campo.

Botones de acciones:

- Buscar. Una vez seleccionado el filtro, se pulsa el botón para ejecutar la consulta
- Restaurar filtros. Resetea el filtro a su valor por defecto.
- Exportar a Excel. Permite exportar a Excel los datos correspondientes a la consulta realizada
- Nuevo. Abre el formulario que permite la entrada de los campos de un nuevo registro.
- Borrar. Permite eliminar un usuario. Es necesario seleccionar el registro en la tabla y pulsar el botón.
- Guardar. Cuando se modifica o se crea un registro, es necesario pulsar el botón para guardar los datos en la base de datos

3.2.2.5.2 Pantalla de perfiles

La pantalla de perfiles permitirá la administración de los distintos perfiles del sistema. Un usuario autorizado podrá crear nuevos perfiles, así como modificar la descripción de un perfil, borrar perfiles y consultar perfiles ya registrados en el sistema mediante la utilización de filtros.

Los elementos que compone esta pantalla son:

Filtros:

- Perfil. Es un filtro no obligatorio. Permite seleccionar un perfil de una lista con los perfiles registrados en el sistema, para realizar la consulta específica. Si se deja vacío, la consulta devuelve todos los perfiles ordenados alfabéticamente. Por defecto no hay seleccionado ningún perfil.

Datos:

- Perfil. Es un campo editable que permite registrar el código asociado a un perfil. Es obligatorio registrar este campo.
- Descripción del perfil. Es un campo modificable que permite introducir la descripción asociada al perfil. Es obligatorio registrar este campo.

Botones de acciones:

- Buscar. Una vez seleccionado el filtro, se pulsa el botón para ejecutar la consulta
- Restaurar filtros. Resetea el filtro a su valor por defecto.
- Exportar a Excel. Permite exportar a Excel los datos correspondientes a la consulta realizada
- Nuevo. Abre el formulario que permite la entrada de los campos de un nuevo registro.

- **Borrar.** Permite eliminar un perfil. Es necesario seleccionar el registro en la tabla y pulsar el botón.
- **Guardar.** Cuando se modifica o se crea un registro, es necesario pulsar el botón para guardar los datos en la base de datos.

3.2.2.5.3 Pantalla usuario – perfil

A través de esta página se podrá establecer la relación existente entre los distintos usuarios y sus perfiles. En esta pantalla se validará la cumplimentación de los datos obligatorios. Es importante destacar que un usuario puede estar asociado a más de un perfil.

Los elementos que componen esta pantalla son:

Filtros:

- **Perfil.** Es un filtro no obligatorio. Permite seleccionar un perfil de una lista con los perfiles registrados en el sistema, para realizar la consulta específica. Por defecto no hay seleccionado ningún perfil.
- **Usuario.** Es un filtro no obligatorio. Permite seleccionar un usuario de una lista con los usuarios registrados en el sistema, para realizar la consulta específica. Por defecto no hay seleccionado ningún usuario.

Datos:

- **Perfil.** Es un campo editable que permite registrar el código asociado a un perfil. Es obligatorio registrar este campo.
- **Descripción del perfil.** Es un campo modificable que permite introducir la descripción asociada al perfil. Es obligatorio registrar este campo.
- **Usuario.** Es un campo editable que permite registrar el código asociado a un perfil. Es obligatorio registrar este campo.
- **Descripción de usuario.** Es un campo modificable que permite introducir la descripción asociada al usuario. Es obligatorio registrar este campo.

Botones de acciones:

- **Buscar.** Una vez seleccionado el filtro, se pulsa el botón para ejecutar la consulta
- **Restaurar filtros.** Resetea el filtro a su valor por defecto.
- **Exportar a Excel.** Permite exportar a Excel los datos correspondientes a la consulta realizada
- **Nuevo.** Abre el formulario que permite la entrada de los campos de una nueva asociación.
- **Borrar.** Permite eliminar un perfil. Es necesario seleccionar el registro en la tabla y pulsar el botón.
- **Guardar.** Cuando se modifica o se crea un registro, es necesario pulsar el botón para guardar los datos en la base de datos.

3.2.2.5.4 Pantalla de operaciones

En esta pantalla se permitirá la consulta de las operaciones disponibles en la aplicación.

Los elementos que componen esta pantalla son:

Filtros:

- Código de operación. Filtro no obligatorio. Permite seleccionar una operación de una lista con las operaciones registradas en el sistema, para realizar la consulta específica. Si está vacío, la consulta devuelve todas las operaciones ordenadas alfabéticamente. Por defecto no hay seleccionado ninguna operación.

Datos:

- Operación. Es un campo no editable que permite consultar el código asociado a una operación.
- Descripción de la operación. Es un campo no modificable que permite consultar la descripción asociada a la operación.

Botones de acciones:

- Buscar. Una vez seleccionado el filtro, se pulsa el botón para ejecutar la consulta
- Restaurar filtros. Resetea el filtro a su valor por defecto.
- Exportar a Excel. Permite exportar a Excel los datos correspondientes a la consulta realizada.

3.2.2.5.5 Pantalla asociación perfil – operaciones

En esta pantalla el usuario autorizado podrá mantener las asociaciones entre perfiles y las distintas operaciones que podrá ejecutar un determinado perfil.

A continuación se describen los elementos de la pantalla:

Filtros:

- Operación. Es un filtro no obligatorio. Permite seleccionar una operación de una lista con las operaciones registradas en el sistema, para realizar la consulta específica. Por defecto no hay seleccionado ninguna operación
- Perfil. Es un filtro no obligatorio. Permite seleccionar un perfil de una lista con los perfiles registrados en el sistema, para realizar la consulta específica. Por defecto no hay seleccionado ningún perfil.

Datos:

- Operación. Es un campo editable que permite registrar el código asociado a una operación. Es obligatorio registrar este campo.
- Descripción de la operación. Es un campo modificable que permite registrar la descripción asociada a la operación.
- Perfil. Es un campo editable que permite registrar el código asociado a un perfil. Es obligatorio registrar este campo.

- Descripción del perfil. Es un campo modificable que permite introducir la descripción asociada al perfil. Es obligatorio registrar este campo.

Botones de acciones:

- Buscar. Una vez seleccionado el filtro, se pulsa el botón para ejecutar la consulta
- Restaurar filtros. Resetea el filtro a su valor por defecto.
- Exportar a Excel. Permite exportar a Excel los datos correspondientes a la consulta realizada.
- Nuevo. Abre el formulario que permite la entrada de los campos de un nuevo registro.
- Borrar. Permite eliminar un perfil. Es necesario seleccionar el registro en la tabla y pulsar el botón.
- Guardar. Cuando se modifica o se crea un registro, es necesario pulsar el botón para guardar los datos en la base de datos.

3.2.2.5.6 Pantalla de gestión de ficheros

Desde la pantalla de gestión de ficheros, el usuario podrá consultar toda la información relativa a los ficheros recibidos en EV Smart Controller.

Cada tipo de interfaz tendrá asociada una estructura de directorios con la siguiente información:

- Entrada. Contiene información de los ficheros recibidos para cada interfaz.
- Procesado. Cuando el fichero procesado es cargado satisfactoriamente en el sistema, el fichero se pasa desde la carpeta de entrada a esta carpeta.
- Log. Contiene toda la información relativa a la ejecución del interfaz. En caso de error, se podrá consultar toda la información disponible del error.

Los elementos que se describen en esta pantalla son:

Filtros

- Fecha inicio. Permite indicar el intervalo de fechas que interesa. Es obligatorio establecer las fechas del filtro. Por defecto la fecha inicial y será el día actual.
- Fecha fin. Permite indicar el intervalo de fechas que interesa. Es obligatorio establecer las fechas del filtro. Por defecto la fecha final será el día actual.

Datos:

- Nombre del directorio o del fichero.
- Tamaño del fichero en kb.
- Tipo. Se indica si el elemento es un directorio o un fichero.
- Fecha entrada / Salida.
- Check box de descarga. Permite seleccionar los ficheros a descargar.

Acciones: desde esta pantalla será posible consultar los ficheros para cada uno de los interfaces: ficheros de entrada no procesados, procesados y fichero log del proceso.

3.3 Diseño Técnico EV Smart Controller

3.3.1 Diseño Técnico SCADA

3.3.1.1 Introducción

El sistema EV Smart Controller será responsable de la gestión de una red de puntos de recarga con los que se comunicará a través de los protocolos estandarizados conocidos como OCPP.

El sistema será capaz de proporcionar la integración de terceras partes como gestores de carga, instituciones, fabricantes de vehículos, gestores de flotas, etc.

Los usuarios de vehículos eléctricos tendrán la posibilidad de acceder a EV Smart Controller para localizar puntos de recarga y realizar reservas de los mismos.

Existe la figura del operador encargado de gestionar el conjunto del sistema (Red Eléctrica de España).

