

**FUNDACIÓN  
HABITEC**

Centro de  
Tecnologías,  
Energías y  
Construcción  
para el hábitat.

**Guía de Infraestructuras de Carga  
de Vehículos Eléctricos**



# Guía de Infraestructuras de Carga de Vehículos Eléctricos

Esta guía ha sido cofinanciada por el Excelentísimo Ayuntamiento de Málaga.

La Fundación HABITEC es respetuosa con los contenidos aportados por las empresas colaboradoras en esta guía, y reproduce en esta guía los contenidos que han generado aquellas, sin identificarse necesariamente con sus ideas y opiniones.

El Excelentísimo Ayuntamiento de Málaga y la Fundación HABITEC, no se hacen responsables de las imágenes, textos y trabajos aportados por las empresas colaboradoras de esta guía.

## *Edición*

Fundación HABITEC,

29590 P.T.A. Málaga, Marie Curie 22,

Depósito legal: MA-1490-2017,

Primera edición, Málaga, 2017

## **Autores**

Capítulo 1 Introducción, Fundación HABITEC (R. Abad Cano, M.J. Javier Castelo).

Capítulo 2 Factores de crecimiento, Fundación HABITEC (R. Abad Cano, M.J. Javier Castelo)

Capítulo 3: Vehículo con energías alternativas, Fundación HABITEC (D. Villatoro Palomar, R. Abad Cano, M.J. Javier Castelo).

Capítulo 4: Clasificación de puntos de recarga de vehículos eléctricos.

- 4.1 Tipos de recarga: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
- 4.4 Modos de recarga: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
- 4.3 Tipos de conectores: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
- 4.4 Algunas preguntas frecuentes: MOVECO ([www.moveco.com](http://www.moveco.com)).

Capítulo 5 Elementos y esquemas de puntos de recarga de V.E.:

- 5.1 Garajes privados.
  - Introducción: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
  - Elementos principales para su instalación:
    - Esquema general: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
    - Soluciones de mercado: Wallbox ([www.wallbox.com](http://www.wallbox.com)).
    - Caso de éxito: Wallbox ([www.wallbox.com](http://www.wallbox.com)).
- 5.2 Garajes Comunitarios.
  - Introducción: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
  - Elementos principales para su instalación: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
  - Casos de éxito: LuGEnerGy ([www.lugenergy.com](http://www.lugenergy.com)), MOVECO ([www.moveco.com](http://www.moveco.com)).
- 5.3 Otros tipos de aparcamientos.
  - Introducción: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
  - Elementos principales para su instalación: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
  - Casos de éxito: MOVECO ([www.moveco.com](http://www.moveco.com)), Wallbox ([www.wallbox.com](http://www.wallbox.com)), CIRCUTOR ([www.circutor.es](http://www.circutor.es)).
- 5.4 Electrolineas.
  - Introducción: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
  - Ventajas: Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).
  - Casos de éxito: MOVECO ([www.moveco.com](http://www.moveco.com)), ENERGÉS ([www.energes.net](http://www.energes.net)).

Capítulo 6: Otra información de interés, Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).

Capítulo 7: Empresas colaboradoras, Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).

Capítulo 8: Referencias, Fundación HABITEC (D.V.P., R.A.C., M.J.J.C.).

Reservados todos los derechos. Sólo se podrá reproducir con permiso escrito de la Fundación HABITEC.



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	11
2.	FACTORES DE CRECIMIENTO .....	12
3.	VEHÍCULO CON ENERGÍAS ALTERNATIVAS .....	22
3.1.	Vehículos ECO.....	23
3.1.1.	Vehículos Híbridos no enchufable (HEV).....	23
3.1.2.	Vehículos Propulsados por Gas Natural (GNC, GNL).....	24
3.1.3.	Vehículos Propulsados por Gas Licuado (GLP) .....	26
3.2.	Vehículos cero emisiones.....	29
3.2.1.	Vehículo Eléctrico de Autonomía extendida ( en inglés “Extended Range Electric Vehicle, EREV) .....	29
3.2.2.	Vehículo Eléctrico de batería (en inglés Battery Electric Vehicle, B.E.V.).....	30
3.2.3.	Vehículo Híbrido Enchufable (en inglés Plug-in Hybrid Electric Vehicle, P.H.E.V.)	31
3.2.4.	Resumen de tipos de vehículos eléctricos .....	35
4.	CLASIFICACIÓN DE PUNTOS DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.....	37
4.1.	Tipos de recarga de vehículos eléctricos.....	38
4.2.	Modos de recarga .....	40
4.3.	Tipos de conectores .....	41
4.4.	Algunas preguntas frecuentes.....	43
5.	ELEMENTOS Y ESQUEMAS DE PUNTOS DE RECARGA DE V.E.....	46
5.1.	Garajes privados.....	46
5.1.1.	Introducción .....	46
5.1.2.	Elementos principales para su instalación .....	47
5.1.3.	Caso de éxito – WALLBOX – Vivienda unifamiliar .....	52
5.2.	Garajes Comunitarios.....	54
5.2.1.	Introducción .....	54
5.2.2.	Elementos principales para su instalación .....	54
5.2.3.	Caso de éxito – LuGEnergy - Garaje Comunitario .....	64
5.2.4.	Caso de éxito – MOVELCO – Garaje comunitario.....	68
5.3.	Otros tipos de aparcamientos.....	70
5.3.1.	Introducción .....	70
5.3.2.	Elementos principales para su instalación .....	71

5.3.3.	Caso de éxito – MOVELCO – Empresa .....	72
5.3.4.	Caso de éxito – WALLBOX– Empresa .....	73
5.3.5.	Caso de éxito – WALLBOX – Centro logístico .....	74
5.3.6.	Caso de éxito – CIRCUTOR – Flota de limpieza .....	75
5.4.	Electrolineras.....	78
5.4.1.	Introducción .....	78
5.4.2.	Ventajas.....	78
5.4.3.	Caso de éxito – MOVELCO – Electronilera .....	79
5.4.4.	Caso de éxito – ENERGÉS – Electrolinera Fotovoltaica .....	80
6.	Otra información de interés.....	82
6.1.	Mapa de puntos de recarga de vehículo eléctrico .....	82
6.2.	Iniciativas de interés.....	83
7.	EMPRESAS COLABORADORAS .....	86
8.	REFERENCIAS .....	87



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la Huella Ecológica Global en función de la biocapacidad de la tierra, 1961-2012 [2].....	13
Figura 2. Emisiones de GEI por sectores en España, 2012 [3].....	14
Figura 3. Parque de vehículos en España, 2012 [3].....	14
Figura 4. Consumo del parque de vehículos en España, 2012 [3].....	15
Figura 5. Crecimiento del consumo de energía, contribución al crecimiento [11].....	17
Figura 6. Crecimiento y cambio anual de la generación de renovables por país [11] .....	18
Figura 7. Países con al menos una generación total mayor de 50GWh en la tecnología correspondiente: Eólica (“Wind”), Solar y Nuclear [11].....	18
Figura 8. Evolución de los costes (dólares/Kwh) modelados y conseguidos por VTO para prototipos de laboratorio, comparado para el caso de costes de producción en 2015 modelado por CEMAC [15].....	19
Figura 9. Logotipo de la iniciativa de Acuerdos de Innovación para la Economía Circular [18] .	21
Figura 10. Clasificación del parque de vehículos por la Dirección General de Tráfico en función de su potencial contaminante [19] .....	23
Figura 11. Estaciones de gas vehicular en España y Portugal, GASNAM [21].....	25
Figura 12. AUDI Sportback G-TRON [23] .....	26
Figura 13. Astra Sedan [25] .....	27
Figura 14. Situación de estaciones de GLP en España [26] .....	28
Figura 15. Opel Ampera [25] .....	30
Figura 16. Peugeot ION [27] .....	31
Figura 17. Citroën C-Zero [28].....	31
Figura 18. Toyota Prius Plug-in [29] .....	33
Figura 20. Volkswagen Golf GTE [30] .....	34
Figura 19. Audi A3 e-tron [23].....	34
Figura 21. Clasificación de los puntos de recarga .....	37
Figura 22. Resumen de preguntas frecuentes [35].....	44
Figura 23. Esquema de pasos para la selección e instalación de un punto de recarga .....	44
Figura 24. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga SAVE mediante un cable terminado en un conector, donde el cable forma parte de la instalación fija [37] .....	47
Figura 25. Esquema 4a de la ITC BT 52 para recarga de vehículo eléctrico en viviendas unifamiliares [37] .....	47
Figura 26. Imagen del equipo SAVE Commander. [39] .....	49
Figura 27. Equipo Pulsar. [39] .....	50
Figura 28. App myWallbox. [39].....	51
Figura 29. Instalación WALLBOX en vivienda [39].....	52
Figura 30. Detalle de instalación de WALLBOX y equipo WALLBOX Commander [39].....	53
Figura 31. App myWallBox [39].....	53
Figura 32. Esquema 1a: instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga [37] .....	56

Figura 33. Esquema 1b: instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga (con nueva centralización de contadores para recarga VEHÍCULO ELÉCTRICO) [37].....	57
Figura 34. Esquema 1c: instalación colectiva con un contador principal y contadores secundarios individuales para cada estación de recarga. [37].....	58
Figura 35. Esquema 2 de instalación individual con un contador principal común para la vivienda y par la estación de carga vehículos eléctricos [37] .....	59
Figura 36. Esquema 3a de instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga, usando la centralización de contadores existente [37] .....	61
Figura 37. Esquema 3b de instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga, con una nueva centralización de contadores existente [37] .....	62
Figura 38. Modelos WALLBOX [55] .....	65
Figura 39. Punto de recarga WALLBOX SAE J1772 [55].....	65
Figura 40. Esquema unifilar solución para garaje comunitario [55] .....	66
Figura 41. Punto de recarga y cuarto de contadores [55] .....	67
Figura 42. Instalación comunitaria de LuGEnergy con WALLBOX [55] .....	67
Figura 43. Punto de recarga CIR Ehome [35] .....	68
Figura 44. Punto de recarga CIR Ehome en parking comunitario [35].....	69
Figura 45. Esquema 4b: instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO [37] .....	71
Figura 46. Punto de recarga GARAGE CITY [35] .....	72
Figura 47. Instalación de punto de recarga en el Centro Tecnológico del automóvil [35] .....	72
Figura 48. Punto de carga de AGBAR [39].....	73
Figura 49. Punto de carga en el Centro Logístico de Amazon, Italia [39] .....	74
Figura 50. Vista parcial del campo solar y detalle del modulador de potencia CDPO que realiza el control con inyección cero [57].....	76
Figura 51. Área de aparcamiento [57] .....	77
Figura 52. Esquema de proyecto [57] .....	77
Figura 53. Punto de recarga CITY GROUND [35] .....	79
Figura 54. Punto de carga ING CITY instalado en una gasolinera [35].....	79
Figura 55. Marquesina fotovoltaica para apoyo del sistema de carga SAVE (izquierda) y detalle de paneles fotovoltaicos (derecha) [56] .....	80
Figura 56. Instalación de carga de vehículos eléctricos (arriba) y detalle de paneles fotovoltaicos en la Marquesina (abajo) [56].....	81
Figura 57. Puntos de recarga de vehículos eléctricos en Málaga [43] .....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características según el tipo de vehículo eléctrico .....	35
Tabla 2. Características de los tipos de recarga .....	39
Tabla 3. Tipos de conectores para carga de V.E. en el mercado [34] .....	41

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta guía se ha creado para exponer y dar a conocer soluciones de carga para vehículos eléctricos, como elemento complementario e imprescindible de los vehículos eléctricos.

Para llegar a esto se hace en el segundo apartado (“Factores de crecimiento”) una justificación de la importancia que va a tomar el vehículo eléctrico a medio y largo plazo (y por tanto la importancia de los puntos de carga asociados). Hace años que hay en el mercado distintos tipos de vehículos eléctricos, pero el número de ellos sigue siendo muy pequeño respecto al número total de vehículos tradicionales. En este segundo apartado, se presentarán hasta seis factores que apoyan el crecimiento a medio y largo plazo del vehículo eléctrico.

Continúa el tercer apartado con una pequeña introducción al concepto de vehículo con energías alternativas (VEA), y la diferenciación de los vehículos ECO y los de CERO EMISIONES. Dentro de estas dos categorías se describen distintas categorías de vehículos, algunos de ellos eléctricos y la clasificación de los puntos de recarga (tipos de recarga, modos, conectores y preguntas frecuentes).

En el apartado cuarto, se explica una clasificación de los puntos de recarga de vehículos eléctricos.

En el apartado quinto se exponen los elementos y esquemas de los puntos de recarga de vehículos eléctricos y casos de éxito de mercado.

En el apartado sexto se aporta otra información de interés (mapa de puntos de recarga e iniciativas de interés).

En el apartado séptimo, se exponen las empresas que han colaborado en esta guía.

El apartado octavo contiene las referencias utilizadas en este documento.

## 2. FACTORES DE CRECIMIENTO

Es importante que el usuario final conozca las distintas alternativas para la carga de los vehículos eléctricos, dada la creciente demanda que se espera de los mismos, según se justifica a continuación. La ausencia generalizada de sistemas de carga para los vehículos eléctricos en las viviendas y edificación terciaria, es una barrera para su introducción.

Los factores identificados que justifican el crecimiento de la demanda de vehículos eléctricos se listan a continuación:

1. medioambiente,
2. salud pública,
3. apoyo gubernamental,
4. eficiencia energética global,
5. coste de la tecnología.
6. economía circular

Se explican a continuación cada uno de estos factores.

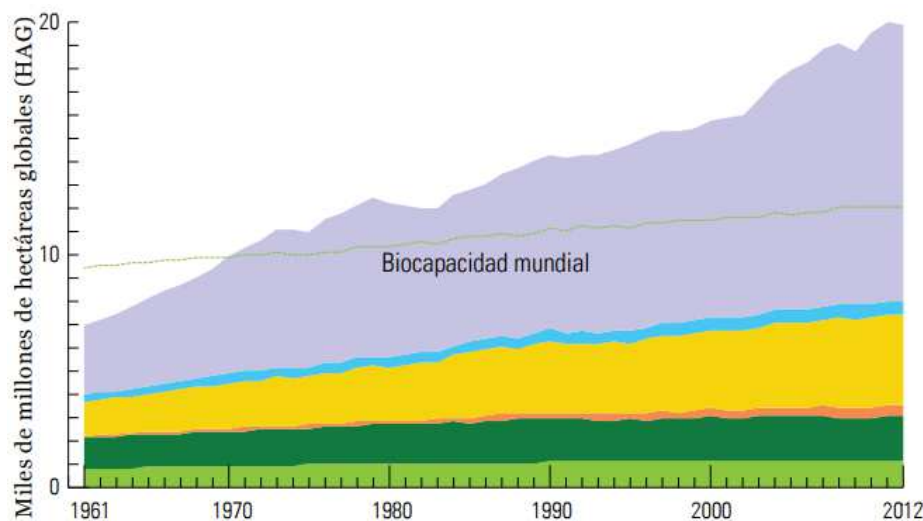
### *Medioambiente*

La necesidad del vehículo eléctrico va a ir en aumento debido a la necesidad de disminución de emisiones contaminantes en las ciudades y en el medio ambiente en general. Se puede hacer un cálculo aproximado y sencillo, para comparar las emisiones de los vehículos eléctricos y de combustible tradicional. El mix de energía nacional final (la resultante de todas las fuentes de generación de energía en el punto de consumo final), según datos del IDAE [1] para el sector de edificación de España, genera 0,331 kg CO<sub>2</sub> /kWh (en el punto de generación de la energía). Por otro lado, el consumo de un vehículo eléctrico puede estar en el entorno de 14 Kwh/100 km, con lo que se tienen unas emisiones de valor 4,6 Kg CO<sub>2</sub>/100 Km. Un vehículo diesel puede estar en el entorno de los 11 kg CO<sub>2</sub>/ 100km. Es decir, un vehículo diesel puede generar más del doble de emisiones de CO<sub>2</sub> que el eléctrico, y además realiza estas emisiones en gran medida en las ciudades.

WWF es una de las mayores organizaciones independientes de conservación de la naturaleza. En su informe “PLANETA VIVO 2016”, muestra la gráfica de la figura 1, donde se observa que la biocapacidad de la tierra (capacidad de suministro de recursos naturales y los servicios) es inferior a lo que demandan los seres humanos desde los años setenta del siglo XX.

Según el mismo informe: “Solo por un breve periodo podremos talar árboles a mayor velocidad de lo que maduran, capturar más peces de los que el océano puede reabastecer o verter más carbono en la atmósfera del que los bosques y océanos pueden absorber. Las consecuencias del exceso ya saltan a la vista: el colapso de las pesquerías, la desaparición de hábitats y especies y la acumulación de carbono en la atmósfera (Tittensor et al., 2014; PNUMA, 2012)”

El exceso de emisiones contaminantes de nuestra civilización, incluido el transporte, ha superado de tal manera la capacidad de absorción de los bosques y mares, que no hay otra alternativa lógica más que la reducción de tales emisiones.



