



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Nombre del Centro

Trabajo Fin de Grado

ESTUDIO SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS DE RECARGA EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Alumno: Christian Gómez Jiménez

Tutor: Prof. D. Antonio Cano Ortega
Dpto: Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2017



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don ANTONIO CANO ORTEGA , tutor del Trabajo Fin de Grado titulado: ESTUDIO SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS DE RECARGA EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS, que presenta CHRISTIAN GÓMEZ JIMÉNEZ, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, septiembre de 2017

El alumno:

Los tutores:

NOMBRE_ALUMNO

NOMBRE_TUTORES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	9
2.1. Coches eléctricos.....	10
2.1.1. Características generales y elementos que componen los coches eléctricos.....	10
2.1.1.1. Motores.....	10
2.1.1.2. Inversores.....	10
2.1.1.3. Conversor.....	10
2.1.1.4. Batería	10
2.1.1.5. Cargador	10
2.1.2. Adaptación de la estructura y carrocería a la nueva arquitectura	11
2.1.3. Seguridad y consideraciones a tener en cuenta en los coches eléctricos.....	11
2.1.4. Vehículo Eléctrico (BEV-Battery Electric Vehicle)	11
2.1.5. Vehículo Híbrido.....	13
2.1.5.1. Vehículo híbrido normal ó Vehículo eléctrico híbrido no enchufable (HEV-Hybrid Electric Vehicle)	13
2.1.5.2. Vehículo Híbrido enchufable (PHEV)	14
2.1.6. Tipos de coches que se encuentran actualmente en el mercado español.....	16
2.1.6.1. Vehículos eléctricos de fabricación nacional.....	16
2.1.6.2. Vehículos eléctricos distribuidos en España.....	16
2.1.6.3. Vehículos de gama profesional	16
2.1.6.4. Vehículos híbridos enchufables	16
2.1.7. Mantenimiento de un coche eléctrico	16
2.1.7.1. Mantenimiento del motor eléctrico.....	17
2.1.7.2. Mantenimiento de las baterías	17
2.1.7.3. Mantenimiento del sistema de transmisión.....	17
2.2. Tecnología híbrida en autobuses	18
2.2.1. Desarrollo técnico	19
2.2.1.1. Selección de motores.....	20
2.2.2. Proyectos puestos en marcha	21
2.2.2.1. Autobús híbrido Tempus.....	21
2.2.2.2. Autobús de carga ultrarrápida por pantógrafo.....	22

2.2.2.3.	Otros proyectos.....	23
2.3.	Motocicleta eléctrica.....	24
2.3.1.	Inconvenientes	24
2.3.2.	Ventajas del motor eléctrico sobre el de gasolina.....	24
2.3.3.	Motos eléctricas vs motos de gasolina	24
2.3.4.	Estimación porcentual de la implantación de la motocicleta eléctrica.....	25
2.3.5.	Marcas de motocicletas eléctricas	25
2.3.6.	Tipos de motocicletas eléctricas.....	26
2.3.7.	Aspectos técnicos de diseño en las motocicletas eléctricas.....	26
2.3.8.	Conclusiones	26
2.4.	Bicicleta eléctrica	27
2.4.1.	Bicicleta eléctrica de pedaleo asistido (BPA o PEDELEC)	27
2.4.2.	Bicicleta eléctrica rápida (SPEED EBIKE)	28
2.4.3.	Diferencias entre bicicletas eléctricas	28
2.4.4.	Sensores de pedaleo.....	29
2.4.4.1.	Sensor de velocidad o movimiento.....	29
2.4.4.2.	Sensor de par motor o de torsión.....	29
2.4.5.	Motor.....	30
2.4.5.1.	Motor en el eje de la rueda	30
2.4.5.2.	Motor en el eje pedalier	31
2.4.5.3.	Potencia frente a par motor	31
2.4.6.	Batería	32
2.4.7.	Modelos de bicicletas eléctricas que existen en el mercado.....	34
3.	ESTUDIO DE LOS MODOS DE RECARGA ELÉCTRICA Y SU AUTONOMÍA	36
3.1.	Definiciones previas	36
3.2.	Clasificación de los tipos de recarga del vehículo eléctrico	38
3.2.1.	Recarga conductiva	38
3.2.2.	Recarga inductiva o inalámbrica	38
3.2.3.	Recarga por intercambio de baterías	38
3.3.	Modos de carga	38
3.4.	Tipos de conexión entre la infraestructura de recarga y el vehículo eléctrico	40
3.5.	Esquemas de instalación para la recarga de vehículos eléctricos	43
3.5.1.	Instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga	44

3.5.2.	Instalación colectiva troncal con contador principal en origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga (con nueva centralización de contadores para recarga VEHÍCULO ELÉCTRICO)	45
3.5.3.	Instalación colectiva con un contador principal y contadores secundarios individuales para cada estación de recarga	46
3.5.4.	Instalación individual con un contador principal común para la vivienda y para la estación de recarga.....	47
3.5.5.	Instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (utilizando la centralización de contadores existente)	48
3.5.6.	Instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (con una nueva centralización de contadores).....	49
3.5.7.	Instalación con circuito adicional individual para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO en viviendas unifamiliares.....	50
3.5.8.	Instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO	50
3.6.	Previsión de carga individual	51
3.7.	Estimación del incremento de la potencia en Edificaciones con Recarga del VE	51
3.7.1.	Edificio nuevo de viviendas.....	51
3.7.2.	Empresa logística con flota de VE propia y CT particular.....	51
3.8.	Requisitos generales de la instalación de RVE.....	52
3.8.1.	Potencia y número máximo de Estaciones de Recarga de Vehículo Eléctrico por circuito colectivo	52
3.8.2.	Iluminación específica en zona de recarga	52
3.8.3.	Caída de tensión.....	52
3.8.4.	Armónicos.....	52
3.8.5.	Circuitos exclusivos.....	52
3.8.6.	Estación fija.....	53
3.8.7.	Limitación de intensidad	53
3.8.8.	Tensión de alimentación	53
3.8.9.	Canalizaciones	53
3.8.10.	Punto de conexión	53
3.8.11.	Contador secundario de medida de energía	54
3.9.	Protección para garantizar la seguridad	54
3.9.1.	Medidas de protección contra contactos directos e indirectos	54
3.9.2.	Medidas de protección a considerar en función de las influencias externas.....	55
3.9.2.1.	Protección contra penetración de cuerpos sólidos y acceso a partes peligrosas....	55
3.9.2.2.	Grado de protección contra la penetración del agua	55
3.9.2.3.	Medidas de protección contra sobreintensidades	56

3.9.2.4.	Medidas de protección contra sobretensiones	56
3.10.	Red de tierra para plazas de aparcamiento en el exterior	56
3.11.	Tipos de conectores.....	57
3.11.1.	Enchufe Schuko	57
3.11.2.	Conector SAEJ 1772 (Tipo1).....	58
3.11.3.	Conector MENNEKES (Tipo 2)	58
3.11.4.	Conector único combinado o CCS	59
3.11.5.	Conector Scame (Tipo 3)	59
3.11.6.	Conector CHAdeMO	59
3.11.7.	Aclaraciones	59
3.12.	Infraestructuras de recarga	59
3.12.1.	Infraestructura pública	60
3.12.2.	Infraestructura propia.....	60
3.12.3.	Estaciones de recarga estándar.....	62
3.12.4.	Estaciones de recarga mediante cambio de batería	62
3.12.5.	Electrolinera	63
3.12.6.	Fotolinera	63
3.12.7.	Ferrolinera.....	64
3.12.8.	Otros modos de recarga en estudio	64
3.13.	Arquitectura y comunicaciones del sistema de recarga.....	65
3.13.1.	Comunicaciones.....	67
3.13.1.1.	Las TIC y el VE	67
3.13.1.2.	Estandarización.....	67
3.13.1.3.	Comunicación entre VE, infraestructura de recarga y gestión de la demanda.....	68
3.14.	Localización de los puntos de recarga	69
3.15.	Autonomía (Tecnologías de las baterías)	70
3.15.1.	Baterías Plomo-Ácido.....	71
3.15.2.	Baterías de Níquel-Cadmio	72
3.15.3.	Baterías Níquel-hidruro de metal	73
3.15.4.	Baterías de Litio Ion	73
3.15.5.	Baterías de níquel-hierro	73
3.15.6.	Baterías LiFePO4.....	73
3.15.7.	Baterías Polímero de litio	74
3.15.8.	Batería Zebra	74
3.15.9.	Batería de Aluminio-Aire	74

3.15.10.	Batería Zinc-Aire	74
3.15.11.	Progreso de las baterías y autonomía	74
3.15.12.	Tecnologías de baterías para vehículos eléctricos que se encuentran en desarrollo..	75
3.15.12.1.	Batería de litio y azufre	75
3.15.12.2.	Batería de litio metal	75
3.15.12.3.	Baterías de estado sólido.....	75
3.15.12.4.	Baterías de estado sólido con un electrolito cristalizado y sodio metal	76
3.15.12.5.	Baterías de celdas Metal-aire.....	76
3.15.12.6.	Baterías sodio beta	77
3.15.12.7.	Baterías de electrolito repostable o de flujo.....	78
3.16.	Otros sistemas de almacenamiento.....	78
3.16.1.	Almacenamiento de aire comprimido	78
3.16.2.	Almacenamiento cinético	79
3.16.3.	Almacenamiento en súper condensadores	79
3.16.4.	Almacenamiento hidroeléctrico	80
4.	NORMATIVA ACTUAL Y VIGENTE SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	80
4.1.	ITC-BT-52 (RD 1053/2014).....	80
4.1.1.	Introducción	80
4.1.2.	Entorno	81
4.1.3.	Modificaciones de otras ITC's.....	81
4.1.4.	Ámbito de aplicación.....	81
4.2.	Norma UNE-EN 61851-24:2015.....	82
4.3.	RD 647/2011	83
4.3.1.	Concepto	83
4.3.2.	Derechos y obligaciones de las empresas gestoras de cargas del sistema	84
4.3.2.1.	Derechos	84
4.3.2.2.	Obligaciones.....	84
4.3.3.	Comunicación de actividad	85
4.3.4.	Requisitos necesarios para realizar la actividad de gestor de cargas del sistema	85
4.3.4.1.	Capacidad legal.....	85
4.3.4.2.	Capacidad técnica	86
4.3.4.3.	Capacidad económica	86
4.3.5.	Contrato de los peajes de acceso	86
4.3.6.	Inspección y seguimiento	87
4.4.	RD 1074/2015.....	87

4.5.	UNE-EN_15194=2009+A1=2012	89
4.6.	Normativa Europea.....	90
4.6.1.	Directiva de 2014-094 UE.....	90
5.	TARIFAS ELÉCTRICAS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	91
5.1.	La tarifa eléctrica.....	91
5.1.1.	Que es la tarifa eléctrica	91
5.1.2.	La facturación básica	91
5.1.2.1.	Término de potencia	91
5.1.2.2.	Término de energía	91
5.1.3.	Los complementos tarifarios.....	91
5.1.3.1.	Energía reactiva	91
5.1.3.2.	Discriminación horaria	92
5.1.3.3.	Estacionalidad	92
5.1.3.4.	Ininterrumpibilidad	92
5.1.4.	Alquiler e impuestos.....	92
5.1.5.	Nuevo sistema de facturación	93
5.1.6.	Opciones de los clientes en el nuevo sistema de facturación	93
5.2.	Antigua tarifa supervalle	94
5.3.	Actual tarifa vehículo eléctrico	95
5.4.	Comparativa de precios de recarga según tarifa eléctrica y de tarifas eléctricas por hora	96
6.	CONCLUSIONES.....	98
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	100

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es la realización del estudio sobre las infraestructuras de recarga de los vehículos eléctricos. Haciendo una descripción de las distintas tecnologías existentes en los vehículos eléctricos, los modos de recarga eléctrica y su autonomía, la normativa actual y vigente sobre las infraestructuras para la recarga de vehículos eléctricos y por ultimo un análisis para conocer las tarifas eléctricas para vehículos eléctricos.

En los últimos años los vehículos eléctricos han dejado de ser considerados una producto de la imaginación para convertirse en una prometedora realidad. A finales de 2010 alrededor de una treintena de modelos de este tipo de vehículos estaban listos para circular por las calles y carreteras de diversos países, desde entonces esta cifra ha aumentado positivamente y las expectativas son que se incremente más en los próximos años.

Numerosas compañías han anunciado en diversas partes del mundo su voluntad de dotarse de flotas de negocios integradas por vehículos eléctricos, lo que en los próximos años podría suponer unos compromisos de compra de cientos de miles de unidades. Y tampoco puede olvidarse que los objetivos gubernamentales apuntan, a escala global, a 7 millones en 2020.

Los principales responsables de la previsible penetración futura a gran escala del vehículo eléctrico son el aumento de los precios del petróleo, las crecientes preocupaciones sobre la seguridad en el abastecimiento de este hidrocarburo y las repetidas advertencias de los científicos sobre la necesidad de reducir las emisiones de CO₂ como una única vía para estabilizar y mitigar el cambio climático global.

Respecto a esta última cuestión, cabe recordar que el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC) afirma que si para 2050 queremos limitar el aumento de la temperatura media global a 2-2,4°C debemos reducir las emisiones globales de CO₂ en al menos un 50% respecto a los niveles del año 2005.

Unos objetivos que según la Agencia Internacional de la Energía pasan por la reducción en un 23% de las emisiones globales relacionadas con el sector del transporte, mediante el despliegue de tecnologías bajas en carbono.

Estas tecnologías conducentes a la descarbonización del sector del transporte conllevan una fuerte mejora de la eficiencia, la sustitución progresiva de los derivados del petróleo por otros combustibles de muy bajo contenido en carbono, y también la introducción de vehículos eléctricos. A escala mundial, los objetivos de ventas anuales del escenario comentado son:

7 millones para 2020 (calculados sobre la base de una oferta de 70 modelos diferentes a razón de unas ventas de 100.000 unidades cada uno), 30 millones para 2030 (150 modelos con una ventas medias de 200.000 unidades) y 100 millones para 2050 (400 modelos con unas ventas medias de 250.000 unidades).

Estos objetivos suponen un desafío colosal que requiere de una estrecha colaboración entre gobiernos e industria privada en aspectos tan importantes como las inversiones en las infraestructuras de recarga, el despliegue de políticas de promoción de los vehículos eléctricos, lograr que éstos sean competitivos en lo relativo a costes y la puesta en práctica de intensas campañas de información para ayudar a los consumidores a entender estas nuevas tecnologías y los beneficios que de ellas se derivan.

En la actualidad los vehículos eléctricos además de una recarga más compleja y de una menor autonomía presentan el problema de un mayor coste en comparación con los vehículos convencionales. Pero cada año se va mejorando la tecnología del vehículo eléctrico, y a medida que avanza esta y aumenta la escala de producción de baterías se va reduciendo el coste.

Hay que resaltar llegados a este punto como se ha comentado anteriormente que los precios del petróleo suben desorbitadamente. Y las previsiones de precios del petróleo para los próximos años según la Agencia Internacional de la Energía no son nada halagüeñas.

Las importaciones de productos energéticos son las grandes responsables del déficit comercial en España. Por lo tanto la necesidad de rebajar esta deuda es inminente. Y aquí entra en juego el vehículo eléctrico.

Por ello hay que ser conscientes de la importancia que va a tener el vehículo eléctrico en el futuro, y la importancia que está teniendo ya en el presente. [\[7\]](#)

2. DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

En esta sección voy a detallar los tipos de vehículos eléctricos que existen actualmente en el mercado y tecnologías que poseen. Haciendo referencia a los coches básicamente se podría realizar una clasificación en la que tengamos por un lado el vehículo 100% eléctrico y el vehículo híbrido. Ambos obviamente hacen uso de la energía eléctrica para su funcionamiento. Por otro lado en los siguientes apartados se van a definir también las tecnologías y características técnicas de autobuses eléctricos, motocicletas eléctricas y bicicletas eléctricas.

2.1. Coches eléctricos

En este apartado del presente proyecto voy a describir las diferentes características y elementos de los que están formados los coches eléctricos, voy a hablar sobre la arquitectura de este vehículo, así como los riesgos que lleva asociado, y finalmente voy a describir los diferentes tipos de vehículos eléctricos que hay.

2.1.1. Características generales y elementos que componen los coches eléctricos

Los coches eléctricos se componen básicamente de los siguientes elementos: Motor eléctrico, inversores, conversor, batería y el cargador.

2.1.1.1. Motores

Los motores que más se utilizan en la tracción eléctrica son:

- ✓ Motores asíncronos o de inducción
- ✓ Motores síncronos de imanes permanentes
- ✓ Motores de flujo axial
- ✓ Máquinas de reluctancia conmutada
- ✓ Motores de corriente continua sin escobillas (Brushless DC)

2.1.1.2. Inversores

Los inversores o onduladores tienen como misión principal transformar la corriente continua que proporciona la batería, en corriente alterna. De esa manera se puede alimentar el motor en corriente alterna. En el caso de un coche que tenga un motor de corriente continua, no lo necesita.

2.1.1.3. Conversor

Este transforma la alta tensión de corriente continua que proporciona la batería, en baja tensión de corriente continua. Y sale una tensión a 12 V que se utiliza para alimentar los componentes eléctricos auxiliares del coche.

2.1.1.4. Batería

La batería es el medio por el que se alimenta todo el coche eléctrico. En los coches que tienen un motor eléctrico de corriente alterna la batería va conectada a un inversor. Y en el caso de aquellos coches que tengan un motor de corriente continua, la batería va directamente conectada al motor.

2.1.1.5. Cargador

El cargador no es más que un dispositivo que absorbe la energía de la red en corriente alterna y la transforma en corriente continua para poder cargar la batería.

2.1.2. Adaptación de la estructura y carrocería a la nueva arquitectura

El vehículo eléctrico puede parecer semejante por fuera a un vehículo de combustión, pero realmente sus componentes principales van a cambiar, así como su ubicación. La sustitución de unos elementos como es el caso (del depósito de gasolina, el motor de combustión, etc) por otros como (baterías, motores eléctricos, inversores, etc) van a producir un cambio en el esqueleto del vehículo. Ya que la distribución de cada elemento es distinta, pero aún así se debe de conservar el centro de masas del conjunto allí donde estaría si el vehículo tuviese un motor de combustión interna. El componente que se ve más afectado por estos cambios es el chasis del vehículo. El bastidor tiene que ser diferente para acoplar las baterías y el nuevo motor e intentar dar rigidez al conjunto, y las suspensiones tienen que modificarse para seguir gozando de un buen comportamiento dinámico. [7]

2.1.3. Seguridad y consideraciones a tener en cuenta en los coches eléctricos

El coche eléctrico es una máquina. Y como todas las máquinas tiene unos riesgos. En este caso las baterías de tracción suelen trabajar a tensiones peligrosas para el cuerpo humano. Por ello estos vehículos tienen que pasar rigurosos test eléctricos, de choque, de electrónica... Todo esto con el objetivo de evitar dañar al usuario en cualquier situación de peligro, por pequeño que éste sea. El coche tiene que disponer de un sistema de seguridad que sea capaz de desconectar las fuentes de energía en todo momento y lo más rápido posible. La parte que mas debe preocupar de todo el conjunto son las baterías. Que es donde está almacenada la energía y por ello es aquí donde está la principal fuente de peligro. Por eso deben protegerse adecuadamente y los conectores deben estar debidamente dimensionados y testados. [7]

2.1.4. Vehículo Eléctrico (BEV-Battery Electric Vehicle)

Este es el vehículo que podemos denominar en el lenguaje cotidiano 100% eléctrico, es un vehículo de tracción eléctrica, que lleva instalado una serie de baterías que le proporcionan la energía suficiente al motor eléctrico para su correcto funcionamiento. Estas baterías son recargables a través de la red de carga o infraestructura de recarga correspondiente.

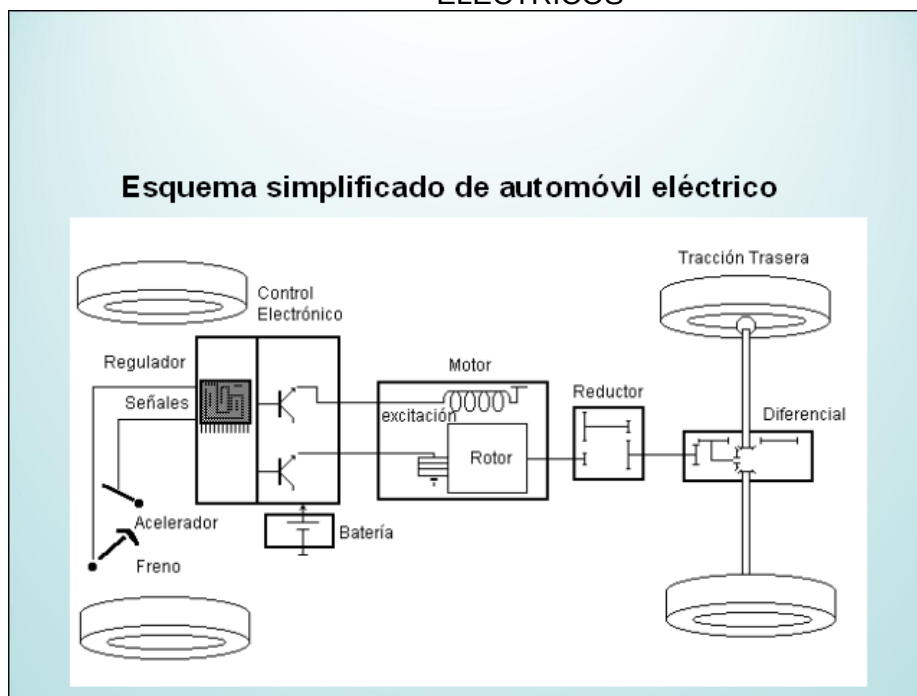


Figura 1: Esquema simplificado de un automóvil eléctrico. [\[1\]](#)

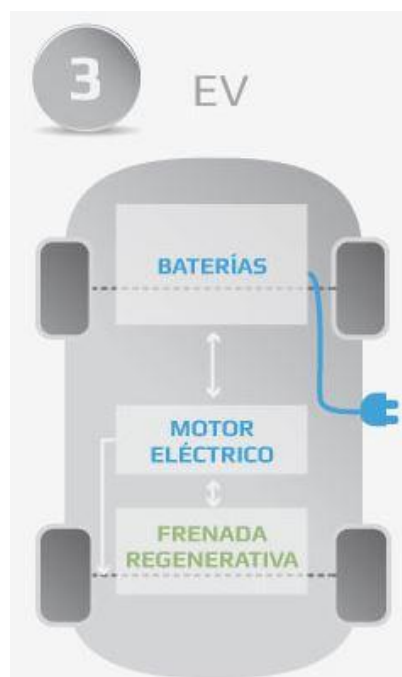


Figura 2: Vehículo totalmente eléctrico. [\[3\]](#)

Uno de los inconvenientes que tiene es que la autonomía de este vehículo está limitada con respecto a los vehículos convencionales. Dependiendo de la tipología

de la batería y del número de baterías instaladas en el vehículo puede alcanzar los 200 Km [\[2\]](#).

2.1.5. Vehículo Híbrido

El vehículo híbrido se puede clasificar en tres tipos diferentes, pero antes de empezar con la clasificación de este tipo de vehículos es conveniente describir en que se basa el funcionamiento de un vehículo de este tipo. Básicamente un híbrido está compuesto de dos sistemas de almacenaje de energía, por un lado está el depósito de combustible y por otro tenemos las baterías. Otra característica que se puede destacar en esta descripción es que se componen estos vehículos de dos motores uno de combustión interna y un motor eléctrico, pudiendo actuar ambos de manera conjunta o independiente. También es interesante comentar antes de realizar la clasificación en qué consiste el híbrido paralelo y el híbrido serie.

Híbrido paralelo: Principalmente consiste en utilizar el motor de combustión solamente cuando el rendimiento de este es más elevado, actuando el motor eléctrico en los periodos en los que el motor de combustión tiene un rendimiento más bajo. Este control se puede realizar utilizando variadores electrónicos.

Híbrido serie: Consiste en generar la energía eléctrica mediante un motor de combustión interna para proporcionarla al motor eléctrico. Siendo el motor eléctrico el que se encarga de la propulsión del vehículo.

Una vez realizada la descripción se puede realizar dicha clasificación.

2.1.5.1. Vehículo híbrido normal ó Vehículo eléctrico híbrido no enchufable (HEV-Hybrid Electric Vehicle)

Estos como se ha comentado anteriormente tienen dos motores uno de combustión interna y un motor eléctrico.

En los comienzos de este vehículo el motor eléctrico ayudaba al motor de combustión ahorrando combustible y emitiendo menos emisiones se le denomina "híbrido ligero", posteriormente paso a denominarse "híbrido completo", siendo esta denominación debida a que en este caso el motor eléctrico no actúa solo como complemento al de combustión, sino que ambos trabajan por igual distribuyéndose la potencia mediante una centralita de control según la circunstancia del vehículo. Ahorrando también de este modo combustible y contaminando menos gracias a la aportación del motor eléctrico.

Haciendo referencia a otra de las ventajas que posee es que este vehículo obtiene energía durante una frenada o durante la bajada de una pendiente. Pero como todo no son ventajas el inconveniente que posee es que la energía que utiliza es procedente del combustible ya que las baterías no se cargan mediante una fuente

externa. Por ello al no ser enchufable limita su contribución al medio ambiente. Ejemplo de modelo de HEV es el Toyota Prius



Figura 3: Toyota Prius. [4]

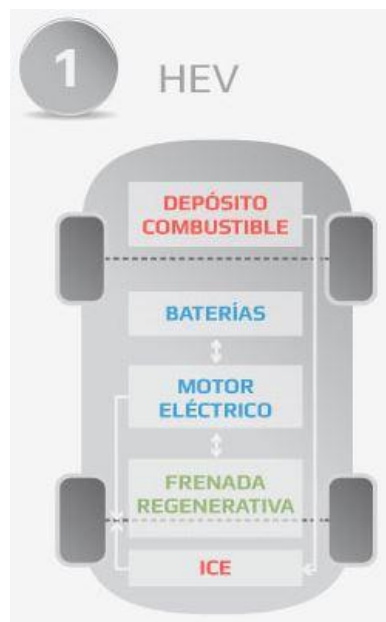


Figura 4: Vehículo híbrido eléctrico. [3]

2.1.5.2. Vehículo Híbrido enchufable (PHEV)

Este vehículo tiene unas características similares al eléctrico puro, aunque realmente no es igual. Como estamos hablando de un híbrido obviamente está compuesto también por un motor de combustión y un motor eléctrico. La característica principal es que lleva baterías normalmente de ión litio que son recargables en una toma de corriente cualquiera.

Las baterías son más pequeñas que las del 100% eléctrico. El motor de combustión garantiza que no se quede tirado, sirve en este vehículo para producir energía eléctrica.