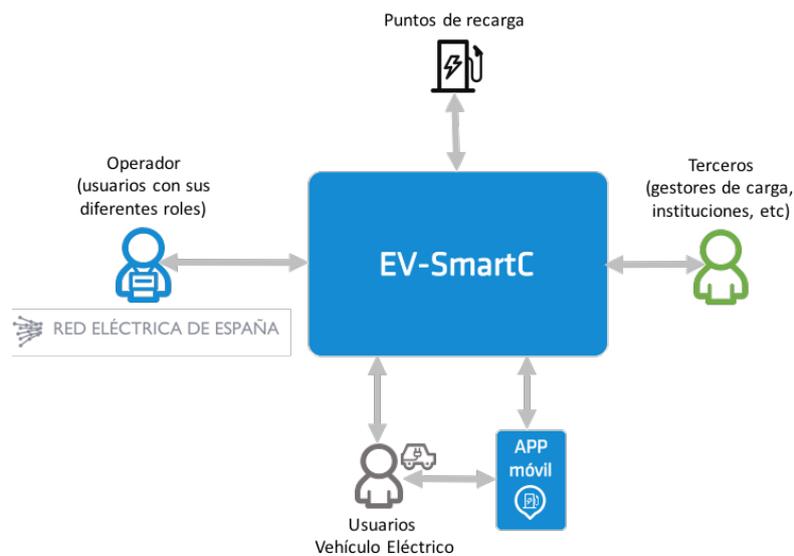


Figura 45: Elementos EV Smart Controller

3.3.1.2 Módulos del software del sistema SCADA

En esta sección se presentan los distintos módulos de los que se compone el sistema. En el siguiente diagrama se muestra el sistema global y la subdivisión en módulos ilustrando los límites del sistema y los interfaces con los sistemas externos:

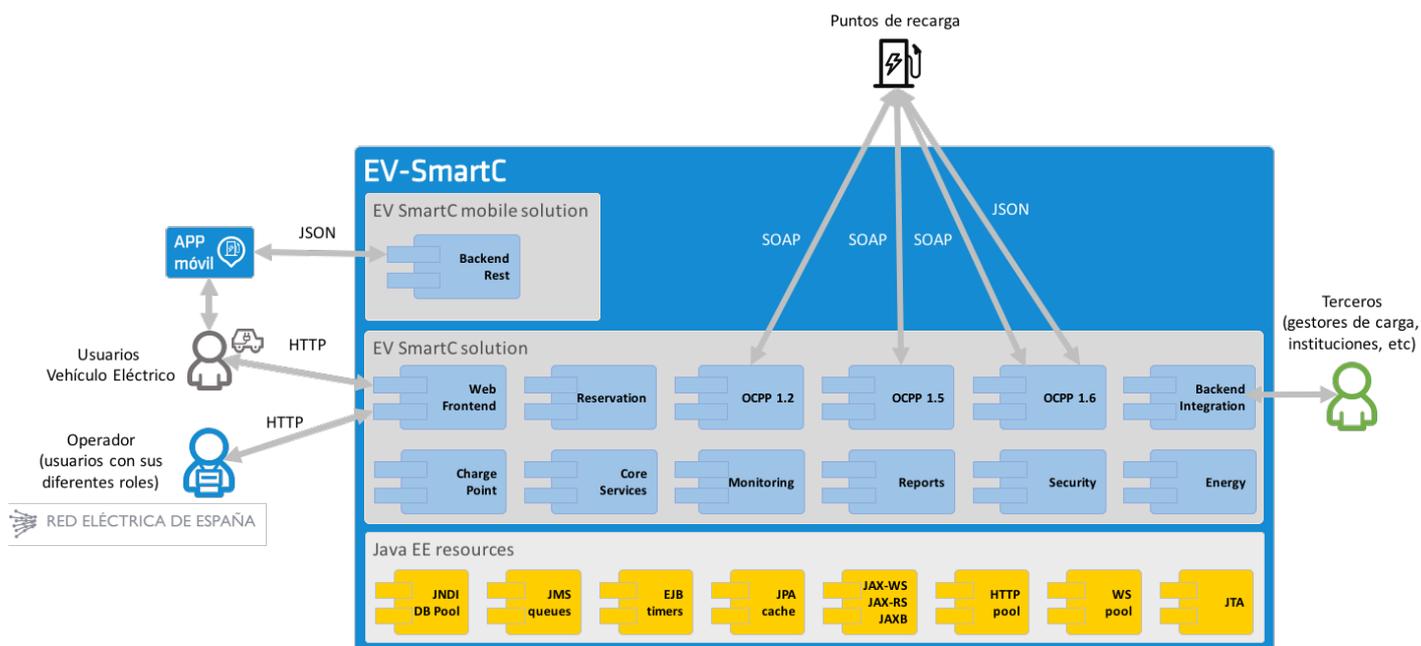


Figura 46: Subdivisión del sistema SCADA

Cada módulo se describe a continuación.

3.3.1.2.1 Java API specification

El requisito fundamental de EV Smart Controller es que esté basado en especificaciones y protocolos estándar y abiertos. Para cumplir este requerimiento, EV Smart Controller utilizará la especificación Java EE 7.

La especificación 7 de Java EE se ocupa de cuestiones complejas como la transacción, la persistencia de datos, el pool de objetos y tolerancia a fallos.

El utilizar la especificación Java EE 7 proporciona las siguientes ventajas:

- Principios de arquitectura tales como transacciones, fiabilidad, escalabilidad, seguridad, comportamiento síncrono / asíncrono, tolerancia a fallos y el control de errores se definen de una manera estándar en todos los módulos y se gestionan de manera inequívoca por el contenedor siguiendo las normas de especificación.
- Extensibilidad: Flexibilidad para agregar nuevos componentes que pueden proporcionar nuevas funcionalidades de reutilización y extienden las capacidades de los módulos existentes.
- Independencia con respecto a:
 - Entorno de runtime: únicamente la configuración es específica para cada proveedor de servidor de aplicaciones.

- Motor de la base de datos: JPA abstrae todo el acceso SQL. La portabilidad a cualquier motor relacional es posible.
- Evitar conflictos y dependencias de librerías.
- Fácil actualización a nuevas versiones de plataformas Java: la aplicación siempre está actualizada.

EV Smart Controller incluirá también un modelo de datos de entidad interna para gestionar toda la información relacionada con los puntos de recarga. Todas las interfaces de módulos se basan en este modelo que se encontrará desacoplado del OCPP, con el objetivo de adaptarse a nuevas versiones de los protocolos de comunicación OCPP u otros protocolos necesarios sin problemas. El funcionamiento de EV Smart Controller depende de su lógica interna y no está acoplado con el protocolo del punto de recarga.

3.3.1.2.2 Commons

Este módulo es un archivo Java de recursos de aplicaciones que será compartido por el resto de módulos de EV Smart Controller. La información contenida por este modulo es la siguiente:

- Las clases de entidad de modelos de datos que tendrán anotaciones Java Persistence API (JPA).
- Entidades principales (accedidas frecuentemente) con relaciones inactivas con el fin de aumentar el rendimiento.
- Interfaces Java de los servicios realizados por el sistema, comprendiendo las siguientes categorías:
 - Servicios Core. Incluye la definición de servicios del 'core' para cumplir con el acceso al modelo de datos de base de datos central y gestionar sus entidades
 - Interfaces de Protocolo (OCPP).
 - Servicios del Backend. Incluye la definición del los servicios que serán publicados a los terceros que deseen integrarse con el EV Smart Controller.
 - Servicios de Energía.
 - Servicios de Reserva.
 - Servicios de Supervisión.
 - Servicios de Whitelist.
- Constantes
- La transferencia de datos de objetos para las interfaces y servicios.
- Funciones comunes estáticas que pueden ser reutilizados por el sistema (por ejemplo, la conversión de la fecha, formato de datos, etc.).

3.3.1.2.3 CoreServices

El módulo CoreServices incluye la funcionalidad básica del EV Smart Controller de gestión de los puntos de recarga así como el acceso a la base de datos. También incluye funcionalidad de seguridad, gestión de usuarios, gestión de información y administración.

El módulo está basado en la API de Java ya citada. Además incluye un interfaz OCPP para realizar todas las operaciones que incluya el protocolo OCPP del punto de recarga, ya sea OCPP 1.2, 1.5 o 1.6.

3.3.1.2.4 Reserva

Este módulo se encargará de la funcionalidad necesaria para llevar a cabo la capacidad de realizar reservas a través de EV Smart Controller. Para ello gestiona todas las tareas relacionadas con la reserva de un punto de recarga, esto es, solicitudes, cancelaciones, actualizaciones, caducidad, superposición, reserva, confirmación de transiciones y notificaciones a sistemas externos a través de Web Services. La lógica requerida será integrada e independiente de la versión del protocolo OCPP del punto de recarga.

Muchas de las tareas aquí comprendidas se basarán en la programación de timers según los distintos estados del punto de recarga.

Este módulo incluye un interfaz del 'backend' para permitir la integración con sistemas de terceros y automatizar la gestión de reservas.

3.3.1.2.5 Eventos

El módulo eventos realiza las funciones relacionadas con la supervisión. El componente de supervisión se ocupará de la gestión de eventos y de la realización de cualquier algoritmo de supervisión. También se encuentra incluida la capacidad de balanceo de carga.

3.3.1.2.6 Energía

Este módulo contendrá las funcionalidades asociadas a la gestión de la energía. Gestionará el proceso de recarga y la energía consumida, proporcionando un registro de los detalles de la recarga.

El módulo gestionará las operaciones de carga en tiempo real: autorización, controles, monitorización de las transacciones, su tiempo de recarga, y la energía consumida. Aquí se incluyen todos los procesos de autorización de entidades y transacciones.

Una vez que la transacción de carga finaliza, crea el CDR (registro de detalle de carga) con la marca de tiempo de arranque / parada, el consumo, el punto de recarga y la tarjeta RFID. El CDR se almacena y, si está configurado para hacerlo, se podrá enviar a otros sistemas de terceros a través de Web Services.

El comportamiento de la autorización también será configurable. El usuario puede ser autorizado contra de la base de datos local o, si está configurado para hacerlo, contra un Servicio Web de terceros.

Mientras las transacciones de carga pasan por diferentes estados, cada cambio de estado puede ser notificado a Web Services terceros, siempre y cuando se encuentre notificado para ello.

Además, este módulo monitorizará los comportamientos de las transacciones de carga con el fin de identificar y homogeneizar los que dependen de la interpretación de los fabricante (OCPP).

3.3.1.2.7 Integración del 'Backend'

En este módulo publicará la funcionalidad definida en las interfaces de 'backend'. También incluye la interfaz de consumo del 'backend' que debería ser accedida por la interfaz del sistema.

La aplicación se basará en WebServices SOAP (Single Object Access Protocol).

Este módulo pública y usa Webservices para poder integrar la infraestructura de mensajes e información del punto de carga con sistemas terceros. Realiza las notificaciones a los sistemas de terceros requeridos por los módulos de reserva y control de energía. La interfaz publicada es asíncrona con el fin de promover una ejecución en paralelo.

Los Web Services SOAP usados son los siguientes:

- Autorización: Chequeo de RFID
- Intercambio de CDR: Informe de sesión
- Notificación de reserva: informe de reserva

Por otro lado, este módulo publica un set de Web Services SOAP:

- Punto de recarga.
- Reserva.
- Whitelist.
-

Este módulo incluye unos filtros de mensajes SOAP que filtran todos los mensajes intercambiados (entrada/salida) con el fin de permitir un seguimiento de todo el intercambio realizado a través de los Web Services.