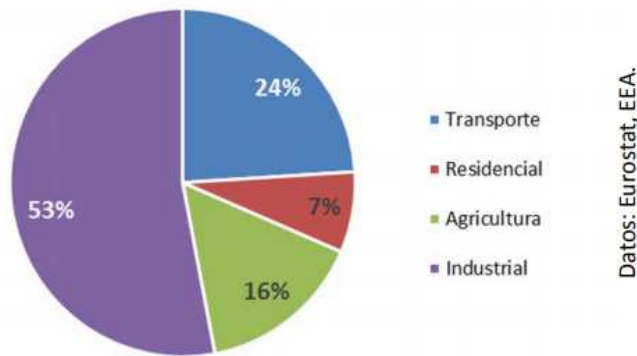
Leyenda

- Carbono
- Zonas de pesca
- Tierras de cultivo
- Suelo urbanizado
- Productos forestales
- Tierras de pastoreo

Figura 1. Componentes de la Huella Ecológica Global en función de la biocapacidad de la tierra, 1961-2012 [2]

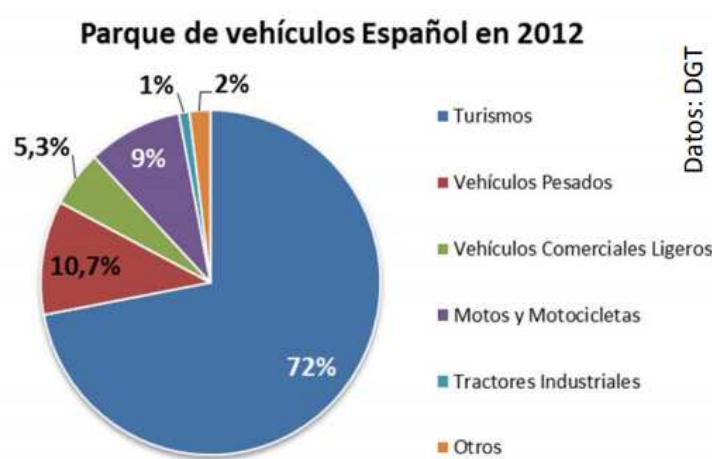
El medio ambiente por tanto no es capaz de absorber las emisiones contaminantes, que en el caso de España generan por orden de magnitud la industria, el transporte, la agricultura y el sector residencial, según se puede apreciar en el siguiente gráfico:

**Emisiones de GEI por sectores en España, Año 2012**



**Figura 2. Emisiones de GEI por sectores en España, 2012 [3]**

Es decir, sólo el transporte es responsable del 24% de las emisiones contaminantes. Dentro del sector transporte, la distribución del parque de vehículos en España se muestra en la gráfica siguiente:



**Figura 3. Parque de vehículos en España, 2012 [3]**

De todos ellos, son los turismos, vehículos comerciales ligeros y vehículos pesados, los que provocan el 97% de los consumos de carburantes fósiles, según se muestra en la siguiente gráfica:

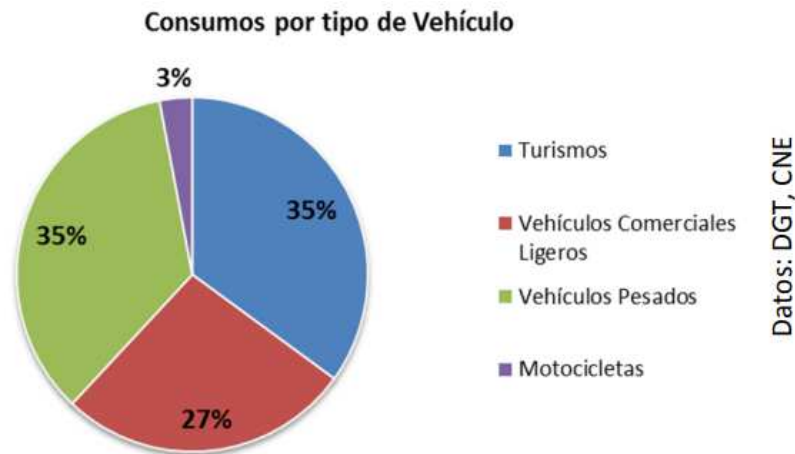


Figura 4. Consumo del parque de vehículos en España, 2012 [3]

De todo ello se deduce la importancia de la migración de los vehículos de combustible fósil a vehículos con energías alternativas (que se desarrollaran en el apartado 2), dentro de los cuales están los vehículos eléctricos.

### Salud pública

Desde el punto de vista de salud pública asistimos también a un incremento de enfermedades entre los ciudadanos debido a las emisiones contaminantes, incluidas las del transporte.

El Departamento de Salud Pública de la organización mundial de la salud (O.M.S.) analiza los efectos, colectivos vulnerables e impacto en su página web [4]. Sobre los colectivos vulnerables expone: *“Los efectos más graves se producen en las personas que ya están enfermas. Además, los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las familias de pocos ingresos y con un acceso limitado a la asistencia médica son más susceptibles a los efectos nocivos de dicho fenómeno”*.

El mismo Departamento, estima en 1,3 millones de defunciones anuales por causa de la contaminación en las ciudades [5]. Además destaca lo siguiente: *“La contaminación del aire representa un grave problema de higiene del medio que afecta a los habitantes de los países en desarrollo y desarrollados. Los residentes de las ciudades donde hay niveles elevados de contaminación atmosférica padecen más enfermedades cardíacas, problemas respiratorios y cánceres del pulmón que quienes viven en zonas urbanas donde el aire es más limpio.”*

La propia OMS, en su nota de prensa y salud de septiembre de 2016 “Calidad del aire ambiente (exterior) y salud” [6] plantea varias medidas para reducir la contaminación, y concretamente en el área del transporte propone: *“adopción de métodos limpios de generación de*

*electricidad; priorización del transporte urbano rápido, las sendas peatonales y de bicicletas en las ciudades, y el transporte interurbano de cargas y pasajeros por ferrocarril; utilización de vehículos pesados de motor diesel más limpios y vehículos y combustibles de bajas emisiones, especialmente combustibles con bajo contenido de azufre;"*

### **Apoyo gubernamental**

Las autoridades municipales regionales y nacionales están realizando esfuerzos de control de contaminación, promoción de la migración hacia vehículos menos contaminantes a través de incentivos económicos, estrategias de apoyo y puesta en marcha de ejemplos demostrativos.

Por un lado, en lo referente al control, las ciudades en España miden la contaminación atmosférica y toman medidas para reducir e incluso prohibir el tráfico de vehículos contaminantes cuando los niveles de contaminación superan los límites de seguridad.

En lo que se refiere a promoción, las autoridades regionales y nacionales gestoras de incentivos ofrecen ayudas para la compra de vehículos eléctricos. Por ejemplo, la Agencia Andaluza de la Energía a través de la línea de incentivos Redes Inteligentes, apoya la descarbonización del transporte, fomentando iniciativas de movilidad sostenible y en particular la movilidad eléctrica. A nivel nacional, el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MEIC), puso en marcha el Plan MOVEA 2017, para la adquisición de vehículos de energías alternativas e implantación de puntos de recarga en zonas de acceso público.

En lo referente a las estrategias de apoyo, en el ámbito nacional el MEIC ha creado la denominada "Estrategia de impulso del vehículo con energías alternativas (VEA) en España (2014-2020)" [3], que se explicará con más detalle en el apartado siguiente. La consecución de los objetivos de esta Estrategia, conseguiría entre otros, solucionar el déficit de la balanza de pagos que en el saldo energético alcanza los -40.000 Meur, debido a las compras de productos petrolíferos por valor de 50.000 Meur al año, según cifras del MEIC incluidas en la mencionada Estrategia. En el ámbito internacional cabe destacar los acuerdos y objetivos del "Acuerdo de París" [7].

Con respecto a los ejemplos demostrativos, se pueden destacar algunas iniciativas:

1. el proyecto ZEM2ALL desarrollado en Málaga (2013-2016), donde se desplegó una flota de 200 vehículos eléctricos, 220 puntos de recarga convencional y 23 de recarga rápida [8],
2. flota de correos (2016): 25 nuevas furgonetas eléctricas Renault Kangoo ZE, de cero emisiones, 100 motocicletas eléctricas Scutum [9]



3. policía municipal de Madrid (mayo 2017): incorporó ocho turismos y diez motos eléctricas y 14 híbridos [10]

### *Eficiencia energética global*

Según el informe de British Petroleum “BP Statistical Review of World Energy” de Junio 2017 [11], existe una clara desaceleración del crecimiento de consumo mundial de energía registrado desde el año 1995, tal y como se puede ver en la siguiente gráfica:

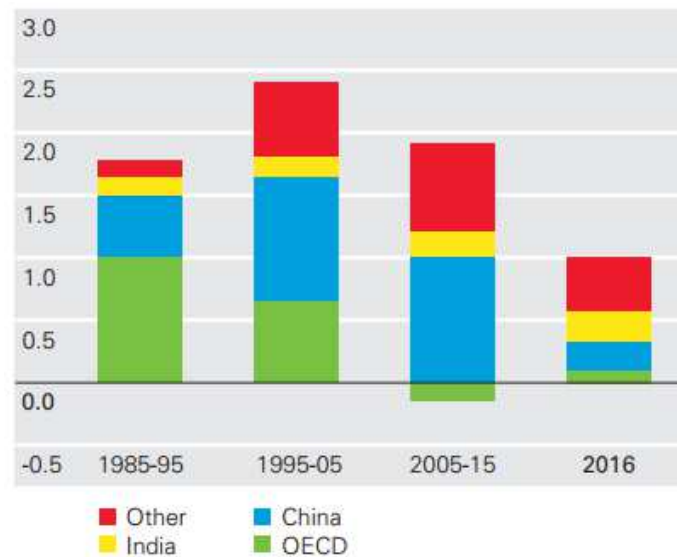


Figura 5. Crecimiento del consumo de energía, contribución al crecimiento [11]

Según esta gráfica, además se aprecia que el crecimiento en 2016 ha sido del 1%, casi la mitad de la tasa de crecimiento de los 10 años anteriores (2005-2015). Es decir, el mercado de consumo de energía presenta lo que técnicamente denominan “debilidad”, debido a varios factores:

- a) a corto plazo, el crecimiento del producto interior bruto global del 3% es el más bajo desde 2002,
- b) a largo plazo, la mejora de la eficiencia energética.

Según el mismo informe, esta mejora de la eficiencia energética global va unida a otros dos sucesos:

1. incremento en la generación de energía de fuentes renovables, como se muestra en la figura siguiente:

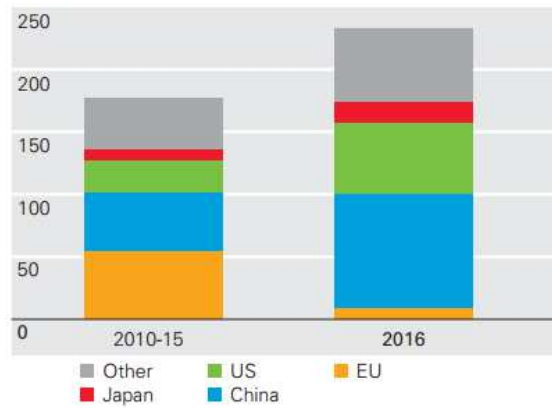


Figura 6. Crecimiento y cambio anual de la generación de renovables por país [11]

En esta gráfica se observa además que Estados Unidos se ha convertido en el mayor productor de renovables.

2. mayor difusión de las tecnologías de generación de renovables en un número creciente de países, como se muestra en la figura siguiente:

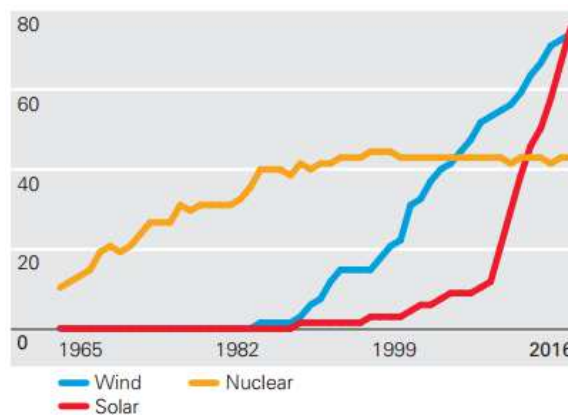


Figura 7. Países con al menos una generación total mayor de 50GWh en la tecnología correspondiente: Eólica (“Wind”), Solar y Nuclear [11]

Según el mismo informe, todas estos hechos han llevado a unas emisiones de carbono casi sin crecimiento en 2016, tendencia de los últimos tres años, en comparación con los 10 años anteriores, donde el crecimiento de emisiones de CO2 fue de casi un 2,5% anual. Si esta tendencia se mantiene los años venideros, confirmará el seguimiento de los acuerdos y objetivos del “Acuerdo de París” [7].

### Coste de la tecnología.

Según la guía del IDAE “El vehículo eléctrico para flotas” [12], el coste de la batería de un vehículo eléctrico puede suponer hasta el 60%. Por tanto, para hacer competitivo el vehículo eléctrico, es fundamental que baje el precio del almacenamiento de energía, es decir, de las baterías.

La Oficina de Tecnologías del Vehículo (VTO) [13], del Departamento de Energía de los Estados Unidos de América [14], ha publicado la grafica de la figura siguiente, donde se presenta la evolución de los costes objetivo de baterías fabricadas en laboratorio:

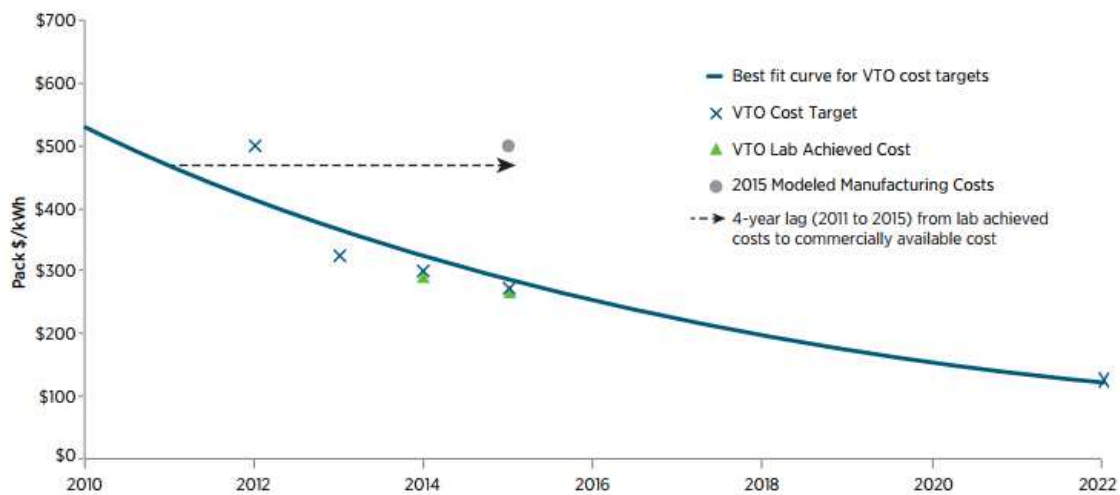


Figura 8. Evolución de los costes (dólares/Kwh) modelados y conseguidos por VTO para prototipos de laboratorio, comparado para el caso de costes de producción en 2015 modelado por CEMAC [15]

En la figura superior se observa que el coste objetivo de VTO (marcados con una x) se aproxima mucho al de los de prototipos conseguidos en laboratorio o pequeñas series (marcados con un triángulo verde). La curva continua define la mejor aproximación a la reducción de precios estimados de prototipos en laboratorio VTO en el periodo 2010-2022. Por otro lado, el “Clean Energy Manufacturing Analysis Center (CEMAC)” y el “Bloomberg New Energy Finance (BNEF)”, han creado unos modelos de estimación de coste de producción en masa de las mismas baterías. Con estos modelos se puede ver que los precios conseguidos en 2011 en laboratorio, no se consiguieron en producción hasta 2015 (punto redondo en la gráfica), es decir, con un retardo de cuatro años (flecha discontinua en la gráfica).

Según el mismo informe, el CEMAC ha realizado también un modelo de estimación de precios de mercado para compararlos con los precios reales de mercado. Este modelo considera la ingeniería de procesos, coste y factores financieros, pero no puede tener en cuenta los desajustes de mercado entre oferta y demanda. Es decir, los fabricantes pueden decidir bajar

los precios de venta para mantener por ejemplo cuota de mercado, y por eso los precios reales de mercado ser menores a las estimaciones de los modelos.

En cualquier caso, independientemente del retardo en llegar el precio a producto en masa, la curva de precios del VTO indica que en un periodo de doce años los precios de las baterías se van a dividir por cinco.

Dentro de lo que supone una visión más a largo plazo, dentro del informe “Electric Vehicle Outlook 2017” [16] expone que en el 2040 el 34% de los vehículos serán eléctricos. El mismo informe también da la previsión de que a partir del año 2025 el vehículo eléctrico será competitivo sin subvención.

La disminución del precio de la tecnología y soluciones de acumulación provocará dos situaciones de mercado. Por un lado mayor demanda de los usuarios de vehículos eléctricos, y por otra parte la industria del automóvil responderá con el correspondiente aumento de la producción.

### ***Economía circular.***

El “Informe de implementación del plan de acción de Economía Circular” de la Comisión Europea al Parlamento Europeo [17], dice literalmente en primer párrafo del apartado de introducción: *“El paquete de medidas sobre economía circular, adoptado por la Comisión el 2 de diciembre de 2015, creó un impulso importante para apoyar la transición hacia una Economía Circular de la UE. Este paquete incluía propuestas legislativas sobre residuos, con objetivos a largo plazo para reducir el vertido y aumentar el reciclaje y la reutilización. Con el fin de cerrar el ciclo de vida de los productos, también incluyó un Plan de Acción para apoyar la Economía Circular en cada paso de la cadena de valor, desde la producción hasta el consumo, reparación, gestión de residuos, materias primas secundarias introducidas de nuevo en la economía.”*

La reutilización de los productos es uno de los conceptos que va a entrar en nuestras vidas, y que va a ser determinante para la familiarización con el vehículo eléctrico, como se verá más adelante en este apartado.