El motor que proporciona la tracción es el eléctrico. Este vehículo puede tener una autonomía parecida a un eléctrico puro, aunque no exactamente igual ya que las baterías son más pequeñas, puede tener una autonomía de unos 100 Km. Si tiene un uso urbano solo sería suficiente recargarlo una vez al día.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad global, una de las grandes ventajas que aporta el vehículo híbrido o el eléctrico puro es su capacidad para cargar las baterías a través de electricidad proveniente de fuentes renovables, lo que permite la penetración de estas en el sector del transporte. Esto contribuirá a incrementar la eficiencia energética y a reducir las emisiones contaminantes. [2]

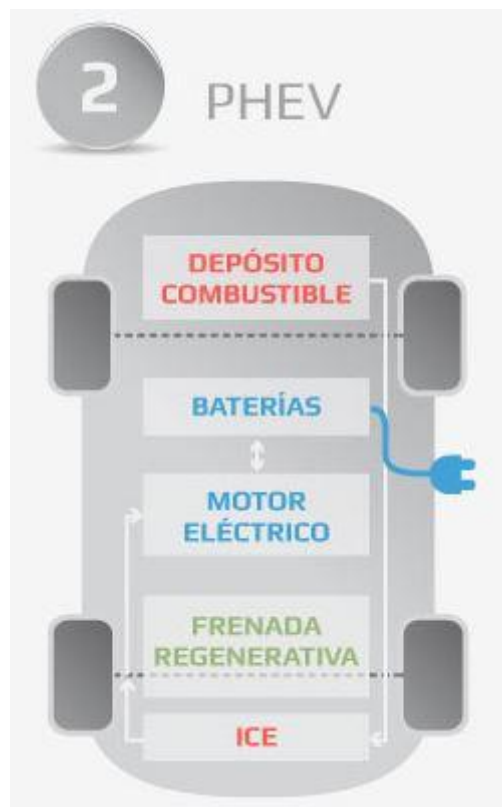


Figura 5: Vehículo híbrido enchufable. [3]

2.1.6. Tipos de coches que se encuentran actualmente en el mercado español

2.1.6.1. Vehículos eléctricos de fabricación nacional

Citröen Berlingo Electric (Grupo PSA), Comarth Cross Rider (Comarth), eNV200 (Nissan Ibérica), Little 4 (Little Cars), Peugeot Partner Electric (Grupo PSA), Twizy (Renault), Vito E-Cell (Mercedes)

2.1.6.2. Vehículos eléctricos distribuidos en España

BMW i3 (BMW España), E6 (BYD-Grupo Bergé Automoción), e-Golf (Volkswagen España), e-UP (Volkswagen España), LEAF (Nissan), Smart For Two Electric Drive (Mercedes), Soul EV (Grupo KIA), Tesla S (Tesla Motors), Zoe Z.E. (Renault), Trilogía iOn (Peugeot), C-Zero (Citröen) e iMiev (Mitsubishi)

2.1.6.3. Vehículos de gama profesional

Renault Kangoo Z.E. (Renault), Piaggio Porter Electric Power y Goupil G5

2.1.6.4. Vehículos híbridos enchufables

Mitsubishi Outlander PHEV, A3 Sportback e-tron (Audi) y Toyota Prius Plug-In Hybrid

2.1.7. Mantenimiento de un coche eléctrico

Las revisiones de estos vehículos pueden suponer un ahorro de hasta el 56 % comparado con uno tradicional.

El mantenimiento de los vehículos es un aspecto importante a considerar para mantenerlo en perfecto estado, ya sea un automóvil de combustión interna o un automóvil eléctrico.

Los elementos mecánicos principalmente los que están sometidos a al movimiento, roces, vibraciones o cambios de temperatura, se ven muy afectados y hay que revisarlos a conciencia, frente a los componentes eléctricos o electrónicos que se suelen mantener en mejores condiciones.

Según los expertos en el sector del automóvil se calcula que un vehículo de combustión interna tiene entre 800 y 1000 piezas más que uno de tracción eléctrica por ello el de combustión tiene un mayor desgaste y más trabajo de mantenimiento. Por este motivo, aunque ambos tipos de vehículos pueden tener alguna avería, los eléctricos no tienen muchos de estos problemas por el hecho de no disponer de un gran número de elementos, especialmente del motor y de la caja de cambios: aceite, filtros, correa de distribución, junta de culata, embrague o alternador, entre otros. Teniendo en cuenta todos estos aspectos, el mantenimiento de los coches eléctricos es más viable en comparación con los vehículos tradicionales.

El 60 % de las averías se producen por suciedad o desgaste de determinadas piezas. No obstante, los vehículos eléctricos, tienen determinados componentes que no están presentes en los coches tradicionales, aunque, tanto controladores eléctricos como baterías poseen, según los expertos una alta fiabilidad para que las averías sean mínimas. [\[33\]](#)

2.1.7.1. Mantenimiento del motor eléctrico

En un motor eléctrico el mantenimiento es casi nulo. Si se hace un buen uso y no se superan los límites de tensión y corriente, puede durar sin perder apenas rendimiento más tiempo que el mismo vehículo.

El único tipo de motor que requiere mantenimiento es el de corriente continua con escobillas, pero motor se suele utilizar poco para la tracción del vehículo eléctrico. Estos motores inyectan la corriente en su rotor mediante unos contactos entre escobillas y colectores, y dichos elementos de fricción son los que sufren mayor desgaste.

En los motores de corriente alterna síncronos normalmente con rotor de imán permanente, asíncronos con rotor de jaula de ardilla o de corriente continua sin escobillas (brushless), los únicos elementos que pueden sufrir deterioro son los componentes mecánicos (rodamientos, cojinetes, elementos de sujeción y elementos móviles).

2.1.7.2. Mantenimiento de las baterías

La mayor parte del mantenimiento en los coches eléctricos tiene que ver con la batería. Una operación típica de mantenimiento que debe realizar un usuario de un VE es recargar con agua destilada cada 300 ó 400 km, o cada dos semanas.

Aunque en los mantenimientos en taller se debe realizar un control de la densidad del electrolito y los voltajes de las celdas, la electrónica que lleva el vehículo facilita la tarea.

Específicamente la unidad de BMS (Batería Management System) que incorpora el vehículo se encarga de corregir las desigualdades que se generan con el tiempo entre las diferentes baterías que conforman el pack, igualando condiciones de tensión y corriente. Con el BMS se asegura un correcto funcionamiento del pack de baterías y se alarga su vida útil.

2.1.7.3. Mantenimiento del sistema de transmisión

La característica mecánica de los motores eléctricos permite realizar una transmisión directa quizá sólo se requiera una reducción entre motor y rueda, por lo que es obvio el ahorro en elementos mecánicos y por lo tanto en mantenimiento. Existen algunos modelos de coche eléctrico que sí incorporan un sistema de cambio de velocidades,

y éste supondría un efecto en el mantenimiento similar al de los vehículos de combustión.

Haciendo referencia a otros elementos auxiliares como pueden ser bombillas de la iluminación, sistema de climatización, parabrisas o elevalunas, por ejemplo, el comportamiento a fatiga va a ser el mismo tanto en el vehículo tradicional como en el eléctrico. [7]

2.2. Tecnología híbrida en autobuses

Cada vez con más frecuencia se está viendo la presencia de los motores eléctricos en el sector del transporte público.

En el transporte público en concreto los autobuses urbanos tienen un papel importante en la contaminación de las ciudades, ya que estos deben mover grandes cargas y ello requiere un gran consumo de combustible y esto produce una contaminación importante. Por ello ya se están introduciendo los motores eléctricos en este sector, como solución para paliar dicho problema.

A continuación muestro una tabla de un estudio que se realizó en 2011 en el que se ve reflejado el ahorro en términos de emisiones y unidades monetarias (€) gracias a la hibridación.

Elemento	CO ₂	CO	Nox	HC	MP	Sox
Valor actual [kg/km]	1,400	0,00282	0,00659	0,00095	0,000139	0,00146
Valor actual por año (55.000 km) [kg/año]	77.000	155	362	52	8	80
Reducción anual con vehículo híbrido [kg/año]	19.250	39	91	13	2	20
Valor final [kg/año]	57.750	116	272	39	6	60
Índice de emisión 2007 [€/kg]	0,02	ND	9,9	1	8,7	6,3
Valores de emisión anuales [€]	385	ND	897	13	17	126
Ahorro en 10 años por 100 unidades [€]	385.000	ND	897.064	13.036	16.628	126.473
Ahorro total en 10 años [€]	1.311.754					

Figura 6: Ahorro en términos de emisiones y unidades monetarias (€) gracias a la hibridación. [7]

Como se muestra en la figura se observa que un autobús movido por un motor diésel emite aproximadamente 1,4Kg/Km de CO₂. Con este dato y el promedio de los kilómetros anuales que recorre un autobús urbano se puede estimar que un solo autobús emite 77.000 kg de CO₂ al año. Con una reducción del 25% gracias a la tecnología híbrida, esta cifra disminuye unos 19.250 kg anuales. Este beneficio se

hace extensivo o extrapolable a las demás emisiones contaminantes (CO, NOx,...), con unas reducciones importantes que varían en cada una de ellas como se muestra en la tabla.

Si estos valores de reducción de emisiones se contabilizan en unidades monetarias, el ahorro gracias a la transformación de los autobuses al cabo de diez años supera el millón de euros. [7]

Otra ventaja importante que se obtiene con la hibridación es la contaminación acústica, que se puede llegar a reducir entorno a un 50%. También es importante considerar que si analizamos el trayecto que puede realizar un autobús urbano, en este se producen bastantes aceleraciones, frenadas sucesivas, semáforos, etc. Este trayecto lo puede afrontar de mejor manera un motor eléctrico que uno de combustión interna.

2.2.1. Desarrollo técnico

En este apartado se ha realizado un estudio acerca de cómo se puede realizar el desarrollo de un autobús híbrido, empezar el diseño desde cero de un autobús híbrido sería lo más correcto, pero esto tiene asociado como principal inconveniente que el coste se encarecería demasiado, por ello es mejor utilizar los conocimientos que ya se han desarrollado anteriormente en la construcción de este tipo de vehículos e intentar simplemente adaptar los elementos que queremos introducir, reduciéndose así el coste aunque se incrementa el nivel de dificultad provocado en parte por las limitaciones del espacio disponible y la distribución de los elementos.

Antes de intentar buscar un lugar de los elementos en el vehículo se ha de pensar que elementos deberíamos quitar, modificar o añadir. Una vez que se ha realizado el estudio de los elementos que son fundamentales para transformar el vehículo, hay que buscar las características de los elementos que vamos a introducir. Para ello la mejor forma es observar las solicitaciones a las que va a estar sometido el vehículo a lo largo de su vida útil.

A continuación se muestra un ejemplo de elementos que se pueden añadir, modificar o retirar. [7]

Elementos añadidos

- ✓ Motores eléctricos de tracción
- ✓ Acumuladores de energía
- ✓ Generador, para conseguir energía eléctrica a partir del motor diesel
- ✓ Inversores para el generador y los motores
- ✓ Armario eléctrico interior y cableado
- ✓ Motor auxiliar
- ✓ Circuito neumático adicional
- ✓ Circuito hidráulico adicional
- ✓ Controlador principal (master controller)

- ✓ Resistencia de frenado (brake resistor)
- ✓ Soportes estructurales para cada conjunto

Elementos modificados

- ✓ Escape
- ✓ Junta cardán del eje motriz
- ✓ Compresor de aire
- ✓ Elementos de transmisión (el vehículo pasará de ser impulsado por el motor diesel a adoptar una tracción puramente eléctrica)

Elementos retirados

- ✓ Caja de cambios

2.2.1.1. Selección de motores

Considerando que los motores eléctricos pueden dar picos de potencia superiores a la nominal en períodos cortos de tiempo, se escogen atendiendo a una potencia media y no a la máxima que el autobús necesita. Para conocer dicha potencia, a partir de cálculos estadísticos se eligen algunas de las situaciones más habituales. Una de ellas, por ejemplo sería conocer la potencia necesaria a 20km/h a media carga y en pendientes del 0 y el 3%:

- Potencia necesaria con pendiente del 0%: 33,2 kW (45CV)
- Potencia necesaria con pendiente del 3%: 67,9 kW (92CV)

Variando los parámetros de entrada (carga, velocidad y pendiente) se obtienen los distintos valores de potencia necesarios. Y mirando en un catalogo de fabricantes se busca el motor que sea capaz de entregar la potencia calculada.

Ejemplo de curva característica de un motor eléctrico.

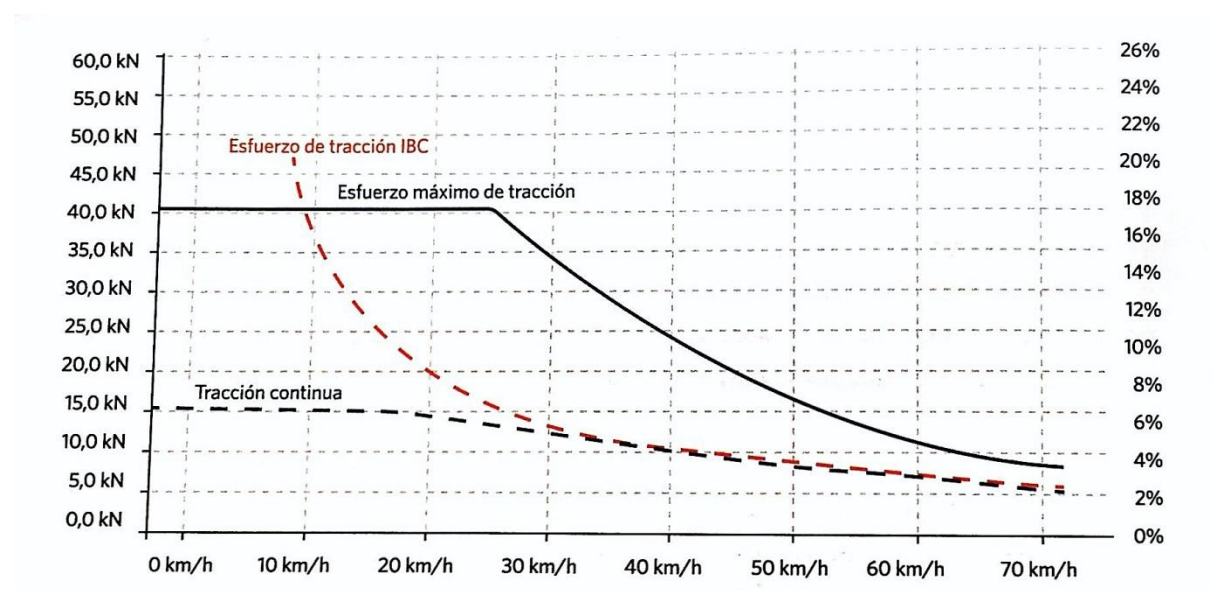


Figura 7: Curva característica de un motor eléctrico, concretamente el modelo 1PV5135WS28 de la marca Siemens

2.2.2. Proyectos puestos en marcha

2.2.2.1. Autobús híbrido Tempus

Primer autobús híbrido diseñado y fabricado íntegramente en España. Entre sus características técnicas destacan:

- Vehículo híbrido serie enchufable
- 2 motores de tracción eléctricos Siemens, cada uno con 61kW de potencia y un par máximo de 370 Nm
- 1 motor eléctrico Siemens acoplado al motor de combustible encargado de generar corriente eléctrica.
- 1 motor diesel del fabricante CUMMINS
- 4 inversores Siemens, 3 para los motores anteriores y 1 para los auxiliares (refrigeración, compresor de aire, etc.)
- 3 packs de baterías de tracción tipo Zebra, de 19 kW/h de capacidad cada uno.
- 3 modos de conducción: eléctrico, híbrido y diesel eléctrico. En modo híbrido dispone de la función Start/Stop
- Sistema de recuperación de energía de hasta un 30% (la intensidad máxima requerida para la tracción es de unos 270 A, la intensidad máxima de carga con recuperación es de unos 90 A). [\[7\]](#)

2.2.2.2. Autobús de carga ultrarrápida por pantógrafo

Figura 8: Autobús de carga ultrarrápida

Proyecto puesto en marcha por Endesa en colaboración con TBM (Transports Metropolitans de Barcelona).

La carga ultrarrápida por pantógrafo se lleva a cabo a partir de dos elementos: el cargador, un pilar de cinco metros de altura aproximadamente, similar a una farola, y que se ha instalado al final de la línea para aprovechar el tiempo de parada y no interferir en los horarios del recorrido; y por otro lado, el pantógrafo, una especie de brazo mecánico retráctil ubicado en el techo del autobús, que se despliega y se acopla al cargador para iniciar la carga.

Para una eficaz y rápida recarga de la batería eléctrica se han instalado dos puntos claves en la infraestructura del autobús: el sensor de aproximación, en la parte delantera, que avisa al sistema de que el vehículo está llegando al punto de carga; y el sensor de posición, en la parte posterior de éste, que prepara al brazo pantógrafo para acoplarse a la campana del pilar y comenzar la carga.

El cargador ultrarrápido llena la batería hasta el 80% en un tiempo estimado de entre cinco y ocho minutos. La cantidad de carga es suficiente para emprender de nuevo su recorrido, que normalmente realiza con la batería entre un 40% y un 80%. Esto es posible gracias a los 400 kW de potencia que tiene el cargador.

Será por la noche, con el autobús aparcado en cocheras, cuando la batería alcance el 100% en unas tres o cuatro horas. Para ello, hay instalados dos puntos de carga rápida en ese espacio que complementan la carga de los autobuses aprovechando el horario nocturno. [\[8\]](#)

2.2.2.3. Otros proyectos

En España, las siguientes ciudades y entidades de transporte cuentan con autobuses híbridos eléctricos:

- Alcobendas y San Sebastián de los Reyes, autobuses Volvo y Heuliez.
- Alcorcón, autobuses Volvo.
- Badalona.
- Barcelona (MAN Lion's City Hybrid)
- Colmenar Viejo, autobuses Heuliez.
- Figueras, dentro del Proyecto Electrobus, IDAE
- Madrid, Empresa Municipal de Transportes de Madrid. Utiliza MAN Lion's City Hybrid, Iveco Urbanway Hybrid -los dos diesel-eléctricos-, Castrosua Tempus y Tata Hispano Area Hybrid, ambos híbridos GNC-eléctricos. Además existen cuatro autobuses del modelo Citterio de Noge convertidos a híbridos diesel-eléctricos, y Autobuses Prisei incluye entre su flota dos Vectia Teris.
- Móstoles, autobuses Volvo.
- Pozuelo de Alarcón, MAN Lion's City Hybrid
- Autoridad Única del Transporte de Gran Canaria³¹ (AUTGC), con autobuses Enviro 350h³² de la firma Alexander Dennis³³ con carrocería Habit de Tata Hispano.
- San Sebastián: (MAN Lion's City Hybrid)³⁴ y Solaris Urbino Hybrid.
- Torrejón de Ardoz (Madrid): autobuses Volvo.
- Tres Cantos (Madrid): autobuses Castrosúa.
- Valdemoro, autobuses de Autómnibus Interurbanos S.A. tipo MAN Lion's City Hybrid
- Valladolid: MAN Lion`s City Hybrid y Vectia Veris.12.
- Zaragoza: Tata Hispano. [\[9\]](#)

2.3. Motocicleta eléctrica

Las motocicletas eléctricas aumentan su popularidad en la medida en que aumentan los precios de la gasolina. La tecnología de las baterías también va mejorando continuamente, por lo tanto cada vez se va haciendo más atractivo la introducción del motor eléctrico en este tipo de vehículos. Pero como todo en la vida no pueden ser ventajas también hay inconvenientes por medio. A continuación muestro una serie de ventajas e inconvenientes que tienen este tipo de vehículos.

2.3.1. Inconvenientes

- Los gastos iniciales son mayores que en la motocicleta o scooter de gasolina equivalente.
- Menor autonomía antes de repostar.
- Mayor tiempo de repostaje.
- Pocos enchufes eléctricos están instalados en las calles o carreteras.
- Peligro que puede derivarse de la manipulación de estos vehículos, son necesarios conocimientos de electrotecnia para manipular sin riesgos elementos eléctricos que funcionan a tensiones elevadas. Este hecho hace necesaria la formación específica del personal de los talleres de motos actuales.

2.3.2. Ventajas del motor eléctrico sobre el de gasolina

- No producen contaminación atmosférica.
- No producen contaminación sonora.
- Los costos de combustible para el motor eléctrico son aproximadamente el 10% de los costos para el motor de gasolina
- Se puede utilizar en interiores
- No se necesitan viajes a la gasolinera. Se pueden recargar en el garaje.
- Mantenimiento reducido y económico. Ejemplo, no es necesario cambiar el aceite.

2.3.3. Motos eléctricas vs motos de gasolina

En este apartado del trabajo voy a especificar las ventajas de las motos eléctricas frente a las motos de gasolina.

- Las motocicletas eléctricas, presentan una mejor aceleración, ya que desarrollan un par completo de inmediato.

- Las motocicletas eléctricas tienen una desventaja importante y esto es referente a su autonomía y velocidad punta, ya que las baterías no pueden almacenar tanta energía como un tanque de combustible.
- Las motocicletas eléctricas prácticamente no necesitan mantenimiento.
- Las motocicletas eléctricas son más económicas en cuanto a costos de combustible.
- Los vehículos eléctricos son mucho más silenciosos que los de combustión interna.

2.3.4. Estimación porcentual de la implantación de la motocicleta eléctrica

Según el instituto tecnológico de canarias este es el crecimiento que está experimentando y va a experimentar la motocicleta eléctrica en los próximos años.

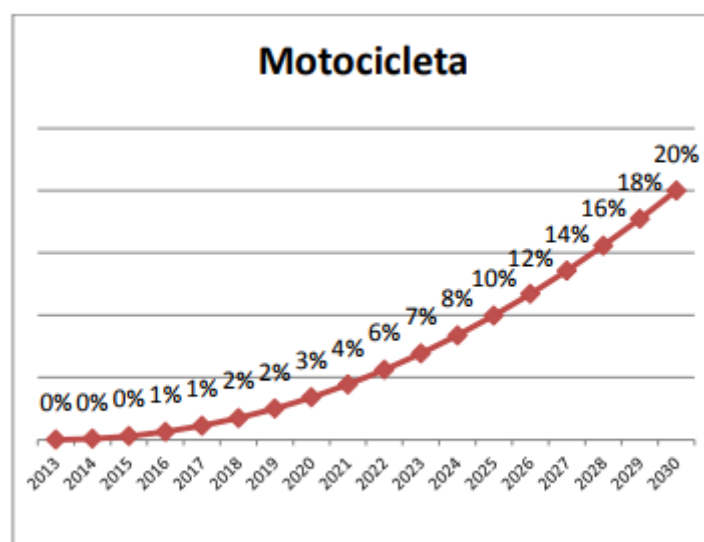


Figura 9: Estimación porcentual de implantación de la motocicleta en el periodo 2013-2030

Las motocicletas se encuentran en pleno proceso de crecimiento en el mercado español, en el año 2016 se llegaron a matricular unas 793 unidades, con un incremento del 91,55%, respecto al ejercicio anterior según datos facilitados por AEDIVE (Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico). Una tendencia alcista que se mantiene en lo que va de 2017, con unas ventas de 693 unidades durante el primer semestre, que suponen un crecimiento del 38,33% en relación al mismo periodo del año precedente.

2.3.5. Marcas de motocicletas eléctricas

A continuación muestro las marcas de motos eléctricas más importantes del sector. Estas son: Askoll, Bereco, BMW, Booster-Bikes, Brammo, BSG*, Bultaco, Di Blasi, e-volt, Eccity Motocycles, Ecoplanet Way, Ecoscooter, Ecoter, Elecsi, Electric City

Motor, Elmoto, Emocycles, Energica, EVBlanSon, Goccia, Going Green, Govecs, Harley-Davidson, Honda motos, Jonway, KTM, Kuberg, Kyoto, Lectric, LEMev, Mecatecno, MotorsWatts, Movelco, Nimoto, Norauto, Oset, Peugeot Scooters, proEco, Quantya, Quazzar, Rieju, Scutum /Silence, Sev, Sumco, Sunbike Electric, Teycars, Tohqi, Toretto, Torrot, Vectrix, Victory Motorcycles, Vigo, Vmoto, Volta, Vortex, Woltan, Xispa, Xkutty, Yamaha, Zero Motorcycles [\[10\]](#)

2.3.6. Tipos de motocicletas eléctricas

Existen diferentes tipologías de motocicletas eléctricas en función del uso que se le vaya a dar. Son las que se muestran a continuación: Ciclomotores eléctricos, motos eléctricas infantiles, Naked, de reparto, deportivas, Supermotad, Sport, Scooters eléctricos, Maxi Scooters eléctricos, Motos eléctricas de enduro, de Cross, de Trail, plegables y de tres ruedas. [\[10\]](#)

2.3.7. Aspectos técnicos de diseño en las motocicletas eléctricas

A la hora de diseñar y fabricar una motocicleta eléctrica hay que tener en cuenta un factor importante que es la distribución de pesos.

Los diferentes elementos que posee una motocicleta eléctrica van a tener unos pesos diferentes con respecto a las motos de combustión interna. Es importante procurar un peso reducido que permita acelerar más rápidamente o frenar con mayor gravedad.

Una distribución desproporcionada puede acarrear serios problemas para la integridad del piloto. Un peso contenido y un centro de gravedad bajo, ayudan a tener un buen equilibrio para un determinado grado de inclinación.

El par que desestabiliza al piloto es directamente proporcional al peso y a la altura del centro de gravedad. Si el centro de gravedad está adelantado la moto tendrá una mejor dirección, mientras que si está retrasado o próximo a la rueda posterior, favorecerá la tracción.

Si se analiza la posición vertical del centro de gravedad lo ideal es contar con una posición baja ya que mejora la estabilidad de la marcha.

2.3.8. Conclusiones

Dentro de los diferentes tipos de vehículos eléctricos las motocicletas han estado siempre en un segundo plano, y no se ha investigado tan profundamente como puede ocurrir con los coches. Ya que estos disponen de más espacio para instalar baterías o acumuladores de energía de gran tamaño. Y estas poseen como limitación que no se dispone de tanto espacio. Pero como se ha visto a pesar de estos inconvenientes hay fabricantes que están investigando e impulsando este tipo de vehículos. Y existen actualmente una gran variedad de modelos.

2.4. Bicicleta eléctrica

Para comenzar con el desarrollo de este apartado quiero empezar mostrando diferentes términos y definiciones que me llevarán a la definición final de bicicleta eléctrica, para ello me voy a ayudar de la norma UNE-EN 15194:2009+A1 que posteriormente desarrollare y explicare en el apartado 4 del presente trabajo.

Es importante conocer que es un Ciclo, una bicicleta y una bicicleta totalmente montada para llegar a entender perfectamente el concepto de bicicleta con asistencia eléctrica EPAC. Las definiciones de los términos son las siguientes:

Ciclo: Un ciclo es un vehículo que está provisto de al menos dos ruedas y es propulsado exclusiva o principalmente por la energía muscular de la persona que está sobre el vehículo, en particular por medio de pedales.

Bicicleta: Una vez que se entiende lo que es un ciclo, se puede definir la bicicleta como un ciclo de dos ruedas.

Bicicleta totalmente montada: Bicicleta provista de todos los elementos para su utilización.

Y finalmente una vez entendidos estos términos voy a definir el siguiente término que es al que quiero llegar.

Bicicleta con asistencia eléctrica (EPAC): La bicicleta con asistencia eléctrica (EPAC) es una bicicleta que está equipada con pedales y un motor eléctrico auxiliar , que no puede ser propulsada exclusivamente por medio de este motor eléctrico auxiliar.

Una vez entendido el concepto de bicicleta con asistencia eléctrica (EPAC) se podrían hacer dos clasificaciones “Bicicleta eléctrica de pedaleo asistido (BPA o PEDELEC)”o “Bicicleta eléctrica rápida (SPEED EBIKE)” , estas clasificaciones las voy a desarrollar a continuación en los siguientes apartados, también voy a explicar que existen diferentes diferencias entre unas bicicletas eléctricas u otras, voy a definir en qué consisten los sensores de pedaleo, voy a explicar como va un motor para este tipo de vehículo y para finalizar explicaré sobre la batería de la bicicleta eléctrica y expondré diferentes modelos de bicicletas eléctricas que existen en el mercado actualmente. Todo el desarrollo de este apartado del presente trabajo se está realizando con la información obtenida de la norma UNE-EN 15194:2009+A1 y con la información obtenida de la página web VAIC [\[26\]](#)

2.4.1. Bicicleta eléctrica de pedaleo asistido (BPA o PEDELEC)

La bicicleta eléctrica de pedaleo asistido es la bicicleta eléctrica por excelencia, está es la más común y la que legalmente se puede considerar como una bicicleta que puede circular por “carriles-bici, por pistas forestales, no requiere matrícula, no paga impuesto de circulación, no se necesita carnet de conducir, etc” .

La asistencia eléctrica solo se puede accionar mediante el pedaleo del ciclista y la potencia del motor no puede superar los 250 W de potencia. También es conveniente resaltar que el motor no puede proporcionar asistencia más allá de los 25 km/h, pero si se puede conseguir más velocidad si el ciclista quiere alcanzarla solamente mediante el pedaleo y sin asistencia del motor eléctrico.