3.3.1.2.8 Charging Point Protocol – Versión

EV Smart Controller comprende y soporta distintos protocolos de comunicación con sus distintas versiones para intercambiar información con los puntos de recarga. Cada protocolo y versión de comunicación con punto de recarga tendrá su propio módulo independiente.

Cada módulo incluye la implementación necesaria para llevar a cabo la comunicación con el punto de recarga específico.

Para cada versión OCPP, hay un WebService SOAP publicado. Los objetos intercambiados con el servicio Web se traducirán al modelo de datos interno del EV Smart Controller y viceversa. Cada servicio Web se publica en un contexto de URL relativo diferente.

Además, hay disponible un cliente del servicio Web para cada versión OCPP. El cliente del servicio Web se puede configurar en tiempo de ejecución con los siguientes conceptos de redes: proxy, HTTPS, la dirección URL remota. Esta implementación traduce el modelo de datos del EV Smart Controller al definido en la versión OCPP y viceversa. Este módulo actúa como puerta de enlace entre la lógica del EV Smart Controller y el protocolo OCPP, traduciendo y mapeando los datos en ambas direcciones.

3.3.1.2.9 Monitorización

El módulo de monitorización es responsable de realizar toda la supervisión en tiempo real de toda la infraestructura del punto de recarga. Las principales características a revisar son:

- Estado de las comunicaciones (para cada punto de recarga en ‘background’):
 - Verificaciones periódicas hasta el punto de recarga. El intervalo de tiempo es configurable. Actualmente la operación usada para realizar esta comprobación es el mensaje ‘getConfiguration’.
 - Verificaciones periódicas hacia el EV Smart Controller. El intervalo de tiempo y el buffer son configurables. Si alguna comunicación hacia el EV Smart Controller llega dentro del buffer de tiempo, la comunicación se considera OK.
 - Si alguna de esas dos verificaciones no es correcta, el estado de las comunicaciones se considera como KO.
 - Si existiese algún cambio en el estado de las comunicaciones, esto implicaría la generación de un evento interno.
 - Se podrán configurar notificaciones para que los responsables del sistema tomen las medidas correctivas necesarias.

- La periodicidad de las verificaciones han sido implementadas con timer EJB y colas JMS para minimizar el impacto global en el rendimiento.
- Estado de las transacciones de carga. Se realizan verificaciones lógicas y en el caso de que se produzca algún estado no esperado será notificado.
- Eventos. Generados por los punto de recarga y almacenados y analizados conforme a la estructura de estados para deducir si alguna situación fuera de lo normal se ha producido.

3.3.1.2.10 Web App

La web del EV Smart Controller tendrá las siguientes características:

- Basada en ‘templates’ Bootstrap, es decir HTML5 y totalmente ‘Responsive’
- Componentes basados en el estándar JSF (Java Server Faces) desarrollados adHoc para cumplir fielmente la característica ‘Responsive’ y los requisitos específicos de este sistema.
- Utilización de la librería de gráficos HighCharts para la solución de gráficos online

La característica ‘Responsive’ significa adaptable, sensible; en este contexto se refiere a las Webs que se adaptan y son usables para cualquier tamaño de navegador. Adaptables al tamaño físico, no a la resolución. La adaptación se produce siempre en el navegador utilizando hojas de estilo y JavaScript. Al cambiar el tamaño cambian los componentes de forma dinámica. El servidor no devuelve distintas versiones según el dispositivo desde el que se accede (forma antigua de resolver el problema).

Para el desarrollo de los componentes que conectan el sistema con la interfaz Web se utilizará el estándar JSF (Java Server Faces) que forma parte de la especificación JEE 7. La versión a utilizar será la 2.2 puesto que provee ciertas características que permiten la solución menos intrusiva en el diseño final de las páginas Web.

Se optará por desarrollar los componentes a partir de la implementación estándar, en vez de recurrir a implementaciones de terceros, algunas de las cuales tienen una muy buena aceptación en el mercado. La razón es mantener el control sobre el diseño y desarrollar no sólo componentes visuales sino también componentes relacionados con el negocio.

Los gráficos HighCharts ya utilizados en Red Eléctrica Española tienen poca competencia en el mercado. Las características que hacen a esta librería una de las mejores son:

- Gráficos vectoriales HTML5.
- Más de 15 tipos básicos de gráficos combinables entre sí.
- Gráficos con interactividad, refresco programable o automático, zoom por defecto, animaciones y efectos visuales.
- Programables en JavaScript y fácilmente encapsulables en componentes JSF.
- Exportación por defecto a distintos formatos JPG, PNG, PDF y SVG.

3.3.1.3 Interfaz de usuario Web

En este apartado se desarrolla un mapa completo de la navegación de un usuario a través de la herramienta EV Smart Controller, mostrando las opciones disponibles, las páginas y la composición de dichas páginas. Todo lo presentado aquí tiene validez de prototipo, no de versión final.

La notación utilizada para el mapa de navegación es la siguiente:

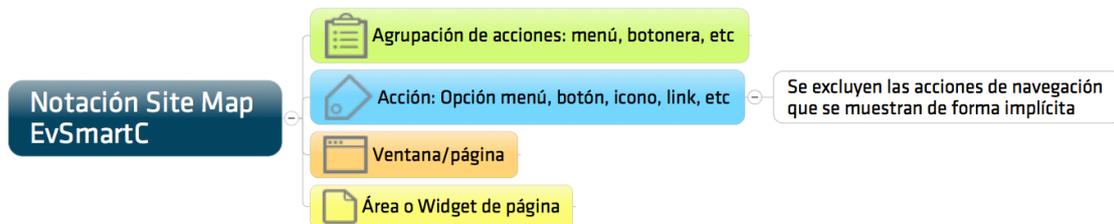


Figura 47: Notación mapa de navegación

3.3.1.3.1 Página de registro o 'login'

El mapa de la página de registro se muestra a continuación:

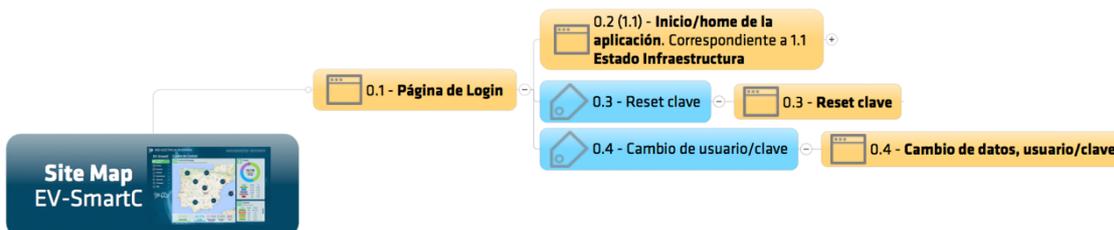


Figura 48: Mapa de la página de registro

La página de registro dispone de dos acciones que, realizadas correctamente, llevan al 'Home' de EV Smart Controller. Es una acción automática el acceder al 'Home', por ello no se muestra en el mapa de navegación.

Según la numeración de la *Figura 48*, se mostrarán a continuación las distintas página. La 'Home', numerada como 0.2 ó 1.1 podrá ser accedida desde múltiples puntos de la aplicación.

Para la Página de Login (0.1), el diseño propuesto recoge la imagen de Red Eléctrica y los elementos necesarios de una página de registro habitual.



Figura 49: Página de login

Para la página de Inicio/Home (0.2 ó 1.1), el diseño propuesto recoge distintos menús desde los que poder acceder a los distintos elementos y herramientas que recoge EV Smart Controller.



Figura 50: Página Home

3.3.1.3.2 Área de información

Desde la página Home existen dos agrupaciones de acciones distintas. Por un lado, se encuentran las acciones de acceso rápido y por otro las acciones que aparecerán en el menú.

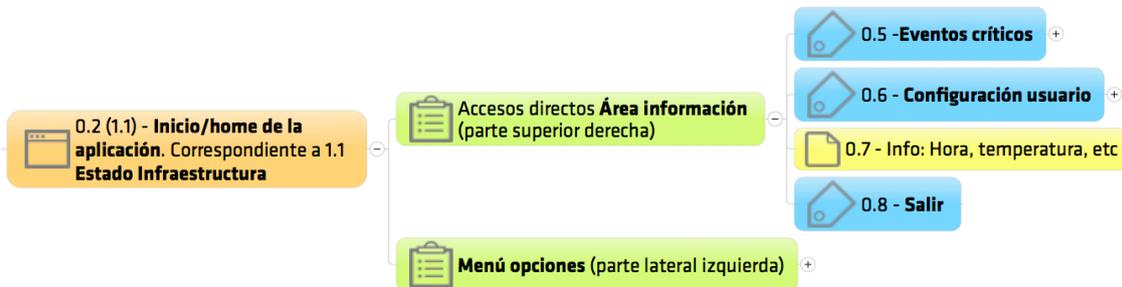


Figura 51: Mapa de acciones en página Home

El Área de información tiene tres acciones así como un 'widget' que muestra información relevante de cara al usuario. El desarrollo completo en forma de mapa de navegación es :

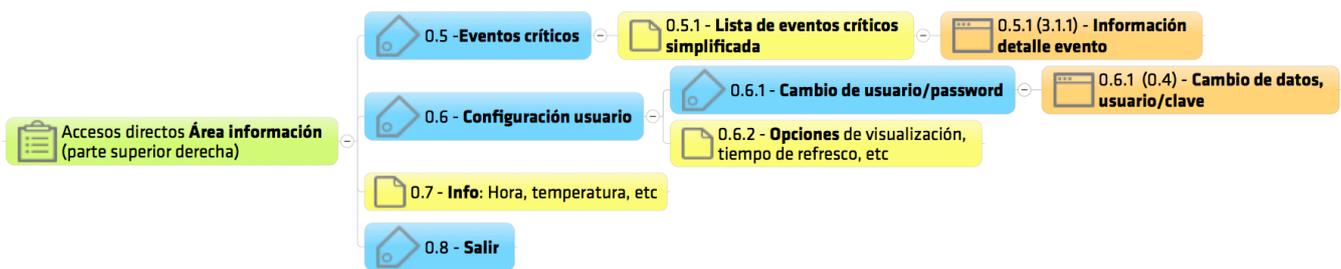


Figura 52: Mapa de acciones directas de página Home

La acción Eventos críticos (0.5) mostrará en forma de globo el número de eventos críticos que existen en el sistema, mostrando una ventana emergente con la Lista de eventos críticos simplificada (0.5.1). Seleccionando un evento de la lista se accede a la Información detalle evento (0.5.1- 3.1.1).