Dice además este informe en su introducción, que *“El objetivo de este informe es presentar una visión completa de las acciones ya realizadas en la aplicación del Plan de Acción de la UE desde su adopción en diciembre de 2015, y presentar los entregables de 2017”*

Dentro de los entregables desde la adopción del Plan de Acción, destaca el referido al lanzamiento de los “Acuerdos de Innovación”, que consiste en una llamada para presentación de expresiones de interés en “Acuerdos de innovación para una economía circular” [18].



Figura 9. Logotipo de la iniciativa de Acuerdos de Innovación para la Economía Circular [18]

El primero de los acuerdos ya ha sido firmado, y se refiere a “Tratamiento de aguas residuales combinando tecnología de membranas anaeróbicas y reutilización del agua”. El segundo de los acuerdos, está pendiente de firma en 2017 y se refiere a “Movilidad eléctrica y reciclado de baterías”. En cuanto se firme se harán públicos y se podrán tener más detalles.

Aparte de este impulso de la Comisión Europea, la economía circular en lo referente a movilidad eléctrica ya ha entrado en la vida normal de las ciudades, con ejemplos tan claros como los siguientes:

1. compartición de scoters eléctricos de dos plazas, provisto por la empresa eCooltra (opera en Barcelona, Roma, Lisboa y Madrid).
2. Compartición de cuatri-ciclos eléctricos Car2Go (opera en 25 ciudades de Europa y América y una de China).
3. Compartición de cuatri-ciclos eléctricos Emov (opera en Madrid).

### 3. VEHÍCULO CON ENERGÍAS ALTERNATIVAS

La Real Academia Española, define el término “vehículo” como el “Medio de transporte de personas o cosas”. Por tanto, dentro del término vehículo, se pueden incluir los siguientes medios de transporte:

- bicicletas (con y sin apoyo de motor),
- motos y motocicletas,
- cuadríciclos: son más pequeños que el turismo tradicional, y con limitaciones en lo referente a peso, tamaño, capacidad de carga y autonomía. Han tenido importancia en la introducción del vehículo eléctrico en las ciudades, tanto para recorridos privados de corto o moderado alcance, como para la prestación de servicios públicos,
- turismos y comerciales ligeros,
- camiones y autobuses.

Para referirse al termino “energías alternativas”, se puede tomar como referencia la acepción utilizada por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MEIC), donde se entiende por vehículos con energías alternativas a los siguientes: eléctricos, Gas Licuado del Petróleo (GLP), Gas Natural Comprimido (GNC), Gas Natural Licuado (GNL), biocombustibles e hidrógeno.

Los vehículos con energías alternativas no pueden existir si no se dan una serie de factores que favorezcan su introducción. Por eso el MEIC creó la denominada “Estrategia de impulso del vehículo con energías alternativas (VEA) en España (2014-2020)” [3]. Esta estrategia tiene treinta medidas y tres ejes de actuación:

1. **Industrialización:** Se impulsa la industrialización de vehículos con energías alternativas y de los puntos de suministro asociados.
2. **Mercado:** Se definen acciones de impulso de la demanda.
3. **Infraestructura:** Recoge medidas para favorecer una red de Infraestructura que permita cubrir las necesidades de movilidad de los usuarios.

En los puntos 1, 2 y 3, está implícita la importancia otorgada a los puntos de suministro de los vehículos con energías alternativas, y por tanto a los puntos de carga de vehículos eléctricos.

Si recurrimos a la clasificación hecha por la Dirección general de tráfico, en función de la capacidad contaminante de los vehículos, tendremos el siguiente cuadro de clasificación de los vehículos:

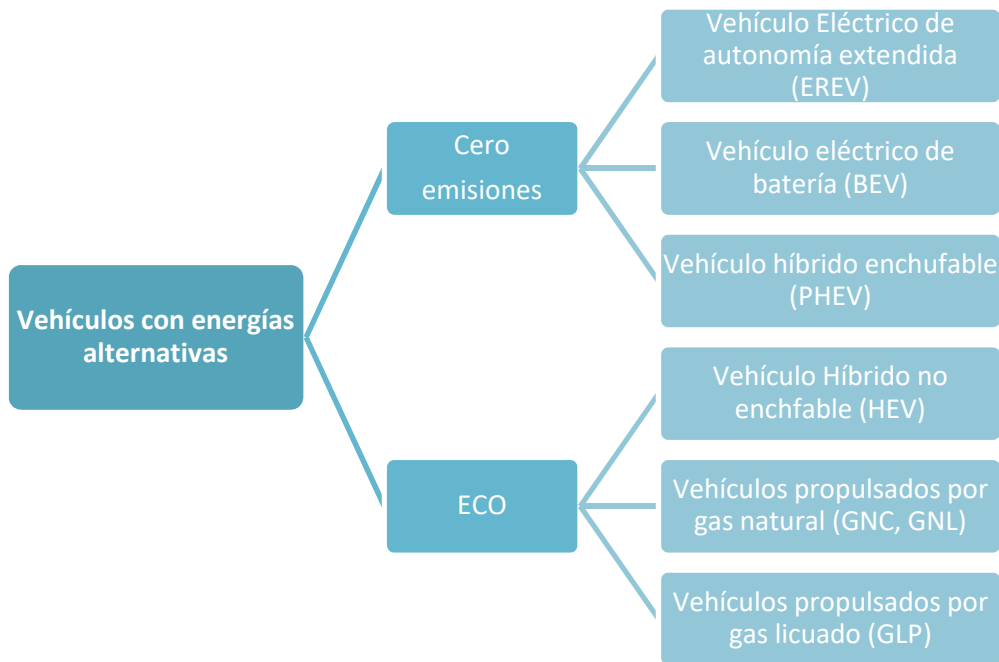


Figura 10. Clasificación del parque de vehículos por la Dirección General de Tráfico en función de su potencial contaminante [19]

En base a esta clasificación se explican a continuación cada una de las categorías en los siguientes apartados, empezando por la categoría de vehículos ECO para seguir con los de cero emisiones.

### 3.1. Vehículos ECO

#### 3.1.1. Vehículos Híbridos no enchufable (HEV)

Son vehículos que tienen dos motores, uno eléctrico y otro de combustión (generalmente de gasolina). El motor eléctrico se alimenta de la batería de tracción de capacidad reducida, que proporciona una autonomía pequeña, de pocos kilómetros. La batería de tracción se alimenta de un generador eléctrico que entra en funcionamiento cuando el coche se retiene, como en las frenadas. No tienen conexión externa para poder recargar la batería, pues su baja capacidad está diseñada para ser recargada con el propio movimiento.

Son vehículos con la misma autonomía que tiene cualquiera con motor de combustión, pero con la ventaja de tener menores consumos en ciudad. El motor eléctrico se activa si la batería de tracción tiene carga acumulada, y cuando la solicitud de potencia del conductor es pequeña. En los arranques, si se maneja con suavidad el pedal de aceleración y tiene carga la batería, se activa el motor eléctrico y el coche comienza su marcha de manera silenciosa. Es para la conducción en la ciudad, donde han tenido su mejor acogida, por ejemplo en el sector

del taxi. Gracias al motor eléctrico, presentan unos consumos de hidrocarburo menores que los vehículos diesel o gasolina.

Uno de los primeros modelos que salieron al mercado fue el Toyota Prius. En su versión de motor 125H Automático (e-CVT) el fabricante da los siguientes valores de consumos y emisiones en su página WEB española [20]:

- Consumo combinado. 3,3 l/100 km
- CO2 Combinado: 76 g/km

Como el resto de vehículos híbridos, duplica los motores (eléctrico y térmico normalmente de gasolina) con lo que en el largo plazo, cuando el precio de la acumulación de energía eléctrica en las baterías baje, tenderán a ser sustituidos por los híbridos enchufables, y posteriormente a desaparecer y ser sustituidos todos ellos por el vehículo totalmente eléctrico.

### 3.1.2. Vehículos Propulsados por Gas Natural (GNC, GNL)

El gas natural para vehículos (denominado “vehicular”), ya sea comprimido o líquido, se considera un combustible eficiente y sostenible ya que consigue reducir las emisiones de óxido de nitrógeno, partículas en suspensión y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Éste, puede ser utilizado en una amplia gama de vehículos, ya sean turismos, furgonetas, camiones, ferrocarriles e incluso barcos y aviones.

! **GNC:** Gas Natural Comprimido

**GNL:** Gas Natural Licuado

El gas natural es un hidrocarburo compuesto principalmente por metano. Sus componentes difieren de los de un vehículo diesel o gasolina y necesita un depósito de combustible para almacenar el gas que suele colocarse bajo el vehículo para no disminuir la capacidad del maletero.

El despliegue de una infraestructura de recarga de estos vehículos es imprescindible. En la siguiente imagen se puede apreciar su distribución en la península ibérica.





Figura 11. Estaciones de gas vehicular en España y Portugal, GASNAM [21]

Entre algunos de los turismos propulsados por gas natural podemos encontrar los de la lista siguiente:

- AUDI: A-3 Sporback G-TRON, A-4 Avant G-TRON, A-5 Sportback 2.0 G-Tron,...
- FIAT: 500 L NATURAL POWER, 500 I Living Natural power, PANDA natural power, ...
- LANCIA: YPSILON Ecochic GNC
- MERCEDES- BENZ: B-200 NGD, E-200 NGD
- SEAT: MII Ecofuel, LEON TGI,...
- SKODA: CITIGO G-TEC, OCTAVIA SEDÁN G-TEC,...
- VOLSKWAGEN: GOLF TGI, ECO UP,...
- VOLVO: V60 BIFUEL, V70 BIFUEL,...
- ...

Además, existen también furgonetas, camiones y autobuses propulsados a gas natural. Una lista extensa de vehículos la ha confeccionado la “Asociación Ibérica de gas natural para la movilidad” (GASNAM), y la ha publicado en el “Catálogo de vehículos a gas natural” [22].



Figura 12. AUDI Sportback G-TRON [23]

Vehículos como el de la figura superior, tienen dos tipos de depósito, de gasolina y de gas, con dos bocas de llenado, permitiendo el funcionamiento con cualquiera de los dos combustibles, lo cual permite una mayor flexibilidad a la hora de repostar.

Los datos de consumos y emisiones promedio del fabricante en su WEB [24] son los siguientes:

- Consumos: 3.5 a 3.4 kg de CNC / 100 km, 5.4 a 5.2 l / 100 km de gasolina.
- Emisiones: GNC 96-92 g / km, gasolina 126 a 121 g / km.

### 3.1.3. Vehículos Propulsados por Gas Licuado (GLP)

Por GLP se entienden los “Gases licuados del Petróleo”, en cuya composición se encuentran el propano y butano. A presiones bajas pasan a su estado líquido, con lo que se puede transportar y almacenar en recipientes.

! **GLP:** Gases Licuados del Petróleo

A continuación se enumeran algunos de los vehículos presentes en el mercado que pueden funcionar a gas o gasolina:

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alfa Romeo Giulietta 1.4 TB GLP.</li> <li>▪ Citroën C3 pure tech de 82 CV.</li> <li>▪ Modelos Dacia (Logan 1.2 GLP, Sandero 1.2 GLP , Dokker GLP, Lodgy 1.6 GLP , Duster GLP)</li> <li>▪ Fiat (500 GLP , Panda, Punto)</li> <li>▪ Ford (Fiesta, Focus, B-Max GLP)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opel (Adam GLP , Corsa 1.4 GLP , Astra GLP, Insignia GLP, Meriva, Zafira Tourer, Mokka)</li> <li>▪ Renault Clio GLP</li> <li>▪ ....</li> </ul> |
|---|---|

Uno de los ejemplos de vehículo GLP es Astra Sedán, cuya imagen se puede observar a continuación.



Figura 13. Astra Sedan [25]

En su motorización 1.4 Turbo GLP 140cv, los consumos medios que facilita el fabricante son los siguientes:

- Consumos: GLP: 8,1 a 7,6 l / 100 km, Gasolina: 6,3 a 5.9 l / 100 km.
- Emisiones: GLP: 131 - 123 / Gasolina: 146 - 137 g/km

Este tipo de vehículo suele arrancar en gasolina, y una vez comenzada la marcha pasa a GLP si su correspondiente depósito está cargado. Cuando se acaba el GLP, pasa a gasolina automáticamente.

La asociación Española de Operadores de GLP (AOGLP), ofrece información sobre la localización de las estaciones de recarga de GLP en España. En la figura siguiente se puede observar esta información:



Figura 14. Situación de estaciones de GLP en España [26]

## 3.2. Vehículos cero emisiones

Deberíamos primero abordar el concepto de Cero emisiones. Un vehículo que funcione en modo eléctrico exclusivamente, en el trayecto por el que circule efectivamente no provocará emisiones de CO<sub>2</sub> (ni otros contaminantes) debido a que su motor eléctrico se alimenta de la energía acumulada en sus baterías.

Otra cuestión revisada en un apartado anterior, es que al ser vehículos que se recargan de la red eléctrica nacional, el mix de energía eléctrica nacional es el que define las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas en promedio en los puntos de generación de esta energía. Otra cuestión es que el mix de energía nacional mejore con los años y disminuya las emisiones de CO<sub>2</sub> por cada Kwh consumido.

### 3.2.1. Vehículo Eléctrico de Autonomía extendida ( en inglés “Extended Range Electric Vehicle, EREV”)

Este tipo de vehículos se caracterizan por tener dos motores, uno de combustión y otro eléctrico, en los que la propulsión del vehículo se realiza únicamente con el motor eléctrico. El motor de combustión complementa el eléctrico realizando las labores de poner en marcha el generador eléctrico que provoca la carga de batería. Al tener un motor de combustión pequeño y por su tracción 100 % eléctrica se cataloga como vehículo eléctrico.

Si el vehículo se queda sin batería, puede parar para recargar en un punto de carga eléctrico, o alternativamente recargar con el motor de combustión que alimentará el generador eléctrico y éste a su vez a la batería. Cuando la batería tenga carga, el vehículo podrá reiniciar la marcha.

La autonomía de este tipo de V.E., en modo eléctrico, es mayor que la del híbrido enchufable, al tener unas baterías de mayor capacidad de almacenamiento. Por otro lado, en el híbrido enchufable el motor de combustión es el que mueve el vehículo al sobrepasar determinada solicitud de esfuerzo (o cuando las baterías se descargan)

La frenada del vehículo suele aprovecharse también para la generación de energía eléctrica que se almacena en las baterías.

Algunos ejemplos de mercado en esta categoría son:

- Fisker Karma
- Opel Ampera
- BMW i3 REX
- ...

En las siguientes imágenes vemos detalles del Open Ampera.



Figura 15. Opel Ampera [25]

### 3.2.2. Vehículo Eléctrico de batería (en inglés Battery Electric Vehicle, B.E.V.)

También son conocidos como **vehículos totalmente eléctricos**. En este caso, el vehículo es de propulsión alternativa impulsado por un motor eléctrico (o varios) alimentado por unas baterías recargables mediante la conexión a la red eléctrica.

Como en el caso anterior la frenada del vehículo suele aprovecharse también para la generación de energía eléctrica que se almacena en las baterías.

Algunos modelos con este tipo de configuración son:

- Todos los modelos de Tesla; Roadster, Model S, Model X, futuro Model 3
- Renault Zoe ,
- BMW i3
- Nissan Leaf
- Kia Soul EV
- Mercedes Benz Clase B electric drive
- Volkswagen Golf eléctrico
- Mitsubishi iMiEV
- Citroën C-Zero
- Peugeot Ion
- Nissan eNV-200
- Renault kangoo ZE
- ...

Se muestran a continuación algunas imágenes de este tipo de vehículos:



Figura 16. Peugeot ION [27]



Figura 17. Citroën C-Zero [28]

En este tipo de vehículos, es frecuente que el fabricante publicite que tienen cero emisiones de CO<sub>2</sub>. Remitimos al lector a la explicación del concepto de “Cero emisiones” realizada al principio de este capítulo.

### 3.2.3. Vehículo Híbrido Enclufable (en inglés Plug-in Hybrid Electric Vehicle, P.H.E.V.)

Este tipo de vehículos combinan dos motores, uno eléctrico y otro de combustión pudiendo actuar simultáneamente. El motor eléctrico se alimenta desde las baterías que se recargan o bien de la red eléctrica (vehículo parado) o a través del sistema de frenado regenerativo.

El motor de combustión se alimenta del depósito de combustible, y entra en funcionamiento por encima de una determinada velocidad o cuando la batería no tiene carga suficiente.



¿Cuál es la diferencia fundamental entre un coche híbrido y uno totalmente eléctrico?

- **Híbrido** : Motor de combustión + motor/es eléctrico/s
- **Eléctrico**: Motor eléctrico

Algunos modelos que podemos encontrar en el mercado con esta configuración son:

- BMW i8
- Mitsubishi Outlander PHEV
- Toyota Prius Plug-in
- Volkswagen Golf GTE
- Mercedes Benz clase S 500 plug-in hybrid
- Porsche Panamera hybrid
- ...

Los vehículos de motor híbrido (enchufable o no enchufable a red) están siendo de gran ayuda en la introducción en el mercado del vehículo eléctrico, pero en el largo plazo es previsible que sean sustituidos por los de motor eléctrico al tener menor complejidad y un único motor, lo que los hace más económicos en la parte de motor y mantenimiento asociado. El vehículo eléctrico, como se explicó en el apartado anterior “Factores de desarrollo”, será competitivo en precio cuando el coste de las baterías baje sustancialmente.