2.4.2. Bicicleta eléctrica rápida (SPEED EBIKE)

Esta bicicleta si la observamos así a simple vista tiene el mismo diseño que una bicicleta normal, pero legalmente se tiene que considerar como un ciclomotor “permisos, restricciones, impuestos, matriculación, retrovisores, casco obligatorio, etc ” En este caso la asistencia eléctrica se puede accionar igualmente con los pedales o también a la demanda mediante un pulsador o acelerador, en este caso el motor si puede superar los 250 W (generalmente se sitúa en los 350 o 500 W) . Haciendo referencia a la velocidad que puede asistir a diferencia de la que hemos visto en el apartado anterior, está puede asistir hasta una velocidad máxima de 45 Km/h

2.4.3. Diferencias entre bicicletas eléctricas

No todas las bicicletas eléctricas van a ser iguales, cada fabricante ofrecerá una calidad determinada para cada uno de los componentes mecánicos de sus bicicletas eléctricas como pueden ser (transmisión, frenos, ruedas, etc).

A nivel de asistencia eléctrica tampoco van a ser iguales todas las bicicletas eléctricas. Las prestaciones de una bicicleta eléctrica van a depender principalmente del tipo de sensor de pedaleo, la clase de motor y el tipo de batería que lleve instalada para proporcionar la energía demandada por el motor.

Entonces haciendo referencia a los **sensores** por su mayor confort, seguridad y eficiencia, destacan los sensores de par motor ya que estos son capaces de detectar la fuerza que aplica el ciclista sobre los pedales y ofrecen una asistencia inmediata y proporcional a esta fuerza aplicada.

Respecto al **motor** los que se denominan de tipo central es decir que van ubicados en pedaliar , la fuerza de asistencia que pueden proporcionar al movimiento de la bicicleta es mayor que los motores que van instalados sobre rueda siendo estos ideales para ámbitos urbanos menos exigentes.

Y por ultimo mencionando la **batería**, este es otro de los componentes no menos importantes que lleva a bordo la bicicleta, por ello es muy importante elegir una batería adecuada en función de la necesidad del ciclista. Ya que un ciclista que no pretende hacer demasiado uso de la asistencia eléctrica, no debe cargar con una batería muy pesada pudiendo cubrir su necesidad con una más ligera ni pagar un precio innecesario por algo no va a explotar al 100%. Por tanto este es otro de los elementos que va a variar de una bicicleta eléctrica a otra.

2.4.4. Sensores de pedaleo

Este es el sistema que va a detectar cuando el ciclista va a necesitar la ayuda o asistencia del motor eléctrico, por ello es uno de los elementos clave para proporcionar un nivel de confort y seguridad al ciclista. Actualmente la principal diferencia que se produce dentro de este sistema radica entre el sensor de velocidad o movimiento y el sensor de par motor o torsión que a continuación voy a explicar.

2.4.4.1. Sensor de velocidad o movimiento

Este sensor consiste principalmente en un disco de imanes que va situado en el eje y este detecta cuando se produce un movimiento de los pedales y entonces se produce la asistencia del motor. La ayuda no es inmediata suele tardar un pequeño intervalo de tiempo en reaccionar porque la señal no llega al motor hasta que la bicicleta está en movimiento. Cabe resaltar que la asistencia no varía según el esfuerzo realizado por el ciclista sino únicamente según el nivel de ayuda definido manualmente por el usuario. Este sistema es el más simple y el más general que se puede ver en las bicicletas eléctricas más económicas.

2.4.4.2. Sensor de par motor o de torsión

Este es el sistema tecnológicamente más avanzado en el ámbito de las bicicletas eléctricas. Este sensor es capaz de detectar la fuerza que aplica el ciclista sobre los pedales, ofreciendo así una asistencia eléctrica proporcional a la fuerza aplicada por el ciclista. A parte el ciclista también puede seleccionar diferentes modos de ayuda.

Las principales ventajas del sensor de par motor respecto al sensor de velocidad son las siguientes:

- La asistencia se produce de manera inmediata por lo tanto se activa tan pronto se presionan los pedales, pudiéndose activar incluso en una subida sin necesidad de que los pedales giren o la bicicleta se mueva.
- Da una mayor sensación de control al usuario y una mayor seguridad, ya que como la asistencia se produce con solamente presionar los pedales, en el momento que se deje de pedalear o se pedalee con menos fuerza se elimina o reduce la asistencia del motor.
- Es más saludable, porque como el sensor regula el comportamiento del motor según la fuerza ejercida, no es posible que el motor trabaje por delante del ciclista y por lo tanto nunca da la sensación de ciclomotor. Así el ciclista siente en todo momento que tiene que participar de forma activa para que se produzca el movimiento de la bicicleta.
- Se puede decir que es también más eficiente ya que el motor solo trabaja cuando es necesario. Por ejemplo durante una bajada si el ciclista no ejerce presión sobre los pedales no se activa el motor por consiguiente es más eficiente que el sensor de velocidad que en ese caso si se activaría. En este

caso como batería y motor trabajan conjuntamente pues también tendríamos de más autonomía.

También existen otros sensores que son menos importantes pero que también son útiles para completar la acción. Por ejemplo un sensor de cadencia que puede afinar mejor la asistencia según el número de revoluciones que estemos realizando con los pedales o un sensor para cortar la ayuda del motor cuando la velocidad supera los umbrales permitidos de 25 o 40 km/h según el caso.

2.4.5. Motor

Cada vez hay más fabricantes de motores eléctricos para bicicletas, debido a lo atractivo que se presenta sobre todo para la movilidad dentro de las ciudades. Actualmente se trabaja básicamente con dos tipos de motores. Motor en el eje de la rueda y motor en el eje pedalier.

2.4.5.1. Motor en el eje de la rueda

Este sistema es el más económico y fácil de montar en una bicicleta, por lo tanto es el sistema más general. Este motor tiene una forma de tambor que se coloca en el eje de la rueda delantera o trasera. Las principales características a destacar son:

- La fuerza del motor se ejerce sobre el eje de la rueda que gira a más o menos revoluciones según la velocidad que lleve la bicicleta. En una subida por ejemplo el motor tiene que trabajar generalmente a bajas revoluciones y eso significa un par motor más pequeño, teniendo como consecuencias asociadas un mayor consumo y un mayor calentamiento del motor si el ciclista no contribuye al movimiento. Para un uso urbano esto no supondría ningún problema. Para resolver este problema los fabricantes suelen utilizar motores más potentes pero con la potencia reducida para cumplir la normativa.
- Otra de las características que presentan estos motores es que ofrecen muy poca fricción al pedaleo de manera que cuando el ciclista no quiere tener la participación del motor eléctrico en el movimiento, tiene total libertad para pedalear sin descanso todos los km que quiera.
- Es posible montar más bicicletas con mayor variedad de componentes de transmisión y cambios. Como se queda libre la parte de los pedales, se dispone de más espacio a la hora de instalar los platos y piñones.
- En el ámbito urbano como puede ser de una ciudad, la ubicación del motor en la rueda delantera o trasera va a proporcionar las mismas prestaciones. Pero tal vez en un ámbito más deportivo o competitivo sea más conveniente instalar en la rueda trasera ya que está carga más peso al ir el ciclista sentado y por consiguiente ofrecerá una mayor adherencia al terreno.

Los fabricantes de este tipo motores que más destacan en el mercado son Samsung, y BionX de origen canadiense. Y hay una gran variedad de fabricantes chinos y quizá el que más destaca es 8Fun.

2.4.5.2. Motor en el eje pedalier

En este motor la fuerza se ejerce generalmente sobre el plato o bien sobre la cadena a partir de un piñón de ataque. Por lo tanto para que el motor no sufra es muy importante que el ciclista haga un buen uso de la relación de marchas y así el motor siempre tabajará en las mejores condiciones siendo así más eficiente y consumiendo menos.

Este sistema es el que cada vez más fabricantes apuestan por él. Ya que a través de él se ofrece un gran confort y un buen par motor que garantice una muy buena asistencia eléctrica bajo cualquier circunstancia.

Este motor se instala en la zona del pedalier, alrededor del eje de los pedales. Las características más importantes que presenta son las siguientes:

- Estos motores generalmente presentan una fricción mayor cuando se pedalea sin asistencia ya que trabajan con un mayor número de engranajes, esto en cierto modo penaliza al ciclista en el caso de que quiera ir mucho rato sin asistencia. A parte la ubicación a pedalier con un solo plato obliga a composiciones de marchas únicamente en la zona del eje posterior, ya sea con piñoneras o cambios internos de buje, aunque también existen sistemas duales en el eje para los ciclistas que buscan disponer de 24 o 27 marchas.
- Al ir ubicado el motor en el punto más bajo de la bicicleta ofrece una conducción más estable y confortable. Además en el caso de que se produzca una avería típica como puede ser un pinchazo, es más fácil de reparar al ir situado el motor fuera del espacio de las ruedas.

Los fabricantes de motores en el pedalier con una mayor fiabilidad y couta de mercado son Bosch (con 4 años en el mercado y una apuesta sólida e innovadora que crece cada día, Brose y Yamaha (dos marcas con poco más de 1 año en el mercado pero con muy buenas expectativas de crecimiento), y Panasonic (con más de 13 años y una contrastada fiabilidad aunque ha incorporado pocas novedades últimamente) . También hay otros sistemas con buena reputación como el Impulse de Derby, el sistema de Yamaha o el sistema Steps desarrollado por Shimano.

2.4.5.3. Potencia frente a par motor

Las bicicletas eléctricas tienen un motor de 250 W tal y como indica la normativa Europea, y únicamente disponen de motores de potencias superiores, principalmente de 350 o 500 W , aquellos modelos que permiten llegar hasta los 45 km/h y que hay que matricular como ciclomotores . Normalmente la potencia del motor nos puede dar una idea de la velocidad que puede llegar a dar la bicicleta, y

lógicamente de su consumo. Pero la potencia no es un buen indicador de referencia que nos sea útil para saber la fuerza que necesitará la asistencia eléctrica para superar por ejemplo una subida. El indicador ideal de referencia para esto es el par motor (Nm).

2.4.6. Batería

Las baterías son uno de los componentes esenciales de las bicicletas eléctricas y de cualquier vehículo eléctrico, ya que aportan la energía necesaria para el correcto funcionamiento del motor eléctrico. Las baterías se explicarán con mayor profundidad en el apartado 2.13 del presente trabajo. Pero aquí quiero hablar de diferentes características de las baterías pero enfocándome más sobre las que utilizan las bicicletas eléctricas.

Quiero comenzar explicando en que consiste la capacidad de una batería, y esto no es más que la energía total que puede almacenar la batería y se mide en vatios-hora (Wh). Este dato normalmente se especifica en la mayoría de las baterías de fabricantes reconocidos. No obstante se puede realizar el cálculo multiplicando el voltaje (V) por la carga (Ah). Una batería de 36 V y 10 Ah tiene una capacidad total de 360 Wh. Con unos sencillos cálculos como voy a mostrar a continuación se puede ver el tiempo que puede estar funcionando un motor de 250 W con una energía de 360 Wh.

Utilizando las ecuaciones $P = \frac{W}{t}$ y $W = P * t$, siendo P (potencia en W), W (energía en Wh) y t (tiempo en horas).

Si ponemos estas ecuaciones de la siguiente manera $t = \frac{W}{P} = \frac{360 Wh}{250 W} = 1,44 h = 1h y 26 min$

Este resultado obtenido con estos sencillos cálculos es el tiempo que puede estar funcionando el motor de 250 W con una energía proporcionada por la batería de 360 Wh, o el doble de tiempo si se reduce la intensidad con la que se utiliza a la mitad. Entonces utilizando un poco la lógica se puede pensar que se pueden hacer más o menos Km dependiendo del uso que se haga del motor.

Generalmente la mayoría de bicicletas y ciclistas se mueven con un consumo que está en un intervalo de 5 y 10 Wh/km, de modo que una batería de 360 Wh tiene que poder ofrecer energía para poder recorrer entre 36 y 72 Km.

La autonomía realmente disponible en una bicicleta eléctrica va a depender realmente del tipo de sensor que lleve está instalada y como se ha comentado anteriormente de la forma de conducción.

- Haciendo referencia al tipo de sensor, las bicicletas con sensor de par consumen menos y son más eficientes, según los fabricantes. Se pueden producir mejoras en la eficiencia de hasta un 20 %. Sin embargo el consumo

en las bicicletas con sensor de velocidad suele ser más elevado pero a la vez más homogéneo con independencia del usuario, ya que este puede tender a acomodarse a un ritmo y fuerza de pedaleo ligeramente por detrás del esfuerzo que realiza el motor.

- Respecto a la forma de conducción, al igual que ocurre con otro tipo de vehículos a mayor aceleración mayor consumo, especialmente arrancando desde parado, y en este sentido tanto el tipo de sensor como el nivel de ayuda que el usuario selecciona en los arranques, puede afectar de forma importante al consumo.

Ahora quiero hablar sobre la vida útil de una batería, como he comentado anteriormente esto se explicará con más detalles mas adelante.

La mayoría de las baterías que se suelen utilizar son las de Litio-ion ya que se trata de la tecnología que actualmente proporciona el mejor equilibrio entre densidad energética y precio. Las primeras bicicletas eléctricas que andaban por las calles tenían baterías de plomo, pero estas presentaban un problema y este es que aumentaba el peso de la bicicleta hasta en 40 Kg

Según los diferentes estudios realizados por los fabricantes de baterías revelan que la vida útil de una batería de Litio-ion oscila entre los 800 y los 1100 ciclos completos de carga. Entonces a nivel teórico un ciclista que utiliza la bicicleta a diario para realizar unos 15 Km y realiza dos cargas completas semanales podría utilizar la batería durante unos 10 años.

En la práctica la batería se va desgastando anualmente con independencia de su utilización, que algunos fabricantes cuantifican hasta en un 5% , así que es normal que la batería haya perdido capacidad pasados 4 o 5 años, a pesar de seguir funcionando.

Haciendo referencia al tiempo de carga, la carga completa va a variar sobre todo en función de la capacidad de la batería, del voltaje y del cargador. Las potencias de carga oscilan aproximadamente entre 50 y 150 W, y los tiempos de carga entre 2,5 y 4 horas.

Mencionando ahora el peso de la batería, las de mayor capacidad también van a pesar más, con diferencias que pueden llegar a los 3 ó 4 Kg , por eso es importante ajustar la batería en función del uso que se va a hacer de ella.

Para finalizar este apartado voy a mostrar algunos consejos de mantenimiento de las baterías.

- Antes del primer uso, hacer una carga hasta el 100% en caso de que no venga del todo cargada de fábrica.

- Hay que cargar las baterías con frecuencia sin esperar a que se descarguen completamente. No hay que hacerlo después de cada uso pero hay que tener en cuenta que la batería trabaja mejor cuando se encuentra por encima del 50%
- Guardar siempre las baterías en lugares secos y ventilados a una temperatura de entre 10 y 30 °C , durante el invierno cuando hace mucho frío se recomienda guardar las baterías dentro de casa si la bicicleta se aparca en un garaje o trastero.
- En caso de que se prevea no utilizar la batería durante mucho tiempo lo ideal es dejarla con un nivel de carga entre 50 y 60 %, ni muy vacía ni completamente cargada. Además, se debería realizar una carga completa como mínimo cada 3 meses.

2.4.7. Modelos de bicicletas eléctricas que existen en el mercado

Hay diferentes modelos de bicicletas eléctricas y cada uno de esos modelos va a tener unas características específicas para adaptarse a las necesidades de cada usuario o ciclista. A continuación muestro una clasificación general de los diferentes tipos de bicicletas eléctricas y las marcas más importantes del sector.

- ✓ Los tipos se clasifican de la siguiente manera: Turismo y paseo, Plegable, Montaña, Urbana, Carretera, Triciclo, De lujo y patinete eléctrico.
- ✓ Las marcas más relevantes del sector son: A2b, Alterbike, Askoll, Ave Hybrid Bikes, Benelli, BH, BIBÓO, Biciclar, BMW, Bolt, Booster-bikes, Brost, BSG, Bultaco, DK City, E-Totem, Ecobike, ECYMA, Egret, Electric City Motor, evolo, Flebi, Goccia, Gocycle, Haibike, Italjet, Kalkhoff, Kool, Legend eBike, Littium, Lobito, Mobiky, Nimoto, Ondabike, Quipplan, Skoda, Stevens Bikes, Torrot, Tucano, Uualk, Vandor, VeloMini, Yamimoto

En las siguientes imágenes muestro diferentes ejemplos de bicicletas eléctricas.



Figura 10: Bicicleta eléctrica plegable



Figura 11 : Bicicleta eléctrica urbana



Figura 12: Bicicleta eléctrica de montaña

3. ESTUDIO DE LOS MODOS DE RECARGA ELÉCTRICA Y SU AUTONOMÍA

Cualquier usuario o propietario de un vehículo eléctrico se va a plantear al principio como, donde y cuando puede recargar su vehículo. En este apartado me voy a centrar en el estudio de los modos de recarga, los tipos de tecnologías que limitan y condicionan la estandarización de la carga y las diferentes características técnicas relacionadas con los puntos de recarga.

3.1. Definiciones previas

Antes de comenzar a desarrollar este punto he considerado importante mostrar las siguientes definiciones sacadas del Real Decreto 1053_2014.

- ✓ **Circuito de recarga colectivo:** Circuito interior de la instalación receptora que partiendo de una centralización de contadores o de un cuadro de mando y protección, está previsto para alimentar dos o más estaciones de recarga del vehículo eléctrico.
- ✓ **Circuito de recarga individual:** Circuito interior de la instalación receptora que partiendo de la centralización de contadores está previsto para alimentar una estación de recarga del vehículo eléctrico, o circuito de una vivienda que partiendo del cuadro general de mando y protección está destinado a alimentar una estación de recarga del vehículo eléctrico (circuito C₁₃).
- ✓ **Contador eléctrico principal:** Contador de energía eléctrica destinado a la medida de energía consumida por una o varias estaciones de recarga. Estos contadores cumplirán con la reglamentación de metrología legal aplicable y con el reglamento unificado de puntos de medida.
- ✓ **Contador secundario:** Sistema de medida individual asociado a una estación de recarga, que permite la repercusión de los costes y la gestión de los consumos. Estos sistemas de medida individuales cumplirán la reglamentación de metrología legal aplicable, pero no están sujetos al reglamento unificado de puntos de medida al no tratarse de puntos frontera del sistema eléctrico.
- ✓ **Estación de movilidad eléctrica:** Infraestructura de recarga que cuenta con, al menos, dos estaciones de recarga, que permitan la recarga simultánea de vehículo eléctrico con categoría hasta M1 (Vehículo eléctrico de ocho plazas como máximo –excluida la del conductor– diseñados y fabricados para el transporte de pasajeros) y N1 (Vehículo eléctrico cuya masa máxima no supere las 3,5 toneladas diseñados y fabricados para el transporte de mercancías), según la Directiva 2007/46/CE. Ha de posibilitar la recarga en corriente alterna (monofásica o trifásica) o en corriente continua.

- ✓ **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).
- ✓ **Función de control piloto:** Cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, que asegure que se satisfacen las condiciones relacionadas con la seguridad y con la transmisión de datos requeridas según el modo de recarga utilizado.
 - ✓ **Infraestructura de recarga de vehículos eléctricos (VEHÍCULO ELÉCTRICO):** Conjunto de dispositivos físicos y lógicos, destinados a la recarga de vehículos eléctricos que cumplan los requisitos de seguridad y disponibilidad previstos para cada caso, con capacidad para prestar servicio de recarga de forma completa e integral. Un VEHÍCULO ELÉCTRICO incluye las estaciones de recarga, el sistema de control, canalizaciones eléctricas, los cuadros eléctricos de mando y protección y los equipos de medida, cuando éstos sean exclusivos para la recarga del vehículo eléctrico.
 - ✓ **Punto de conexión:** Punto en el que el vehículo eléctrico se conecta a la instalación eléctrica fija necesaria para su recarga, ya sea a una toma de corriente o a un conector.
 - ✓ **Sistema de alimentación específico de vehículo eléctrico (SAVE):** Conjunto de equipos montados con el fin de suministrar energía eléctrica para la recarga de un vehículo eléctrico, incluyendo protecciones de la estación de recarga, el cable de conexión, (con conductores de fase, neutro y protección) y la base de toma de corriente o el conector. Este sistema permitirá en su caso la comunicación entre el vehículo eléctrico y la instalación fija. En el modo de carga 4 el SAVE incluye también un convertidor alterna-continua.
 - ✓ **Sistema de protección de la línea general de alimentación (SPL):** Sistema de protección de la línea general de alimentación contra sobrecargas, que evita el fallo de suministro para el conjunto del edificio debido a la actuación de los fusibles de la caja general de protección, mediante la disminución momentánea de la potencia destinada a la recarga del vehículo eléctrico. Este sistema puede actuar desconectando cargas, o regulando la intensidad de recarga cuando se utilicen los modos 3 o 4. La orden de desconexión y reconexión podrá actuar sobre un contactor o sistema equivalente.
 - ✓ **Vehículo eléctrico (VEHÍCULO ELÉCTRICO):** Vehículo eléctrico cuya energía de propulsión procede, total o parcialmente, de la electricidad de sus

baterías utilizando para su recarga la energía de una fuente exterior al vehículo eléctrico, por ejemplo, la red eléctrica. [\[12\]](#)

3.2. Clasificación de los tipos de recarga del vehículo eléctrico

Son tres formas las existentes para proceder a la recarga del vehículo eléctrico. Estas son:

3.2.1. Recarga conductiva

Es el sistema que se suele utilizar y consiste en conectar mediante un cable el sistema de alimentación de energía eléctrica con el vehículo.

3.2.2. Recarga inductiva o inalámbrica

Consiste en transferir energía eléctrica mediante un campo magnético.

3.2.3. Recarga por intercambio de baterías

Consiste en cambiar la batería agotada de un vehículo eléctrico por otra totalmente cargada.

3.3. Modos de carga

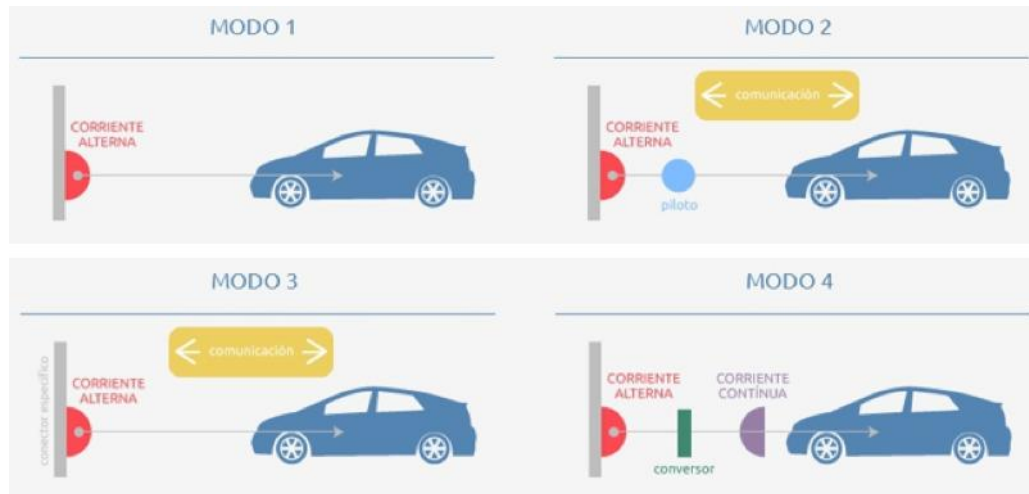


Figura 13: Esquemas de los modos de recarga para vehículo eléctrico

- ✓ **Modo de carga 1:** 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.

- ✓ **Modo de carga 2:** Conexión del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna no excediendo de 32 A 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.
- ✓
Resumiendo este modo de carga la diferencia principal con el modo 1 es la incorporación de una caja de control externa que proporciona el fabricante del vehículo encargada de la comunicación entre el vehículo y el punto de recarga y de la protección eléctrica.
- ✓ **Modo de carga 3:** 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.

Es decir el vehículo utiliza un sistema de alimentación específico y una toma especial, para la recarga de VE. [7] El sistema conjuntamente con la función de control piloto permite identificar el VE y sus características de carga, utilizando un oscilador que envía un sistema de pulsos modulados (Pulse Wave Modulation) en DC para determinar la secuencia de recarga y la seguridad de conexión, los requisitos de ventilación de las baterías, la protección de tierra ,etc.

Dispone opcionalmente de un mecanismo electromecánico de retención de la toma que evita su desconexión en carga. Con este modo de recarga se puede realizar un control de la potencia y por lo tanto se pueden adoptar estrategias para la recarga inteligente en aquellas instalaciones que constan de múltiples puntos de recarga.

Los tipos anteriores de recarga pueden clasificarse como de recarga lenta en modos 1 y 2, mientras que el modo 3 se trataría de una recarga semirrápida, si bien el control de recarga y el inversor AC/DC siguen estando en el propio vehículo. [7]

Antes de comenzar a explicar el modo de carga 4 podríamos decir que hay dos tipos de tomas una para la recarga en modo 1,2 y 3 y otra toma para la recarga ultrarrápida en modo 4, con características eléctricas especiales.

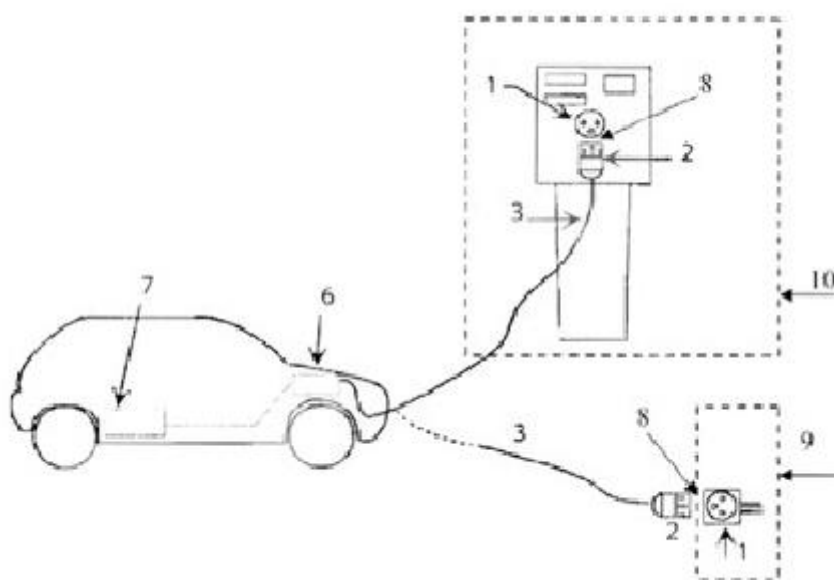
El modo 3 es el más generalizado actualmente por los fabricantes de vehículos eléctricos dadas sus características de seguridad y posibilidad de control inteligente de la recarga.

- ✓ **Modo de carga 4:** La recarga en modo 4 se denomina como recarga ultrarrápida, esta se puede realizar en intervalos de tiempos entre los 10 y 30 minutos dentro de unos límites de entre el 20 y el 80% del nivel de carga de las baterías.

Conexión indirecta del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE que incorpora un cargador externo en el que la función de control piloto se extiende al equipo conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija. Es decir se inyecta corriente continua directa a las baterías. La potencia admisible máxima es de 50-150 kW, a 500 V y con una corriente máxima de 100-400 A por fase. [\[13\]](#) [\[12\]](#)

3.4. Tipos de conexión entre la infraestructura de recarga y el vehículo eléctrico

La conexión entre la estación de recarga y el vehículo eléctrico se podrá realizar según los casos A, B y C descritos en las figuras 14, 15 y 16. Nótese que las figuras 14, 15 y 16 no presuponen ningún diseño específico.