3.3.1.3.3 Menú de opciones

El menú de opciones de EV Smart Controller presenta la siguiente estructura:



Figura 53: Mapa Menú de opciones

Siendo su diseño:

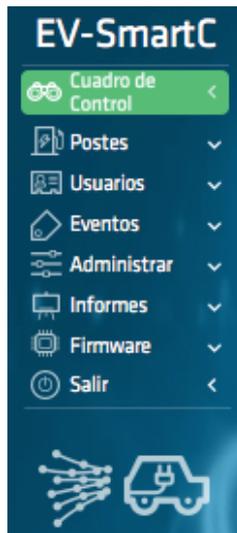


Figura 54: Diseño Menú de opciones

3.3.1.3.4 Cuadros de mando

En EV Smart Controller existen seis cuadros de mando.

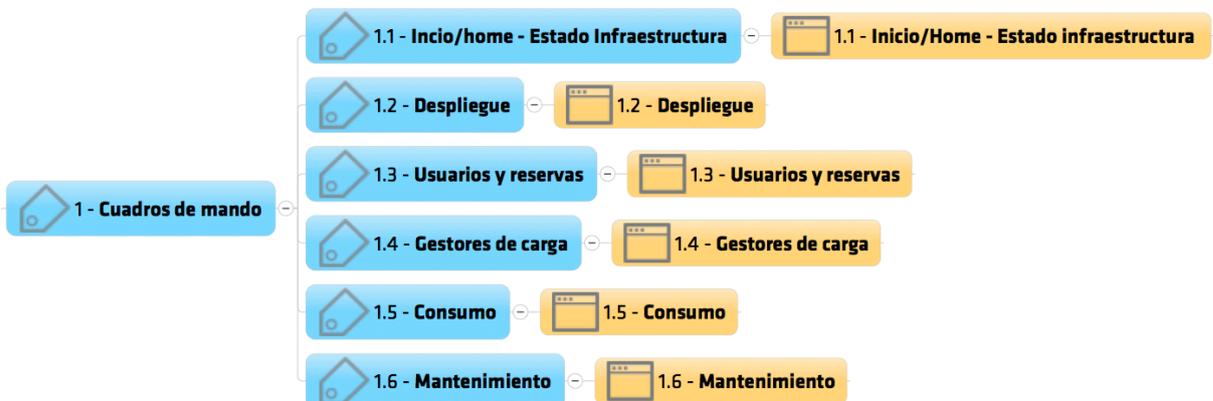


Figura 55: Mapa de Cuadros de mando

Cada uno de estos cuadros de mando tendrá su propia estructura. La estructura del cuadro Inicio/Home - Estado de la infraestructura (1.1) presenta el siguiente mapa de navegación y diseño:



Figura 56: Mapa de Cuadro de Mando - Home/Inicio

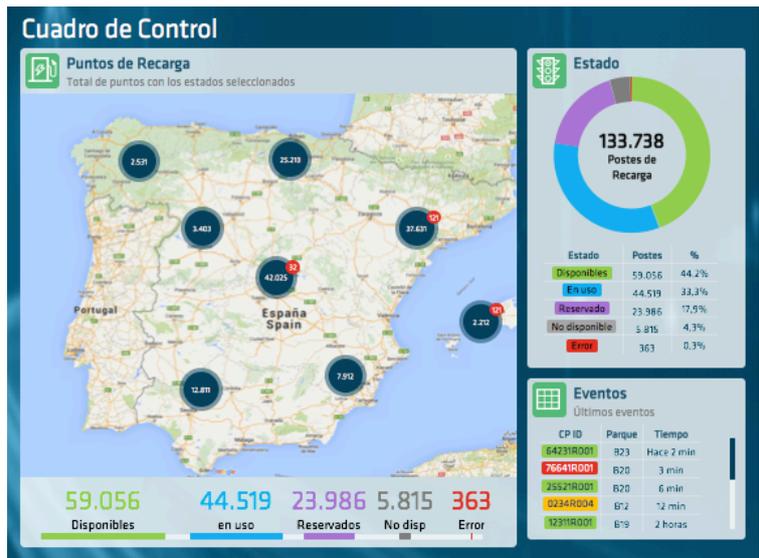


Figura 57: Diseño Cuadro de mando- Home/Inicio

Para Despliegue (1.2), el mapa y diseño:



Figura 58: Mapa Cuadro de mando - Despliegue

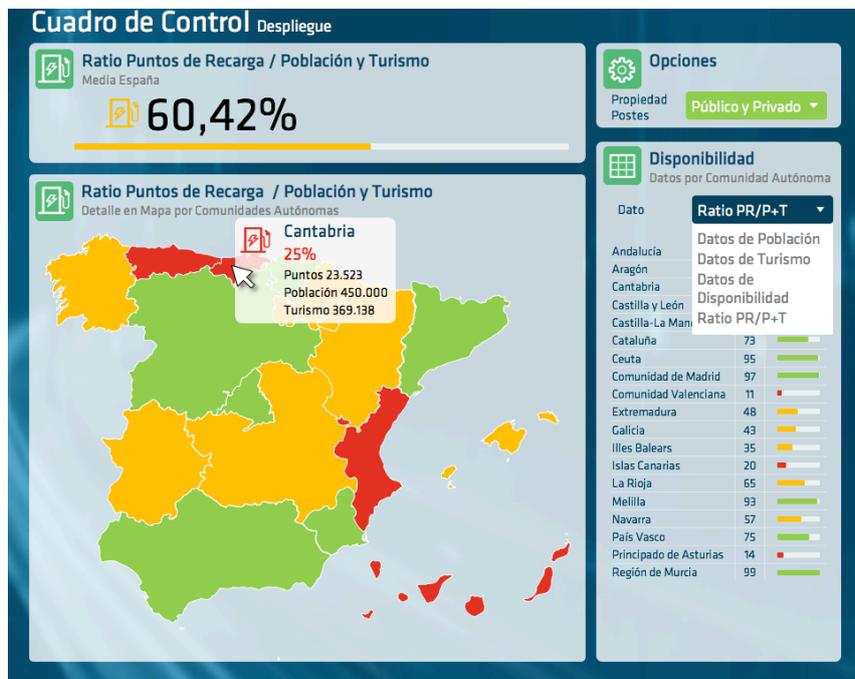


Figura 59: Diseño Cuadro de mando – Despliegue

En el caso de Usuarios y reservas (1.3), el diseño se encuentra aún en un estado muy conceptual sin haber sido concretizado:



Figura 60: Mapa Cuadro de mando - Usuario y reservas



Figura 61: Diseño Cuadro de control - Usuarios y reservas

Para la sección de Gestores de carga (1.4):



Figura 62: Mapa Cuadro de mando - Gestores de carga

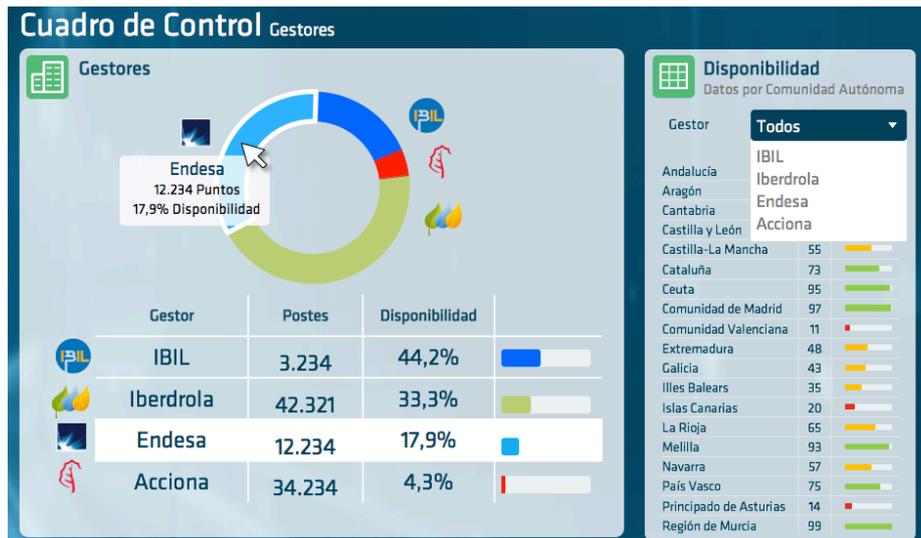


Figura 63: Diseño Cuadro de mando - Gestores de carga

El esquema para Consumo (1.5) responde a la siguiente figura:



Figura 64: Mapa Cuadro de control – Consumo

En este caso no se ha concretizado un diseño previo para la sección Consumo.

Para la sección Mantenimiento (1.6), se muestra a continuación el esquema y un diseño no final:

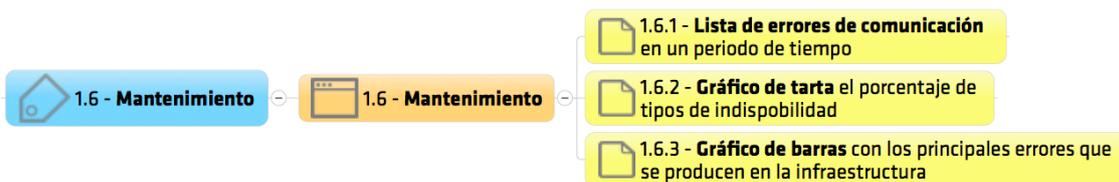


Figura 65: Mapa Cuadro de mando – Mantenimiento



Figura 66: Diseño Cuadro de mando - Mantenimiento

3.3.1.3.5 Puntos de recarga

La opción Puntos de recarga gestiona la información más relevante de EV Smart Controller. Las subopciones que presenta esta opción son:



Figura 67: Mapa de navegación Puntos de recarga

La opción Puntos de recarga (2.1) gestiona de manera general el grueso de funcionalidades comprendidas por la opción Puntos de recarga (2). Nuevo punto de recarga (2.2) permite crear un nuevo punto de recarga. Descubrimiento automático (2.3) implementa un proceso por el que se crean automáticamente puntos de recarga nuevos configurando el punto de recarga de tal manera que acceda a los servicios de EV Smart Controller. Mensajes de trazabilidad (2.4) permite ver los mensajes intercambiados entre el sistema y los puntos de recarga, para poder comprobar el funcionamiento, configurar los puntos de recarga o buscar errores o malos funcionamientos.