Figura 18. Toyota Prius Plug-in [29]

En la imagen de la figura superior se observa la imagen del Toyota Prius Plug-in. En la WEB europea del fabricante se declaran los siguientes consumos y emisiones:

- Consumo ponderado y combinado. 1 l/100 km (cuando funciona sólo con el motor de gasolina sube su consumo a 3,4 l/100 km)
- CO2 ponderado y combinado: 22 g/km

Este fabricante da los datos de consumos “ponderados y combinado”, con lo que se interpreta que los dos motores están actuando y que el ciclo es de carretera y ciudad. Lo mismo aplica a las emisiones de CO2.

En la imagen inferior se observa otro vehículo híbrido enchufable y el detalle del punto de carga en el vehículo.



Figura 19. Audi A3 e-tron [23]

En este vehículo, el fabricante declara en su WEB los siguientes consumos y emisiones:

- Consumo combinado. 1,9-1,8 l/100 km
- Energía Eléctrica: 190 -181 Wh/km
- Emisiones combinadas de CO2 combinado: 50-48 g/km

En la siguiente imagen se puede apreciar un tercer vehículo de una tercera marca.



Figura 20. Volkswagen Golf GTE [30]

En La imagen superior del Volkswagen, se observa claramente los dos puntos de recarga. En la parte trasera el tradicional de hidrocarburo, y en el centro de la parrilla del radiador el de carga eléctrica.

El fabricante del Golf GTE da la siguiente información en su página WEB:

- consumo promedio de combustible (l/100 Km): 1,8 – 1,6
- consumo promedio de corriente (KWh/100 km): 12,0 - 11,4
- emisiones de CO2 promedio (g/km): 40-36

De la palabra “promedio” entendemos que se debe interpretar que el dato de consumo se refiere a consumos ponderados y combinado (es decir ponderando debido a que los dos motores están actuando, y combinado debido a que el ciclo es de carretera y ciudad). Lo mismo aplica a las emisiones de CO2. Además, cuando el fabricante dice “corriente” se refiere en realidad a “energía” dado que la unidad “KWh” se refiere a energía.

### 3.2.4. Resumen de tipos de vehículos eléctricos

Una vez explicados con cierto detalle los tipos de V.E. en los apartados anteriores, en este apartado se presenta un resumen de todos ellos. Con este cuadro el lector tendrá mayor facilidad a la hora de diferenciarlos y comparar sus características.

**Tabla 1. Características según el tipo de vehículo eléctrico**

	VE de autonomía extendida (EREV)	VE puro (BEV)	VE Híbrido enchufable (PHEV)	VE Híbrido no enchufable (HEV)
Motor	Eléctrico + combustión	Eléctrico	Eléctrico + combustión	Eléctrico + combustión
Tracción	Motor eléctrico	Motor eléctrico	Motor eléctrico + motor combustión	Motor eléctrico + motor combustión
Recarga	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De la red eléctrica (Parado).</li> <li>2. Del sistema de frenado regenerativo (en movimiento).</li> <li>3. Del motor de combustión.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De la red eléctrica (parado).</li> <li>2. Del sistema de frenado regenerativo (en movimiento).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De la red eléctrica (parado)</li> <li>2. Del sistema de frenado regenerativo (en movimiento)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Del sistema de frenado regenerativo (en movimiento)</li> </ol>
Autonomía	Baterías + motor de combustión que recarga las baterías.	Baterías	Baterías + motor de combustión	Motor de combustión + pequeña capacidad de las baterías
Emisiones	Motor de combustión	x	Motor de combustión	Motor de combustión

En esta tabla se ha considerado que las emisiones debidas al motor eléctrico son nulas, aunque la energía eléctrica tenga en el mix de energía nacional una componente de emisiones debido a que no toda la generación de energía es de origen renovable o nuclear.

Hay algún vehículo, como sea el Toyota Prius Plug-In, que aporta un techo de captadores solares fotovoltaicos, con los que alimenta la batería del coche en presencia de luz solar. El día

que se popularice, podrá incluirse como una más de las fuentes de carga del V.E., pero por el momento no se ha incluido en la tabla superior.

## 4. CLASIFICACIÓN DE PUNTOS DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

La clasificación de los puntos de recarga se puede hacer atendiendo a los siguientes factores:

- Velocidad de recarga.
- Modo en que se conecta el vehículo para su carga.
- Tipo de conector.

Atendiendo a estos tres factores se presenta a continuación un cuadro con la clasificación de los puntos de carga de vehículos eléctricos.

Velocidad de recarga	Modo de carga del V.E.	Tipo de conector
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenta/ Convencional</li> <li>• Semirápida</li> <li>• Rápida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modo 1</li> <li>• Modo 2</li> <li>• Modo 3</li> <li>• Modo 4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schuko</li> <li>• SAE J1772 (Tipo 1)</li> <li>• Mennekes (Tipo 2)</li> <li>• ChadeMO</li> <li>• Scame (Tipo 3)</li> <li>• CEEform</li> <li>• CSS</li> <li>• SAE J1772 Combo</li> </ul>

**Figura 21. Clasificación de los puntos de recarga**

Existen tipos de recargas que no exigen cable eléctrico ni contacto, como podrían ser la carga inductiva o la carga a través de techo solar fotovoltaico. Por ser minoritaria por el momento su oferta comercial no se abordan en esta guía.

En los apartados siguientes se describen en detalle cada una de estas clasificaciones.

## 4.1. Tipos de recarga de vehículos eléctricos

Actualmente existen tres tipos de recarga atendiendo a la velocidad con que se cargan los vehículos eléctricos: lento, semi-rápida y rápida. No obstante hay autores [31] [32] que dividen la carga lenta en super-lenta y lenta, y la carga rápida en rápida y super-rápida.

En esta clasificación que se realiza en este apartado, se considera una batería de una capacidad de 22 KWh, una tensión de red monofásica de 220 V, y un rendimiento de conversión CA-CC del 100% para simplificar los cálculos (aunque en la realidad será algo menor dependiendo de cada sistema y del estado de conservación de la batería).

Atendiendo a estas hipótesis, tendremos los siguientes resultados.

- **Recarga lenta**

Está pensada para uso doméstico donde el vehículo puede realizar su recarga durante toda la noche, siendo el periodo de recarga de 6 a 10 horas aproximadamente. Podrá por tanto hacer uso de la tarifa eléctrica de discriminación horaria supervalle.

Este tipo de recarga es soportada por todos los vehículos del mercado.

Consiste únicamente en conectar el coche a cualquier enchufe doméstico (tipo Schuko), a través de un cable seguro con toma de tierra. La longitud máxima se recomienda de cinco metros (para disminuir las pérdidas por disipación en modo de calor) [33].

- **Recarga semi-rápida**

Este tipo de recarga está pensada para zonas públicas, semipúblicas y privadas.

Su tiempo de recarga suele estar entre 1 a 3 horas.

Como ejemplo de conectores para este tipo encontramos el SAE J1772 (16 A)

- **Recarga rápida**

Se considera recarga rápida aquella que se realiza fuera de la vivienda y permite realizar la recarga de la batería al 70 % en menos de 30 minutos.

La energía se proporciona al vehículo en forma de corriente continua. Se requiere una instalación más compleja por lo que la carga rápida está destinada a estaciones de servicio (también denominadas electrolinerías).

El conector estándar más utilizado es el japonés CHAdeMO.

En la siguiente figura se hace un resumen de estos tres tipos de carga.

**Tabla 2. Características de los tipos de recarga**

	Lenta	Semi-rápida	Rápida
<b>Intensidad</b>	10 – 16 A	32 A - 100 A	182 A – 227 A
<b>Potencia</b>	2,2 - 3,52 kW	7 - 22 kW	40 – 50 kW
<b>Capacidad de la batería tipo</b>	22 kWh	22 kWh	22 kWh
<b>Tiempo de recarga aproximada ( en función de a Intensidad eléctrica)</b>	Carga al 100%: 10 h (10 A) - 6,2 h (16 A)	Carga al 100%: 1h (100 A) – 3 h (32 A)	Carga al 100%: 26 min (227 A) - 33 min (182 A)  Carga al 70%: 18 min (227 A) - 23 min (182 A)
<b>Anotaciones</b>	Utilizada mayoritariamente para cargar el vehículo en casa de noche  Aprovecha tarifas nocturnas y ayuda a estabilizar curva de demanda eléctrica	Utilizada fundamentalmente en puntos de carga de cortesía (parking, empresas, hoteles, gasolineras...)  Solución ideal en términos de coste de equipo – tiempo de carga	Se asemeja a los hábitos actuales de repostaje con vehículo de combustión.  Exigencias eléctricas altas (potencia necesaria para un equipo, equivale a más de 10 viviendas).  Equipos costosos y no válidos para todos los VE del mercado

## 4.2. Modos de recarga

Los modos de recarga se clasifican en función a la cantidad de comunicación que hay entre la red y el vehículo eléctrico. Se diferencian hasta cuatro modos, tal y como se describe a continuación.

- **Modo 1.**

La recarga se realiza en corriente alterna monofásica, en un enchufe de pared tipo Schuko de uso general, que debe tener la toma de tierra conectada. La intensidad máxima es de 16 amperios en instalaciones monofásicas de 230 V (o trifásica de 400v) de hasta 16 A. El cable que conecta al vehículo, tendrá un conector del lado del vehículo que dependerá del fabricante. La protección que tenga el circuito será la del cuadro eléctrico al que se conecte el enchufe de pared, pues el cable de carga no aporta ninguna protección adicional. Es el modo de recarga que tienen los pequeños vehículos, como bicicletas, ciclomotores y cuadriciclos en garajes privados. No es aconsejable para vehículos eléctricos de mayor tamaño por el uso intensivo de la red que provocaría calentamiento de los circuitos al ser los periodos de carga mayores.

Por ser el modo menos seguro se aconseja normalmente usar los modos siguientes. Puede ser el modo seleccionado cuando no se tiene acceso a un punto de recarga con modo 3, o por tener un vehículo con necesidades de recarga bajas.

- **Modo 2.**

La recarga se realiza en corriente alterna monofásica de 230 V (o trifásica de 400v) de hasta 32 A, en un enchufe de pared, que debe tener la toma de tierra conectada. El cable que conecta el vehículo tendrá un piloto de control del nivel de carga y un sistema de protección diferencial de personas contra la descarga del vehículo y conector. Del lado del vehículo tendrá de nuevo un conector que dependerá del fabricante. Este cable de carga tiene por tanto protección incluida, además de la que aporte el enchufe de pared en su conexión al cuadro eléctrico.

Puede ser el modo seleccionado cuando no se tiene acceso a un punto de recarga con modo 3, o por tener un vehículo con necesidades de recarga bajas.

- **Modo 3.**

La recarga se realiza desde un terminal denominado Sistema de Alimentación del vehículo eléctrico (SAVE), que incluye las funciones de señalización, control y protección. El cable puede tener conectores específicos en cada extremo, y también puede estar integrado de manera solidaria en el extremo del SAVE. Es el modo de recarga más completo y que permite la incorporación de funcionalidades software en el SAVE. Existe otra denominación para el SAVE que es “Caja de pared” (en inglés “Wall box”).

El modo 3 es el modo más habitual de recarga, acompañado de los conectores más habituales que son del Tipo 1 y Tipo 2 (ver siguiente punto para descripción de los conectores de carga).



Hasta aquí, todos los modos que funcionan con corriente alterna, que es la más frecuente en los edificios y aparcamientos privados.

- **Modo 4.**

La recarga se realiza utilizando corriente continua, en las denominadas Estaciones de Recarga Rápida (E.R.R.), también conocidas como Electrolineras. Será por tanto la E.R.R. la encargada de hacer la transformación de corriente alterna a corriente continua, quedando de su parte las pérdidas de energía por esta transformación. Como en el caso del SAVE, las funciones de señalización, control y protección quedan del lado de la E.R.R., y el cable puede tener conectores específicos en sus extremos, aunque es frecuente que en el lado de la E.R.R. quede integrado.

### 4.3. Tipos de conectores

En la actualidad existen una amplia variedad de conectores para la recarga de vehículos eléctrico. Cada conector se usa en función del modo de carga con el que son compatibles y va incluido en el cable que facilita el fabricante del vehículo. A continuación se muestran algunos de los más comunes.

Tabla 3. Tipos de conectores para carga de V.E. en el mercado [34]

Conector Schuko	SAE J1772 (Tipo 1)	Mennekes (Tipo 2)
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enchufe convencional para alimentación monofásica en el lado de la pared</li> <li>▪ Consta de dos pines cilíndricos L1 (línea), N (neutro) y dos contactos tierra en los laterales.</li> <li>▪ Compatible con Modo 1 y 2 de carga (en modo 2 monofásico)</li> <li>▪ Extendido en Motos y bicicletas eléctricas</li> <li>▪ Hasta 16 A y 230 V</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conector tipo 1 según la norma IEC 62196-2.</li> <li>▪ Nace en el mercado Americano.</li> <li>▪ Cinco pines: L1, neutro (N), protección de tierra (PE) y dos de señalización (PP y CP).</li> <li>▪ Hasta 32 A, 230 V.</li> <li>▪ Compatible con Modo 3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conector tipo 2 según la norma IEC 62196-2.</li> <li>▪ Acordado por ACEA<sup>1</sup> como estándar europeo.</li> <li>▪ 7 bornes: L1, L2 y L3, (N), (PE), (PP y CP).</li> <li>▪ Compatible con Modo 3.</li> <li>▪ &lt; 70 A (230 V), &lt; 63 A (400V).</li> </ul>

<sup>1</sup> ACEA: Asociación Europea de Constructores ([www.acea.be](http://www.acea.be))

### CHAdeMO<sup>2</sup> (Tipo 4)



- También conocido como conector tipo 4 según la norma IEC 62196-1 y UL 2551.
- Usado en Modo 4
- 10 bornes: dos de potencia, 7 para comunicaciones y señalización, uno libre.
- Hasta 200 A y 500 V en continua.

### Scame (Tipo 3)



- También conocido como conector tipo 3 según la norma IEC 62196-2
- Hasta 7 pines: tres líneas de alterna (L1, L2, L3), neutro (N), protección de tierra (PE) y dos de señalización (PP y CP),
- Uso con corriente trifásica y monofásica (versiones con 4,5, y 7 pines).
- Hasta 32 A y 400 V en alterna
- Compatible con Modo 3.
- Uso en micro-coches eléctricos

### CEEPlus



- Utilizado en tomas para corriente de uso industrial, incluido el V.E.
- Usado en Modo 3
- Usado en corriente monofásica (230 V) y trifásica (400 V)
- Se usa en el lado de la pared.

### CSS (Combined Charging System)



- También conocido como Combo2.
- Cinco pines: dos de potencia, uno de protección de tierra (PE) y dos de señalización (PP y CP).
- Hasta 200 A y 850 V de continua.
- Usado en Modo 4

<sup>2</sup> Charge On Move

En la actualidad se está investigando sobre la estandarización de la carga inductiva, que permitiría no tener un contacto físico. Se realizaría una transferencia de energía entre una bobina en el pavimento (o en un carril inductivo) y otra del lado del vehículo. Este tipo de carga proporcionará a los vehículos la máxima flexibilidad, y resolverá situaciones como las de las paradas de taxi en que los vehículos van moviéndose progresivamente hasta que salen de la misma.

#### 4.4. Algunas preguntas frecuentes

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las preguntas más frecuentes que se hacen los usuarios.

<h3><u>¿DÓNDE CARGO?</u></h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>En Casa</b> → tanto en garaje comunitario como en vivienda unifamiliar.</li><li>• <b>En la calle</b> → cada vez más ciudades apuestan por instalar un sistema de puntos de carga.</li><li>• <b>En negocios</b> → centros comerciales, gasolineras o restaurantes ya ofrecen servicios de carga a sus clientes.</li></ul>	<h3><u>¿CUÁNTO TARDO?</u></h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Dependiendo de las características de la instalación y tipo de cargador.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Unas 8 horas en una toma monofásica doméstica.</li><li>• 2 – 4 horas en puntos de carga trifásicos .</li><li>• En unos 15 minutos utilizando supercargadores</li></ul></li></ul>	<h3><u>¿CUÁNTO CUESTA?</u></h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>La recarga de un VE, tiene un coste de entre 1,50 € - 2,00 €</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Esto conlleva un precio de no más de 1 € por 100 km.</li><li>• Un motor a combustión supera los 7 € por 100 km</li><li>• Los V.E. tienen menor mantenimiento, y pueden utilizar gratuitamente algunas autopistas y zonas de aparcamiento.</li></ul></li></ul>
<h3><u>¿DEBO PEDIR PERMISO?</u></h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Para instalar un punto de carga en un garaje comunitario, únicamente deberá comunicarlo a la comunidad y guardar el acuse de recibo de la recepción de esta comunicación.</li></ul>	<h3><u>¿QUÉ PUNTOS DE CARGA SIRVEN PARA MI COCHE?</u></h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los puntos de carga <b>domésticos</b> se eligen <b>en función del VE.</b></li><li>• Los puntos de carga <b>públicos</b> son <b>estándares</b> para todos los VE.</li><li>• <b>No todos</b> los VE admiten la carga con <b>supercargadores</b> (Modo 4)</li></ul>	

Figura 22. Resumen de preguntas frecuentes [35]

También es frecuente preguntarse por los pasos a seguir para instalar un punto de recarga, los cuales se esquematizan en la siguiente figura y se desarrollan a continuación de la figura. Estos pasos son orientativos, y hacen referencia a cuestiones que se han desarrollado en apartados anteriores.