Leyenda

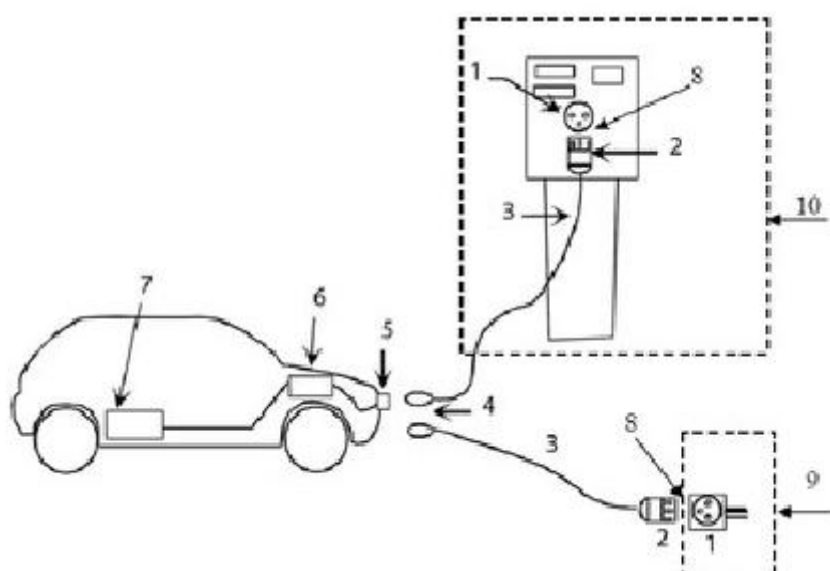
- 1) Base de toma de corriente
- 2) Clavija
- 3) Cable de conexión
- 6) Cargador incorporado al vehículo eléctrico

- 7) Batería de tracción
- 8) Punto de conexión
- 9) Punto de recarga simple
- 10)SAVE

Figura 14: Caso A. Conexión del VEHÍCULO ELÉCTRICO a la estación de recarga mediante un cable terminado en una clavija con el cable solidario al VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Caso A1: conexión a un punto de recarga simple mediante una toma de corriente para usos domésticos y análogos.

Caso A2: conexión a un punto de recarga tipo SAVE.



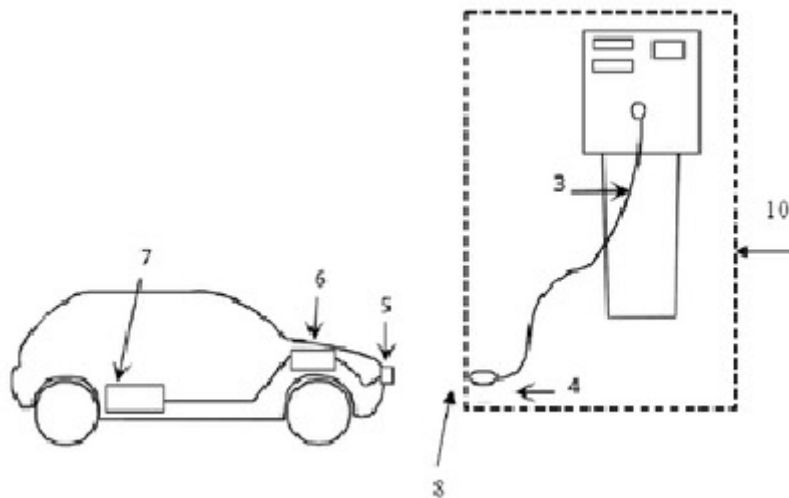
Leyenda

- 1) Base de toma de corriente
- 2) Clavija
- 3) Cable de conexión
- 4) Conector
- 5) Entrada de alimentación al vehículo eléctrico
- 6) Cargador incorporado al vehículo eléctrico
- 7) Batería de tracción
- 8) Punto de conexión
- 9) Punto de recarga simple
- 10)SAVE

Figura 15. Caso B. Conexión del VEHÍCULO ELÉCTRICO a la estación de recarga mediante un cable terminado por un extremo en una clavija y por el otro en un conector, dónde el cable es un accesorio del VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Caso B1: conexión a un punto de recarga simple mediante una toma de corriente para usos domésticos y análogos.

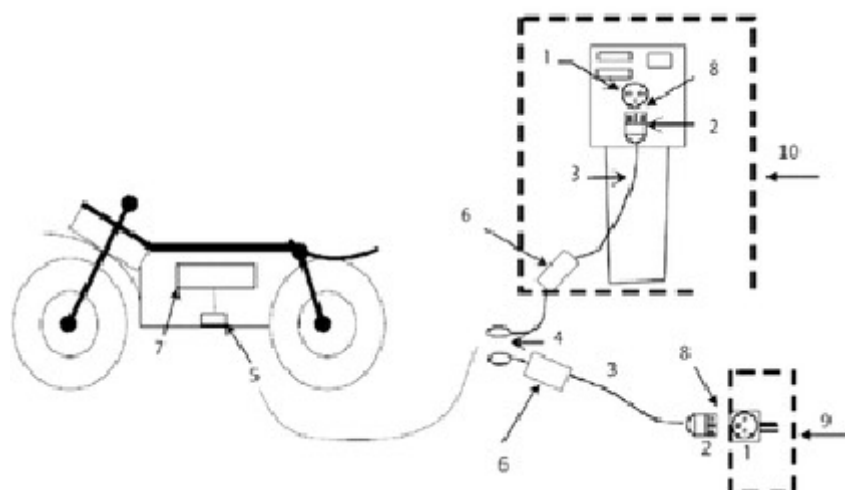
Caso B2: conexión a un punto de recarga tipo SAVE



Leyenda

- 3) Cable de conexión
- 4) Conector
- 5) Entrada de alimentación al vehículo eléctrico
- 6) Cargador incorporado al vehículo eléctrico
- 7) Batería de tracción
- 8) Punto de conexión
- 10) SAVE

Figura 16. Caso C. Conexión del VEHÍCULO ELÉCTRICO a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector; el cable forma parte de la instalación fija.



- 1) Base de toma de corriente
- 2) Clavija
- 3) Cable de alimentación
- 4) Conector
- 5) Entrada de alimentación al vehículo eléctrico
- 6) Cargador en cable de alimentación
- 7) Batería de tracción
- 8) Punto de conexión
- 9) Punto de recarga simple
- 10) SAVE

Figura 17. Caso D. Conexión de un VEHÍCULO ELÉCTRICO ligero a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector: el cable incorpora el cargador.

3.5. Esquemas de instalación para la recarga de vehículos eléctricos

Las instalaciones nuevas para la alimentación de las estaciones de recarga, así como la modificación de instalaciones ya existentes, que se alimenten de la red de distribución de energía eléctrica, se realizarán según los esquemas de conexión descritos en este apartado. Los posibles esquemas serán los siguientes:

1. Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación.
2. Esquema individual con un contador común para la vivienda y la estación de recarga.
3. Esquema individual con un contador para cada estación de recarga.

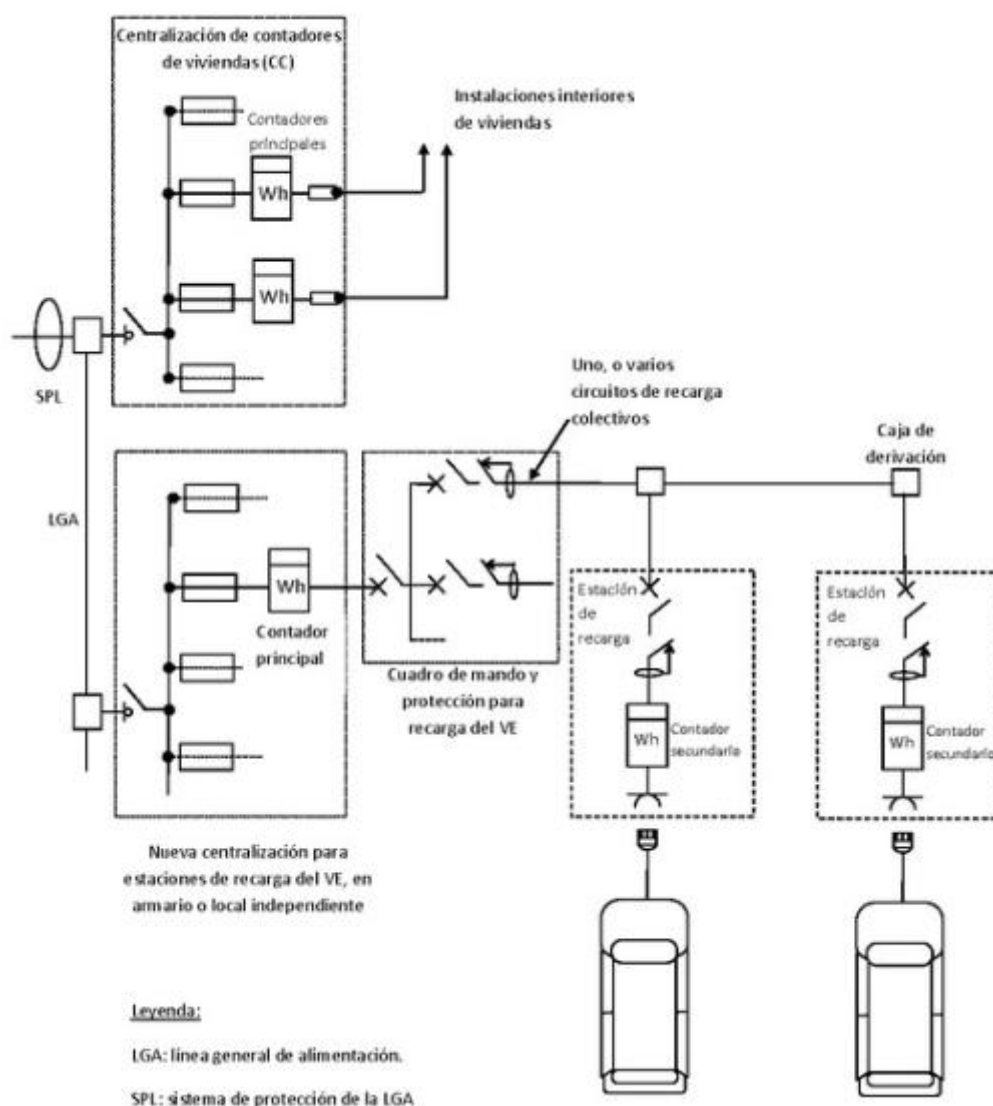
- ### 3.5.1. Instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga



LGA: línea general de alimentación.

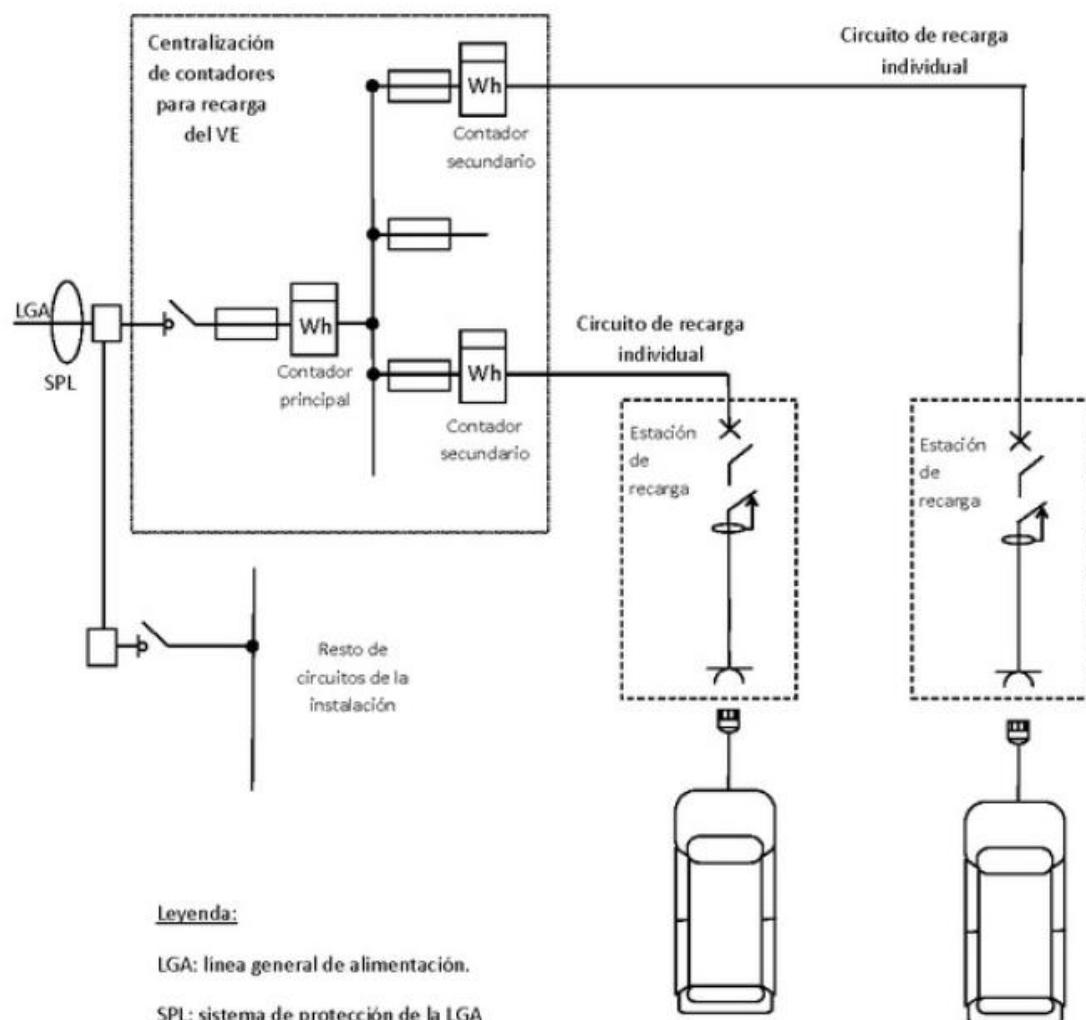
SPL: sistema de protección de la LGA

3.5.2. Instalación colectiva troncal con contador principal en origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga (con nueva centralización de contadores para recarga VEHÍCULO ELÉCTRICO)

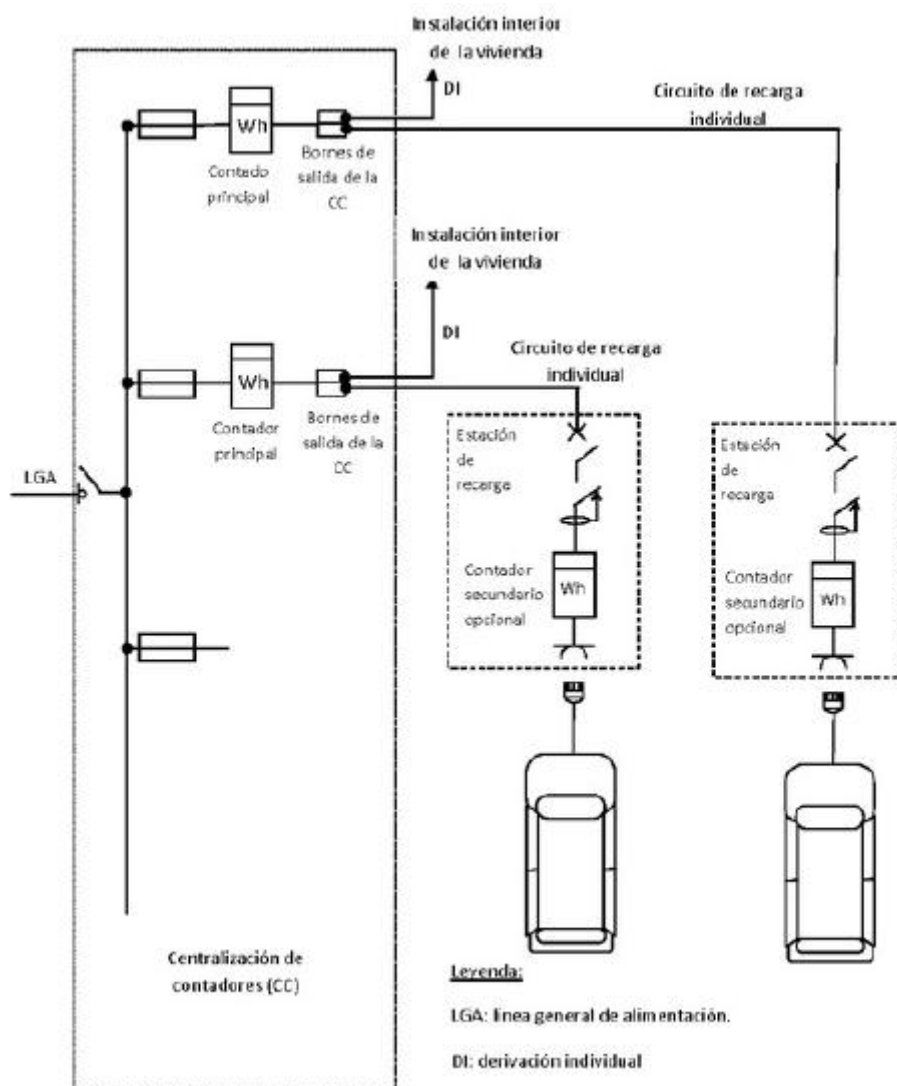


Para la selección entre los esquemas del apartado 3.5.1 o del apartado 3.5.2, se aplicarán los siguientes criterios de prioridad, en primer lugar se utilizarán los módulos de reserva de la centralización existente (esquema apartado 3.5.1), si ello no fuera suficiente se ampliará la centralización existente utilizando también el esquema 3.5.1, en último caso y por falta de espacio, se dispondrán una o varias centralizaciones nuevas en armarios o locales (esquema del apartado 3.5.2)

3.5.3. Instalación colectiva con un contador principal y contadores secundarios individuales para cada estación de recarga



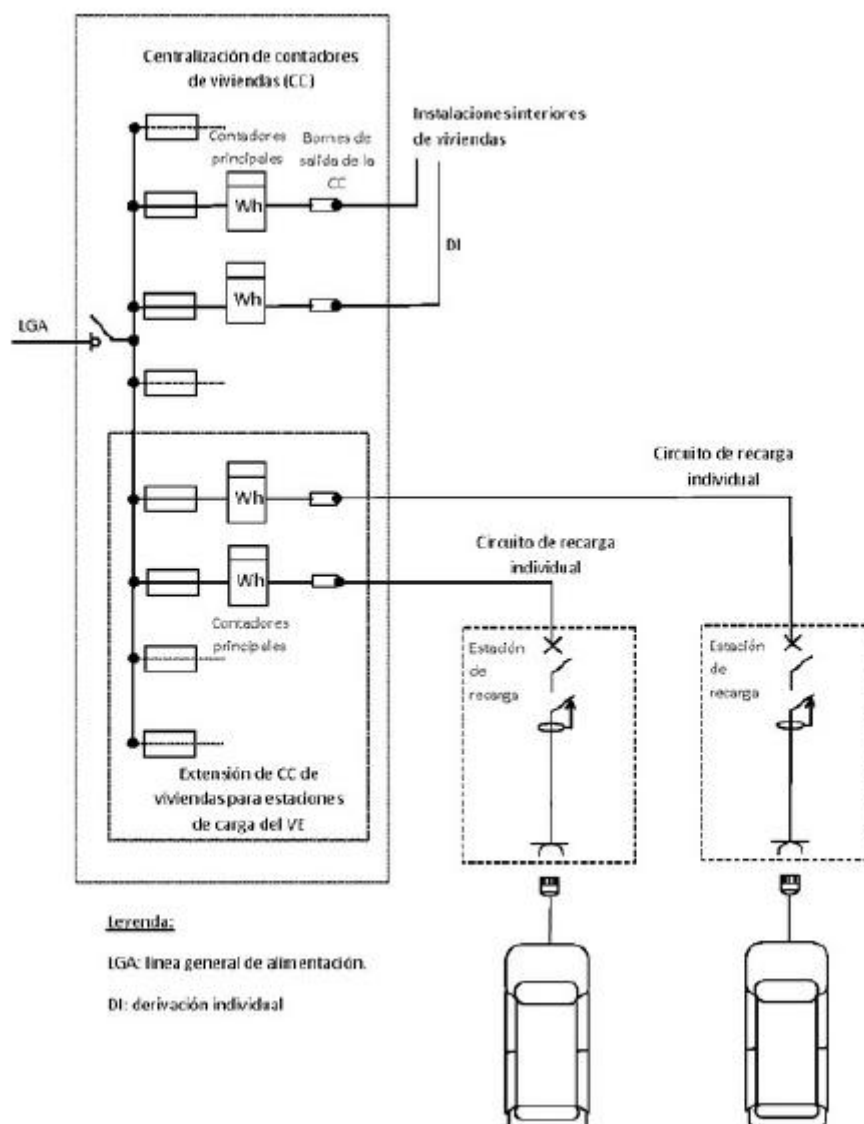
La protección de los circuitos de recarga se puede realizar con fusibles o con interruptores automáticos. La centralización de contadores para la recarga del vehículo eléctrico puede formar parte de la centralización existente o disponerse en una o varias centralizaciones nuevas en armarios o locales.

3.5.4. Instalación individual con un contador principal común para la vivienda y para la estación de recarga

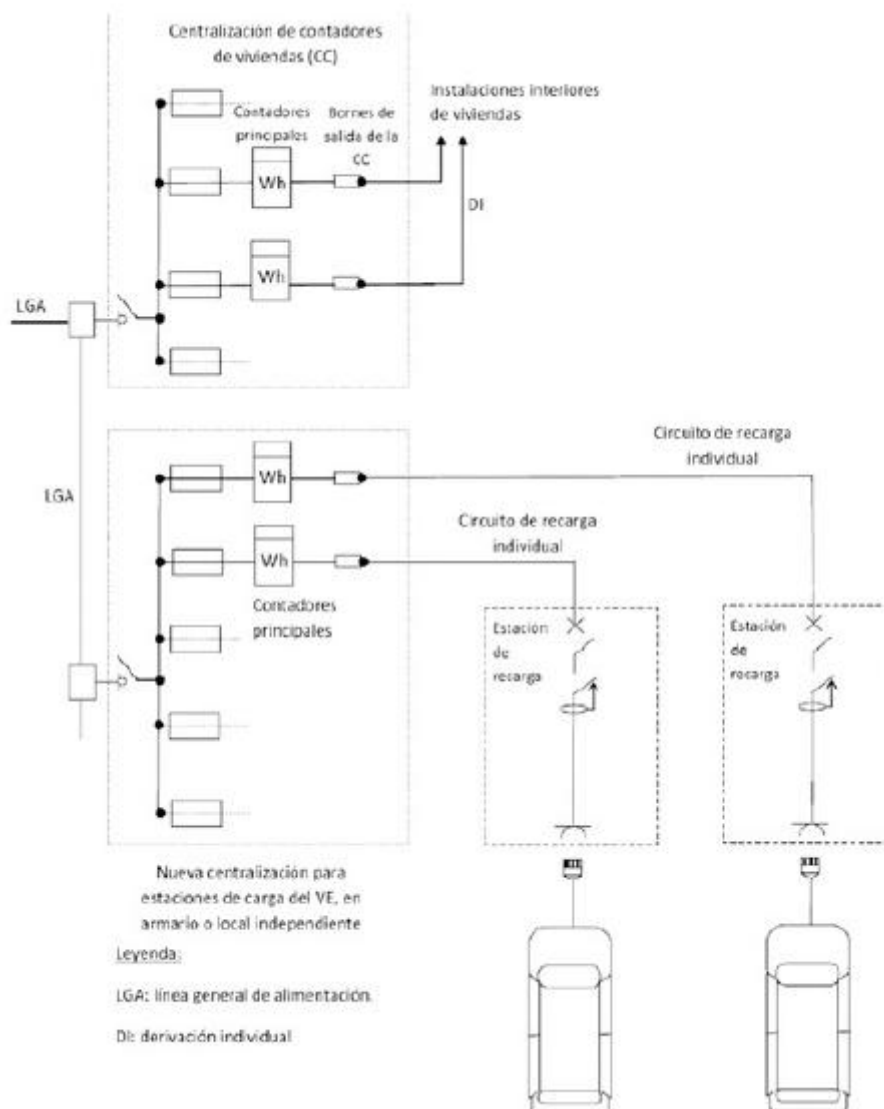
Para este esquema en el proyecto o memoria técnica de diseño se justificará que el fusible de la centralización protege contra cortocircuitos tanto a la derivación individual, como al circuito de recarga individual, en especial para la intensidad mínima de cortocircuito, incrementando la sección obtenida por aplicación de los criterios de caída de tensión y de protección contra sobrecargas para este circuito, si fuera necesario.

La función de control de potencia contratada por el cliente será realizada por el contador principal, sin necesidad de instalar un ICP independiente. En caso de actuación de la función de control de potencia, su rearme se realizará directamente desde la vivienda.

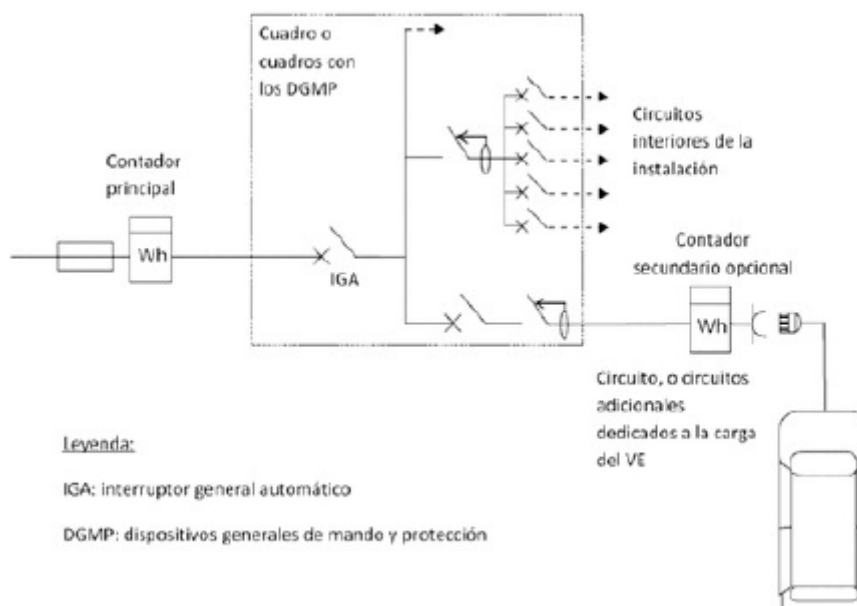
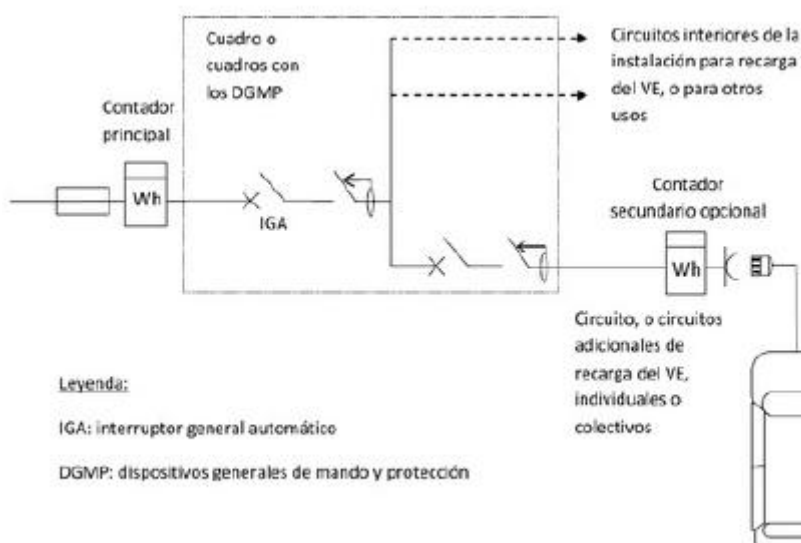
3.5.5. Instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (utilizando la centralización de contadores existente)



3.5.6. Instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga (con una nueva centralización de contadores)



Para la selección de los esquemas del apartado 3.5.5 y del apartado 3.5.6 se aplicarán los siguientes criterios de prioridad, en primer lugar se utilizarán los módulos de reserva de la centralización existente 3.5.5, si ello no fuera suficiente se ampliará la centralización existente utilizando también el esquema 3.5.5, en último caso y por falta de espacio, se dispondrán una o varias centralizaciones nuevas en armarios o locales esquema 3.5.6.