El esquema de Puntos de recarga (2.1) es el siguiente:

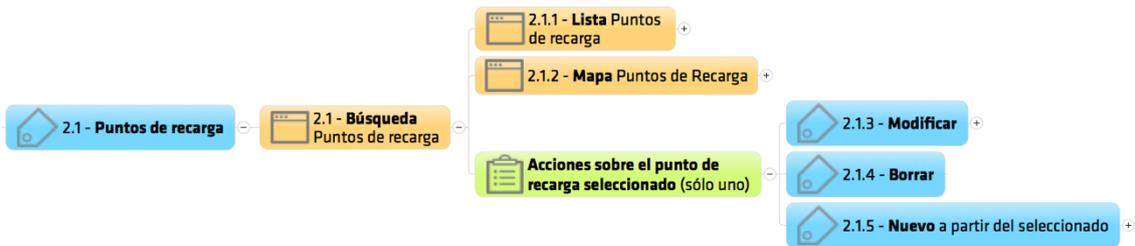


Figura 68: Mapa Puntos de recarga Puntos de recarga

Se accede a una página que permite buscar los puntos según distintos criterios a establecer por el usuario.

Figura 69: Diseño Puntos de recarga - Puntos de recarga

Los puntos que cumplan los parámetros de búsqueda establecidos por el usuario se mostrarán en un listado llamada en la Figura 68 Lista de puntos de recarga (2.1.1). Como se deduce de la Figura 68, estos puntos también podrán ser mostrados sobre un mapa.

ID POSTE	PAÍS	PROVINCIA	CIUDAD	FABRICANTE	PROTOCOLO	ECOPOWER	ESTADO POSTE	RESERVABLE
<input type="checkbox"/> +49*841*0002	ESPAÑA	BCN	BCN	3xE-electriccars	OCP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> 0005510901A9	ESPAÑA	BCN	BCN	GH EVERFLASH	OCP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> 0005510904C5	ESPAÑA	BCN	BCN	GH EVERFLASH	OCP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> GED03	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> +49*841*0010	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> 28121R001	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCP1.5	false	Available	false
<input type="checkbox"/> 28121R002	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCP1.5	false	Preavailable	false
<input type="checkbox"/> 28121R003	ESPAÑA	BCN	BCN	Alfen BV	OCP1.5	false	Preavailable	false

Figura 70: Ejemplo listado de puntos de recarga

La página concreta de un punto de recarga será accesible tanto desde el formato listado (2.1.1) como desde el mapa (2.1.2).

La información que contiene el fichero de cada punto de recarga se muestra a continuación:



Figura 71: Información Punto de recarga

Las áreas destinadas a transacciones y reservas no sólo mostrarán la información actual, sino que se almacenará un registro de transacciones y reservas pasadas.

El resto de opciones de Puntos de recarga (2.1) son:



Figura 72: Opciones Puntos de recarga (2.1)

La opción Mapa Puntos de Recarga (2.1.2) es una forma alternativa de visualizar el punto de recarga que se desea consultar.

Las acciones disponibles sobre un punto de recarga seleccionado son las mismas se acceda desde lista o desde mapa. La opción Edición del punto de recarga (2.1.3) muestra la información disponible para ser editada del punto de recarga. Esta misma subopción podrá ser utilizada para crear un nuevo punto a partir de un punto existente y editar los datos de este nuevo punto.

El resto de posibilidades de la opción Puntos de recarga (2) son:



Figura 73: Resto de opciones de Puntos de recarga (2)

La opción Descubrimiento automático (2.3) permitirá facilitar el proceso de añadir un punto de recarga a EV Smart Controller, mostrando una lista con nuevos puntos que se presentan al sistema y hasta qué punto se han podido añadir a EV Smart Controller. De dicha lista se podrá seleccionar el punto de recarga al que se le dará el alta en el sistema para así añadir la información que no es deducible de manera automática.

3.3.1.3.6 Eventos y notificaciones

La opción Eventos (3) permite la configuración del sistema de eventos así como las notificaciones asociadas a estos, además de visualizar todos los eventos y notificaciones generados por el sistema.



Figura 74: Mapa de navegación eventos (3)

Eventos producidos (3.1) y Notificaciones (3.2) sirven para ver los eventos generados en el sistema y las notificaciones asociadas a dichos eventos, pudiendo mostrarse los eventos en forma de listado o de mapa.

Tipos de eventos (3.3) y Tipos de notificaciones (3.4) permiten configurar el subsistema.

3.3.1.3.7 Usuarios VE

La opción Usuarios VE (4) hace referencia a la gestión de usuarios de vehículo eléctrico así como la gestión de la información relacionada con dichos usuarios.

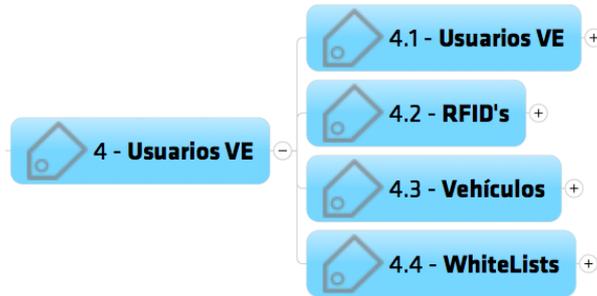


Figura 75: Mapa Usuarios VE (4)

La opción Usuarios VE (4.1) gestiona la información de usuarios de vehículo eléctrico que utilizarán la infraestructura de puntos de recarga gestionada por EV Smart Controller. RFIDs (4.2) se refiere a los elementos que utilizan los usuarios para acceder a realizar la recarga en un punto de recarga, siendo en principio a través de tarjetas con tecnología RFID, teniendo la posibilidad de ser ampliado en caso de que exista la posibilidad de utilizar otras tecnologías como por ejemplo NFC.

Vehículos (4.3) gestiona la información asociada al vehículo del usuario. Whitelists (4.4) gestiona las 'WhiteLists' o listas de usuarios identificados a través de RFID que permite a los usuarios autenticarse en los puntos de recarga sin necesidad de acceder al sistema central.

Las opciones comprendidas por Usuarios VE (4.1) responden al siguiente esquema:

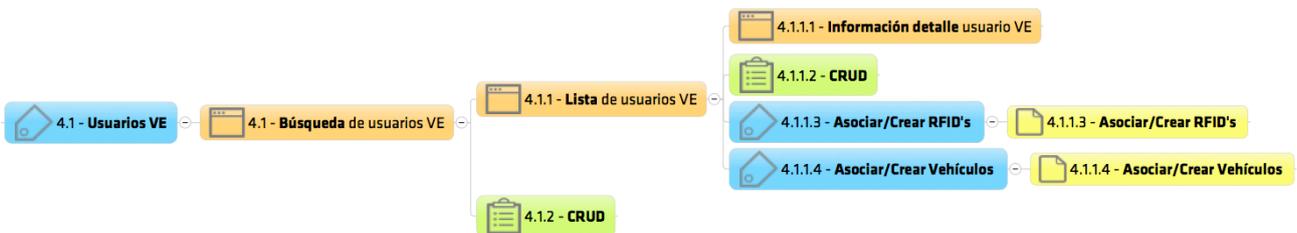


Figura 76: Mapa Usuarios VE - Usuarios VE

En el caso de RFIDs (4.2) el esquema es:



Figura 77: Mapa Usuarios VE - RFIDs

Una RFID sólo puede estar asociada a un único usuario de EV Smart Controller.

El esquema para Vehículos (4.3) es:



Figura 78: Mapa Usuarios VE - Vehículos

En este caso, un único vehículo eléctrico sí que puede estar asociado a distintos usuarios de EV Smart Controller.

En el caso de Whitelist (4.4):



Figura 79: Mapa Usuarios VE - Whitelist

Una WhiteList es básicamente un conjunto de RFID's que pueden enviarse a un punto de recarga para que la validación del usuario se haga localmente en el punto. Así esta opción básicamente se apoya en asociar y/o desasociar RFIDs a un WhiteList.

Por lo tanto una función importante es el mandar dichas Whitelists a uno o más puntos de recarga. EV Smart Controller permitirá tres tipos de envíos:

- A un conjunto de puntos de recarga seleccionados de una lista (4.4.1.4).
- A puntos de recarga pertenecientes a un parque (4.4.1.5).
- A puntos de recarga pertenecientes a un clúster (4.4.1.6).

3.3.1.3.8 Reservas

La opción Reservas (5) permite por un lado realizar a un usuario de VE realizar una reserva de un punto de recarga a través de EV Smart Controller y por otro lado, desde el punto de vista de administrado, ver todas las reservas realizadas y proceder a hacer cambios o anulaciones si así se desee.

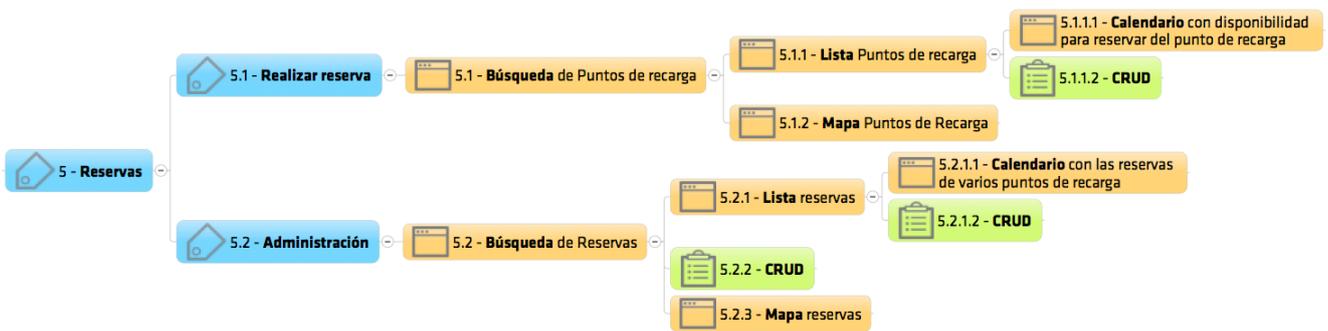


Figura 80: Mapa Reservas

La opción Realizar reserva (5.1) comprende la operativa destinada al usuario de vehículo eléctrico. La opción Administración (5.2) corresponde al administrador del sistema.