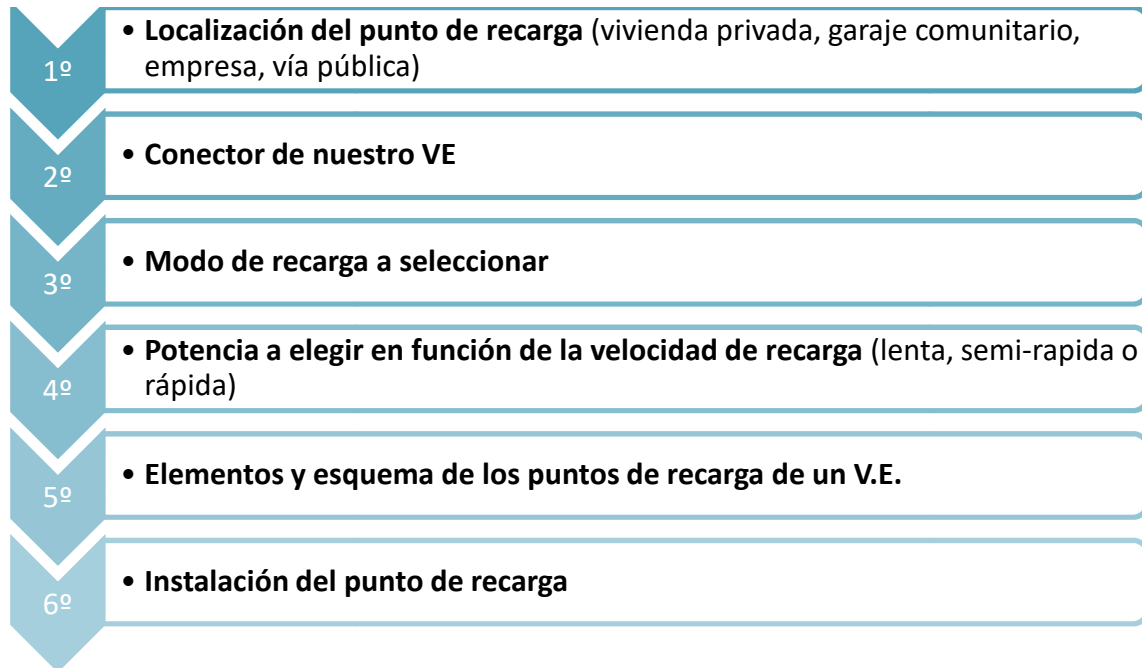


Figura 23. Esquema de pasos para la selección e instalación de un punto de recarga

**Localización del punto de recarga.** Se pueden instalar en el interior de vivienda o en zonas exteriores. En el interior de una vivienda, en garaje individual o colectivo, se suele utilizar una caja de recarga mural o de pared (“Wall box” en inglés). En exterior se instalan postes de recarga, que están protegidos frente a los agentes climáticos, vandalismo, etc.

**Conector del vehículo eléctrico.** El conector dependerá del fabricante del vehículo. La explicación de los mismos se ha hecho en el apartado anterior 4.3.

**Modo de recarga a seleccionar.** Los modos de recarga se han explicado en el apartado anterior 4.2.

**Potencia de recarga.** La potencia está directamente relacionada con el tiempo de recarga. A mayor potencia, menor tiempo de recarga. Para elegir la potencia se debe tener en cuenta no subir o bajar lo mínimo el término de potencia del suministro eléctrico. La franja horaria más adecuada en residencial suele ser la nocturna, dado que en esa franja suele haber el menor consumo del resto de electrodomésticos. Se pueden aprovechar las tarifas eléctricas con

discriminación horaria, para usar las franjas horarias de menor coste. Para ello conviene tener un programador horario, que puede estar incluido en el “Wall box”.

Con respecto a los elementos y esquema para la instalación de puntos de recarga, la normativa y los casos se desarrollan en el apartado siguiente “Elementos y esquemas de instalación de puntos de carga de V.E.”

Finalmente se procederá a la instalación del sistema de carga de V.E. Las personas autorizadas deben tener el carnet de acreditación de instalador eléctrico. Sólo en algunos casos es necesario realizar un nuevo proyecto de instalaciones, según se recoge en la normativa IC BT 52, como puedan ser los siguientes:

- Instalaciones superiores a 50 KW de potencia instalada
- Instalaciones exteriores superiores a 10 KW de potencia instalada
- Instalaciones exteriores de Modo 4
- Instalaciones que amplían el 50% de la potencia anteriormente instalada (RDL 647/2011).

## 5. ELEMENTOS Y ESQUEMAS DE PUNTOS DE RECARGA DE V.E.

En este apartado se abordarán los elementos y esquemas de los puntos de carga que son aplicables a los siguientes casos:

- garajes privados
- comunidades de vecinos
- aparcamientos exteriores de empresas

Los esquemas que se presentan se han obtenido de la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT-52.

### 5.1. Garajes privados

#### 5.1.1. Introducción

Las instalaciones en garajes privados debe cumplir, entre otras, con la Instrucción Técnica Complementaria “ITC BT 52” (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre 2014) [36], en lo referente a garajes privados de viviendas unifamiliares nos encontramos lo siguiente: *“En las viviendas unifamiliares nuevas que dispongan de aparcamiento o zona prevista para poder albergar un vehículo eléctrico se instalará un circuito exclusivo para la recarga de vehículo eléctrico. Este circuito se denominará circuito C13, según la nomenclatura de la (ITC) BT-25 y seguirá el esquema de instalación 4a.*

*Las instalaciones existentes en las que se desee instalar una estación de recarga se ajustarán también a lo establecido en este apartado.*

*La alimentación de este circuito podrá ser monofásica o trifásica...”*

En el siguiente apartado de “Elementos principales de la instalación” se presentará el esquema 4a mencionado anteriormente.

Respecto a los tipos de conexión entre el vehículo eléctrico y la clavija de red o el denominado SAVE (Sistema de Alimentación de Vehículo eléctrico) se pueden dar diversos casos, en función que el cable esté unido al vehículo, al SAVE, o sea independiente de ambos. En la figura siguiente representamos el caso en que está unido al 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.

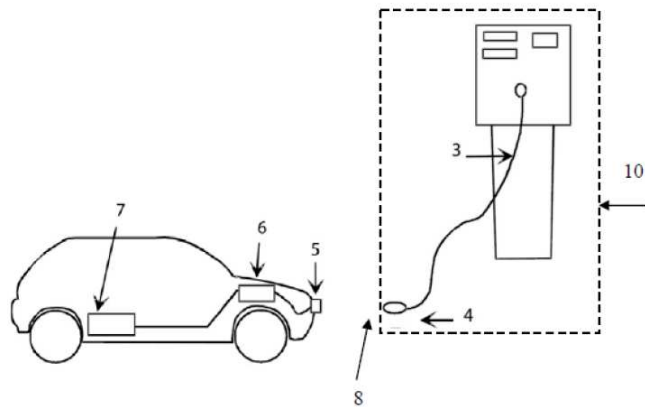


Figura 24. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga SAVE mediante un cable terminado en un conector, donde el cable forma parte de la instalación fija [37]

### 5.1.2. Elementos principales para su instalación

Para presentar los elementos principales de la instalación se hará a través del esquema de instalación correspondiente 4a mencionado en el apartado anterior, como se muestra en la figura siguiente.

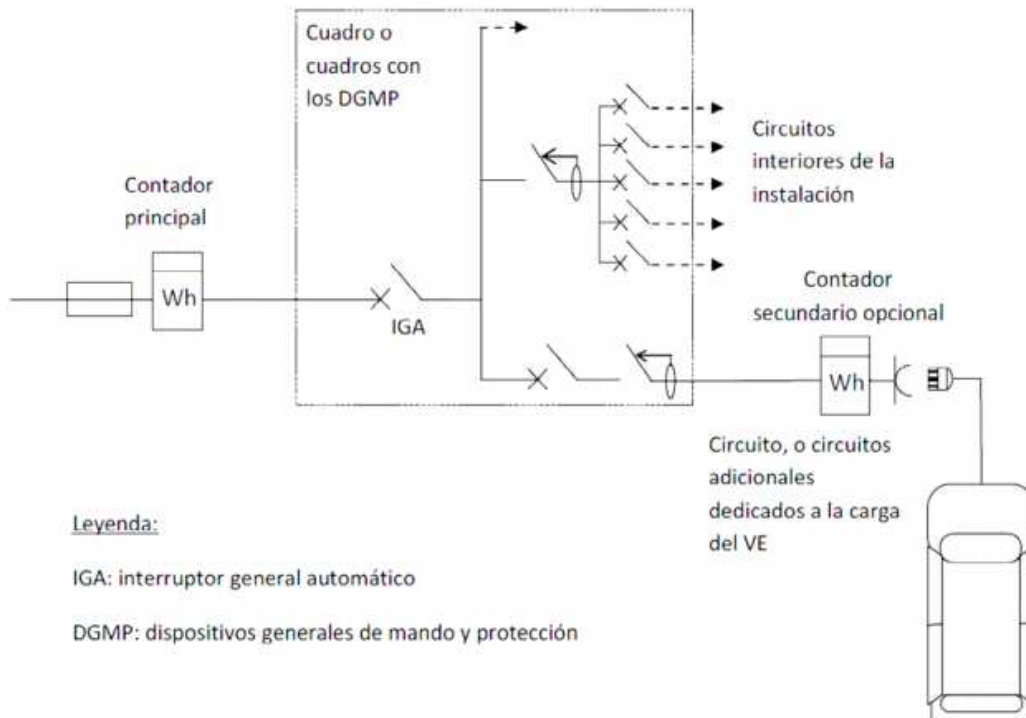


Figura 25. Esquema 4a de la ITC BT 52 para recarga de vehículo eléctrico en viviendas unifamiliares [37]

En esta figura se observa que uno de los circuitos interiores de la vivienda unifamiliar se dedica exclusivamente a la carga del VE. Esto permite poder hacer comprobaciones y reparaciones sin afectar al suministro del resto de la vivienda.

En este circuito interior, se puede instalar un contador eléctrico secundario, que es opcional y puede estar incluido dentro del SAVE (caso de que la instalación disponga de SAVE y que éste lo tenga integrado). En caso de instalar contador, después del mismo se instalará el resto de circuitos dedicados a la carga del V.E. (normalmente el SAVE).

Una vez visto el esquema general, se revisará una solución de mercado que incluye en el SAVE distintos interfaces con el usuario que facilitan el uso y programación de la carga. Se presenta el caso concreto de dos modelos de cargador de la empresa Wallbox (dos modelos de lo que denomina la empresa “el SAVE de Wallbox”).

Estos ejemplos ilustran el caso de SAVE para viviendas individuales, pero pueden ser también utilizados en comunidades de viviendas y edificios de empresas.

### ▪ *SAVE Commander*

Las características de este equipo se listan a continuación:

- Ajuste automático de potencia.
- Modo de carga 3, con cable de conector Tipo1 que llega hasta una potencia de 7,4 KW y cable de conector Tipo2 que opcionalmente llega hasta 22KW. Dependiendo por tanto del tipo de conector que admite el vehículo a ser cargado se elegirá uno u otro.
- Voltaje de entrada 230V, AC  $\pm$  10% (Tipo 1) / 400V, AC  $\pm$  10% (sólo disponible en Tipo 2).
- Bloqueo local y remoto (autorización de uso o no uso de los distintos usuarios).
- Contador de energía integrado Clase B - EN50470 (contabiliza la energía consumida en la recarga).
- Programación de recargas (programa la franja horaria seleccionada para la recarga).
- Actualizaciones remotas de SW (siempre que esté conectado el equipo a internet).
- Capacidad de conexión a internet a través de WIFI o de cable Ethernet.
- Interfaces de usuario:
  - Pantalla táctil.
  - App “myWallBox”
  - Portal myWallBox (control de sesiones de carga, configurar el cargador, acceso al histórico de consumos...).
  - OCCP (integración de datos contenidos en “myWallBox” vía OCCP [38] con cualquier sistema de gestión existente en el mercado).





Figura 26. Imagen del equipo SAVE Commander. [39]

Aunque no se observa en esta figura, el cable sale del SAVE Commander y tiene la clavija de conexión al vehículo eléctrico en su otro extremo.

#### ▪ *SAVE Pulsar*

Este cargador se caracteriza por ser uno de los más pequeños del mercado.

Las características principales de este equipo se listan a continuación:

- Ajuste automático de potencia.
- Modo de carga 3. Existe un modelo Tipo 1 (que incorpora el conector Tipo1) que llega hasta 7,4 KW y un modelo Tipo 2 (que incorpora el conector Tipo2) que opcionalmente llega hasta 22KW. Dependiendo por tanto del tipo de conector que admite el vehículo a ser cargado se elegirá uno u otro.
- Voltaje de entrada 230V, AC  $\pm$  10% (Tipo 1) / 400V, AC  $\pm$  10% (sólo disponible en Tipo 2).
- Bloqueo local (vía App “myWallBox”).
- Contador de energía integrado (Clase B - EN50470).
- Programación de recargas (vía App).
- Actualizaciones de SW (vía App).
- Conexión Bluetooth (vía App).
- Interfaces de usuario:
  - App “myWallBox”
  - Portal myWallBox (control de sesiones de carga, configurar el cargador, acceso al histórico de consumos...).
  - OCPP (integración de datos contenidos en “myWallBox” vía OCPP [38] con cualquier sistema de gestión existente en el mercado).
- Halo RGB LED para mostrar el estado de carga (Listo/Conectado/Cargando/Error).
- ...



Figura 27. Equipo Pulsar. [39]

Como se observa en la figura el cable sale del SAVE Pulsar. El cable tiene la clavija de conexión al vehículo eléctrico en su otro extremo.

El fabricante proporciona un Portal que puede ser accedida desde el equipo Commander directamente gracias a su capacidad de comunicarse vía WIFI (y Ethernet). En el caso del equipo Pulsar tendrá que comunicarse por Bluetooth con un equipo móvil inteligente y que sea el equipo inteligente quien se conecte al Portal. El fabricante también proporciona una App que se comunicará el SAVE con el teléfono inteligente vía WIFI (Commander) o vía Bluetooth (Pulsar).

La aplicación “App” (denominada comercialmente App myWallbox) proporcionará los siguientes servicios:

- Gestión de usuarios: podrán configurarse tantos perfiles de usuario como vehículos hagan uso del sistema de carga.
- Controla tu consumo de energía: podrá tenerse información de los horarios en que se ha cargado cada vehículo, la carga que ha almacenado, la distancia que puede recorrer...
- Configura y controla tus dispositivos: controla por ejemplo la autorización de uso o no uso de los distintos usuarios, valida las palabras clave, etc.
- Carga cuando la energía es más barata: se podrá seleccionar la franja horaria en que se puede hacer cada carga para aprovechar las zonas horarias en donde la energía tiene un menor coste.

En la siguiente imagen se ilustra una de las pantallas de esta APP.



**Figura 28. App myWallbox. [39]**

A continuación se expone un caso de éxito de una instalación de un SAVE en una vivienda unifamiliar.

### 5.1.3. Caso de éxito – WALLBOX – Vivienda unifamiliar

**wallbox**

- **Tipo:** Vivienda
- **Localización:** Bruselas (Bélgica)
- **Tipo de conector:** Tipo 2 (Mennekes)
- **Modo:** carga inteligente IEC 61851 - Modo 3 - AC 22kW
- **Coste aproximado de la instalación:** 1.550€



**Figura 29. Instalación WALLBOX en vivienda [39]**

En las imágenes se puede observar una instalación exterior de un hogar individual, en el que se instaló un **Wallbox Commander** tipo 2 conectado por WIFI. Este sistema de recarga permite la carga de vehículos eléctricos. En el caso que se presenta el color de la carcasa es negro, aunque se puede presentar en color blanco.

La conexión WIFI permite la conexión del equipo con la App que se utiliza para programar por ejemplo los horarios de carga del vehículo y para visualizar el panel de control de la programación.

wallbox



Figura 30. Detalle de instalación de WALLBOX y equipo WALLBOX Commander [39]

Se han realizado instalaciones de potencias que van de 3.6 kW a 22 kW. Wallbox tiene gestión de la potencia inteligente que permite que se adapte a cualquier instalación eléctrica.

Además, gracias a la función de programación de horarios, simplemente es necesario dejar el coche conectado para que se cargue en el horario programado. Mediante la aplicación myWallbox se puede acceder a los registros de carga del coche: duración, energía consumida, rango y coste.



Figura 31. App myWallBox [39]

## 5.2. Garajes Comunitarios.

### 5.2.1. Introducción

Antes de comenzar con los elementos principales que componen la instalación de esta infraestructura de carga en garajes comunitarios, merece la pena mencionar dos de las principales normativas que se refieren a garajes comunitarios.

- **LEY 19/2009, de 23 de noviembre, de medidas de fomento y agilización procesal del alquiler y de la eficiencia energética de los edificios.**

Esta ley [40], en su artículo tercero, modificó el artículo 17 de la Ley 49/1960, de 21 de julio, de Propiedad Horizontal para responder a la necesidad de la instalación de puntos de recarga en garajes comunitarios.