3.5.7. Instalación con circuito adicional individual para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO en viviendas unifamiliares.**3.5.8. Instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO**

Los esquemas de instalación descritos no resultan aplicables para la conexión de las estaciones de recarga que se alimenten mediante una red independiente de la red de distribución de corriente alterna usualmente utilizada, por ejemplo, mediante una red de corriente continua o corriente alterna ferroviaria, o mediante una fuente de energía de origen renovable con posible almacenamiento de energía, en cuyo caso el diseñador de la instalación especificará el esquema eléctrico a utilizar.

Hay que destacar que estos esquemas utilizados son solamente ejemplos ilustrativos de los distintos esquemas de instalaciones de recarga de vehículos eléctricos y que no contienen todos los elementos de la instalación. [\[12\]](#)

3.6. Previsión de carga individual

Esquemas individuales del apartado 3.5.4 y 3.5.5

- ✓ En el esquema del apartado 3.5.4 (individual con contador común para vivienda y ERVE), el dimensionamiento se realizará con un **ks (factor de simultaneidad) del (VE)=1** respecto al resto de cargas de la instalación.
- ✓ En el esquema del apartado 3.5.5 (contador individual para cada ERVE con CC existente o nueva respectivamente) el dimensionamiento se realizará con un **ks del (VE)=1** respecto al resto de cargas de la instalación.

La función de “control de potencia contratada” para la Estación de Recarga del Vehículo Eléctrico (ERVE) se realizará con el contador principal, sin necesidad de instalar un ICP externo al contador.

Esquemas del apartado 3.5.7 y 3.5.8

- ✓ Viviendas (apartado 3.5.7): previsión de cargas con **ks (VE)=1 ó 3** es decir con SPL o sin SPL (Sistema de Protección de la Línea General de Alimentación)

3.7. Estimación del incremento de la potencia en Edificaciones con Recarga del VE

3.7.1. Edificio nuevo de viviendas

En un edificio nuevo de viviendas la CGP tiene que ser de 250 A para una potencia de 173 kW y una estimación de 10 vehículos eléctricos, esto supone un 10% de las plazas de aparcamiento del Edificio de Viviendas.

- Con la carga monofásica en modo 1, realizando unos sencillos cálculos $10 VE \times 3,7 kW \times 1 fu = 37 kW$ esto supone un incremento de 21%
- Con SPL $10 \times 3,7 kW \times 0,3 = 11,1 kW$ que supone un incremento de 6,41%

3.7.2. Empresa logística con flota de VE propia y CT particular

Con un CT de 630 kVA (504 kW) y para una flota de 20 vehículos eléctricos.

- En carga modo 1 monofásico $20 \times 3,7 \text{ kW} = 74 \text{ kW}$ que supone un 15% de incremento
- En carga modo 2 trifásico $20 \times 22 \text{ kW} = 440 \text{ kW}$ que supone un 87% de incremento
- En carga modo 3 trifásico $20 \times 44 \text{ kW} = 880 \text{ kW}$ que supone un 175% de incremento

3.8. Requisitos generales de la instalación de RVE

3.8.1. Potencia y número máximo de Estaciones de Recarga de Vehículo Eléctrico por circuito colectivo

- ✓ Para un Interruptor Automático (IA) de 16 A y una potencia de 11085 W, se pueden instalar 3 ERVE
- ✓ Para un Interruptor Automático (IA) de 32 A y una potencia de 22170 W, se pueden instalar 6 ERVE
- ✓ Para un Interruptor Automático (IA) de 50 A y una potencia de 34641 W, se pueden instalar 9 ERVE
- ✓ Para un Interruptor Automático (IA) de 63 A y una potencia de 43647 W, se pueden instalar 12 ERVE

Nota: suponiendo que son monofásicas y de 3680 W cada una y el IA en el origen del circuito de recarga.

3.8.2. Iluminación específica en zona de recarga

- ✓ 20 lux a nivel del suelo en exterior
- ✓ 50 lux en interior

3.8.3. Caída de tensión

Se permite una caída de tensión máxima del 5% desde el origen al punto de recarga.

3.8.4. Armónicos

Si el número de estaciones es mayor de 5 hay que hacer un estudio de armónicos para colocar los filtros correspondientes.

3.8.5. Circuitos exclusivos

Los circuitos de recarga serán circuitos dedicados solamente a ERVE y su alumbrado.

3.8.6. Estación fija

La ubicación será lo más próximo a la zona de recarga y con las bases de tomas de corriente adecuadas a los diferentes modos de carga 1,2,3 y 4.

3.8.7. Limitación de intensidad

En edificios existentes:

- ✓ Se mantiene la LGA y la Acometida por lo tanto se tendrá que comprobar que no se supera la intensidad máxima de la LGA o de la derivación individual DI.

O también se puede proyectar de la siguiente manera:

- ✓ Ampliación de la instalación existente
- ✓ Alimentación directa con instalación de enlace propia

3.8.8. Tensión de alimentación

La tensión de alimentación es la siguiente:

- ✓ Modos 1, 2 o 3 : 230 / 400 V
- ✓ Modo 4 : tensión de entrada convertidor hasta 1000 V para corriente alterna en trifásico ó 1500 V en corriente continua.

3.8.9. Canalizaciones

- ✓ Se aplican las ITC actuales sin cambios, en función del tipo de local: local de pública concurrencia, etc
- ✓ Los cables desde el SAVE al punto de conexión (tipo de conexión C), la tensión asignada 450/750 V en interior y en exterior 0,6/1 kV . han de ser de Cu de clase 5 o 6
- ✓ Han de ser resistentes a todas las condiciones previstas: mecánicas (abrasión e impacto, sacudidas o aplastamiento), ambientales (presencia de aceites, radiación ultravioleta o temperaturas extremas) y de seguridad (deflagración o vandalismo)

3.8.10. Punto de conexión

El punto de conexión es aquel en el que se conecta el vehículo eléctrico a la instalación eléctrica fija necesaria para su recarga, ya sea a una toma de corriente o a un conector. Haciendo referencia a la ubicación, este debe ir junto a la plaza a alimentar y tiene que ir instalado de forma fija en una envolvente. Las diferentes alturas a las que se tiene que instalar son: altura $\geq 0,6$ m (tomas de corriente y conectores), $\leq 1,2$ m (estación de uso público) y una altura de 0,7 a 1,2 (personas de movilidad reducida).

Para asegurarnos una buena interconectividad, los tipos de conectores serán los especificados en el apartado 3.8, para una potencia $\leq 3,7$ kW conectores no específicos, para una potencia $> 3,7$ y ≤ 22 kW en corriente alterna, los puntos de recarga tienen que ir al menos con bases y conectores tipo 2 (menekes). Para una potencia > 22 kW en corriente alterna utilizar al menos conectores tipo 2 (menekes) y para una carga en corriente continua (modo 4), utilizar al menos dos conectores tipo combo 2.

Nota: En modos de carga 3 y 4 las bases y conectores siempre estarán incorporados en un SAVE

3.8.11. Contador secundario de medida de energía

Ha de ser de potencia activa, clase A o superior (según UNE-EN 50470-1 y UNE 50470-3). Cuando en los esquemas de los apartados 3.4.4, 3.4.5, 3.4.7 y 3.4.8 exista una transacción comercial que dependa de la medida de la energía consumida, será obligatoria la instalación de contadores secundarios para cada una de las estaciones de recarga ubicadas en:

- ✓ Plazas de aparcamiento de estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios en régimen de propiedad horizontal
- ✓ En estaciones de movilidad eléctrica para la recarga del vehículo eléctrico
- ✓ En las estaciones de recarga ubicadas en la vía pública
- ✓ Edificios comerciales, de oficinas o de industrias o similares (si debe identificarse los consumos individuales) [\[31\]](#)

3.9. Protección para garantizar la seguridad

3.9.1. Medidas de protección contra contactos directos e indirectos

Las medidas de protección se tienen que hacer siguiendo lo que nos indica la ITC BT 24.

- ✓ La protección contra **contactos directos** se tiene que realizar aislando las partes activas o por medio de barreras o envolventes
- ✓ La protección contra **contactos indirectos** se tiene que realizar por corte automático de la alimentación, por empleo de equipos clase II o aislamiento equivalente o por separación eléctrica.

NOTA: El circuito de alimentación de la Estación de Recarga del Vehículo Eléctrico siempre tiene que ir con conductor de protección y toma de tierra.

- ✓ Cada punto de conexión tendrá su Dispositivo Diferencial Residual (DDR) de 30 mA (clase A)
- ✓ Si hay varios DDR's (aguas arriba), tienen que ser selectivos
- ✓ Si están instalados en la vía pública tienen que tener rearme automático

- ✓ Si están en aparcamientos públicos o estaciones de movilidad eléctrica, tienen que tener sistema de aviso de desconexión o estarán equipados con un dispositivo de rearme automático

3.9.2. Medidas de protección a considerar en función de las influencias externas

Las medidas de protección que hay que considerar en este caso en función de las influencias externas son: instalaciones al exterior, penetración de cuerpos sólidos extraños, penetración de agua, corrosión, rayo UV, daño mecánico y competencia de las personas que utilicen el equipo (en instalaciones en aparcamientos o estacionamientos públicos, privados o en la vía pública).

El proyectista tiene que prestar especial atención a las influencias externas a fin de analizar la necesidad de elegir características superiores o adicionales a las que se prescriben en la ITC BT 52

3.9.2.1. Protección contra penetración de cuerpos sólidos y acceso a partes peligrosas

- ✓ Las canalizaciones en el exterior tienen que tener un grado de protección al menos IP4X o IPXXD.
- ✓ En estaciones y otros cuadros, en el interior al menos debe tener un grado IP4X o IPXXD, en el exterior al menos IP5X

En la siguiente tabla aparece la descripción de la protección proporcionada por las letras adicionales.

Letra	La envolvente impide la accesibilidad a partes peligrosas con:
A	Una gran superficie del cuerpo humano como la mano (pero no impide una penetración deliberada). Prueba con: Esfera de 50mm
B	Los dedos u objetos análogos que no excedan en una longitud de 80 mm. Prueba con: dedo de diámetro 12 mm y L= 80 mm
C	Herramientas, alambres, etc, con diámetro o espesor superior a 2,5 mm. Prueba con: varilla de diámetro de 2,5 mm y L=100 mm
D	Alambres o cintas con un espesor superior a 1 mm. Prueba con varilla de diámetro 1 mm y L= 100 mm

Nota: el grado de protección especificado no se aplica durante la recarga.

3.9.2.2. Grado de protección contra la penetración del agua

En las estaciones de recarga al exterior se aplica la ITC BT 30 (instalaciones en locales mojados). En las canalizaciones un IPX4 y en las estaciones de recarga y cuadros eléctricos un IPX4.

NOTA: Si la base de toma de corriente o el conector no cumple el IP deberá proporcionarlo la propia estación (envolvente).

Grado de protección de las envolventes (impactos mecánicos)

Una vez instalada tiene que tener instalada un grado al menos IK08, el cuerpo de la estación de recarga y los cuadros situados en el exterior tienen que tener un grado al menos IK10

Grado de protección de las canalizaciones

En los tubos al impacto tiene que existir un grado de protección de al menos grado 4, a la compresión al menos grado 5. En las canales protectoras tiene que haber un grado de protección contra el impacto al menos grado IK08.

NOTA: En otros sistemas de conducción que no aporten protección mecánica a los cables, la protección se garantizará mediante el uso de medios mecánicos adicionales.

3.9.2.3. Medidas de protección contra sobreintensidades

- ✓ Circuitos de recarga (hasta el punto de conexión) : protección contra sobrecarga y cortocircuito, corte omnipolar, curva C, según ITC 22
- ✓ Protección individual para cada punto de conexión, (en instalación fija o en SAVE)
- ✓ Modos 1 o 2 utilizar un pequeño interruptor automático de 10 A
- ✓ Modo 3 y 4 escoger el interruptor automático según el diseño, ni disparo intempestivo ni poca protección.

3.9.2.4. Medidas de protección contra sobretensiones

Todos los circuitos con protección contra sobretensiones temporales y transitorias según ITC BT 23.

- ✓ La protección contra sobretensión temporal tiene que tener una tensión máxima entre fase y neutro de 440 V, adecuados a la máxima tensión prevista entre fase y neutro.
- ✓ La protección contra sobretensión transitoria, tiene que estar instalada en el origen de la instalación (del edificio), si hay distancia entre el origen y la Estaciones de Recarga de Vehículos Eléctricos se instala otra protección adicional en la ERVE. También tiene que llevar una protección específica contra sobrecorrientes (para evitar el corte de la línea general y garantizar la continuidad del servicio). [\[31\]](#)

3.10. Red de tierra para plazas de aparcamiento en el exterior

La máxima Resistencia de puesta a tierra, será tal que durante toda la vida de la instalación no pueda producirse nunca una tensión de contacto $U_c > 24$ V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (estaciones de recarga, cuadros metálicos, etc)

- ✓ Cada poste de recarga dispondrá de un borne de puesta a tierra, conectado al circuito general de tierras.
- ✓ Los conductores de tierra pueden ser:

-Desnudos , de Cu, con una sección de 35 mm^2 , como parte de la red de puesta a tierra.

- Aislados de 450/750 V, Cu (16 mm^2)

El conductor de protección que une cada poste con la red de puesta a tierra será unipolar, aislado, de 450/750 V, Cu y con una sección mínima de 16 mm^2

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán con terminales, grapas o soldaduras que garanticen buen contacto permanente y protegido contra la corrosión. [\[31\]](#)

3.11. Tipos de conectores



Conectores más usados: 1 – CHAdeMO, 2 – SAE J1772, 3 – SCAME, 4 – CCS Combo, 5 – Tipo 2

Figura 18: Tipos de conectores

En este apartado voy a realizar un desarrollo de los tipos de conectores que existen para la recarga de vehículos eléctricos, como aún no están estandarizados voy a detallar los diferentes modelos y marcas, con las distintas configuraciones y características técnicas existentes actualmente en el mercado.

3.11.1. Enchufe Schuko

Es compatible con las tomas de corriente europeas y responde al estándar CEE 7/4 Tipo F. Tiene toma de tierra, dos bornes y soporta una intensidad de hasta 16 A, por

lo que solo es compatible con recargas lentas. Es común en algunas motocicletas y bicicletas eléctricas, incluso en algún coche eléctrico como el Twizy.

3.11.2. Conector SAEJ 1772 (Tipo1)



Figura 19: Conector SAEJ 1772

Es un estándar japonés (adoptado por los americanos y aceptado en la UE), para la recarga en corriente alterna. Tiene un total de 5 bornes, dos de ellos de transmisión de corriente, otros dos complementarios y el último es el de tierra. Este tipo de conector tiene dos niveles, uno de ellos hasta 16 A, que sería para rec

arga lenta. El otro nivel, es hasta 80 A, que corresponde a recarga rápida. Apto para los modelos Opel Ampera, Nissan Leaf, Nissan ENV 200, Mitsubishi Outlander, Mitsubishi iMiev, Peugeot iON, Citroen C-Zero, Renault Kangoo ZE (tipo1), Ford Focus electric, Toyota Prius Plug in o el KIA SOUL EV.

3.11.3. Conector MENNEKES (Tipo 2)



Figura 20: Conector MENNEKES

Es un conector alemán, que aunque no es específico para vehículos eléctricos es muy habitual su uso en ellos. Este conector tiene 7 bornes, de los cuales 4 son para corriente (trifásica), otro de tierra y dos para comunicaciones. En este tipo tenemos la opción de dos corrientes, por un lado monofásica (hasta 16 A recarga lenta), y por otro trifásica (hasta 63 A / 43,8 kW recarga rápida). Apto para modelos como el

BMW i3, i8, BYD E6, Renault Zoe, Tesla Model S, Volvo V60 plug-in hybrid, VW Golf plug-in hybrid, VW E-up, Audi A3 E-tron, Mercedes S500 plug-in, Porsche Panamera, o el Renault Kangoo ZE.

3.11.4. Conector único combinado o CCS

Es una propuesta creada por alemanes y norteamericanos, como una solución estándar consta de 5 bornes distribuidos para corriente, toma de tierra y comunicación con la red. Este tipo de conector admite ambas recargas, es decir, lenta y rápida. Fabricantes como Audi, BMW, Daimler, Porsche y Volkswagen incorporan ya este tipo de conector.

3.11.5. Conector ScaMe (Tipo 3)

Tiene 5 ó 7 bornes, dependiendo si la estamos tratando con corriente monofásica o trifásica, incluyendo en ambas tierra y comunicación con la red. Admite hasta 32 A, y es para recarga semirrápida.

3.11.6. Conector CHAdeMO

Es el estándar de los fabricantes japoneses. Está pensado para recarga rápida en corriente continua, por ello, tiene 10 bornes, toma de tierra y comunicación. Este conector es para recargas ultra-rápidas, ya que admite hasta 200 A. Es el que mayor diámetro admite de todos los conectores. Es el equipado para coches como el Nissan Leaf, Nissan ENV200, Mitsubishi Outlander, Mitsubishi iMiev, Peugeot iON, Citroen C-Zero, o el KIA SOUL EV.

3.11.7. Aclaraciones

De estos 6 conectores diferentes, los más habituales son el conector Schuko, el SAE J1772 y el MENNEKES. [\[14\]](#)

3.12. Infraestructuras de recarga

Llegado a este apartado, una vez definidos los diferentes modos de recarga, los esquemas de instalación, etc. Voy a realizar el desarrollo de las infraestructuras en función de las diversas demandas y particularidades sectoriales. Hay diversos métodos para tener el vehículo eléctrico a punto en pocos minutos.

Carga rápida en corriente continua y carga rápida en corriente alterna y finalmente reemplazo de la batería. Así como los sistemas de carga inductiva por pantógrafo como el ejemplo visto para el autobús en el apartado (2.3.2.2).

Hay varios tipos de recarga: mediante intercambio de baterías, alimentando el vehículo eléctrico mediante un poste de recarga, electrolineras, fotolineras, ferrolineras. La potencia de la recarga influye directamente en el tiempo de recarga. Si bien la velocidad máxima de carga depende en última instancia de cada modelo

de vehículo de forma sencilla y simplificada voy a establecer una relación aproximada entre potencia y tiempo de recarga.

Así pues se puede clasificar según la potencia en cuatro velocidades diferentes:

-3,6 kW. Carga lenta. Tiempo de recarga aproximado sobre las 10 h

-7,2 kW. Carga semi-rápida. Tiempo de recarga aproximado sobre las 6 h

-22 kW. Carga rápida. Tiempo aproximado de recarga sobre 1h:30min

-50 kW. Carga ultra-rápida. Tiempo de recarga aproximado sobre los 20 min

Antes de comenzar a explicar las diferentes estaciones de recarga, considero importante diferenciar entre infraestructura pública e infraestructura propia.

3.12.1. Infraestructura pública

Actualmente los diferentes municipios y ciudades se encuentran instalando puntos de recarga en centros urbanos, lugares en los que el acceso es fácil, centros comerciales, aparcamientos públicos etc.

Estas infraestructuras ya las están controlando los gestores de cargas. Las infraestructuras de uso público tienen la gran ventaja de que podemos disponer de un lugar donde recargar nuestros vehículos eléctricos durante el tiempo que el vehículo esta fuera de su lugar de origen como puede ser la vivienda del usuario o el parking de la flota de vehículos de la empresa por ejemplo.

Algunos de los inconvenientes que pueden presentar estas infraestructuras es que por ejemplo un usuario que tiene un vehículo grande no pueda estacionarlo para recargarlo, ya que normalmente estas infraestructuras de uso público suelen estar preparadas para vehículos más pequeños como motocicletas o turismos.

3.12.2. Infraestructura propia

La recarga de plantas con un número elevado de vehículos eléctricos supone un reto, ya que los equipamientos y las prestaciones, desde un punto de vista técnico representan instalaciones de una cierta complejidad, al considerar la simultaneidad en la recarga de un gran número de vehículos, a la vez que debe optimizarse la potencia y energía tanto de la recarga como de la propia planta.

En función del número de VE y de sus características técnicas debe realizarse el diseño y proyecto de los equipos de recarga. Ejecutando de manera correcta la previsión de potencia y diseñando y realizando la puesta en marcha de los elementos de protección y medida, sistemas de comunicación, equipos y software previstos para su gestión.

En función del avance que ha surgido ya, se ha cogido una determinada experiencia en proyectos realizados para la gestión de 10 a 70 unidades de vehículos eléctricos en los que se considera que deben contemplarse los siguientes aspectos:

- Seguridad del personal, de los vehículos y de las instalaciones
- Fiabilidad y simplicidad de operación
- Versatilidad (o capacidad de adecuarse a diversos entornos y exigencias)
- Control de la potencia disponible
- Gestión integral de la energía
- Control y seguimiento operativo
- Optimización de costes

También el sistema elegido de gestión debe ser capaz de almacenar, comunicar, y proporcionar toda la información necesaria como (documentación técnica, bases de datos, informes, hojas de incidencias...), para los distintos usuarios.

Haciendo referencia a la operatividad del sistema, hay que tener en cuenta que en la entrada del aparcamiento tiene que haber instalado un monitor donde se indiquen las plazas libres y ocupadas para la recarga de vehículos eléctricos, los vehículos conectados, los vehículos cargados y los vehículos que están fuera de servicio.

Toda la información se tiene que guardar en un SCADA destinado a la gestión de energía, donde se puede consultar cualquier dato a tiempo real, o los históricos teniendo el sistema la capacidad de generar alarmas en el caso de que exista algún tipo de incidencia.

Una vez que se ha estacionado el vehículo en la plaza seleccionada y efectuada la conexión, debe realizarse la petición de recarga. A partir de ese momento, el sistema identifica el vehículo conectado y analiza si existe la potencia disponible para proceder a la recarga. En el caso de que se encuentren mas vehículos consumiendo toda la potencia disponible, se almacena la petición de carga informando que el equipo está en stand by a la espera de disponer de potencia eléctrica.

Otra prestación avanzada, una vez adquirida la experiencia en los ciclos de carga y descarga, es la relativa a ofrecer estrategias de recarga atendiendo a los diversos costes de la energía.

Otra de las cosas importantes que se han observado ya en este tipo de instalaciones, es que los vehículos eléctricos tienen dispositivos electrónicos que tienen un comportamiento no lineal, entonces se ha visto que la recarga simultánea de Vehículos eléctricos puede generar una importante distorsión armónica (principalmente del tercer armónico en los sistemas monofásicos y del quinto armónico en los trifásicos), así como generarse corrientes de neutro que pueden resultar peligrosas. Para eliminar estas perturbaciones se diseñan filtros activos, que se sitúan en la entrada de la red, para evitar problemas. Se constata también la

necesidad de instalar un analizador de redes que permita efectuar un seguimiento de la instalación y un mantenimiento preventivo que permita anticiparse a los problemas que puedan surgir.

Otra práctica que aconsejan los expertos es la de dotar de comunicaciones, a todos los equipos de control, medida y protección, de manera que se pueda alimentar al SCADA diseñado para efectuar una gestión inteligente de la energía, donde se centraliza toda la información y se deciden las estrategias de gestión energética, tanto de la recarga de VE, como del conjunto de instalaciones y del propio edificio. Los sistemas actuales al tratarse de sistemas abiertos y modulables permiten un gran potencial para futuras estrategias y ampliaciones. [\[27\]](#)

3.12.3. Estaciones de recarga estándar

Las estaciones de recarga mediante postes son aquellas en las que el usuario puede realizar la recarga de las baterías de forma directa. Este tipo de instalaciones tiene la ventaja de que se ha llegado a encontrar conectores estándar para la recarga de los vehículos eléctricos, como son el SAE J1772 y el IEC 62196.

Como inconvenientes presentan una elevada variación en el consumo, lo que puede revertir en problemas para la red eléctrica. Analizado desde el punto de vista del usuario, el tiempo de recarga es elevado, por lo que se pueden producir largos períodos de espera. Este problema es debido a que las baterías no soportan potencias de recarga muy elevadas. [\[2\]](#)

3.12.4. Estaciones de recarga mediante cambio de batería

Las estaciones de recambio de batería presentan como inconveniente principal la necesidad de una estandarización en la forma de la batería, y el coste elevado de la infraestructura y sistema donde se realizaría el intercambio. Realmente tesla ha puesto en marcha en Estados Unidos algunas infraestructuras de este tipo, y la compañía Better Place apostó por este método de carga pero parece ser que no ha tenido mucho éxito.

Respecto al sistema eléctrico, estas instalaciones tienen una gran ventaja al poder realizar la gestión de la energía eléctrica mediante un supervisor propio, pues posee una gran cantidad de baterías.

Se aportaría energía al sistema cuando el precio de la electricidad sea suficientemente bajo como para generar beneficios. Su desarrollo está firmemente ligado al de las redes inteligentes y los sistemas de gestión activa de la demanda (gestores de carga).

3.12.5. Electrolinera

Es una estación de recarga eléctrica que suministra electricidad para la recarga de las baterías de los vehículos eléctricos, con tiempos de recarga desde seis horas hasta unos pocos minutos. Esta energía eléctrica procede del sistema de alimentación conectado a la red de distribución de energía. Puede considerarse como una estación de servicio, en la que las tarifas de recarga son determinadas por los gobiernos. El término proviene de la unión de electricidad y gasolinera, este último más conocido por utilizarse para referirse a la gasolina y gasoil, combustibles tradicionales de los vehículos de combustión interna.

Por ejemplo en Segovia ya hay una empresa que ha puesto en marcha una electrolinera que puede cargar hasta 20 vehículos de forma simultánea. [\[15\]](#)

A continuación muestro un dibujo en planta de lo que puede ser una electrolinera.

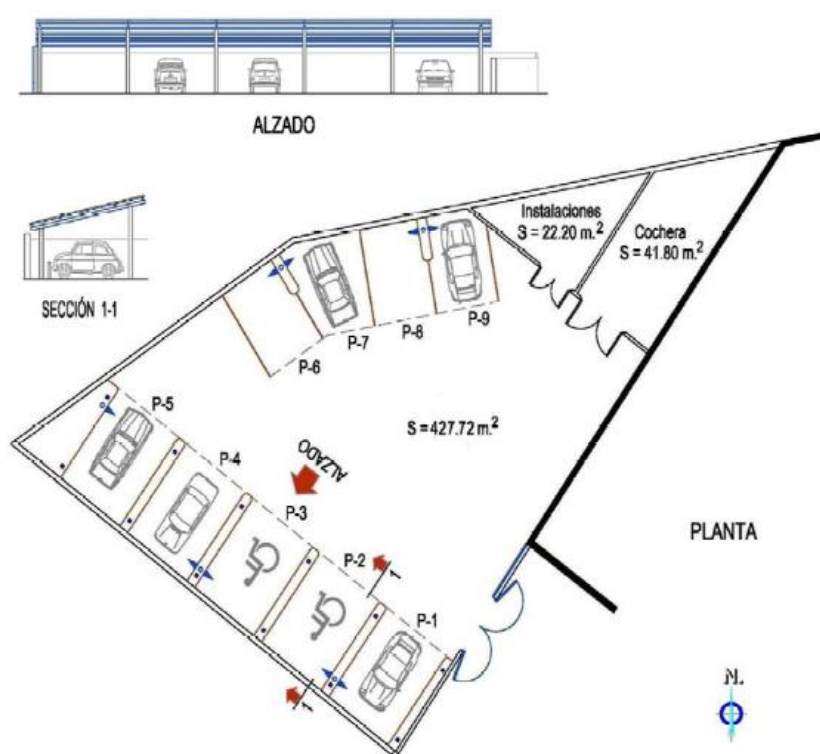


Figura 21: Distribución de puntos de recarga en una electrolinera

3.12.6. Fotolinera

Es una estación de recarga eléctrica que está alimentada con energía solar, lo que la convierte en un sistema sostenible con el entorno. Puede almacenar energía eléctrica con los sistemas adecuados, y si no hay vehículos utilizando los puntos de recarga, la energía obtenida puede emplearse en edificios cercanos, mejorando la eficiencia energética del conjunto. Este diseño permite minimizar los picos de

consumo de la red eléctrica y la recarga de varios vehículos de forma simultánea en horas diurnas.

Un ejemplo de fotolinera se puede encontrar en el área metropolitana de Barcelona

[\[16\]](#).