3.3.1.3.9 Administración

La opción Administración (6) presenta el siguiente esquema:



Figura 81: Mapa Administración

Las opciones para gestionar los Usuarios Sistema (6.1) son:



Figura 82: Mapa Administración - Usuarios Sistema

Para las Agrupaciones (6.2):



Figura 83: Mapa Administración – Agrupaciones

Solo se describe la subopción Áreas (6.2.1) puesto que las otras dos subopciones son idénticas. Un punto de recarga puede pertenecer únicamente a un área o parque, nunca a dos áreas o parques distintos. Sí que puede pertenecer a un área y un parque a la vez. Pero un punto de recarga sí que puede pertenecer a más de un clúster distinto a la vez.

El resto de entidades del sistema se gestionarán a través de la opción Datos básicos (6.3).



Figura 84: Mapa Administración - Datos básicos

3.3.2 Diseño Técnico Generador de Informes

El módulo de la herramienta del generador de informes de EV Smart Controller estará basado en la herramienta de informes iNet Clear Reports, que será integrada y adaptada.

A continuación se describen las funcionalidades principales funcionalidades de iNet Clear Reports, siendo estas:

- Selección del origen de datos desde el modelo de vistas
- Gestión del repositorio de plantillas
- Exportación de datos
- Diseño de plantillas

3.3.2.1 Establecimiento de los datos de origen del modelo de vistas

La herramienta del generador de informes estará conectada al modelo de vistas de EV Smart Controller, permitiendo a los usuarios generar las plantillas e informes necesarios.

Para la creación de una nueva plantilla, en primer lugar habrá que establecer los campos necesarios del modelo. En la siguiente pantalla se muestra el asistente gráfico de la herramienta iNet Clear Reports para seleccionar el origen de la información. En la parte izquierda de la pantalla se pueden observar las vistas disponibles. Pinchando en una vista y arrastrando al área derecha se muestran los campos de dicha vista. Se facilita también la posibilidad de realizar 'joins' de tablas fácilmente arrastrando los campos correspondientes de una vista a otra.

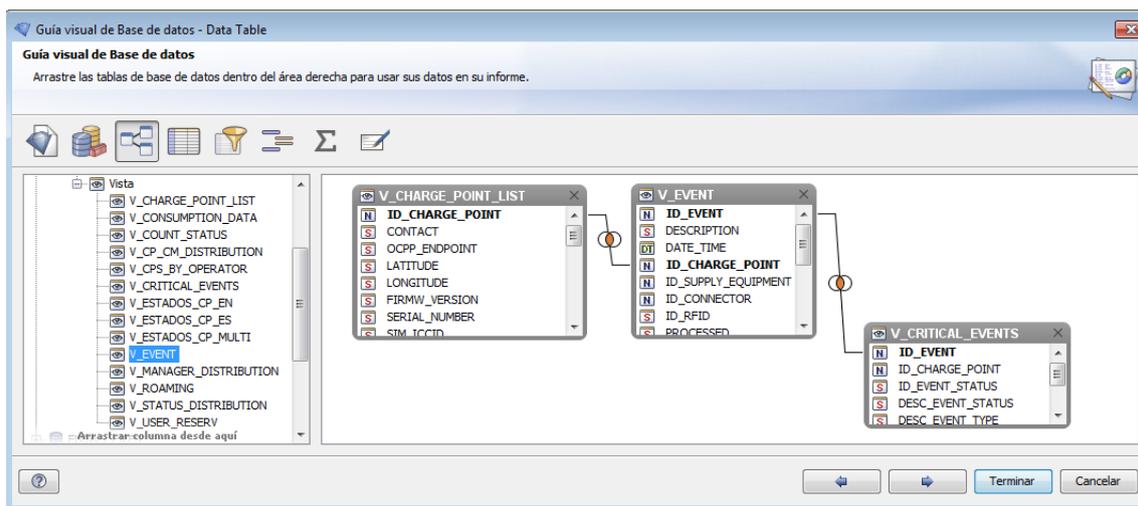


Figura 85: Árbol de vistas del generador de informes

Además del árbol de vistas, también existe la posibilidad de introducir secuencias 'sql', como se ve en el siguiente ejemplo:

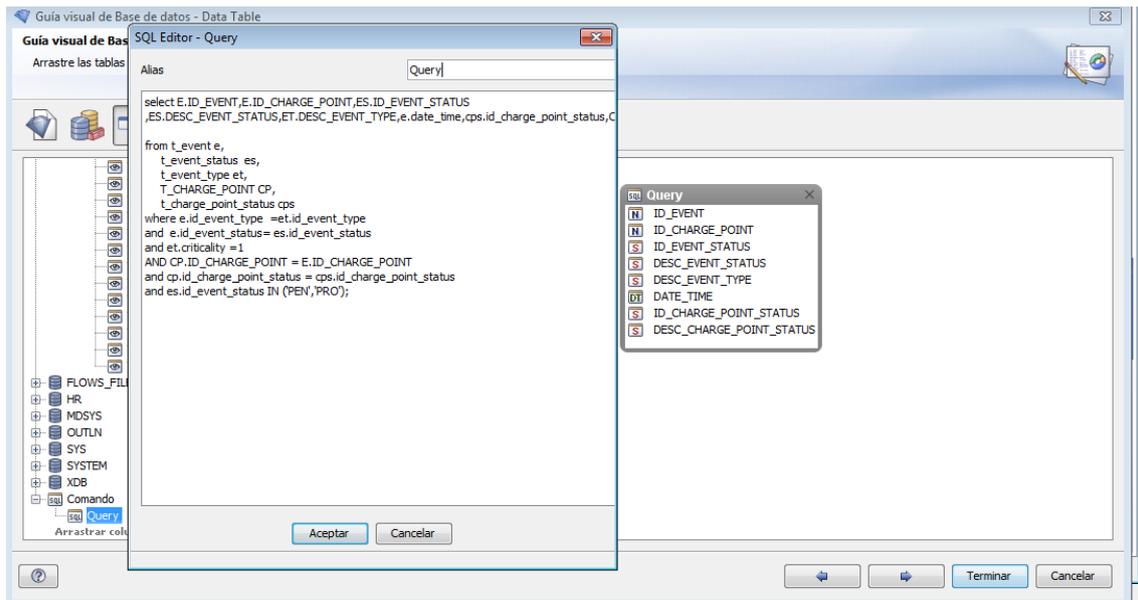


Figura 86: Introducción de secuencias 'sql'

3.3.2.2 Gestión del repositorio de plantillas e informes

El repositorio será un almacén de plantillas y meta-modelos que contará con un navegador propio que permitirá consultar, modificar, cargar y descargar información.

Existirán dos tipos de plantillas:

- Plantilla base (Ad Hoc Layout). Estas plantillas constituyen la base en la que se define el estilo del informe y sus elementos, que pueden posteriormente ser configurados y modificados por el usuario.
- Plantilla de informe (Ad Hor Report) Es el resultado después configurar los elementos de una plantilla base. Estas plantillas pueden ejecutarse directamente para obtener el informe final.

Gracias al navegador del repositorio será posible consultar modelos de datos (meta-modelos) que serán introducidos como entrada para la generación de informes. Estos modelos permitirán la generación de informes sin conocer en detalle la estructura de la base de datos, facilitando la usabilidad del usuario y mejorando la seguridad al limitar el acceso a la base de datos.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del navegador que se integrará en el repositorio:

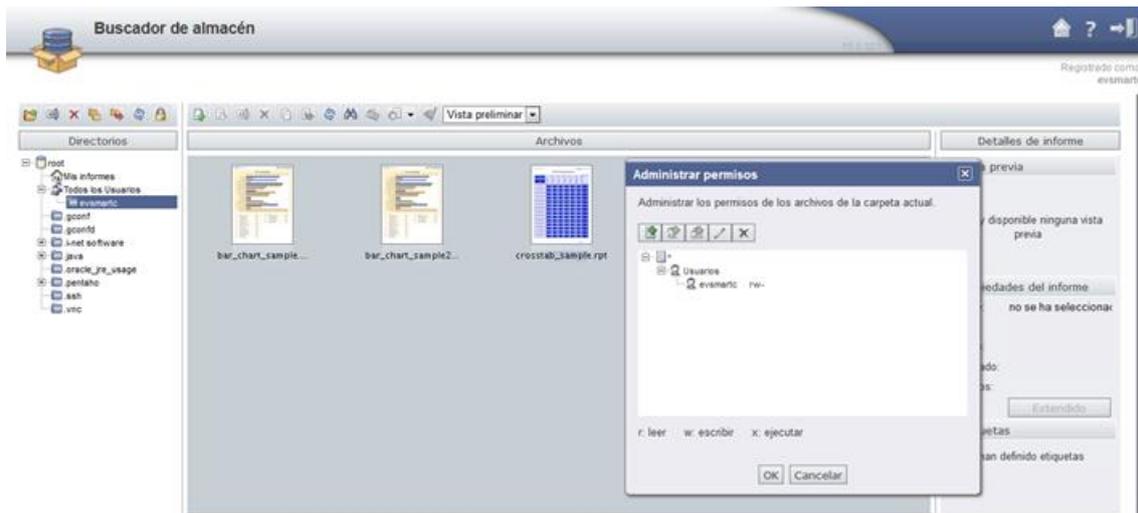


Figura 87: Ejemplo navegador repositorio de plantillas e informes

En la parte izquierda de la pantalla se dispone de un árbol de directorios, donde se encuentran almacenadas las plantillas.