Dice textualmente la parte modificada que atañe a la carga de vehículos eléctricos: *“Si se tratara de instalar en el aparcamiento del edificio un punto de recarga de vehículos eléctricos para uso privado, siempre que éste se ubicara en una plaza individual de garaje, sólo se requerirá la comunicación previa a la comunidad de que se procederá a su instalación. El coste de dicha instalación será asumido íntegramente por el o los interesados directos en la misma.”*

- **ITC BT-52**

En la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT-52 [41], sobre “Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos”, se indica que en garajes existentes, no es necesario instalar ningún punto de recarga, ni hacer ninguna preinstalación. No obstante, también se advierte que:

*“Cuando se realice la instalación para el primer punto de conexión en edificios existentes, se deberá prever, en su caso, la instalación de los elementos comunes de forma que se adecue la infraestructura para albergar la instalación de futuros puntos de conexión.”*

a) En aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios de régimen de propiedad horizontal, se deberá ejecutar una conducción principal por zonas comunitarias (mediante, tubos, canales, bandejas, etc.), de modo que se posibilite la realización de derivaciones hasta las estaciones de recarga ubicada en las plazas de aparcamiento, tal y como se describe en el apartado 3.2 de la (ITC) BT-52...”

### 5.2.2. Elementos principales para su instalación

Para presentar los elementos principales de la instalación se hará a través del resto de los esquemas de instalación de la (ITC) BT-52. Los esquemas que se desarrollan a continuación son válidos para los garajes comunitarios, a excepción de la carga tipo inductiva y la recarga de

baterías que produzcan gases (tal y como se especifica en el apartado tercero del “Objeto y ámbito de aplicación” de la ITC BT-52)

Existen cuatro grandes grupos de esquemas eléctricos según la ITC de referencia:

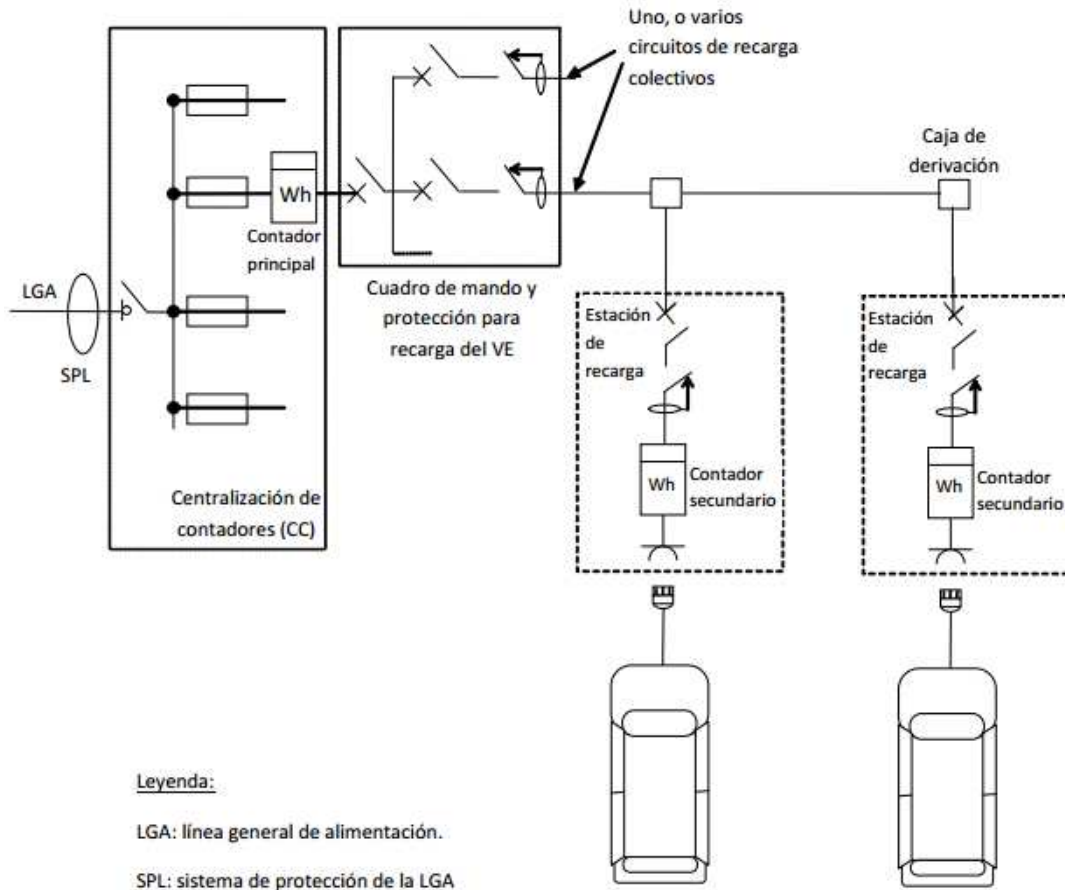
1. Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación.
2. Esquema individual con un contador común para la vivienda y la estación de recarga.
3. Esquema individual con un contador para cada estación de recarga.
4. Esquema con circuito o circuitos adicionales para la recarga del vehículo eléctrico.

A continuación se desarrollan los casos 1 al 3 de esta clasificación general.

1. **Esquema 1: Esquema colectivo o troncal**, con un contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en cada una de las estaciones de carga.

Dentro de este esquema se pueden dar tres casos, según los esquemas 1a, 1b y 1c que se exponen a continuación.

**Esquema 1a**



**Figura 32. Esquema 1a: instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga [37]**

Desde el contador de la comunidad, se hace llegar alimentación a los Vehículos Eléctricos. Los puntos de recarga se conectan al contador de la comunidad a través de un contador secundario individualizado en cada punto de recarga.

La comunidad puede dar de alta un nuevo contador solamente para alimentar los vehículos eléctricos, pudiendo también subcontratar este servicio en una empresa gestora de carga.

### ¿Quién tiene que pagar la energía consumida por los coches eléctricos?

Los usuarios de vehículos eléctricos a través de sus contadores secundarios serán los que paguen proporcionalmente a la energía consumida. El sistema de cobro lo puede gestionar el propio administrador de fincas o subcontratar una empresa de gestión de carga para hacer la gestión.

Existe otro caso de instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga. Este segundo caso se explica en el siguiente esquema.



Esquema 1b

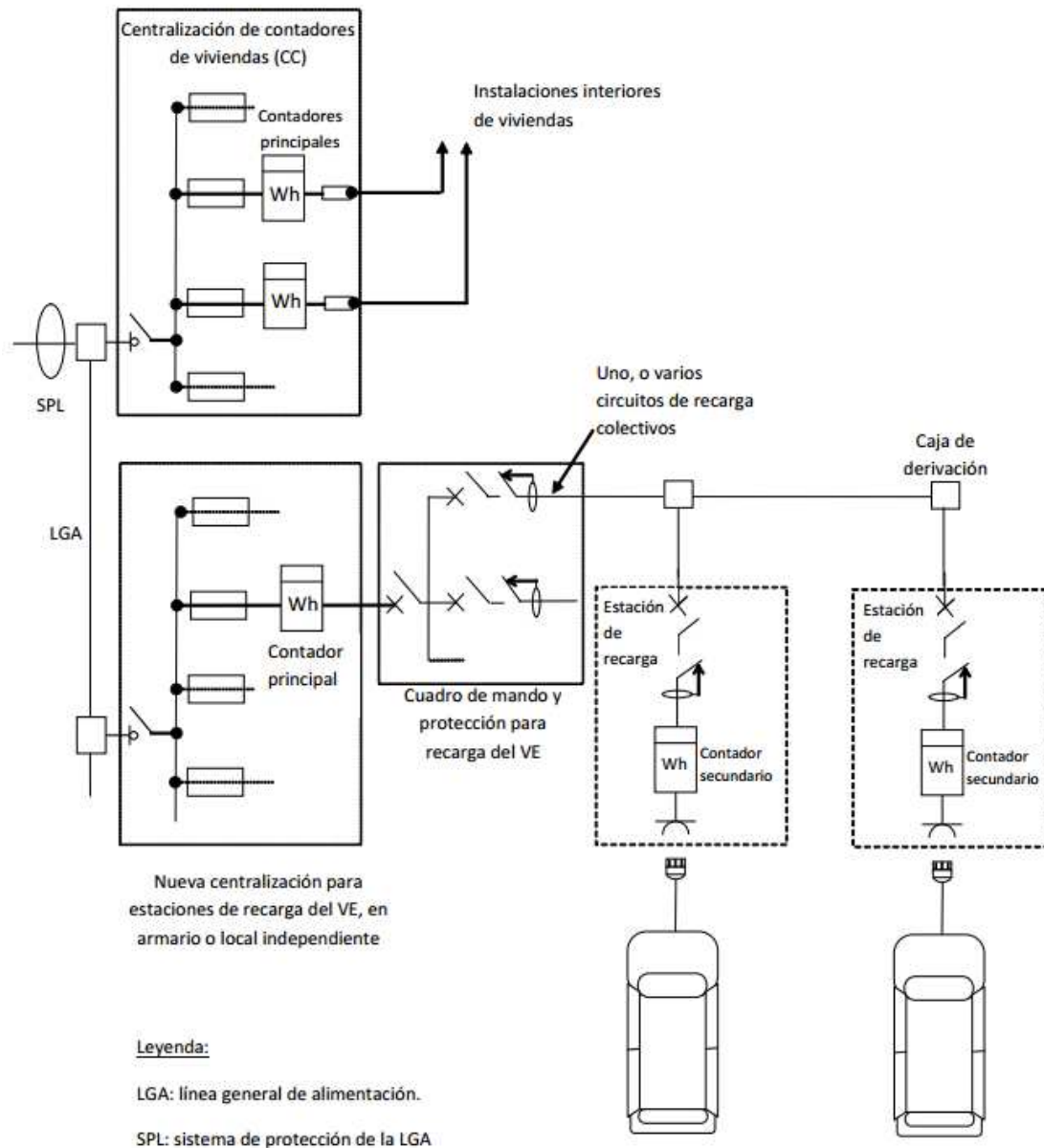


Figura 33. Esquema 1b: instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga (con nueva centralización de contadores para recarga VEHÍCULO ELÉCTRICO) [37]

Según se especifica en la (ITC) BT-52: “Para la selección entre los esquemas 1a y 1b, se aplicarán los siguientes criterios de prioridad, en primer lugar se utilizarán los módulos de reserva de la centralización existente (esquema 1a), si ello no fuera suficiente se ampliará la centralización existente utilizando también el esquema 1a, en último caso y por falta de espacio, se dispondrán una o varias centralizaciones nuevas en armarios o locales (esquema 1b)”

Existe una tercera variante de la instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación, tal y como se presenta en el siguiente esquema.

Esquema 1c

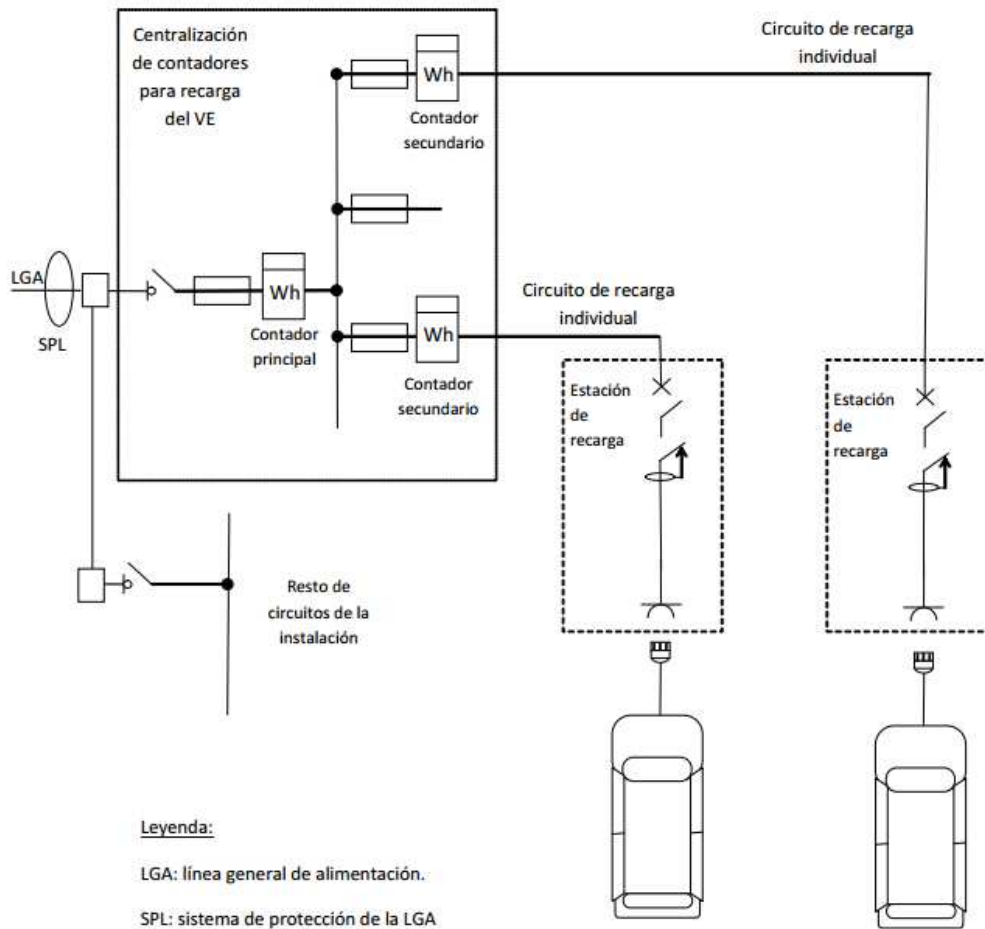


Figura 34. Esquema 1c: instalación colectiva con un contador principal y contadores secundarios individuales para cada estación de recarga. [37]

En este esquema 1c, todos los contadores, tanto el principal como los secundarios, están instalados dentro del mismo cuarto de centralización de contadores, que al tener un acceso restringido, puede dar una mayor seguridad a los mismos.

La (ITC) BT-52, en referencia al esquema 1c, dice: “La protección de los circuitos de recarga se puede realizar con fusibles o con interruptores automáticos.” Los interruptores son más fáciles de volver activar en caso de que salten, y no requiere mantener repuestos como en el caso de los fusibles. Sigue diciendo: “La centralización de contadores para recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO puede formar parte de la centralización existente o disponerse en una o varias centralizaciones nuevas en armarios o locales”.

Hasta aquí se han presentado los casos de esquema colectivo (o troncal) con contador principal en el origen de la instalación, para pasar a continuación a exponer el caso de esquema individual con contador común para vivienda y estación de recarga.

2. Esquema 2: Esquema individual con un contador principal común para la vivienda y la carga del V.E.

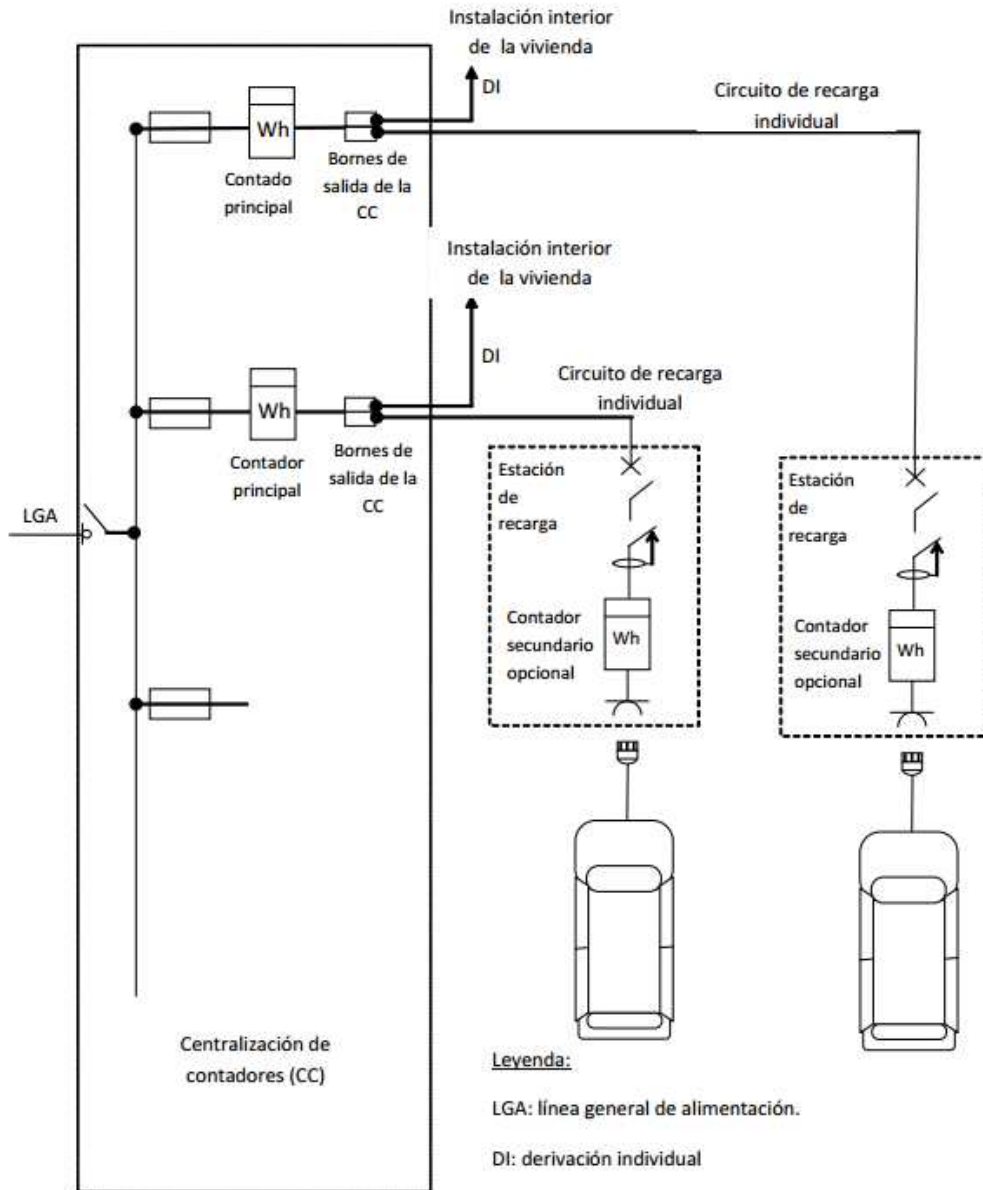


Figura 35. Esquema 2 de instalación individual con un contador principal común para la vivienda y par la estación de carga vehículos eléctricos [37]

La (ITC) BT-52, en referencia al esquema 2, dice:

*“Para el esquema 2 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...”.* Esto quiere decir, que el fusible de protección a la entrada del contador totalizador debe estar calculado para la protección de los

circuitos de recarga y el de la vivienda. Continúa diciendo: “...La función de control de potencia contratada por el cliente será realizada por el contador principal, sin necesidad de instalar un ICP independiente...” Esto quiere decir que el contador único será el que controle que no se excede la potencia máxima contratada, sin necesidad de un ICP (Interruptor de Control de Potencia) externo, como así sucede con todos los nuevos contadores inteligentes desplegados por las distribuidoras de energía (que llevan internamente ya incorporado el ICP). Continúa diciendo: “...En caso de actuación de la función de control de potencia, su rearme se realizará directamente desde la vivienda...”. Normalmente el rearme del contador sigue un procedimiento recomendado por el distribuidor de energía, como se puede ver en el caso siguiente [42]:

- a) Desconectar el último aparato eléctrico que se ha conectado a la red u otro de similar potencia.
- b) Bajar todos los interruptores del cuadro general.
- c) Esperar entre 5 y 10 segundos.
- d) Volver a subir todos los interruptores del cuadro general.
- e) El ICP interno del contador se cerrará automáticamente y volverá a tener servicio.