3.12.7. Ferrolinera

Se trata de una estación de recarga eléctrica para las baterías de vehículos eléctricos que aprovecha la energía solar fotovoltaica de los paneles instalados en las marquesinas de los aparcamientos para vehículos, la recuperada en la tracción y el frenado de los trenes, y la procedente de las subestaciones eléctricas que alimentan a la catenaria. Incluye también un sistema de almacenamiento de energía eléctrica para su distribución a los postes de suministro.

Adif tiene puesto en marcha un proyecto denominado “Ferrolinera 3.0” [\[17\]](#)

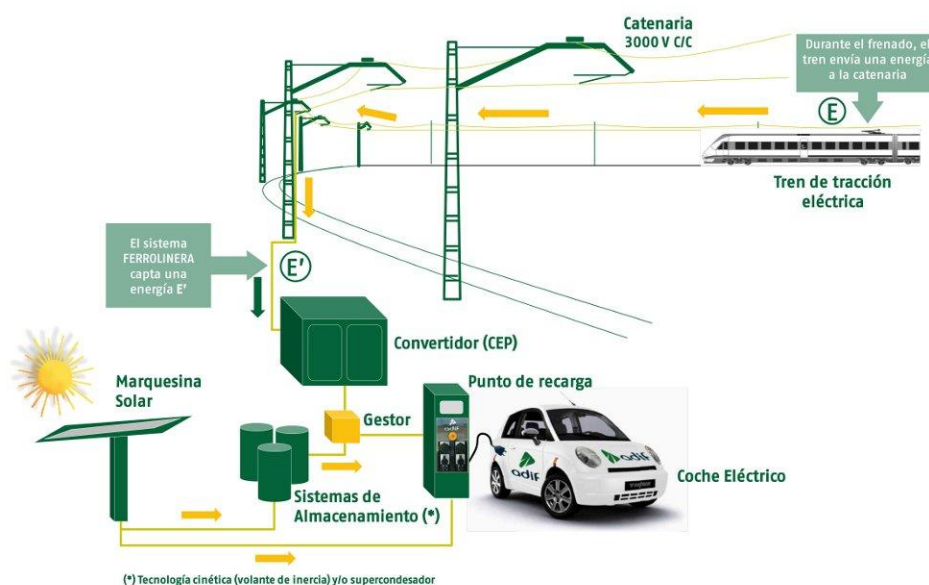


Figura 22: Instalación de ferrolinera

3.12.8. Otros modos de recarga en estudio

La empresa Alemana Ubitricity ha puesto en marcha en Reino Unido la iniciativa de convertir farolas del alumbrado público en puntos donde recargar las baterías de los coches eléctricos.

3.13. Arquitectura y comunicaciones del sistema de recarga

Cuando hablamos de un sistema de recarga el objetivo principal de este es cargar las baterías del vehículo. Pero este proceso de carga tiene que ser controlado para no perjudicar al sistema eléctrico.

Por ello la infraestructura de recarga tiene que tener una gestión inteligente de la demanda.

A continuación muestro una figura en la que se ve de manera esquemática los flujos energéticos que tienen que ser gestionados entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga, para el caso de un poste individual y para una agrupación de postes.

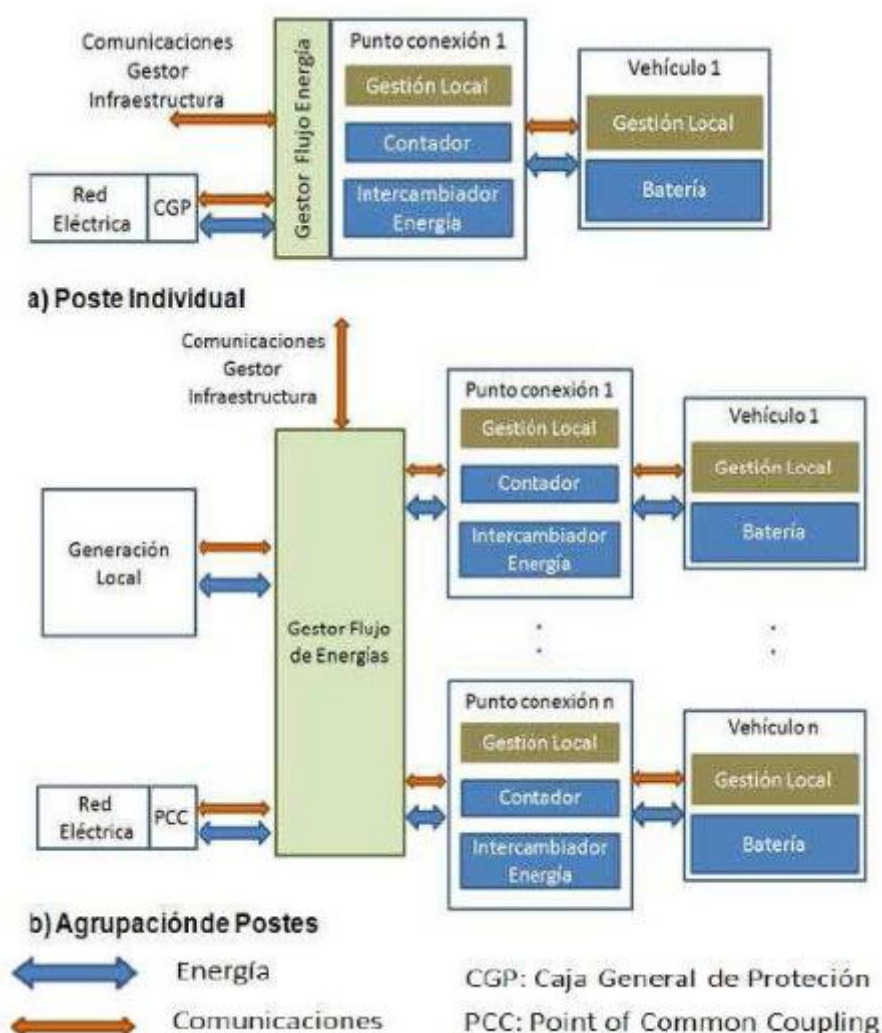


Figura 23: Diagrama de bloques de la arquitectura de recarga

Algunas de las características que tiene que poseer un sistema de recarga para que la gestión de la demanda sea eficiente son las siguientes:

- Capacidad de gestión energética de numerosos puntos de recarga
- Flexibilidad: para poder incorporar en el futuro funcionalidades que no están disponibles en estas primeras etapas.
- Seguridad: para dotar de fiabilidad al sistema.
- Robustez: para seguir funcionando de manera eficaz a pesar de la aparición de interferencias externas.
- Estandarización de los componentes críticos del sistema de recarga.
- Interoperabilidad: para permitir una libertad de recarga a lo largo de todo un territorio, aunque haya varios sistemas de recarga en el territorio.

Estas funcionalidades independientes se pueden dividir en tres partes independientes, y agrupándolas conjuntamente se puede conseguir una gestión eficiente de la recarga. Estas tres partes que vengo comentando son: el punto de recarga (PR), el gestor local (GL) y el centro de gestión (CG).

Punto de recarga (PR)

El punto de recarga es la frontera física entre la infraestructura de recarga y el vehículo eléctrico. Su función es asegurar tanto la seguridad eléctrica como la seguridad mecánica de la conexión, con el objetivo de proteger al vehículo y al usuario de dicho vehículo. No obstante también debe ser capaz de medir la cantidad de energía que fluye por él, hacia el vehículo o desde el vehículo.

Gestor local (GL)

Este tiene como objetivo gestionar los flujos energéticos que se van a distribuir entre los diferentes puntos de recarga que gestiona. También tiene que ser capaz de configurar una previsión de la demanda de los puntos de recarga que gestiona y de medir la potencia que hay disponible para los vehículos eléctricos que están conectados a dichos puntos.

Centro de Gestión

Su misión es coordinar el correcto funcionamiento de todos los gestores locales. Este tiene que aprobar las diferentes previsiones de carga aportadas por los GL y también tiene que comprobar con los diferentes agentes del sistema eléctrico que la previsión de los GL se puede cumplir.

En la siguiente figura se puede ver una representación de las diferentes partes del sistema de recarga.

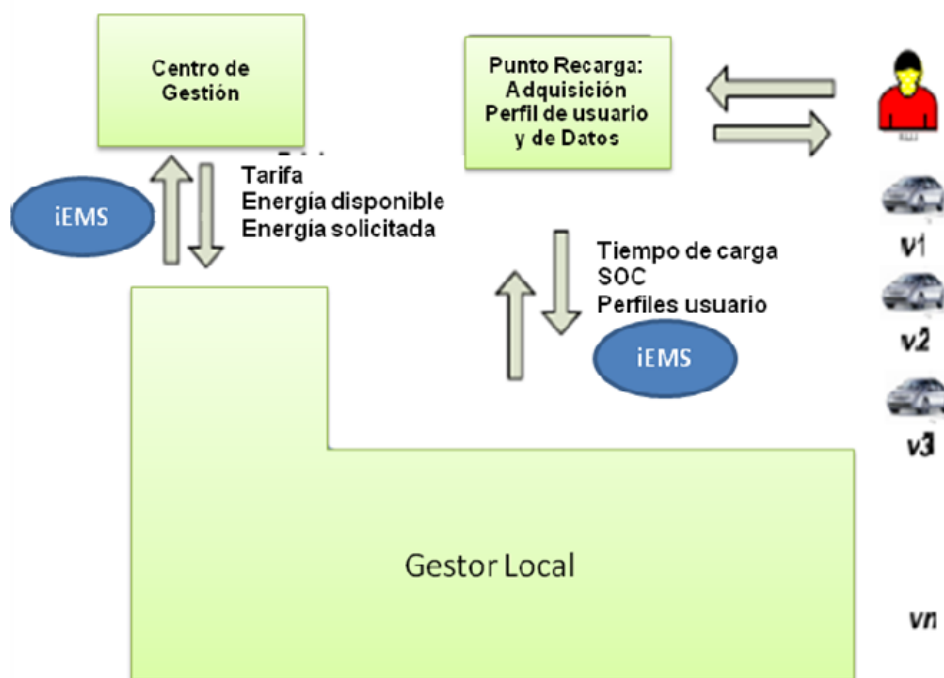


Figura 24: Diagrama de bloques de la arquitectura de recarga

3.13.1. Comunicaciones

3.13.1.1. Las TIC y el VE

Se debe de considerar como importante dentro del ámbito de las infraestructuras de recarga el definir los protocolos de comunicación así como la información que se transmite ya que estos ayudarán tanto a la carga del vehículo como a la correcta gestión de la energía.

El sector de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) tiene un papel importante en la ejecución y desarrollo de proyectos del vehículo eléctrico, así como en la estandarización de sistemas y protocolos de comunicación para la gestión de la carga.

La capacidad del sistema eléctrico de recargar las baterías de los vehículos eléctricos va a depender principalmente de que esta recarga sea controlada correctamente mediante las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones.

3.13.1.2. Estandarización

Como se ha comentado anteriormente la gestión de la recarga de los vehículos eléctricos depende en gran medida de la comunicación que se implemente entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga. Esta comunicación tiene que ser bidireccional ya que el VE podrá proveer de servicios a la red, lo que se denomina

V2G (Vehicle to Grid). No obstante actualmente no se dispone de una estandarización de la comunicación entre VE e infraestructura de recarga.

3.13.1.3. Comunicación entre VE, infraestructura de recarga y gestión de la demanda

Haciendo referencia al proceso de carga del vehículo eléctrico y a las comunicaciones necesarias que se producen en el sistema se pueden diferenciar tres etapas diferentes. Las comunicaciones que se producen antes de la recarga, durante y después.

Comunicaciones antes de la recarga

Durante esta etapa se procede a la identificación del vehículo, usuario y de las notificaciones que puedan surgir por alguna incidencia que se produzca.

Para prestar el servicio de recarga el usuario tiene que facilitar una serie de datos (Perfil de usuario) para la autenticación en una base de datos normalizada. El vehículo tiene que comunicar sus características técnicas y su estado de carga.

Para poder realizar la recarga tienen que existir dos flujos de datos que vengan del VE y del usuario.

❖ El VE

- ✓ Energía máxima en KWh a recargar
- ✓ Tolerancia de recarga
- ✓ Potencia máxima de la batería

❖ El usuario

El usuario tiene que comunicar el perfil de recarga que desea. Pueden existir varios perfiles, como los siguientes.

- ✓ Recarga llena en un corto periodo de tiempo
- ✓ Recarga llena pero en un largo período de tiempo
- ✓ Recarga máxima en un tiempo determinado pero con el menor coste posible

Con la introducción de todos estos parámetros la infraestructura de recarga tiene que analizar la capacidad para prestar el servicio. Por ello se tiene que iniciar un proceso de comunicación con los agentes del sistema eléctrico, con el objetivo de obtener la confirmación de energía disponible, capacidad de distribución y tarificación.

Este proceso es de vital importancia para que la infraestructura de recarga evalúe la posibilidad de recarga en función de los criterios deseados tanto por el usuario como por el vehículo eléctrico, teniendo en cuenta el estado del sistema eléctrico, para asegurar de este modo la estabilidad del mismo. Mediante la gestión de la demanda

que tiene que realizar la infraestructura de recarga se tienen que conseguir unas curvas de consumo planas (llenado de valles, desplazamiento y distribución de picos de demanda) .

Se disponen de unas herramientas para realizar esta gestión que consisten en la elaboración de informes estadísticos de consumos locales reales agregados, y la realización de previsiones de consumo locales para intervalos de tiempo comprendidos entre 24h y 48 h. Uno de los datos importantes a la hora de gestionar la recarga es el tiempo que estos vehículos van a estar conectados a la infraestructura de recarga.

Comunicaciones durante el proceso de recarga eléctrica

En esta etapa se produce la activación del Punto de Recarga por parte del Gestor Local y se inicia el flujo de energía. Durante este proceso el flujo de comunicaciones es distinto si la recarga es en AC o en DC. El PR será el que finalice la recarga. El Punto de Recarga tiene que registrar la hora de inicio y fin de la recarga, así como medir la cantidad de energía transferida al VE.

Comunicaciones durante el proceso de desconexión

Durante esta etapa se procede a parar la recarga y a desconectar el Punto de recarga. El gestor local recoge los datos que el Punto de Recarga ha almacenado o gestionado. Para calcular el coste del servicio. Todos estos datos se envían al usuario y al Centro de Gestión para la facturación, que se almacenará en la base de datos. Finalmente el punto Recarga desconecta eléctricamente el VE y cierra el canal de datos. [\[32\]](#)

3.14. Localización de los puntos de recarga

En este apartado quiero mostrar que es posible realizar la movilidad eléctrica por el territorio nacional ya que disponemos de bastantes puntos de recarga repartidos por toda la península. Han surgido ya aplicaciones móviles para usuarios de vehículos eléctricos en las que se muestra los diferentes puntos de recarga que tenemos instalados en toda la península. A continuación muestro un mapa donde se pueden observar a simple vista los puntos de recarga.



3.15. Autonomía (Tecnologías de las baterías)

Esta almacena la energía eléctrica mediante elementos electroquímicos, un proceso con muy pocas pérdidas que permite un rendimiento próximo al 100%.

A continuación voy a realizar una clasificación de los diferentes modelos. Las baterías son dispositivos preparados para vaciar su energía o cargarla de energía en cualquier momento, soportan un número finito de ciclos de carga y descarga completos, llamado ciclo de vida.

La explicación química es que la batería aprovecha la energía que se desprende de reacciones de oxidación-reducción para producir una corriente eléctrica. Esto sería fundamentalmente el proceso de descarga, siendo a la inversa, mediante el uso de

una corriente eléctrica para producir un cambio químico, el proceso de carga. La reacción de oxidación- reducción, conocida como “redox”, es un proceso donde uno de los componentes de la batería pierde electrones y el otro los gana, uno se oxida y otro se reduce respectivamente. Una batería está formada por dos electrodos llamados ánodo y cátodo, sumergidos en un electrolito.

El primero de ellos se oxidará, mientras que el segundo ganará electrones, reduciéndose. Esto ocurre en el proceso de descarga, y es debido a que la electricidad tiene signo opuesto al flujo de electrones, por lo que esta irá desde el polo positivo (cátodo) hasta el negativo (ánodo).

En el proceso de carga ánodo y cátodo se invierten para que el primero vuelva a ganar los electrones perdidos durante la conducción.

Una vez explicado el funcionamiento antes de comenzar quiero exponer los parámetros a tener en cuenta en una batería destinada al vehículo eléctrico.

-Densidad energética: Expresada en Wh/kg. Es la energía que puede suministrar la batería por cada Kg. Cuanto mayor sea más autonomía tendrá el vehículo o menor será el peso de este.

-Potencia: Expresada en W/kg. Es la capacidad de proporcionar potencia (amperaje máximo) en el proceso de descarga. A más potencia mejores prestaciones para el vehículo eléctrico.

-Eficiencia: Es el rendimiento de la batería, la energía que realmente aprovecha. Medido en %.

-Coste: Es la mayor influencia en el precio total del vehículo.

-Ciclo de vida: Ciclos completos de carga y descarga que soporta la batería antes de ser sustituida. Cuantos más ciclos mejor, ya que será más duradera.

3.15.1. Baterías Plomo-Ácido

Las baterías de plomo-ácido (Pb-PbO_2) son las baterías secundarias de uso más común. Se caracterizan por su bajo coste, por ser muy seguras, y por tener unas características funcionales bastante favorables para la actividad del vehículo.

Suelen fabricarse en diferentes tamaños, cuya capacidad varía desde menos de 1Ah hasta varios millares. Su uso puede variar desde pequeñas baterías en cajas de plástico hasta aquellas empleadas para la propulsión de vehículos.

Si se analiza su composición, se tiene que la batería de plomo-ácido utiliza para el electrodo negativo plomo esponjoso altamente reactivo. Emplea, además, el dióxido de plomo como material activo positivo y una solución de ácido sulfúrico como electrolito. El diseño más habitual para este tipo de baterías será mediante placas paralelas. En las baterías convencionales de plomo-ácido se utilizan mallas de

antimonio-plomo. Se necesita esa aleación tanto para tener en la estructura una rigidez suficiente como para que se pueda sujetar. Se puede ver un esquema del interior de una batería de plomo ácido en la siguiente figura.

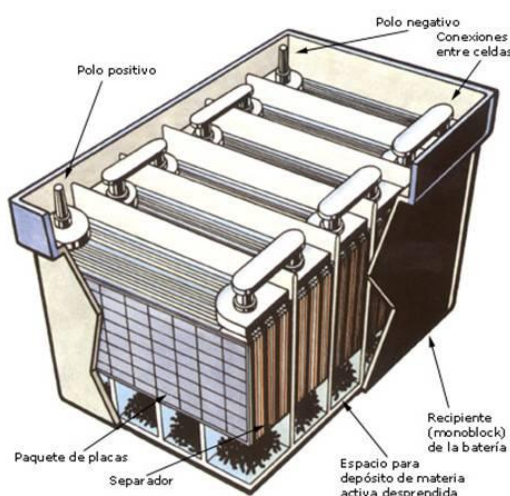


Figura 26: Elementos de una batería de Plomo-Ácido

Las baterías de plomo-ácido deben diseñarse para reducir la posibilidad de cortocircuitos internos, conectores internos incluidos, y deben ser ligeras y resistentes a los choques. Su tensión nominal ronda los 2 V y la tensión final suele ser de unos 1,75 V, aunque puede bajar hasta 1V para consumos extraordinariamente altos, como la puesta en marcha del automóvil.

La vida en servicio de una batería típica de estas características varía según los regímenes de descarga y temperaturas. Por ejemplo, una batería de 100 Ah dará 20 h de servicio cuando se descargue a 5 A a 25°C.

La mayor capacidad suele obtenerse de servicio con menores descargas y temperaturas elevadas. Las baterías de automoción se hacen generalmente con placas finas: éstas tienen una gran superficie y pueden utilizar electrolitos con una mayor concentración. [2]

3.15.2. Baterías de Níquel-Cadmio

Las baterías de Níquel-Cadmio son baterías alcalinas secundarias con un gran asentamiento en el mercado. Tienen una elevada capacidad de potencia, una larga vida durante funcionamientos cíclicos, dan buenos resultados a bajas temperaturas, son muy sólidas y muy seguras. Se fabrican en un número elevado de diferentes tamaño, que varían desde los 0,02 Ah hasta los 1000 Ah.

Sirven tanto como baterías herméticas de botón como para baterías con ventilación para servicio de reserva y emergencia. Su tensión nominal suele rondar los 1,2 V.

Los materiales activos de estas baterías son: óxido de níquel trivalente para el electrodo positivo y cadmio para el electrodo negativo. El electrolito alcalino es una

solución de hidróxido de potasio. Es el más empleado tras el plomo, y es más resistente que éste a las descargas excesivas y más apto para producir descargas rápidas. Sin embargo, resulta varias veces más caro, lo que influye en la decisión de tomarla como referencia final de instalación para el vehículo. [\[2\]](#)

3.15.3. Baterías Níquel-hidruro de metal

Las baterías de Níquel-Hidruro presentan en su electrodo positivo hidróxido de níquel y en el negativo alguna aleación metálica con el hidrógeno adsorbido. El electrolito resultante es de hidróxido de potasio.

Durante la descarga se producen electrones. Los protones se combinan con los OH^- del electrolito para formar agua. La tensión nominal es de 1,2 V, que se mantiene durante la descarga y cae rápidamente al final de ésta. Admite cargas más rápidas y tiene menor efecto memoria que las baterías de Níquel-Cadmio.

Este tipo de baterías tienen una autodescarga relativamente alta, aunque pueden guardarse descargadas. [\[2\]](#)

3.15.4. Baterías de Litio Ion

Las baterías de Litio son las de evolución más reciente y presentan un gran número de ventajas frente a otras baterías de su mismo ámbito.

El litio es un material atractivo para ánodos por su reactividad, poco peso y alta tensión. Las tensiones de la pila varían entre 2 y 3,6 V según el material del cátodo.

Entre sus ventajas principales se pueden citar su alta densidad de energía, su alta densidad de potencia, su descarga plana, su buen servicio para una amplia gama de temperaturas, o su gran duración en almacenamiento. Debe prestarse especial atención a su diseño, ya que contienen materiales inflamables y tóxicos. También tienen una distribución de peso baja, lo que favorece su uso en vehículos híbridos. [\[2\]](#)

3.15.5. Baterías de níquel-hierro

Desarrolladas por Edison, estas baterías llamadas de “ferroníquel” no son montadas en la actualidad en los vehículos ya que tienen una escasa potencia y eficiencia. Su densidad energética es similar a las de plomo-acido. [\[18\]](#)

3.15.6. Baterías LiFePO_4

Este tipo de batería es parecida a la de Ion-Litio, con la diferencia de que no usa el cobalto, por lo que tiene una mayor estabilidad y seguridad de uso. Otras ventajas son un ciclo de vida más largo y una mayor potencia. Como inconvenientes a destacar su menor densidad energética y su alto coste. [\[18\]](#)

3.15.7. Baterías Polímero de litio

Otra variación de las Ion-litio que cuenta con algunas mejoras como una densidad energética mayor y una potencia más elevada. Son ligeras, eficientes y no tienen efecto memoria. En cambio, su alto coste y bajo ciclo de vida hacen de estas baterías, con aspecto “blando” debido a sus componentes litio y polímero, una opción no muy extendida en la actualidad. [\[18\]](#)

3.15.8. Batería Zebra

Estas baterías, también llamadas de sal fundida, trabajan a 250°C y tienen como electrolito cloroaluminato de sodio triturado. Es una batería compleja, de mayor contenido químico, pero que consigue unas características de energía y potencia interesantes. En desuso, el electrolito se solidifica, por lo que necesita un tiempo de fundición que puede llegar a ser de dos días para que alcance la temperatura optima y ofrezca plenamente su carga. Tienen el mejor ciclo de vida de todas la baterías, pero requieren ocupar mucho espacio y su potencia es baja. [\[18\]](#)

3.15.9. Batería de Aluminio-Aire

Consideradas “pilas de combustible” por la necesidad de sustituir los electrodos de metal gastados por unos nuevos. Con una capacidad de almacenamiento de hasta diez veces más que las de tipo Ion-litio y una densidad energética fuera del alcance del resto, este tipo de batería no ha tenido una nueva aceptación comercial debido a sus problemas de recarga y de fiabilidad. Se encuentran en fase experimental. [\[18\]](#)

3.15.10. Batería Zinc-Aire

Desarrolladas por una compañía suiza, y en fase experimental, pero más avanzada que las de Aluminio-Aire, estas baterías necesitan obtener el oxígeno de la atmosfera para generar una corriente. Tienen un alto potencial energético, fiabilidad y son capaces de almacenar el triple de energía que las de Ion-litio en el mismo volumen y con la mitad del coste. Según algunos expertos el Zinc se posiciona como el combustible eléctrico del futuro. [\[18\]](#)

3.15.11. Progreso de las baterías y autonomía

A partir del año 2016 es cuando se han producido los cambios importantes en las baterías. Y en la autonomía de los vehículos eléctricos.

En el 2016 salieron varios modelos de vehículos eléctricos con unas baterías que tienen intervalos de capacidad entre 28 kWh y 33 kWh. Una autonomía que ronda los 300 km.

En el presente año 2017 ya han salido diferentes modelos que están rondando 375 km de autonomía, para finales de este año y comienzos del 2018 se espera que salgan nuevos vehículos que estén en torno a los 400 ó 450 km de autonomía. [\[19\]](#)

3.15.12. Tecnologías de baterías para vehículos eléctricos que se encuentran en desarrollo

A pesar de que las baterías de iones de litio con níquel y cobalto todavía tienen varios años de recorrido llegarán cambios, no se sabe a ciencia cierta cuándo se producirán pero unos hablan del año 2030 y otros de 2023, el caso es que tarde o temprano irán llegando cambios. Digo esto porque ya se está investigando y experimentando en los laboratorios los siguientes tipos de baterías.

3.15.12.1. Batería de litio y azufre

Un nuevo tipo de batería que se está estudiando es una batería de **litio y azufre**, está sigue empleando electrólito líquido, y su energía específica podría superar los 350 Wh/kg. El problema que presentan es que tienen que utilizar grafeno, una estructura de carbono que todavía es complicada de producir a gran escala y bajo coste. [\[29\]](#)

3.15.12.2. Batería de litio metal

Es otra evolución de las baterías de litio que consistiría en pasar de los iones de litio al **litio metal**, protegido contra la corrosión. Así se podría hasta triplicar la capacidad de las baterías de litio básicas, aunque se tiene que depender también del grafeno. Podríamos hablar de una densidad energética de hasta 700Wh/l y una energía específica de 400Wh/kg [\[29\]](#)

3.15.12.3. Baterías de estado sólido

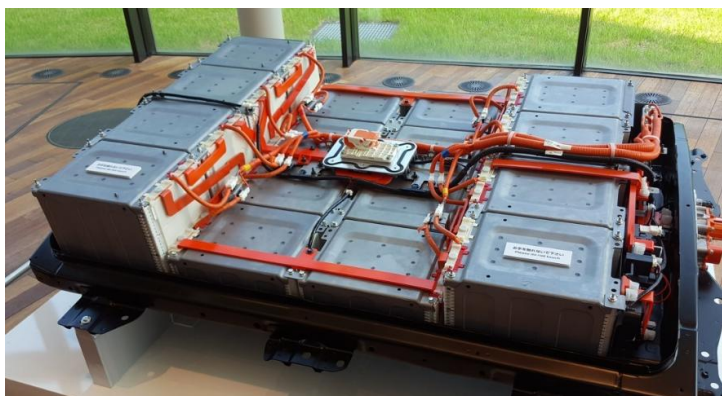


Figura 27: Batería de estado sólido

En estas baterías la clave fundamental es que en lugar de un electrólito líquido entre el cátodo y el ánodo, se emplea un electrólito sólido (y ya no hay problema de corrosión ni tampoco se necesitan separadores). Esta batería podría tener muchas ventajas. Se podría duplicar la densidad energética de una batería de iones de litio actual (aproximadamente 1200 Wh/l), no se calienta tanto, el riesgo de incendio es casi cero, se recarga más rápido (teóricamente 6 veces más rápido) y su vida útil es mayor. Esto supondría coches eléctricos de tamaño medio y precio más o menos asequible con más de **650 km de autonomía real**. [\[29\]](#)

3.15.12.4. Baterías de estado sólido con un electrólito cristalizado y sodio metal

Esta batería sería más barata y tendría una mayor capacidad. Se podrían alcanzar los 650 Wh/kg de energía específica. Esto cambiaría el material base de la batería, ya no sería litio y se evitarían así problemas de suministro. [\[29\]](#)

3.15.12.5. Baterías de celdas Metal-aire

Esta es otra de las tecnologías sobre las que se está investigando, el par electroquímico que forma un ánodo metálico altamente reactivo y un cátodo de aire, da como resultado una batería con una muy alta energía específica y gran densidad energética.