En la parte central se visualizan todas las plantillas a las que tiene acceso el usuario. Pueden mostrarse en forma de iconos o bien mediante una vista con más detalles. Cuando se selecciona una plantilla, se muestra más información de la misma en la parte derecha de la pantalla: vista previa, propiedades del informe y etiquetas.

En la parte superior hay una botonera que permite gestionar la estructura de directorios, asignar permisos, borrar una plantilla, renombrarla, subir un archivo, descargar un archivo, copiar, mover, pegar, etiquetar un archivo. Se puede así mismo realizar búsquedas basadas en las etiquetas, autor, comentario, palabras clave, nombre del archivo, fecha, asunto, título, indicando si contiene un elemento concreto (tabla, gráfica, sub-informe, etc.)

El usuario autorizado puede seleccionar una plantilla y de manera automática abrirla en la herramienta de diseño web integrada en la solución.

Es posible restringir las acciones y la visibilidad que el usuario puede realizar sobre las plantillas. Para ello se debe configurar los permisos del repositorio para usuario, perfil y grupo.

3.3.2.3 Exportación de datos

El generador de informes permitirá generar informes en múltiples formatos. Una vez creada la plantilla del informe, desde la pestaña "Resultado" se podrá acceder al botón "Exportar información".

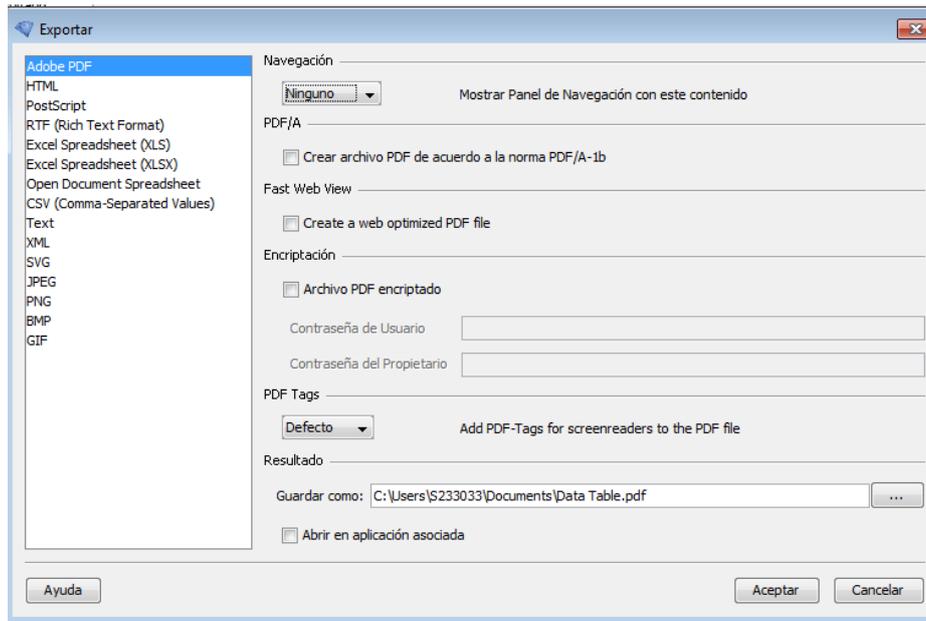


Figura 88: Ejemplo exportación de datos

Además de los distintos formatos, también es posible guardar los datos en forma de archivo de informe Java. Para cada plantilla de informes se podrán establecer restricciones en cuanto a la posibilidad de impresión y formatos de exportación permitidos.

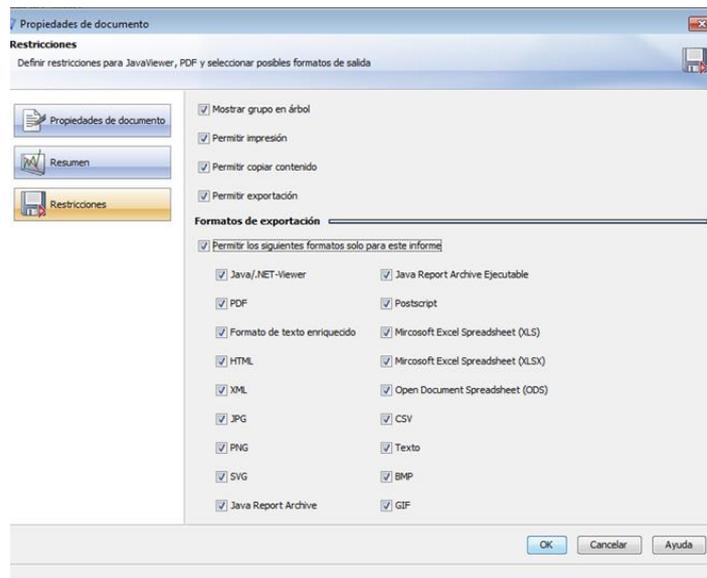


Figura 89: Limitación de formatos de las plantillas

De esta manera se podrá limitar el acceso a formatos no modificable si se desease limitar la modificación manual de los datos.

3.3.2.4 Diseño de plantillas

Para la creación de diseños de plantillas existirán dos opciones distintas:

- Asistente web. Se integra dentro de la propia aplicación.
- iNet Designer remoto. Aplicación java a la que se hace una llamada remota desde la aplicación web. Permite realizar diseños avanzados de plantillas.

En la siguiente captura se puede ver la aplicación java del diseñador remoto:

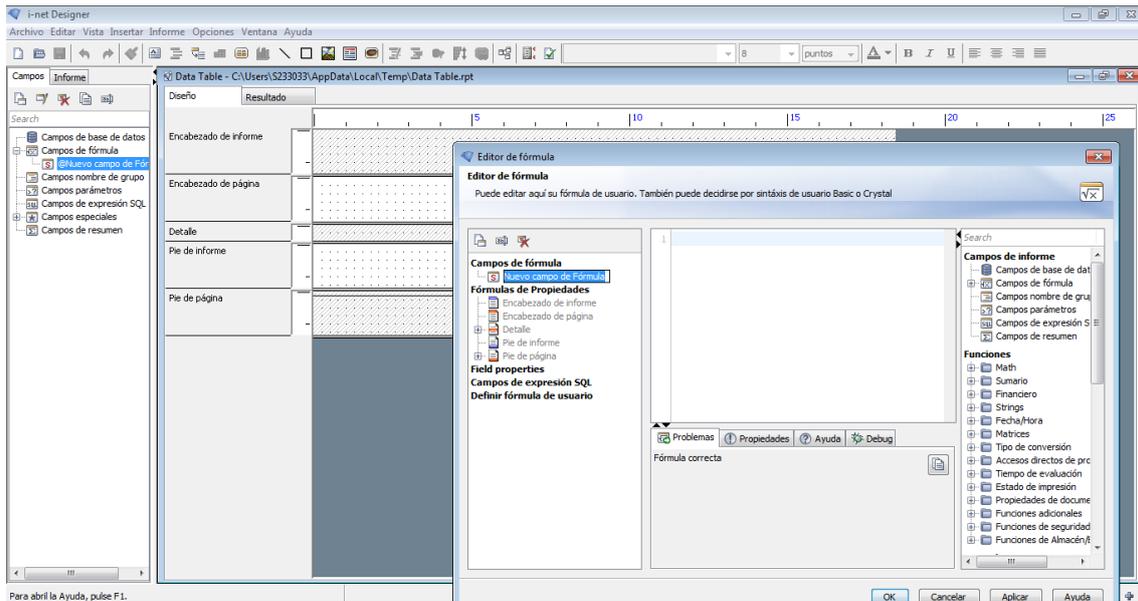


Figura 90: Captura diseñador remoto

Una vez realizado el diseño de una plantilla se pueden guardar las estructuras de los informes. Existirán dos tipos de plantillas:

- Plantillas propiamente dichas, en las que se definen la posición y apariencia de los elementos, pero no tienen ninguna fuente de datos asociada. Requerirán posteriormente la selección de la fuente de datos y configurar los elementos tales como columnas, gráficos, etc.
- Informes listos para generar. Son plantillas con todos sus elementos que pueden ejecutarse directamente para generar los informes. El usuario podrá únicamente realizar pequeños ajustes en los elementos, como por ejemplo seleccionar los filtros.

Se pueden definir diferentes métodos de agregación, para los elementos de un grupo:

- Ascendente
- Descendente
- Original
- Orden específico

- Orden por resumen
- Ordenación jerárquica

Las funcionalidades de agrupación de la herramienta permiten agregar elementos de los informes, de acuerdo a criterios definidos por el usuario. Existe una serie de elementos que definen una agrupación:

- El criterio de agrupación
- El conjunto de campos que pertenecen al grupo
- Configuración relativa a la posición y apariencia del grupo
- El criterio de ordenación
- cabecera, pie y área de detalle

Es posible crear resúmenes de los grupos y aplicar fórmulas, tales como máximo, mínimo, suma, número de elementos, etc.