Cada vecino pagando su propia instalación puede sacar acometida de su punto de recarga, de su propio contador que alimenta su vivienda. Es recomendable que es caso de que haya varios vecinos que quieran este esquema, la realización de una preinstalación sea hecha al mismo tiempo, para que todos los cables concurren por los mismos conductos.

Una ventaja del esquema individual con un contador común es que sólo se tiene que costear un único suministro eléctrico (sólo se paga alquiler de un solo contador, siendo el alquiler el caso más frecuente, sólo se paga por un término de potencia, etc). Además, si la carga se programa dentro de la franja nocturna donde hay un mínimo consumo, prácticamente toda la potencia queda para la carga del V.E.

El esquema individual también tiene la ventaja de que al no duplicarse los contadores dentro del cuadro de contadores, no obliga a duplicar el cuarto de contadores en caso de crecimiento del número de vecinos que carguen un V.E. Para ello el cuarto de contadores debe tener los espacios suficientes entre contadores para poder conectar as

### 3. Esquema 3: Esquema individual con un contador contador principal para cada estación de recarga.

Dentro de este esquema tenemos dos casos. Utilizando la centralización de contadores existente, lo que da lugar al esquema 3a, o utilizando una nueva centralización de contadores, lo que da lugar al esquema 3b.

Se presentan a continuación los dos esquemas.

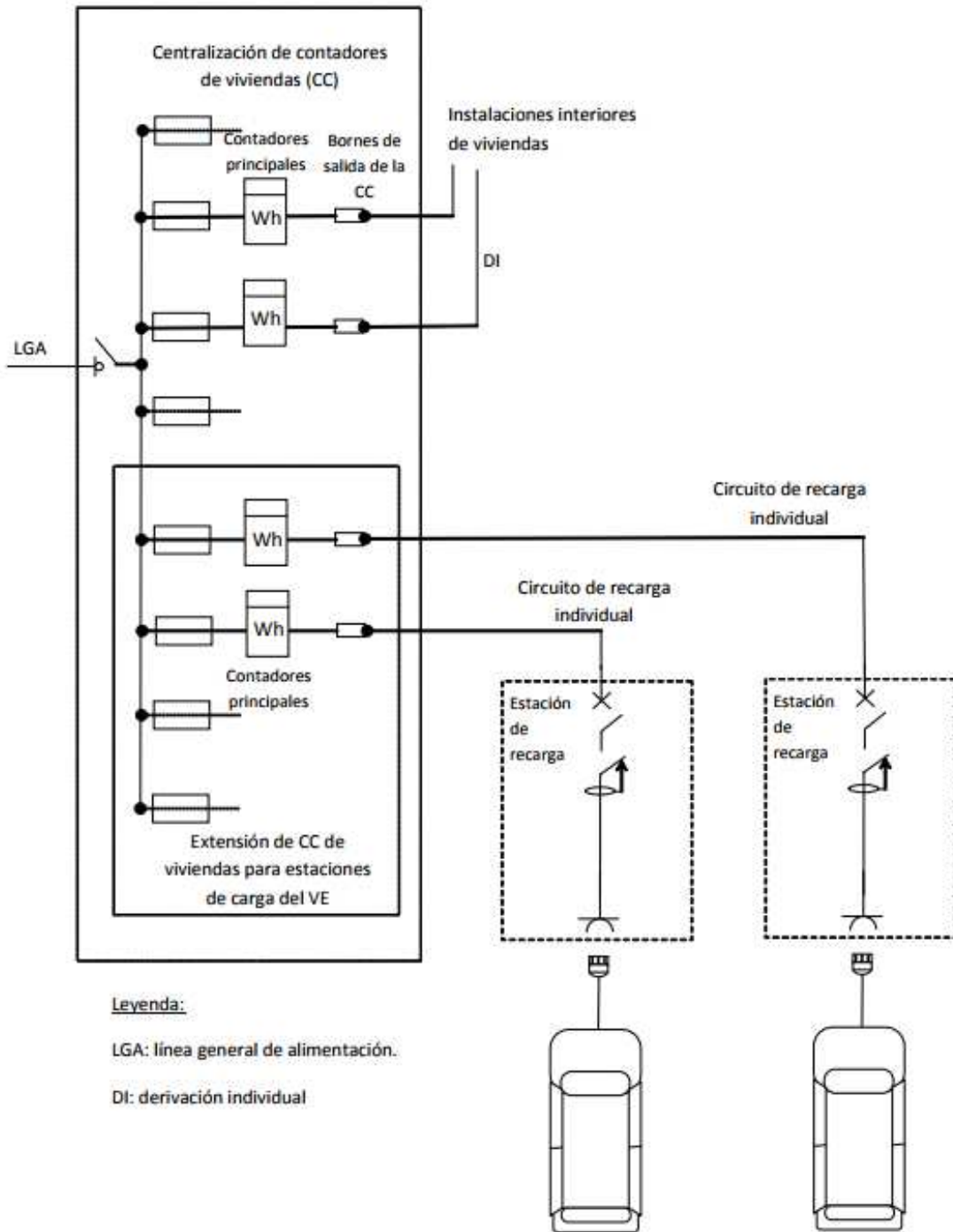


Figura 36. Esquema 3a de instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga, usando la centralización de contadores existente [37]

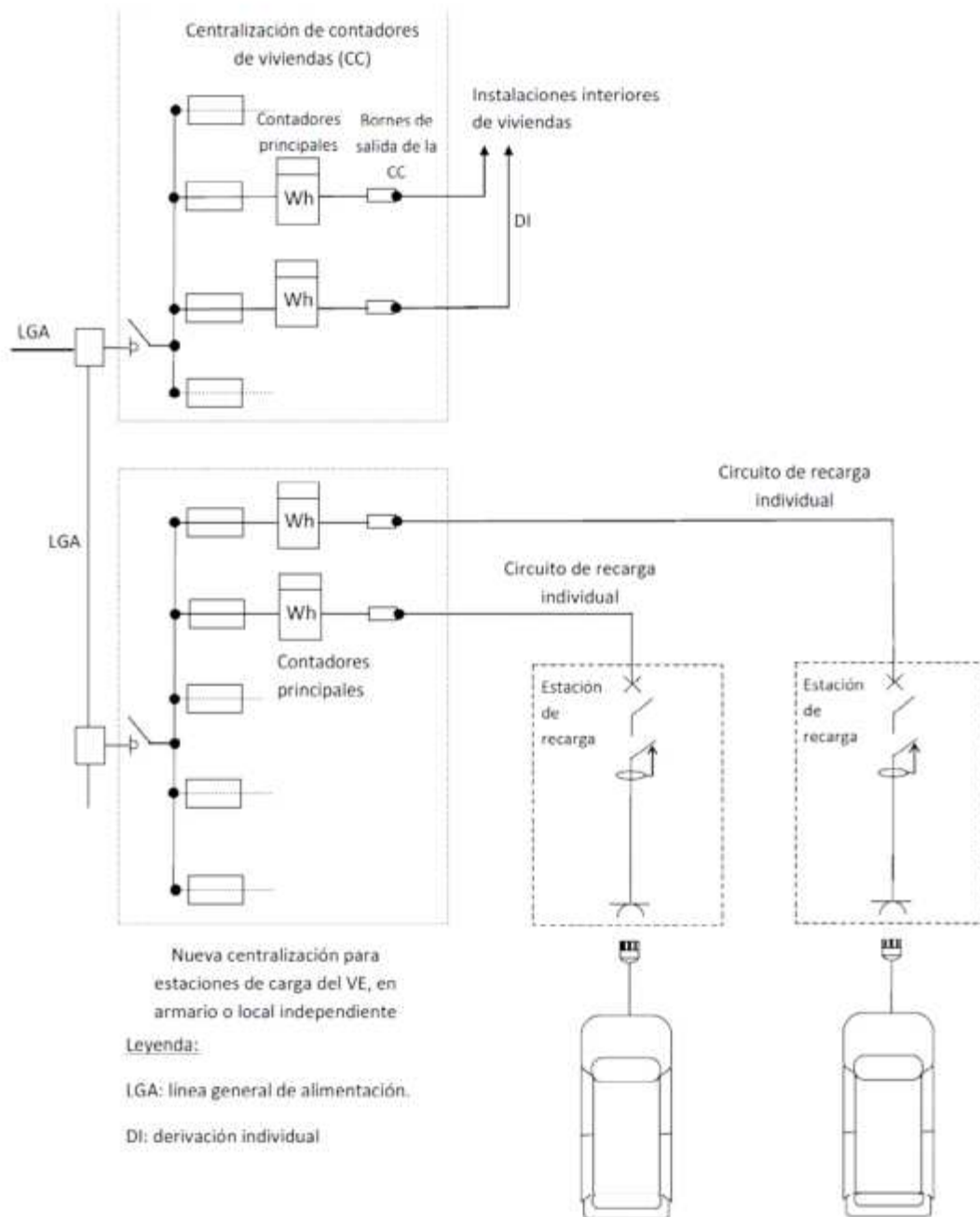


Figura 37. Esquema 3b de instalación individual con un contador principal para cada estación de recarga, con una nueva centralización de contadores existente [37]

La (ITC) BT-52, dice:

*“Para la selección entre los esquemas 3a y 3b, se aplicarán los siguientes criterios de prioridad, en primer lugar se utilizarán los módulos de reserva de la centralización existente (esquema 3a), si ello no fuera suficiente se ampliará la centralización existente utilizando también el esquema 3a, en último caso y por falta de espacio, se dispondrán una o varias centralizaciones nuevas en armarios o locales (esquema 3b).”*

Esto quiere decir, que se aprovechará siempre el espacio disponible en el cuarto de contadores existente, y sólo se construirá un segundo cuarto de contadores cuando ya no exista espacio en el primero.

### 5.2.3. Caso de éxito – LuEnergy - Garaje Comunitario



#### EJEMPLO DE INSTALACIÓN USANDO EL ESQUEMA 2

- **Tipo:** Garaje comunitario
- **Localización:** Valladolid
- **Tipo de conector:** SAEJ1772
- **Modo:** Modo 3
- **Coste aproximado de la instalación:** 1.400 €

Se expone en este caso la instalación de infraestructura privada de recarga en plaza de garaje comunitario situada en un aparcamiento de Valladolid.

En primer lugar, la norma UNE 61851 sobre Sistemas Conductivos de Carga para Vehículos Eléctricos recoge la necesidad de instalar un SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico) en cualquier instalación que tenga por objeto alimentar de energía la carga de cualquier vehículo eléctrico. También la nueva redacción de la ITC-52, norma técnica del Código Electrotécnico exige la utilización de puntos de recarga homologados para la carga de bicicletas, motocicletas, coches o vehículos de mayor tonelaje del segmento eléctrico.

Los puntos de recarga instalados por LuEnergy cuentan con las máximas protecciones técnicas, con el objetivo de evitar cualquier tipo de incidencia.

#### Infraestructura privada de recarga en plaza de garaje comunitario

Al tratarse de la instalación de una estación de recarga en un garaje comunitario, y de acuerdo con el artículo 17.3 de la ley 49/1960, de 21 de julio sobre Propiedad Horizontal, será necesaria su **comunicación al administrador del garaje**, para que conste y tenga los efectos oportunos. Según indicaciones de cliente, así se hizo a través del administrador del garaje.

#### Equipo de recarga a instalar

El equipo de recarga seleccionado UP Wallbox hasta 32 A SAEJ1772 permite seleccionar manualmente la intensidad de carga entre 6 y 32 A.





### Características



- Punto de recarga Modo 3 - IEC 61851.
- Fácil de Instalar - Reducidas Dimensiones.
- Intensidad de carga Variable a través de display.
- 5 Metros de manguera
- Retroiluminación de estado de recarga con RGB LED
- Detección de Carga Completa
- Grado de protección: IP54/IK10
- Dimensiones 320x210x138 mm
- Posibilidad de socket frontal o lateral



### Modelos

Tipo 1  
SAE J1772

Tipo 2  
IEC 62196

Socket Tipo 2  
IEC 62196

Modelo	Intensidad	Potencia	Alimentación	Tipo Pistola
Tipo 1 20 Amp	6-20 Amp.	Hasta 4,6 kW	1F+N+TT	SAE J1772
Tipo 1 32 Amp	6-32 Amp.	Hasta 7,7 kW	1F+N+TT	SAE J1772
Tipo 2 20 Amp	6-20 Amp.	Hasta 4,6 kW	1F+N+TT	IEC 62196
Tipo 2 32 Amp	6-32 Amp.	Hasta 7,7 kW	1F+N+TT	IEC 62196
Socket T2 32 A.	6-32 Amp.	Hasta 7,7 kW	1F+N+TT	IEC 62196 (S)
Socket T2 32 A.	6-32 Amp.	Hasta 7,7 kW	3F+N+TT	IEC 62196 (S)

### Extras



**Cerradura**  
¿Qué nadie toque su punto de recarga? Cerradura para la activación de su punto de recarga.



**Pedestal**  
Si no dispone de pared en su garaje, use el pedestal de acero inoxidable para UP Wallbox



**Bloqueo Conector**  
En la versión "socket" opcional bloqueo de conector en punto de recarga.



www.lugenergy.com  
hola@lugenergy.com  
Tel. 91 269 3336

Figura 38. Modelos WALLBOX [55]



Figura 39. Punto de recarga WALLBOX SAE J1772 [55]

El punto de recarga ha sido instalado según **REBT ITC 52, su figura nº8 esquema 2**. La acometida del punto de recarga, ha sido extraída de las borneras del contador de la vivienda del cliente. Toda la luz consumida por el equipo de recarga solo será repercutida en el contrato y factura del cliente. La instalación se ha realizado según esquema **“Esquema 2: Esquema individual”** de la figura 25 expuesto anteriormente.



La instalación es una línea con cable unifilar libre de halógenos, de 4 mm<sup>2</sup> de sección calculada a 16 amperios a 230 V. La longitud total de la línea es de 40 metros, y está canalizada a través de tubo igrisur libre de halógenos. Dispone de protecciones aguas arriba y aguas abajo.



Figura 40. Esquema unifilar solución para garaje comunitario [55]

### Fotos de la instalación



Figura 41. Punto de recarga y cuarto de contadores [55]



Figura 42. Instalación comunitaria de LuGEnerGy con WALLBOX [55]

#### 5.2.4. Caso de éxito – MOVELCO – Garaje comunitario



### Caso 1. Instalaciones en las viviendas de los taxistas de la cooperativa CIUDAD DEL TAXI que utilizan VE

- **Tipo:** Vivienda
- **Localización:** Madrid
- **Tipo de conector:** Tipo 1
- **Modo:** Modo 3

El modelo de instalación elegido por La Ciudad del Taxi para instalar en los domicilios de los taxistas es el **CIR eHome**, un cargador concebido para su instalación en aparcamientos privados, optimizado para ofrecer la mejor relación coste/características, capaz de cargar hasta 7,2 kW, y de forma muy cómoda, gracias a su cable de conexión incorporado.



Figura 43. Punto de recarga CIR Ehome [35]

Con este cargador, los taxistas que ya disponen de él en su domicilio, logran una carga completa de su vehículo en un período de entre 4-6 horas, mientras están en su vivienda..

En total, son **110 taxis eléctricos** los que han comenzado a circular por Madrid dentro de este ambicioso proyecto del que Moveelco se siente orgulloso de formar parte, junto a Nissan, que proporciona los vehículos 100% eléctricos, modelo Nissan Leaf, también presente en la gama comercial de Moveelco.