El esquema general de las baterías de Metal-aire ofrece una diferencia fundamental respecto a las diferentes tecnologías de baterías convencionales, son sistemas abiertos. Es decir tienen contacto directo con el aire.

Estas baterías constan de tres partes principales: ánodo metálico, electrolito y cátodo de aire. En el cátodo de aire tiene unos poros que permiten el paso del aire al interior de la batería, de manera que el oxígeno que está presente en el aire pueda intervenir en las reacciones de oxidación-reducción.

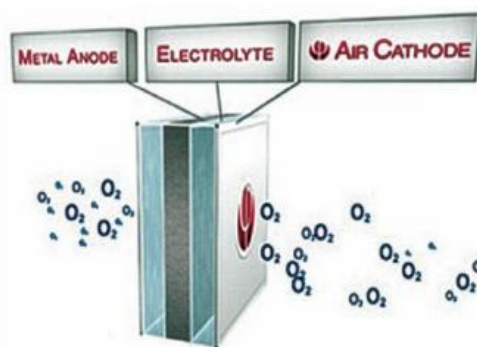


Figura 28: Representación gráfica del mecanismo de reacción en una batería Metal-aire

Las baterías que componen esta familia Metal-aire, son las de Litio-aire, Cinc-aire, Magnesio-aire, y Aluminio-aire, son prometedoras para las futuras generaciones de vehículos eléctricos ya que utilizan el aire como uno de los principales reactivos de la batería, reduciendo el peso de la misma y liberando más espacio dedicado al almacenamiento de energía. De todas las baterías que componen la familia Metal-aire, la batería de Litio-aire muestra la mayor densidad de energía teórica. Mucho mayor incluso que otras baterías, como se puede ver en la siguiente figura.

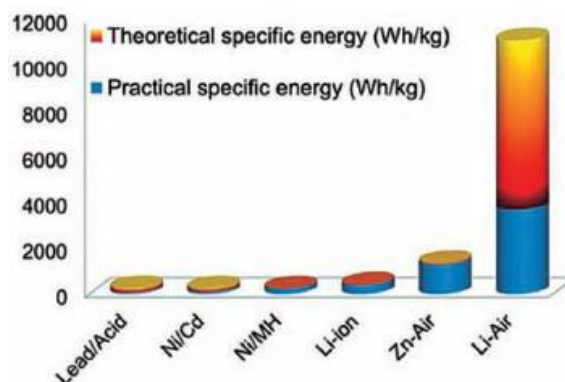


Figura 29: Valores de energía específica para diferentes tecnologías electroquímicas de baterías

Esto supone un gran aumento de la autonomía del coche. Diversos estudios que se han realizado dicen que para la perfecta integración del vehículo eléctrico en el mercado deberían de tener a partir de 400 km de autonomía que es más del doble de las autonomías que presentan los vehículos eléctricos actuales. Como se ve en el siguiente dibujo la tecnología Litio-aire podría cubrir ese requerimiento.

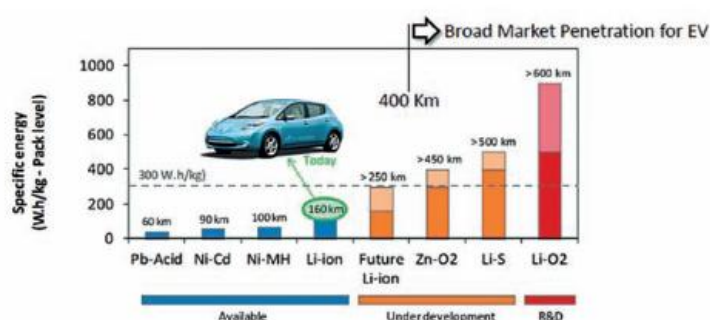


Figura 30: Las tecnologías de baterías frente al vehículo eléctrico

Para finalizar he de decir que el principal inconveniente que presentan estas baterías es la recarga eléctrica, las baterías de Metal-aire que existen en este momento son primarias, es decir de una sola descarga. [\[28\]](#)

3.15.12.6. Baterías sodio beta

Las baterías recargables de alta temperatura que utilizan Sodio metálico ofrecen atractivas soluciones para muchas aplicaciones de almacenamiento de energía de gran escala y vehículos eléctricos.

La designación sodio beta se debe a que el material activo en el electrodo negativo es Sodio líquido y las funciones de electrolito las realiza la cerámica beta-alúmina.

3.15.12.7. Baterías de electrolito repostable o de flujo

Estas baterías están pensadas para que en vez de recargarlas con energía eléctrica, se vacían y se rellenan dos depósitos con un electrolito cargado, uno positivo y otro negativo que luego interactúan a través de una membrana porosa, generándose la corriente eléctrica. Este tipo de batería puede llegar a ofrecer autonomías de hasta 1000 Km.

El principal problema que presenta este sistema es que se necesita de la existencia de una infraestructura de repostaje de los electrolitos (que no hay que vaciar en este caso), y que el coche en sí tendría que llevar dos depósitos, lo que supondría añadir bastante peso. Llenar el depósito costaría casi 32 € pudiendo recorrer entre 800 y 1000 Km [\[29\]](#)

3.16. Otros sistemas de almacenamiento

Para otro tipo de vehículos eléctricos en vez de utilizar baterías para proporcionarle energía se emplearán otros sistemas de almacenamiento como: **almacenamiento de aire comprimido**, **almacenamiento cinético**, **almacenamiento en súper condensadores** y **almacenamiento hidroeléctrico**. Un autobús urbano es un ejemplo de vehículo que puede utilizar por ejemplo supercondensadores para proceder a una recarga rápida en su parada como es el caso de un proyecto que hay puesto en marcha en Ginebra.

En este apartado voy a describir este tipo de sistemas mencionados.

3.16.1. Almacenamiento de aire comprimido

Este sistema consiste en comprimir aire a unos 60 o 70 bares de presión en unos depósitos bajo tierra. Cuando se libera el gas el aire activa las turbinas que recuperan la energía.

Para ahorrar costes en esta tecnología se suelen utilizar pozos petrolíferos agotados o excavaciones mineras subterráneas abandonadas. Uno de los inconvenientes es que el gas se tiene que calentar y se producen pérdidas de calor a través de las paredes del recinto, por no ser un sistema adiabático.

La idea básica del sistema es la transferencia de energía producida fuera de horas punta (en las que se consume principalmente la electricidad generada por las centrales de energía nuclear o carbón) a los periodos de demanda, con objeto de reducir el consumo de estas fuentes.

En las horas valle del consumo se utiliza la energía para alimentar el motor que comprime y almacena el aire en los depósitos subterráneos. Durante los periodos de máxima demanda, el proceso se invierte y el aire comprimido se devuelve a la

superficie, que se expande en la turbina de gas y mueve el generador para producir electricidad. [2]

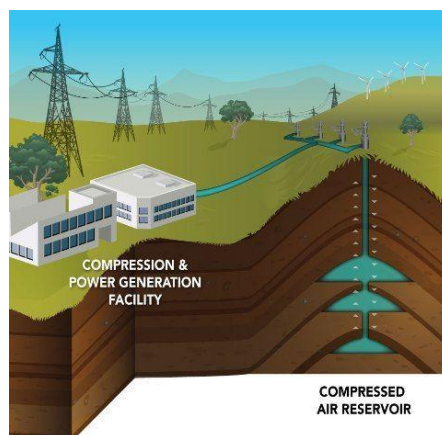


Figura 31: Planta de aire comprimido

3.16.2. Almacenamiento cinético

El funcionamiento de este sistema se basa en hacer girar un volante de inercia a una velocidad muy elevada y la energía sobrante se utiliza para alimentar el motor. Esta energía puede extraerse acoplando un generador. Los sistemas instalados en una cámara sellada al vacío sobre soportes magnéticos podrían llegar a alcanzar el 85% de rendimiento del sistema.

En estos dispositivos, la energía eléctrica se almacena como energía cinética. Un eje central mueve un rotor y un volante de inercia. Según la velocidad de giro, se pueden clasificar en volantes de alta velocidad o baja velocidad.

Los de baja velocidad llegan a las 10000 rpm y pueden proporcionar más de 1500 kW. Los de alta velocidad pueden alcanzar las 80000 rpm y una potencia de 750 kW durante una hora. Los volantes tienen una eficiencia energética de hasta un 90% y una vida útil bastante larga. [2]

3.16.3. Almacenamiento en súper condensadores

Estos dispositivos lo que hacen es almacenar la energía eléctrica en forma de cargas electrostáticas en dispositivos de reducido tamaño. Estos dispositivos son perfectos para el almacenamiento de energía a corto plazo, ya que pueden ser cargados y descargados en muy poco tiempo.

La eficacia de estos sistemas puede alcanzar el 95%, aunque ésta disminuye cuando se aumenta la velocidad de descarga. [2]

La energía específica de los supercondensadores está alrededor de 30 Wh/kg, no es tan alta como con las baterías. Los supercondensadores se emplean en los autobuses eléctricos urbanos que se recargan muy rápidamente en las paradas. Para aumentar la capacidad de estos más aun, se están investigando

supercondensadores de grafeno, que pueden alcanzar por ejemplo los 64 Wh/kg de energía específica.

También existen otro tipo de supercondensadores híbridos o LIC, que también se les denominan baticores. Y estos son una combinación de condensador y batería de ion litio. Estos se han empleado ya en coches de competición híbridos. [\[29\]](#)

3.16.4. Almacenamiento hidroeléctrico

El almacenamiento hidroeléctrico es un sistema bastante maduro en la actualidad. Y consiste en bombear el exceso de energía en las turbinas hacia embalses en las montañas. Tiene una eficiencia de un 80%. Existen dos tipos de centrales de bombeo:

De bombeo puro

En estas se bombea el agua desde un embalse inferior hasta un embalse superior para producir con posterioridad la energía eléctrica.

De bombeo mixto

La energía eléctrica en este caso se puede producir tanto con bombeo como sin él. Ya que si hay excedente de agua, la central funcionará como una central hidroeléctrica, teniendo también la posibilidad de almacenar energía, teniendo también la posibilidad de almacenar energía mediante el bombeo de la presa inferior a la superior.

Algunos de los inconvenientes que presentan son la construcción de las presas y elevado coste de las instalaciones hidráulicas y los correspondientes equipos, o el desarrollo de las redes de transporte y la distribución desde los centros de generación y consumo.

4. NORMATIVA ACTUAL Y VIGENTE SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

4.1. ITC-BT-52 (RD 1053/2014)

4.1.1. Introducción

En este apartado del presente trabajo voy a realizar un resumen de está ITC, no me voy a centrar tanto en los detalles técnicos ya que esto se ha desarrollado en otros apartados del presente trabajo. Pero si que voy a hacer hincapié en el entorno, las modificaciones que han sufrido por ejemplo otras ITC's que se han visto afectadas, así como el ámbito de aplicación. Las definiciones, esquemas de instalación,

previsión de cargas, requisitos generales de instalación y protección de influencias externas; está todo más desarrollado en el apartado 3 del presente trabajo.

4.1.2. Entorno

El RD 1053/2014 recoge los distintos vectores que están impulsando el paulatino desembarco del vehículo eléctrico, y por tanto su infraestructura asociada. Este real decreto se modifica y completa, para establecer las especificaciones técnicas que posibiliten la recarga segura de los vehículos eléctricos en cualquiera de las situaciones que cabe esperar.

Las dotaciones mínimas son las siguientes:

- En aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios de régimen de propiedad horizontal habrá que ejecutar una conducción principal, de modo que se puedan realizar derivaciones hasta las plazas de aparcamiento.
- En aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas, cooperativas o los de oficinas, o depósitos municipales de vehículos, las instalaciones necesarias para suministrar a una estación de recarga por cada 40 plazas.
- Igual que en el apartado anterior para aparcamientos o estacionamientos públicos permanentes.

También habrá que dotar de las instalaciones necesarias a aquellas plazas en la vía pública previstas en los planes movilidad sostenible.

4.1.3. Modificaciones de otras ITC's

Se producen modificaciones en las siguientes ITC's:

- ITC BT 02 Normas UNE
- ITC BT 04 Documentación proyecto vs memoria técnica
- ITC BT 05 Verificaciones-inspecciones
- ITC BT 10 Previsión de cargas y lugares de consumo
- ITC BT 16 Contadores; ubicación y sistema instalación
- ITC BT 25 Viviendas: electrificación elevada. Circuitos

4.1.4. Ámbito de aplicación

Las instalaciones en las que se aplica esta ITC son las siguientes:

- Aparcamientos de viviendas unifamiliares o de una sola propiedad
- Aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios de régimen de propiedad horizontal
- Aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas, cooperativas o de empresa, o los de oficinas, para su propio personal o asociados, lo de

talleres, de concesionarios de automóviles o depósitos municipales de vehículos eléctricos y similares

- Aparcamientos o estacionamientos públicos, gratuitos o de pago, sean de titularidad pública o privada.
- Vías de dominio público destinadas a la circulación de vehículos eléctricos, situadas en zonas urbanas y en áreas de servicio de las carreteras de titularidad del Estado.

Todas ellas con independencia de si su titularidad es individual, colectiva o corresponde a un gestor de cargas.

No es de aplicación a los sistemas de recarga por inducción, ni a las instalaciones para la recarga de baterías que produzcan desprendimiento de gases durante su recarga.

4.2. Norma UNE-EN 61851-24:2015

Esta norma hace referencia al sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Comunicación digital entre una estación de carga en corriente continua para vehículos eléctricos y un vehículo eléctrico, para el control de la carga en corriente continua.

Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la norma IEC 61851, conjuntamente con la norma IEC 61851-23, es de aplicación a la comunicación digital entre una estación de carga de VE en c.c y un vehículo de carretera eléctrico (VE) para el control de la carga en c.c, con una tensión de entrada en c.a o en c.c de hasta 1000 V en c.a y hasta 1500 V en c.c para el procedimiento de carga conductiva.

El modo de carga del VE es modo 4, de acuerdo con la norma IEC 61851-23. Esta norma no cubre la estación de carga alimentada por una fuente de c.a en alta tensión.

Visión de conjunto del control de carga

En la siguiente figura se muestra la comunicación digital del control de carga en c.c cubierta por esta norma. Esta norma no cubre el protocolo de control interno de la estación de carga de VE en c.c ni el del vehículo, tales como el protocolo de control de potencia para el inversor c.a/c.c de la estación de carga de VE en c.c y el control de la gestión de la batería en el vehículo.

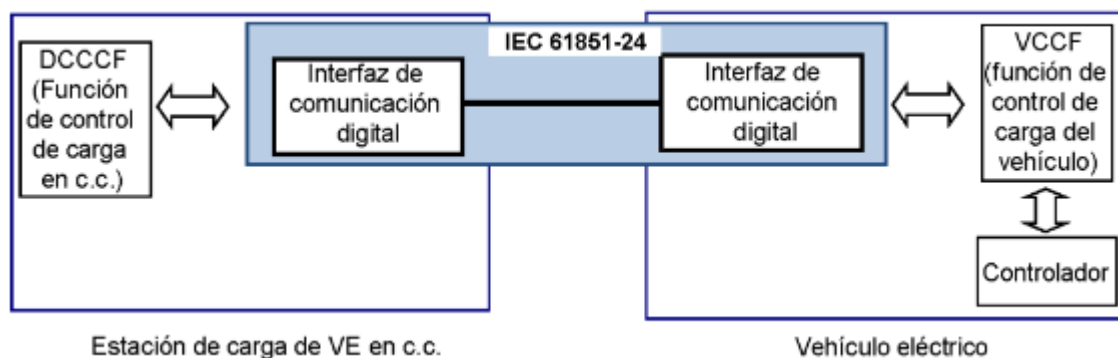


Figura 32: Comunicación digital entre una estación de carga de VE en c.c y un vehículo eléctrico para el control de la carga en c.c

4.3. RD 647/2011

En este real decreto se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética. Entro en vigor en mayo de 2011, pero ha sufrido algunas modificaciones que vienen contempladas en el RD 1074/2015 que está en vigor desde el 27 de noviembre del presente año. A continuación voy a realizar un resumen de los puntos más importantes del RD 647/2011 y luego en otro apartado voy a describir las modificaciones del RD 1074/2015.

Los puntos más relevantes a destacar son los siguientes:

4.3.1. Concepto

El real decreto define la figura de gestor de cargas como sujetos que desarrollan la actividad destinada al suministro de energía eléctrica para la recarga de los vehículos eléctricos, de conformidad con lo previsto en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

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.

El modelo que se va a implantar será uno en el que cualquier entidad puede lograr una autorización administrativa para instalar postes de recarga, comprar energía y revenderla dentro del servicio de recarga de vehículos eléctricos.

4.3.2. Derechos y obligaciones de las empresas gestoras de cargas del sistema

4.3.2.1. Derechos

- Actuar como agentes del mercado
- Acceder a las redes de transporte y distribución en los términos previstos en la normativa
- Facturar y cobrar la energía entregada para servicios de recarga de vehículos eléctricos

4.3.2.2. Obligaciones

- Adquirir la energía necesaria para el desarrollo de sus actividades
- Contratar y abonar el peaje de acceso correspondiente a la empresa distribuidora para cada uno de los puntos de conexión a las redes
- Prestar las garantías que correspondan con el peaje de acceso
- Informar a los clientes acerca de la procedencia de la energía suministrada para la recarga de los vehículos eléctricos
- 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
- Tener un uso racional de la energía
- Tomar las medidas adecuadas de protección del consumidor
- Comunicar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio o al órgano competente la información que se determine sobre peajes de acceso , precios, consumos , facturaciones y condiciones de venta aplicables a los consumidores, así como cualquier actividad que desarrollen dentro del sector eléctrico
- Preservar el carácter confidencial de la información de la que tenga conocimiento en el desempeño de su actividad
- Realizar la comunicación de inicio de actividad
- Contar en cada una de las instalaciones en que se desarrolle la actividad, con instalaciones eléctricas que permitan la recarga energética para vehículos eléctricos y que reúnan las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, habiendo obtenido la autorizaciones necesarias. Deberán contar con los 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

- 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

4.3.3. Comunicación de actividad

La comunicación de inicio de la actividad de gestor de cargas del sistema, especificará el ámbito territorial en que se vaya a desarrollar la actividad se realizará según el siguiente modelo:

COMUNICACIÓN DE INICIO DE ACTIVIDAD

D./D.ª....., mayor de edad, con documento nacional de identidad número en nombre y representación de con NIF domicilio social en y domicilio a efectos de notificaciones en

En plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar, comunica [a la Dirección General de Política Energética y Minas/al órgano competente de la Comunidad Autónoma] el inicio de la actividad de gestor de cargas del sistema eléctrico, que se desarrollará en el ámbito territorial de a cuyos efectos presenta declaración responsable sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos para el ejercicio de la misma.

En a de de.....

Firma.

Figura 33: Modelo de comunicación de inicio de actividad de gestor de cargas del sistema eléctrico

4.3.4. Requisitos necesarios para realizar la actividad de gestor de cargas del sistema

Para desarrollar la actividad de gestor de cargas del sistema las empresas deberán cumplir con los requisitos de capacidad legal, técnica y económica establecidos.

4.3.4.1. Capacidad legal

- Ser sociedades mercantiles inscritas en el registro
- Objeto social que acredite su capacidad para comprar o vender energía eléctrica (sin limitaciones o reservas)
- Acreditar en sus estatutos el cumplimiento de las exigencias de separación de actividades y de cuentas (en caso de que sea agente del sector eléctrico en dos actividades)

4.3.4.2. Capacidad técnica

- Cumplir en cada una de las instalaciones las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias
- Contar con las autorizaciones necesarias
- Tener suscrito un contrato de peaje de acceso con la empresa distribuidora por cada punto de conexión
- Si adquieren energía directamente en el mercado de producción debe cumplir los Procedimientos de Operación Técnica y las Reglas de Funcionamiento y Liquidaciones del mercado de producción

4.3.4.3. Capacidad económica

- Depósito de garantía correspondiente a la contratación del peaje de acceso con la empresa distribuidora
- Si en vez de comprar energía a un comercializador, adquieren energía directamente en el mercado de producción debe cumplir los Procedimientos de Operación Técnica y las Reglas de Funcionamiento y Liquidaciones del mercado de producción y presentarlos ante el Operador del Sistema y el Operador del Mercado

4.3.5. Contrato de los peajes de acceso

- Las condiciones generales de los contratos de acceso que los gestores de carga del sistema deben realizar con la empresa distribuidora para cada uno de los puntos de conexión serán las establecidas en el artículo 4 del RD 1164/2001 por el que se establecen las tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, con la particularidad de que podrá destinarse conjuntamente al acceso de la energía eléctrica para su propio uso y para la reventa de energía eléctrica destinada a los servicios de recarga energética a vehículos eléctricos
- La contratación y abono de los peajes de acceso se realizará por los gestores de cargas del sistema para cada uno de los puntos de conexión a las redes, con independencia de que se trate de una única instalación. Se considerará una instalación aquella en que su titular sea la misma sociedad gestora mercantil, los centros o unidades que constituyan la instalación estén unidos por líneas eléctricas propias y la energía eléctrica se destine a su propio uso y a la reventa de energía eléctrica destinada a los servicios de recarga energética.
- La instalación y equipos de medida y control en frontera de distribución habrán de cumplir los requisitos establecidos en la normativa de aplicación, garantizando el suministro de los datos requeridos para la correcta facturación de los peajes de acceso.

- Los gestores de cargas registrarán en cada una de sus instalaciones los consumos destinados a la recarga de vehículos eléctricos de forma diferenciada a los consumos para su propio uso cuando estos se produzcan.

4.3.6. Inspección y seguimiento

La CNE efectuará las tareas de inspección y seguimiento para verificar el cumplimiento de todos los requisitos y obligaciones, a continuación se muestra el proceso en caso de incumplimiento:

- 1) En caso de incumplimiento, la CNE remitirá los resultados de las inspecciones a la DGPE y M más el acta correspondiente con los hechos observados
- 2) La DGPE y M notifica su resolución a la CNE
- 3) Procedería en tal caso a la Audiencia de la empresa
- 4) La CNE da de baja a la empresa en el correspondiente listado
- 5) La DGPE y M resolverá sobre el incumplimiento y en su caso declarará la imposibilidad de continuar con la actividad de gestor de cargas
- 6) El plazo para resolver y notificar la resolución es de tres meses.

Si se detecta un incumplimiento de competencia autonómica, la CNE lo pondrá en conocimiento de la Comunidad Autónoma en cuyo territorio se ubiquen las instalaciones afectadas. Además, la CNE remitirá anualmente un informe a la Secretaría de Estado de Energía con los resultados de las actuaciones de inspección y seguimiento.

4.4. RD 1074/2015

En el artículo cuarto de este real decreto se producen algunas modificaciones del RD 647/2011 visto en el apartado anterior. Las modificaciones más importantes son las expuestas a continuación:

- 1) Se añade un apartado 3 en el artículo 1 con la siguiente redacción:

A los efectos de este Real Decreto se entenderá por:

- a) “ **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.
 - b) “ **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
- 2) Se modifican las letras e), h), y l) del artículo 2.2 que quedan redactadas de la siguiente forma:

- 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, que tendrán en todo caso en cuenta el tamaño de las instalaciones de recarga energética para vehículos en las que se desarrolle la actividad
- h) Comunicar al ministerio de industria o al órgano competente la información que se determine sobre peajes de acceso, precios, consumos, facturaciones y condiciones de venta aplicables a 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
- l) Para las instalaciones con potencia contratada superior a 5 MW, y en los sistemas eléctricos no peninsulares superior a 0,5 MW, estar adscritos a un centro de control que les permita recibir consignas del Gestor de la Red cuando se les requiera para participar en servicios de gestión activa de la demanda

3) Se modifica el artículo 5.3 que queda redactado de la siguiente manera:

La instalación y los equipos de medida y control instalados en los puntos frontera con la red de distribución o transporte habrán de cumplir los requisitos establecidos en la normativa de aplicación, garantizando el suministro de los datos requeridos para la correcta facturación de los peajes de acceso. Los gestores cargas registrarán en cada una de sus instalaciones los consumos destinados a la recarga de vehículos de forma diferenciada a los consumos para su propio uso cuando estos se produzcan.

Los puntos de recarga dispondrán de contadores que midan la energía destinada a este uso, con una discriminación de al menos tres periodos, para el adecuado seguimiento del desarrollo de la actividad por parte de las administraciones competentes. Estos equipos de medidas no formarán parte del sistema de medidas.

4) Se modifica el primer párrafo del artículo 6.1 que queda redactado de la siguiente manera

Transcurridos tres años desde la comunicación de inicio de la actividad de gestor de cargas del sistema, si durante un periodo continuado de un año la empresa no hubiera hecho uso efectivo y real de la misma ejerciendo la actividad y, por tanto, no hubiera revendido energía eléctrica para recarga de vehículos eléctricos, o si tal uso hubiera sido suspendido durante un plazo ininterrumpido de un año, el operador del sistema y, en su caso, el Operador del Mercado deberán comunicar a la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria , Energía y Turismo, y en su caso al órgano competente en materia de energía de la comunidad

autónoma correspondiente, tales circunstancias , que determinarán la prohibición de continuar en el ejercicio de la actividad de gestor de cargas del sistema.

4.5. UNE-EN_15194=2009+A1=2012

El título de esta norma es Ciclos, Ciclos con asistencia eléctrica, Bicicletas EPAC. Esta norma europea proporciona los requisitos para los ciclos con asistencia eléctrica (EPAC). Esta norma europea ha sido desarrollada como respuesta a una petición presente en toda Europa y su objetivo es suministrar una norma para la evaluación de los ciclos con asistencia eléctrica

. Dada la limitación de la tensión a 48 VCC, no hay ningún requisito aplicable a las EPAC en lo relativo a la protección contra peligros eléctricos. Las EPAC son vehículos que utilizan las mismas zonas de tráfico que los vehículos, los camiones y las motocicletas, que es principalmente la calle.

Por esta razón, los productos, en lo referente a los ensayos de CEM, tienen las mismas condiciones de base.

Objeto y campo de aplicación

Esta norma europea se aplica a ciclos con asistencia eléctrica de una potencia nominal continua máxima de 0,25 kW, cuya alimentación se reduce progresivamente y finalmente se corta cuando el vehículo alcanza una velocidad de 25 Km/h, o antes si el ciclista para de pedalear.

Esta norma europea especifica los requisitos de seguridad y métodos de ensayo relativos a la evaluación del diseño y del montaje de las bicicletas de asistencia eléctrica y de los subconjuntos para sistemas que utilizan una tensión de hasta 48 VCC o integrado a un cargador de batería con una entrada de 230 V .

Esta norma europea especifica los requisitos y los métodos de ensayo relativos a los sistemas de gestión de la potencia del motor, a los circuitos eléctricos incluyendo el sistema de carga para evaluar el diseño y el montaje de ciclos con asistencia eléctrica y subconjuntos para sistemas que tengan una tensión de hasta 48 VCC o integrando un cargador con una entrada de 230 V.

4.6. Normativa Europea

4.6.1. Directiva de 2014-094 UE

El 28 de octubre de 2014 el Parlamento Europeo aprobaba una directiva europea para la construcción de infraestructuras de combustibles alternativos, que establecía que los estados miembros de la UE tenían dos años para diseñar una estrategia nacional de desarrollo de infraestructuras de suministro de combustibles alternativos.

En el caso de los vehículos eléctricos, la directiva decía que los estados miembros de la UE tenían que hacer todo lo posible por crear una red de puntos de recarga para ofrecer un servicio de recarga para vehículos eléctricos que permitiese la movilidad por lo menos en las ciudades y las zonas con una densidad de población alta.