La herramienta incluye la posibilidad de añadir filtros a las plantillas. Existen diferentes modos de hacerlo. El más sencillo es el proporcionado por el asistente de creación de plantillas. En la siguiente figura se ve como se crea un filtro basado en los estados de los puntos de recarga. Simplemente hay que elegir el campo de la vista por el que se quiere filtrar y arrastrarlo a la zona derecha de la pantalla. Posteriormente se introducen los parámetros del filtro

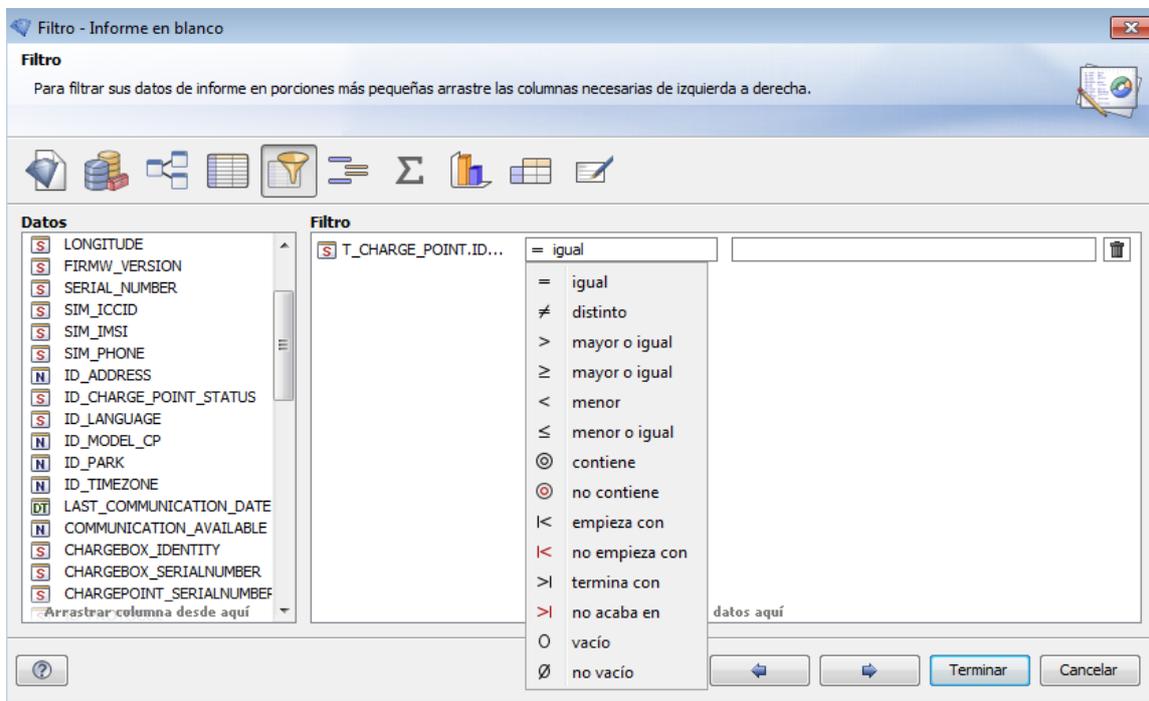


Figura 91: Ejemplo de filtro basado en estado de puntos de recarga

Una vez que se han seleccionado los campos y aplicado los filtros, el resultado se mostrará en formato de tabla. En este caso se muestra la posición de los puntos que están en mantenimiento. Antes de generarse la salida final del informe, por ejemplo PDF como se indica más abajo, se presenta una vista previa en formato tabla.

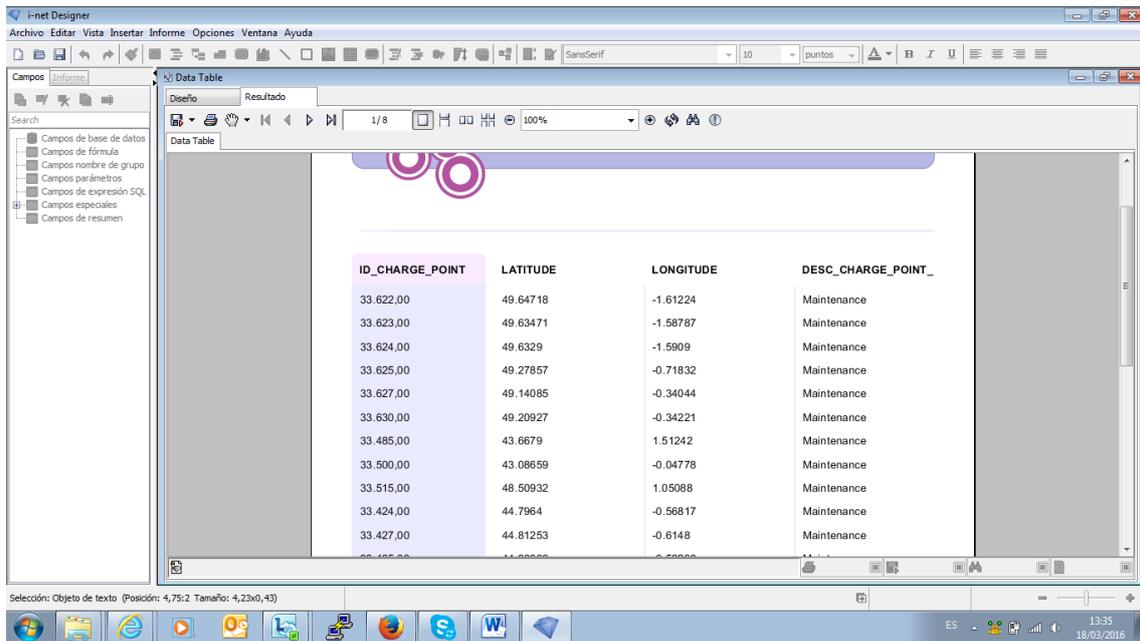


Figura 92: Ejemplo de vista previa

Para los formatos PDF se generarán una serie de plantillas estándar que recoja siempre la imagen corporativa de red eléctrica.

4. Conclusiones

La sociedad y la tecnología están en constante proceso de cambio. Como tal, el momento actual se caracteriza por la preocupación y concienciación social por el medioambiente y la sostenibilidad. Ante este escenario, el vehículo eléctrico representa la tendencia de automoción sostenible con mayor proyección.

El proyecto EV Smart Controller pone de relieve la necesidad de, ante este escenario de cambio y concienciación, que el sistema eléctrico se debe adaptar a las nuevas tendencias y tecnologías. EV Smart Controller enseña la importancia de comprender e integrar todos los elementos de la cadena de valor del vehículo eléctrico en el sistema eléctrico. Demuestra la relevancia de incorporar el vehículo eléctrico, más en concreto los puntos de recarga, como elementos activos de control del sistema.

¿Y por qué la importancia de integrar los puntos de recarga como elementos activos de control del sistema eléctrico español? Puesto que ante la necesidad de cambiar el sistema de automoción a un modelo sostenible, sin la integración y adaptación del sistema eléctrico al nuevo modelo, el vehículo eléctrico no será capaz de expandirse en masa.

La irrupción del vehículo eléctrico en el mercado español va en aumento y ello implica que su incorporación al sistema tendrá un impacto significativo en la operación de la red eléctrica.

Red Eléctrica debe integrar, en condiciones de seguridad, el impacto que supondrá la implantación masiva de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico español. El reto es proponer medidas para una mayor eficiencia y sostenibilidad de los recursos del sistema ante este nuevo consumidor masivo de energía eléctrica. REE debe proveer una solución a la altura de lo que la electrificación del transporte en la sociedad moderna exige, centrada en la problemática asociada a la recarga de los vehículos. La propuesta es adaptar, en tiempo real y de manera flexible, el funcionamiento del sistema eléctrico a los hábitos de recarga de los conductores.

Red Eléctrica estima que, mediante la aplicación de sistemas de gestión inteligente, la red de transporte eléctrica actual podría absorber en los próximos años hasta una cuarta parte del parque automovilístico español, lo que serían unos 7.000.000 de vehículos conectados. Si esta integración de la recarga del vehículo eléctrico se realiza correctamente proporcionará una mayor eficiencia y seguridad al sistema y una mayor integración de energías renovables.

El proyecto EV Smart Controller pone de manifiesto el sistema heterogéneo de recarga de vehículos eléctricos actual: No existe un estándar unificado ni para la comunicación entre el punto de recarga y los sistemas SCADAs de control ni para la conexión entre el vehículo eléctrico y el punto de recarga. Ante esta situación, situación que presumiblemente no va a cambiar a corto plazo, EV Smart Controller permite adaptarse a este entorno heterogéneo permitiendo la interacción con los distintos modelos de comunicación existentes.

EV Smart Controller es el paso previo necesario para la integración del vehículo eléctrico en el sistema eléctrico, y gracias a él, se podrán comprender los distintos elementos y contingencias a los que se tiene que hacer frente para poder incorporar de manera eficiente y efectiva la infraestructura de los puntos de recarga al sistema eléctrico español.

EV Smart Controller remarca la importancia de la creación de un sistema SCADA multiprotocolo y multifabricante que romperá las limitaciones que impiden la implantación masiva del vehículo eléctrico en España. Pero para que esto sea posible parece necesaria la creación de una legislación adecuada para regular el funcionamiento de todos los elementos asociados al vehículo eléctrico. Solo así será posible alcanzar el objetivo de gestión activa de la demanda y seguridad que se busca desde Red Eléctrica.

5. Anexos

Anexo 1:

Real Decreto 1074/2015, Ministerio de Industria, Turismo y Energía, publicado en 2015.

Enlace: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/12/04/pdfs/BOE-A-2015-13140.pdf>

Anexo 2:

Electric Vehicles Registrations in Europe 2013/14, ACEA, publicado en 2015.

Enlace:

https://www.acea.be/uploads/press_releases_files/ACEA_Electric_Vehicle_registrations_Q4_14-13.pdf

Anexo 3:

Batteries for Electric Cars. Challenges, Opportunities and the Outlook to 2020, Boston Consulting Group, publicado en 2010.

Enlace: <https://www.bcg.com/documents/file36615.pdf>

Anexo 4:

Experimental identification of Arrhenius equation parameters for control purposes, Lubomír Mackü, República Checa, publicado en 2011.

Enlace: <http://www.wseas.us/e-library/transactions/heat/2011/53-090.pdf>

Anexo 5:

Real Decreto 1053/2014, Instrucción Técnica Complementaria – Baja Tensión – 52, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, publicado en 2014.

Enlace: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681.pdf>

Anexo 6:

Orden IET/2388/2015, Boletín Oficial del Estado, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, publicado en 2015.

Enlace: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/11/12/pdfs/BOE-A-2015-12238.pdf>

Anexo 7:

OCPP v. 1.5, A functional description, Open Charge Alliance, publicado en 2012.

Enlace: http://www.openchargealliance.org/uploads/files/ocpp_1_5_-_a_functional_description_v2_0_0_0.pdf

Anexo 8:

OCPP v. 1.6, Specification, Open Charge Alliance, publicado en 2015.

Enlace: http://www.openchargealliance.org/uploads/files/OCPP_1.6_Specification.pdf

Anexo 9:

Real Decreto 647/2011, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, publicado en 2011.

Enlace: <https://www.boe.es/boe/dias/2011/05/23/pdfs/BOE-A-2011-8910.pdf>