La directiva dice también que el número de puntos de recarga tiene que establecerse dependiendo del número de vehículos matriculados en cada país de la UE a finales del año 2020 como muy tarde.

La directiva también contempla que la recarga que se proceda en aquellos puntos de recarga de acceso público deberá de hacerse empleando sistemas de medición inteligentes que no se produzcan perturbaciones ni inestabilidades en el sistema eléctrico.

Para ello se tiene que incentivar la recarga de las baterías en los momentos del día en los que la demanda del sistema eléctrico sea menor. Esto también en un periodo de tiempo no demasiado largo va a permitir que los vehículos viertan energía a la red en aquellos momentos en los que se demanda bastante energía en el sistema eléctrico.

Una de las directrices importantes que señala esta Directiva, hace referencia a la elección de los conectores comunes para la recarga de los vehículos eléctricos (Tipo 2 y Combo 2), también se especifica que esta elección no debe perjudicar a aquellos estados que ya hayan invertido en la implantación de otras tecnologías normalizadas para los puntos de recarga, como ocurre en España por ejemplo.

Tampoco debe de afectar a aquellos puntos de recarga que estuviesen implantados antes de la aparición de esta Directiva. De esta manera se argumenta que los vehículos eléctricos que se encontrasen circulando antes de la entrada en vigor de esta directiva, tienen que poder realizar la recarga aunque hayan sido diseñados para recargar en puntos de recarga que no cumplan las especificaciones técnicas.

Otra cosa interesante que señala esta directiva es que la elección del equipamiento para los puntos de recarga normal y rápida tienen que cumplir con los requisitos específicos de seguridad vigentes a nivel nacional siendo así en el caso de España a la ITC BT52. [\[28\]](#)

5. TARIFAS ELÉCTRICAS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

5.1. La tarifa eléctrica

5.1.1. Que es la tarifa eléctrica

La tarifa eléctrica es el precio que tenemos que pagar por la electricidad que consumimos. El precio final de la tarifa eléctrica parte de la facturación básica, a la que se le suman algebraicamente los recargos o descuentos correspondientes a los cuatro complementos tarifarios existentes, y se complementa con los importes del alquiler de los equipos de medida y de los impuestos.

5.1.2. La facturación básica

La facturación básica está compuesta por dos términos: un término de potencia y un término de energía.

5.1.2.1. Término de potencia

Es una cantidad fija que depende de la potencia **contratada por el abonado**. La unidad de contratación es el kW y se paga una cantidad fija al mes por cada kW que tenemos contratado.

Este término dependerá del grado de electrificación de nuestra instalación. Se calcula multiplicando el número de kW contratados por el precio de cada kW.

5.1.2.2. Término de energía

Es una cantidad variable que depende de la cantidad de energía que consumimos durante un periodo de tiempo determinado. Este consumo se mide en kWh y dependerá de la potencia de los elementos conectados y de la cantidad de horas que estén funcionando.

Este consumo queda reflejado en el contador. Se calcula multiplicando el número de kWh consumidos por el precio del kWh. [\[21\]](#)

5.1.3. Los complementos tarifarios

Son descuentos o recargos que se aplican sobre la tarifa básica. Estos cuatro complementos tarifarios existentes son:

5.1.3.1. Energía reactiva

Está basada en unos recargos y descuentos porcentuales en función del factor de potencia de la instalación y se aplica a la totalidad de la facturación básica.

Una instalación es mejor cuando el factor de potencia tiende a 1. Se consiguen bonificaciones de hasta el 4% cuando el factor de potencia es próximo a 0,7 y recargos del 47% para factores de potencia de 0,5 o menores a 0,5.

El término de energía reactiva no es de aplicación para los abonados con tarifa doméstica. [\[21\]](#)

5.1.3.2. Discriminación horaria

El consumo de energía eléctrica no es uniforme a lo largo del día, sino que existe una demanda máxima en determinadas horas diurnas, llamada horas punta, y una mínima durante la noche. Este hecho obliga a las centrales eléctricas a generar mayor cantidad de electricidad durante el día. Con la finalidad de aprovechar mejor la producción de electricidad, interesa limitar o reducir las puntas de demanda mediante un uso más repartido de la electricidad, y es por eso que en la facturación se tiene en cuenta la hora en la cual se consume la electricidad. [\[21\]](#)

5.1.3.3. Estacionalidad

Prevé un descuento sobre el término de energía para los consumos efectuados durante la temporada baja (mayo, junio, agosto y septiembre) y un recargo durante la temporada alta (enero, febrero, noviembre y diciembre). Este complemento solo es aplicable a aquellos abonados que facturan por el modo estacional. [\[21\]](#)

5.1.3.4. Ininterrumpibilidad

Complemento que se aplica a los grandes abonados en tarifas generales de alta tensión. Se aplica sobre la facturación básica y consiste en que el cliente, a cambio de unos determinados descuentos en la factura, se compromete, durante 5 años a reducir su demanda y no superar una potencia preestablecida en los períodos que se soliciten por parte de la empresa distribuidora.

Los descuentos sobre la totalidad de la facturación básica que pueden obtenerse por este complemento están en función:

- De los tipos de ininterrumpibilidad a los que esté acogido
- De la potencia ofertada en cada tipo (diferencia entre la potencia contractada en horas punta y horas bajas y la potencia residual $P_{\text{máx}}$)
- De la utilización de la potencia contratada
- Del número de interrupciones realizadas [\[21\]](#)

5.1.4. Alquiler e impuestos

Este término de la tarifa eléctrica incluye los importes del alquiler de los equipos de medida y de los impuestos de la electricidad e IVA. [\[21\]](#)

5.1.5. Nuevo sistema de facturación

El 1 de julio de 2014 entró en vigor un nuevo sistema de facturación. Con este sistema, hay una serie de conceptos que quedan obsoletos y otros que cambian de sentido.

Nuevos conceptos

- **PVPC** (Precio Voluntario Pequeño Consumidor): es la que se conocía anteriormente como TUR (Tarifa de Último Recurso).
- **CR** (Comercializadora de Referencia): antes conocida como CUR (Comercializadora de Último recurso)
- **Precio real de producción**: esta tarifa va según el precio real que cuesta producir la electricidad cada hora.
- **Se elimina la subasta**: La antigua subasta que daba el precio de la electricidad durante el siguiente trimestre desaparece.

Cambio de sentido

- **TUR** (Tarifa de Último Recurso): se utiliza para aquellos clientes que se les aplica el bono social y clientes sin derecho de PVPC transitoriamente en la comercializadora de referencia [\[21\]](#)

5.1.6. Opciones de los clientes en el nuevo sistema de facturación

Teniendo en cuenta estos conceptos e ideas, a partir del 1 de julio de 2014 los clientes que se acojan al PVPC tienen estas 3 opciones:

1. Según el precio real de producción por cada hora

Este sistema de tarificación tiene sus ventajas e inconvenientes. Un ejemplo de desventaja es que el precio de la electricidad no se conoce con muchos días de antelación, puede tener más fluctuaciones que con el sistema de la subasta. Pero por otro lado el precio de la electricidad es el real y no uno estimado.

De esta manera pagaremos el kWh al precio que tiene en el momento de consumirlo. Eso significa que dependiendo de nuestro pico de consumo horario pagaremos más o menos.

Uno de los elementos claves para llevar a cabo este nuevo sistema es la instalación de los nuevos contadores inteligentes que ayudarán a tomar la factura en tiempo real cuando la infraestructura del sistema eléctrico esté lista.

Hasta que el sistema no esté listo la facturación se realizará mediante perfiles de consumidores.

Esta opción se aplicará a aquellos clientes que estaban en la TUR y no realicen ninguna gestión para pasar a una comercializadora nueva.

2. El precio fijo en mercado regulable

Esta opción es para aquellas personas que les gusta saber el precio que tendrá la electricidad a lo largo de un año y por tanto su factura será mayor o menor según su consumo. Esta opción puede resultar más cara que la primera pero, de esta manera ya se sabe el precio del kWh a lo largo de un año. Se debe tener cuidado al escoger esta opción ya que se debe de cumplir el año de contrato, si se quiere salir al cabo de unos meses se debe pagar una penalización

3. Ofertas en mercado libre

Esta última opción consiste en contratar una tarifa en mercado libre y disfrutar de las ofertas que haya en aquel momento como:

- ✓ Precios más competitivos que el Precio Fijo
- ✓ Precios conocidos de antemano y estables como mínimo durante un año
- ✓ Sin compromiso de permanencia, ni penalizaciones
- ✓ Puedes contratar servicios adicionales que pueden aportarte importantes descuentos
- ✓ Cada empresa tendrá sus ofertas

Esta nueva tarificación de la electricidad afecta a:

- ✓ Clientes que tenían Tarifa de Último Recurso (TUR) con una potencia contratada inferior o igual a 10kW
- ✓ A los clientes con Bono Social
- ✓ A los clientes con potencia contratada superior a 10kW (sin derecho a TUR), que no disponen de un contrato con una comercializadora en Mercado Libre (tarifa disuasoria) [\[21\]](#)

5.2. Antigua tarifa supervalve

Esta tarifa ya no está pero es interesante explicar en qué consistía porque la tarifa actual es muy parecida, por ello es necesario conocer el origen.

La tarifa supervalle es una **tarifa** que estaba pensada para realizar la **recarga de los vehículos eléctricos** durante la noche cuando estos no están en uso. Y lo de hacer la recarga por la noche es para coincidir con los valles de demanda del sistema.

En estos valles es cuando el coste asociado a la generación de electricidad es menor, además al demandar energía en estos valles se contribuye a la integración de las energías renovables especialmente la energía eólica.

La tarifa supervalle es una tarifa de último recurso (TUR), esta tiene tres franjas horarias, por lo que cada cliente disponía de tres precios a los que poder facturar. El P1 era el más caro y el P3 el más barato.

- ✓ P1, 10 horas/día (tarifa más cara)
- ✓ P2, 8 horas/día
- ✓ P3, 6 horas/día (Tarifa supervalle)

La tarifa supervalle no tiene discriminación entre horario de verano e invierno. Éste era uno de los puntos abiertos por el informe de la CNE sobre el decreto de 2010. Esta diferencia entre estaciones estuvo vigente durante 2011 pero en 2012 se considera un único periodo de 1 a 7 de la mañana durante todo el año.

5.3. Actual tarifa vehículo eléctrico

Desde el 1 de abril de 2014 los clientes de vehículo eléctrico que utilizasen la Tarifa supervalle, han pasado a la **tarifa del Vehículo Eléctrico (2.0 DHS) hasta 10 kW y (2.1 DHS) para una potencia >10 kW y ≤15 kW**. La tarifa del vehículo eléctrico es una tarifa cuyo objetivo es fomentar el vehículo eléctrico y fomentar el uso de energía cuando en el mercado es más barata “la nocturna”.

Antiguamente, era la llamada tarifa supervalle explicada anteriormente. Actualmente esto ha cambiado y se realiza el cobro por horas, y por lo tanto el precio ya no es fijo, como antes que se fijaba cada 3 meses y se publicaba en el BOE. Ahora tenemos lo que se llama “Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor” (**PVPC**). Se trata del anterior precio regulado, la llamada tarifa del último recurso.

Aquellos clientes que se encuentren en el mercado liberalizado, tendrán la tarifa que se acuerde con la comercializadora y el precio que se acuerde con ella.

Los PVPC, ya no son precios fijos como antes, si no precios variables, en función del coste de la energía en el mercado mayorista. No obstante, aunque ya no sean fijos el comportamiento es el mismo que con la tarifa supervalle.

Los precios son variables, pero la tendencia es la misma que con la tarifa supervalle. Con esta nueva tarifa y si tenemos un contador inteligente, se cobra la energía por horas. Si no tenemos un contador inteligente, se sacará el precio medio por mes.

Haciendo referencia a si es más barato o más caro, esta es la tarifa de la que disponemos y no se puede hacer nada por ello. No se puede tener un precio fijo a no ser que se entre en el mercado liberalizado.

Esta tarifa se encuentra muy atada por decirlo de algún modo y a diferencia de otras tarifas que lo que hacen es prever el futuro más un margen comercial esta **se basa directamente en el mercado diario**.

Llegados a este punto nos podemos preguntar ¿Cuánto me va a costar cargar?, esto va a depender del día y la hora. [20]

A continuación se puede observar en el siguiente gráfico obtenido de “omie” como va variando el precio en función de las horas.

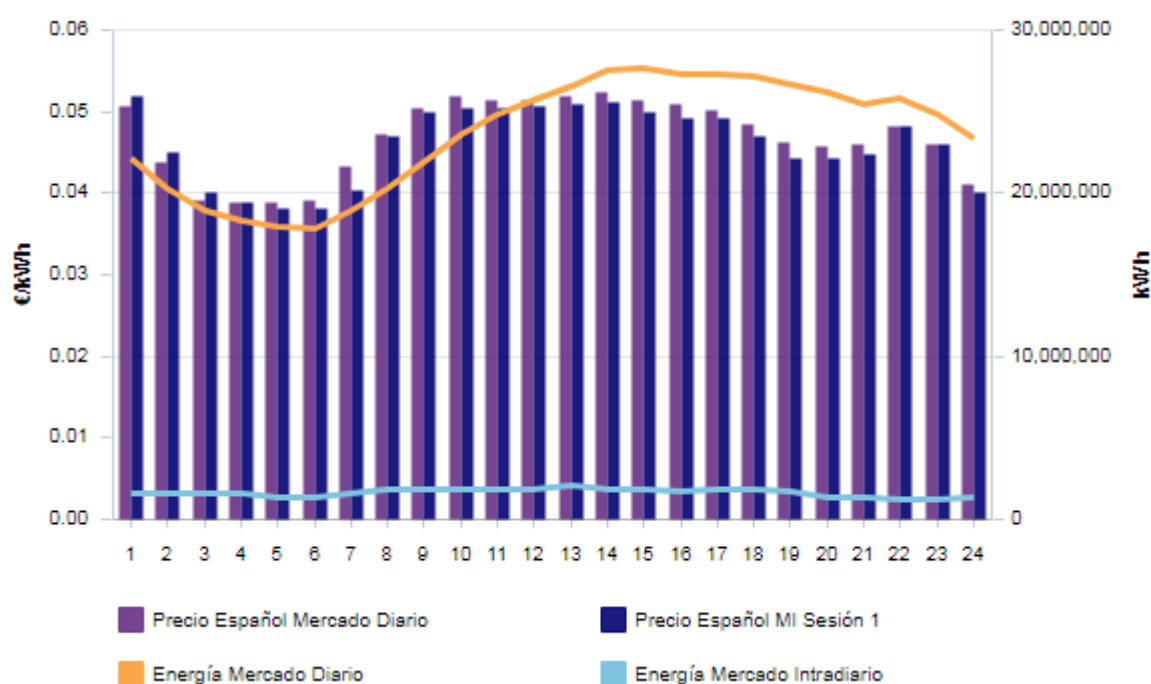


Figura 33: Precios y energías mercado español (18/08/2017) [22]

En este gráfico se observa la variación del precio de la energía en función de la hora en la que estemos, también va a variar de un día para otro. Se ve claramente que sobre las 1 de la madrugada el precio es más o menos elevado, luego disminuye en las horas siguientes y a partir de las 9 de la mañana se incrementa de nuevo y se mantiene aproximadamente constante hasta las 18:00 donde vuelve a bajar, para después subir de nuevo a las 22:00

5.4. Comparativa de precios de recarga según tarifa eléctrica y de tarifas eléctricas por hora

Como se ha comentado anteriormente las tarifas existentes para los usuarios de vehículos eléctricos y que hagan un uso intensivo de energía durante la noche son la

2.0 DHS y 2.1 DHS. A continuación se muestra una tabla en la que podemos observar el valor que va adquiriendo el término de energía punta (P1), el término de energía llano (P2) y el término de energía supervalle (P3).

PRECIOS TARIFAS DE ACCESO ELECTRICIDAD VIGENTES DESDE EL 1 DE FEBRERO DE 2014						
Tarifas BT						
	Colectivo de aplicación	Tp [€/kW año]	Te [€/kWh]			
			\$In DH	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
2.0A	Pc ≤ 10 kW	38,043426	0,044027	-	-	-
2.0DHA	Pc ≤ 10 kW	38,043426	-	0,062012	0,002215	-
2.0DHS	Pc ≤ 10 kW	38,043426	-	0,062012	0,002879	0,000896
2.1A	10 kW < Pc ≤ 15 kW	44,444710	0,057360	-	-	-
2.1DHA	10 kW < Pc ≤ 15 kW	44,444710	-	0,074568	0,013192	-
2.1DHS	10 kW < Pc ≤ 15 kW	44,444710	-	0,074568	0,017809	0,006596

Figura 34: Precios tarifas de acceso electricidad

Como se puede observar en las dos tarifas del vehículo eléctrico el término de energía punta (P1) tiene un coste más elevado que el término de energía llano (P2) y el término de energía supervalle (P3). A su vez el término de energía llano (P2) tiene un coste mayor que el término de energía (P3). Es decir como conclusión se obtiene de esta tabla que es más barato recargar el vehículo durante la noche.

Un ejemplo de que esto es así puede ser el siguiente: Sabiendo que la batería de un vehículo es de 27 kWh, si multiplicamos este valor por el precio medio de día y por el precio medio de noche, podemos averiguar cuánto cuesta cargar el vehículo de día y de noche. En este caso con una tarifa 2.0 DHS de día nos costaría una media de 1,7€ y de noche 0,024€

A continuación muestro la discriminación horaria para las tarifas del vehículo eléctrico.

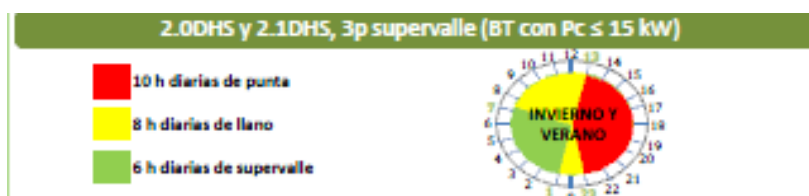


Figura 35: Discriminación horaria para las tarifas del vehículo eléctrico

Como se puede observar los horarios son los mismos durante todo el año. Punta de 13 h a 23 h, llano de 23 h a 1 h y de 7 h a 13 h y supervalle de 1 h a 7 h

Para finalizar este apartado del presente trabajo voy a realizar una comparativa teniendo en cuenta la tarifa del vehículo eléctrico 2.0 DHS, una tarifa general y una tarifa nocturna.

Y voy a observar como varia el precio por horas de una tarifa a otra. Como se puede observar en el siguiente gráfico la línea naranja corresponde a una tarifa general (2.0 A), la línea azul corresponde a una tarifa nocturna (2.0 DHA) y finalmente la línea verde esta asignada a la tarifa del vehículo eléctrico (2.0 DHS). Mirando el gráfico se puede ver que en el intervalo de tiempo comprendido entre las 1 y las 7 de la mañana la línea que le corresponde un precio más bajo es la verde.

Esto significa que de estas tres tarifas eléctricas la más apropiada para hacer uso de la energía por la noche a un coste menor es la del vehículo eléctrico (2.0 DHS)

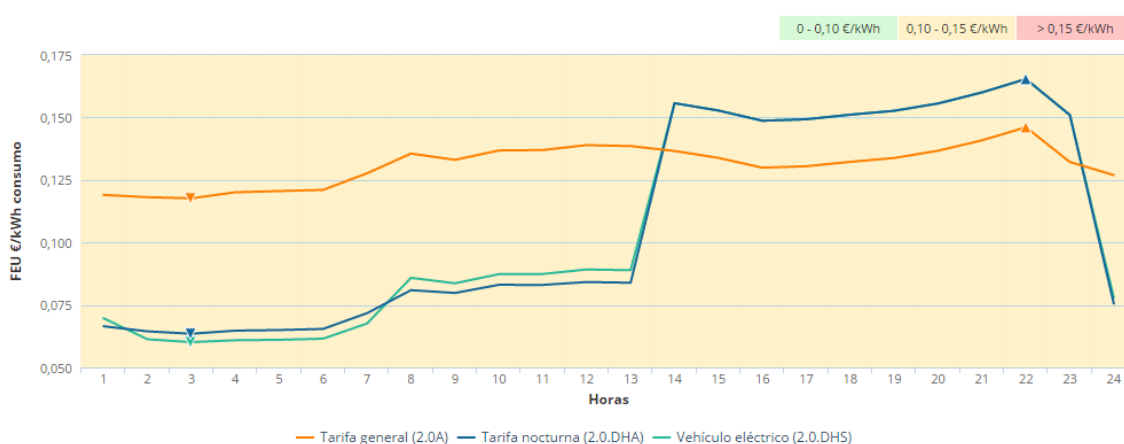


Figura 36: Comparativa de precios por hora

6. CONCLUSIONES

En este apartado para finalizar el presente trabajo quiero hacer una breve descripción resumida de los diferentes puntos o apartados que contiene. Primeramente se ha realizado una descripción de las distintas tecnologías existentes en los vehículos eléctricos.

Y como se ha comprobado el motor eléctrico ya está presente en una gran variedad de vehículos como pueden ser los coches, autobuses, motocicletas y bicicletas. Se ha podido comprobar durante este estudio que el motor eléctrico presenta muy buenas prestaciones y tal vez el punto en el que el vehículo eléctrico se encuentre en una posición más débil, sea por la autonomía de las baterías que le proporcionan la energía. Pero como se ha visto cada vez se está mejorando más la tecnología de estas y aumentando la autonomía.

También se ha podido comprobar que los vehículos eléctricos poseen menos elementos a la hora de fabricarlos que los vehículos tradicionales, pero llevan un

componente electrónico mayor. Y siguen siendo más caros, algo que es normal siempre que se empieza a desarrollar la tecnología.

También se ha comprobado en la investigación que se ha realizado en este trabajo, que hay un gran número de empresas y fabricantes que están apostando por el desarrollo de la movilidad eléctrica. Cuestión que me resulta interesante ya que la unión hace la fuerza, y entre todos podemos aportar para que este planeta sea mejor.

Un punto en el que he trabajado bastante y que me resulta interesante es en el estudio que he realizado en este trabajo sobre los diferentes modos de recarga eléctrica y su autonomía.

Quedan reflejados en el los diferentes tipos de recarga que existen, comprobando que las tres que hay, la que más se utiliza es la recarga conductiva, algo que es evidente porque es la más fácil de realizar.

Se han estudiado los diferentes tipos de conexión y esquemas de instalación que hacen posible la recarga eléctrica. También se ha visto como hay que realizar la previsión de carga y los requisitos generales que deben poseer ó cumplir aquellas instalaciones destinadas a la recarga del vehículo eléctrico.

Se ha realizado una inmersión por los diferentes tipos de conectores que hay para transmitir la energía que está haciendo rodar por las carreteras a miles de personas. Se han visto las diferentes infraestructuras de recarga que hay, así como proyectos innovadores e interesantes que existen para la recarga.

En este estudio se ha realizado un paseo por el mundo que engloba a la arquitectura y las comunicaciones del sistema de recarga. Hemos visto también que ya hay un gran número de puntos de recarga repartidos por todo el territorio nacional y como se pueden localizar. Uno de los apartados que ha resultado importante es el de la autonomía que proporcionan las baterías.

Se ha comprobado que hay un gran abanico de posibilidades a la hora de elegir la batería. Pero entre toda esta variedad de baterías la reina madre es la batería de Litio Ion. También se ha observado que se está investigando sobre otras tecnologías profundamente. Ya que este es un elemento esencial para que la movilidad sostenible sea posible.

Otro de los puntos que componen este trabajo es aquel en el que se ha estudiado la normativa actual y vigente que existe sobre las infraestructuras de recarga.

Este apartado desde mi punto de vista es un poco más engorroso por decirlo de algún modo, pero no por eso deja de ser bastante importante. Ya que la normativa y legislación vigente es la que determina las pautas a seguir para el impulso y desarrollo de este sector. Se ha comprobado que la ITC-BT-52 es fundamental de seguir y estudiar a la hora de definir los diferentes esquemas de instalación,

previsión de cargas, etc. Otro punto interesante es aquel que regula la actividad del gestor de cargas, figura importante dentro de este ámbito. Todos los aspectos relacionados con el gestor de cargas vienen en el RD 647/2011

También me ha parecido interesante mencionar la norma que contempla a los ciclos con asistencia eléctrica, así como la norma que define la comunicación digital entre la estación de carga y el vehículo eléctrico. También he mencionado la directiva europea para la construcción de infraestructuras. Finalmente para cerrar este trabajo, he investigado sobre la tarifa eléctrica existente para el vehículo eléctrico. Y me ha parecido interesante acercarme al origen de la tarifa eléctrica, estudiando que es una tarifa eléctrica, para comprender mejor la actual tarifa del vehículo eléctrico y porque esta es la más adecuada.

Tras realizar este trabajo como conclusión personal he obtenido que es un tema fascinante el de la movilidad eléctrica y las infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos. Ya que todo lo que engloba al vehículo eléctrico y la movilidad sostenible son beneficios para la sociedad y el mundo en general. En definitiva es un sector lleno de oportunidades para realizar grandes cambios.

7. BIBLIOGRAFÍA

[1]<http://www.monografias.com/trabajos104/automovil-electrico-motorizacion/automovil-electrico-motorizacion.shtml>. (s.f.).

[2] Molero Piñeiro, E., & Pozo Ruz, A. (2013). El vehículo eléctrico y su infraestructura de carga. marcombo ediciones técnicas.

[3] (<https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/tipos-vehiculo-electrico>)

[4]

(https://www.google.es/search?q=toyota+prius&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjI_lvwrrUAhUkKcAKHZrcC-sQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgsrc=Wm9nDoMrV5bo3M:)

[5]

(https://www.google.es/search?q=honda+civic+hev&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQ3oXiwrUAhVIPBoKHSnGAnwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgsrc=GnfE6alzTa0wAM:)

[6]

(https://www.google.es/search?q=esquema+vehiculo+propulsado+por+hidrogeno&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjJiJzUxrrUAhUJ6xoKHY97DXgQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#tbm=isch&q=vehiculo+propulsado+por+hidrogeno&imgsrc=V_zflIf6POQywM:)

[7] (Boronat & García, 2011)

[8] (Endesa)

[9] (https://es.wikipedia.org/wiki/Autob%C3%BAs_h%C3%ADbrido_el%C3%A9ctrico)

[10] (<https://www.electromaps.com/motos-electricas/vectrix/vx1-li>)

[11] (<https://www.rieju.es/m/23/299/mius>)

[12] (ITC BT 52)

[13] (<http://www.enchufing.com/>)

[14] (<http://www.recargacocheselectricos.com/tipos-conectores-vehiculos-electricos/>)

[15] (<http://www.expansion.com/empresas/energia/2017/03/05/58bc739646163ff5698b4636.html>)

[16] <http://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/barcelona-instala-fotolinera-recarga-vehiculos-electricos-energia-solar/20170223195027013637.html>

[17] (http://www.adif.es/es_ES/comunicacion_y_prensa/fichas_de_actualidad/ficha_actualidad_00072.shtml)

[18] (<http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>)

[19] (<https://www.xataka.com/automovil/asi-han-progresado-las-baterias-de-los-coches-electricos-12-veces-mas-autonomia-en-100-anos>)

[20] <http://www.recargacocheselectricos.com/la-nueva-tarifa-vehiculo-electrico/>

[21] http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/xx.-la-tarifa-electrica

[22] (<http://www.omie.es/inicio/mercados-y-productos/mercado-electricidad/pvpc>)

[23] (<http://aedive.es/>)

[24] (<https://www.coches.net/nuevo-toyota-prius-plug-in-hybrid-2017>)

[25] (<https://www.electromaps.com/noticias>)

[26] (<http://www.vaic.com>)

[27] (<http://www.idae.es>)

[28] <https://www.fenercom.com>

[29] (<https://www.xataka.com/automovil/esto-sera-lo-proximo-en-baterias-para-coches-electricos-mas-de-650-km-de-autonomia-real>)

[30] (ITC BT 10)

[31] (Robaina)

[32] (Tapia, <http://www.conama10.conama.org>)

[33] (http://www.infotaller.tv/reparacion/mantenimiento-necesita-coche-electrico_0_1117688223.html)