Figura 44. Punto de recarga CIR Ehome en parking comunitario [35]

## 5.3. Otros tipos de aparcamientos.

### 5.3.1. Introducción

La propia ITC BT-52 referenciada anteriormente, dice en su introducción, apartado primero:  
“1.- Objeto y ámbito de aplicación:

1. *Constituye el objeto de esta Instrucción el establecimiento de las prescripciones aplicables a las instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos.*
2. *Las disposiciones de esta Instrucción se aplicarán a las instalaciones eléctricas incluidas en el ámbito del Reglamento electrotécnico para baja tensión con independencia de si su titularidad es individual, colectiva o corresponde a un gestor de cargas, necesarias para la recarga de los vehículos eléctricos en lugares públicos o privados, tales como:*
  - a) *Aparcamientos de viviendas unifamiliares o de una sola propiedad.*
  - b) *Aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios de régimen de propiedad horizontal.*
  - c) *Aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas, cooperativas o de empresa, o los de oficinas, para su propio personal o asociados, los de talleres, de concesionarios de automóviles o depósitos municipales de vehículos eléctricos y similares.*
  - d) *Aparcamientos o estacionamientos públicos, gratuitos o de pago, sean de titularidad pública o privada. cve: BOE-A-2014-13681 BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO Núm. 316 Miércoles 31 de diciembre de 2014 Sec. I. Pág. 107460*
  - e) *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 previstas en el artículo 28 de la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras. “*

Por tanto, también se rigen por esta normativa los siguientes tipos de aparcamientos: *flotas privadas, cooperativas o de empresa, oficinas, talleres, concesionarios de automóviles, depósitos municipales de vehículos eléctricos, aparcamientos o estacionamientos públicos (de titularidad pública o privada) y vías de dominio público (urbanas o en áreas de servicio de carreteras de titularidad pública).*

Para todos estos tipos de aparcamientos la normativa ha previsto un tipo de esquema de instalación, suficientemente abierto como para que se puedan acoger todos los que no cumplen con alguno de los esquemas anteriores, como se verá en el próximo apartado.

### 5.3.2. Elementos principales para su instalación

Queda por presentar por tanto el esquema que permite el resto de instalaciones.

- Esquema 4: Esquema con circuito o circuitos adicionales para la recarga del vehículo eléctrico.

Dentro del esquema 4, ya se explicó en el apartado de vivienda unifamiliar el esquema 4a. Queda sólo por tanto por ver el esquema 4b que se presenta en el apartado siguiente, correspondientes para otros tipos de carga.

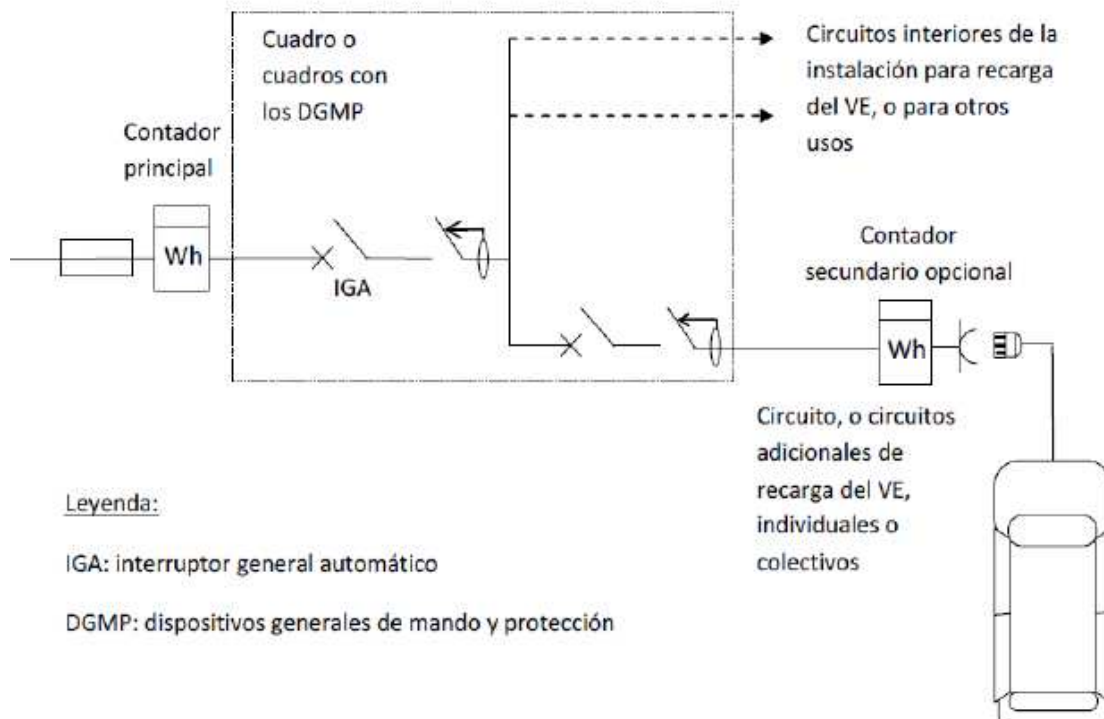


Figura 45. Esquema 4b: instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VEHÍCULO ELÉCTRICO [37]

Este es un esquema que deja abierto el uso de los circuitos del cuadro para múltiples usos, tal y como se pueden dar en puntos de carga de zonas de servicio en autovías, en viales urbanos, parques automovilísticos, cooperativas, etc.

Es en esencia el mismo esquema que el 4a para vivienda individual, pero donde los circuitos de la vivienda se dejan a libre disposición para otras aplicaciones como se ha comentado.

Se explican a continuación distintos ejemplos de casos de éxito de SAVE de exterior instalados en oficinas y distintos tipos de flotas.

### 5.3.3. Caso de éxito – MOVELCO – Empresa



#### Centro Tecnológico del Automóvil de Galicia - PORRIÑO

- **Tipo:** Empresa
- **Localización:** Porriño (Galicia)
- **Año:** 2016
- **Tipo de conector:** Mennekes
- **Modo:** Modo 1-2 - 3

Para esta instalación, se han incluido los postes de recarga de la familia Garage CITY modo 1/ 2/3 han sido diseñados para cubrir las necesidades de recarga de vehículos eléctricos en Modo 3, además de dar la posibilidad de cargar en Modo 1 y 2. Además, están concebidos para ser utilizados en lugares en intemperie susceptibles de ser destinados al estacionamiento de cualquier tipo de vehículo (coches, motos, bicicletas...).



Figura 46. Punto de recarga GARAGE CITY [35]



Figura 47. Instalación de punto de recarga en el Centro Tecnológico del automóvil [35]



#### 5.3.4. Caso de éxito – WALLBOX– Empresa

**wallbox**

##### **AGBAR (Aguas de Barcelona)**

- **Tipo:** Empresa
- **Localización:** Barcelona
- **Tipo de conector:** Tipo 2 (Mennekes)
- **Modo:** IEC 61851 - Modo 3 - AC 22kW
- **Coste aproximado de la instalación:** 90.000 € (incluyendo sistema de gestión)

Esta instalación para AGBAR consiste en 65 puntos de recarga de 22 kW cada uno. Están situados en tres localizaciones diferentes, todos comunicados vía WIFI y con centralización de datos para “reporting”.

Con este sistema es posible cargar vehículos de las siguientes marcas: Audi, BMW, BYD, Mercedes-Benz, Renault, Smart, Tesla, Volkswagen y Volvo.



**Figura 48. Punto de carga de AGBAR [39]**

Se efectúa identificación de cada usuario vía pantalla táctil.

Además, hay un gestor de carga local para cada localización y un gestor general del proyecto.

### 5.3.5. Caso de éxito – WALLBOX – Centro logístico

**wallbox**

#### Centro logístico Amazon Italia

- **Tipo:** Empresa
- **Localización:** Milán (Italia)
- **Tipo de conector:** tipo 1 (Yazaki) - tipo 2 (Mennekes)
- **Modo:** Modo 3 - AC 22Kw Y 7kW
- **Coste aproximado de la instalación:** 17.000 € (incluyendo sistema gestión)

La instalación de Amazon está situada en una sola localización compuesta por 14 puntos de carga de 22 kW cada uno. La comunicación se realiza vía WIFI y con centralización de datos para “reporting”.

Se efectúa identificación de cada usuario vía pantalla táctil.



Figura 49. Punto de carga en el Centro Logístico de Amazon, Italia [39]

### 5.3.6. Caso de éxito – CIRCUTOR – Flota de limpieza



#### Recarga de vehículo eléctrico mediante fuentes renovables "RECARGO".

- **Tipo:** Empresa
- **Localización:** Barcelona
- **Nº de módulos fotovoltaicos:** 54
- **Tipo de conector:** Schuko y Tipo 2
- **Modo:** Modo 1 y modo 3

Se planteaba la posibilidad de la **recarga de la flota de vehículos eléctricos de limpieza y mantenimiento mediante autoconsumo de energías renovables**, con inyección cero a la red de suministro para cumplir así con la legislación vigente. Puesto que para estos vehículos, el gasto en electricidad de recarga era el principal componente del coste operativo, la eficiencia en dicha recarga era primordial. La instalación ya en 2013 era pionera, y obtuvo el resultado esperado de rentabilidad.

Ver proyecto : [http://circutor.com/docs/RECARGO\\_SP-1202.pdf](http://circutor.com/docs/RECARGO_SP-1202.pdf)

La instalación consiguió un **ahorro de 3.198 € el primer año** por generación eléctrica fotovoltaica, siendo la **rentabilidad de la instalación del 4,5 % anual**. El uso de baterías de acumulación, permitió compatibilizar la máxima producción eléctrica por generación fotovoltaica con la recarga en los momentos más adecuados según el uso de los vehículos. El sistema permitió además **ahorrar 885,6 kg de CO<sub>2</sub> al año**.

El parque de vehículos constaba de automóviles eléctricos que tenían una potencia de 2,5 kW y 6 kW según el modelo, y suponían un consumo anual estimado de 24.360 kWh, por lo que se instalaron cincuenta y cuatro **placas fotovoltaicas** de 240 vatios pico cada una, sumando una potencia total de 12 kW. Este conjunto de células fotovoltaicas producían 24.600 kWh al año al estar ubicadas en la provincia de Barcelona, que tiene seis horas diarias de media de insolación.

Así se cumplía el equilibrio entre la energía producida por generación fotovoltaica, y la energía diaria necesaria para la flota de vehículos. Fueron instaladas además **baterías acumuladoras**, para almacenar así la energía producida, y emplearla en momentos de necesidad de recarga y menor insolación.

La potencia total demandada por la recarga de los vehículos era suministrada por la instalación solar fotovoltaica en régimen de autoconsumo instantáneo, junto a las baterías de acumuladores, y apoyado por la red eléctrica. Así se aseguraba que en todo momento la carga de los vehículos estaba garantizada.



Para controlar la generación fotovoltaica y el uso de la energía, se usaron **equipos de medida y control energéticos** (EDS y EDS 3G, analizadores CVMs de CIRCUTOR). Una vez se recogían las mediciones, se analizaban los datos y se supervisaban mediante el software de gestión energética PowerStudio SCADA.



**Figura 50. Vista parcial del campo solar y detalle del modulador de potencia CDPO que realiza el control con inyección cero [57]**

Los convertidores se han ubicado en una zona delimitada del aparcamiento en la que se realiza la recarga de los vehículos asociados al proyecto: una furgoneta ligera, dos furgones y un vehículo de gestión de funcionamiento 100 % eléctricos. La energía inyectada por el sistema fotovoltaico, durante las horas diurnas, tiene como principal objetivo la recarga de los vehículos asociados al proyecto. Estos vehículos están asociados a servicios nocturnos, por lo que la compatibilidad entre horas de recarga con energía solar y horas de utilización es la ideal. La potencia total demandada por la recarga de los vehículos es suplida por la instalación solar fotovoltaica en régimen de autoconsumo instantáneo apoyado por la red eléctrica.

El control de los flujos de energía está a cargo de un modulador de potencia o CDPO. Su funcionamiento es muy simple. El equipo mide el consumo de los sistemas de recarga de vehículos y calcula el porcentaje que la potencia instantánea consumida representa respecto de la potencia nominal instalada. A continuación envía este porcentaje a los inversores en forma de consigna de limitación de potencia y éstos la adoptan solicitando a los módulos fotovoltaicos como máximo la potencia asignada. Este balance se alcanza en un tiempo inferior a 2 segundos. A continuación, el equipo da órdenes al grupo de carga de la batería tampón para que guarden el remanente energético de forma que se puede hacer un aprovechamiento optimizado de la radiación solar incidente.



En el momento en que la potencia que los inversores solares no alcanza a igualar la potencia requerida por la recarga de los vehículos, el controlador envía la consigna a los convertidores para que descarguen el grupo de baterías tampón proporcionando la energía necesaria para cumplir con la labor con la mínima utilización de la red eléctrica convencional.



Figura 51. Área de aparcamiento [57]

Una de las utilidades que más interesó a los gestores fue que todo el sistema estaba controlado vía WEB mediante el software PowerStudio SCADA, tanto para la gestión de los parámetros como para la visualización de alarmas. Se podía controlar el sistema desde un punto central y monitorizar desde cualquier punto con conexión a Internet. En este caso todo el sistema CIRCUTOR se comunicaba con el software de gestión de e.on en la nube.

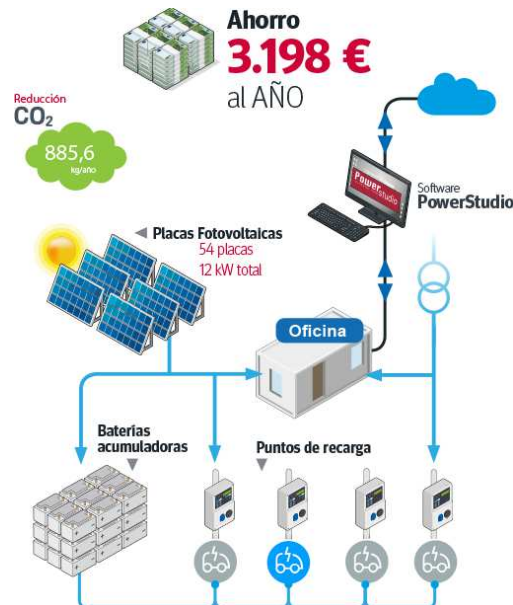


Figura 52. Esquema de proyecto [57]

## 5.4. Electrolineras

### 5.4.1. Introducción

Una Electrolinera es un punto de carga en la vía pública, donde se puede repostar y cargar la batería del vehículo eléctrico. Pueden estar instaladas en gasolineras existentes, aprovechando así el resto de servicios que ofrecen las mismas (cafetería, aseos, etc.). Será por tanto uno de los casos contemplados dentro del apartado anterior “Otros tipos de aparcamientos”, pero por la importancia que se prevé sobre este tipo de punto de carga se le dedica un apartado específico.

Los puntos de recarga en las Electrolineras pueden ser de modo 1, 2, 3 y 4, aunque como se vio anteriormente, los modos 1, 2 y 3 requieren un mayor tiempo de carga respecto al modo 4.

El modo 4 da lugar a los conocidos como Puntos de Carga Rápidos, que permiten recargas rápidas, a alta potencia, en corriente continua.

Actualmente este tipo de SAVE de modo 4 pueden disponer de los conectores tipo CHAdeMo o Combo, y requiere una acometida de 50kw. Con este tipo de carga se puede llegar a cargar cerca del 80% de la batería en unos 30 a 40 minutos aproximadamente (siempre dependiendo de la capacidad y estado de la batería).

Los 50kw que consume hacen que sea inviable su instalación en una vivienda. Las viviendas tienen suministros domésticos de energía de mucha menor potencia por lo que este tipo de recarga se adecúa más a la vía pública (urbana o vías de servicio en autovías), que es precisamente donde se están instalando las electrolineras. La carga rápida suele concebirse como una carga excepcional o de contingencia, ya que un uso intensivo de este tipo de carga puede llegar a dañar la batería del vehículo.

### 5.4.2. Ventajas

La primera ventaja de la electrolinera, es que el propietario de un vehículo eléctrico tiene la posibilidad de recargar la batería en todo el territorio de una nación.

La segunda ventaja, es que es que el propietario de un vehículo eléctrico no tiene que tener en su vivienda un punto de carga SAVE, con lo que no tendrá que hacer una inversión adicional.

Actualmente el modo de carga que más se asemeja a la utilización de un servicio de repostaje con gasolina en las estaciones de servicio, es el modo 4 (recarga rápida). Este tipo de carga es esencial a la hora del desarrollo y expansión de la movilidad eléctrica ya que permite a los usuarios de vehículo eléctrico poder desplazarse entre ciudades con la seguridad de poder cargar su coche de una manera rápida.

A continuación se exponen diversos casos de éxito de electrolineras.

### 5.4.3. Caso de éxito – MOVELCO – Electronilera



- **Tipo:** Red de Gasolineras REPSOL
- **Localización:** GALICIA
- **Año:** 2016
- **Nº de puntos instalados :** 1
- **Tipo de conector:** MENNEKES
- **Modo:** Modos 1/2/3

Para dicha instalación, se eligió el modelo **CITY GROUND** adecuado tanto para la recarga de vehículos urbanos en vía pública como en garajes. En este caso, al tratarse de una instalación exterior, se decidió por el modelo en suelo.

Disponibles en versión monofásica o trifásica, con una intensidad máxima por fase de hasta 32 A, lo que conlleva potencias de hasta 22 kW que permiten realizar la carga 6 veces más rápido que una toma doméstica, alcanzando tiempos de carga inferiores a dos horas en la mayoría de los vehículos eléctricos.



Figura 53. Punto de recarga CITY GROUND [35]



Figura 54. Punto de carga ING CITY instalado en una gasolinera [35]

#### 5.4.4. Caso de éxito – ENERGÉS – Electrolinera Fotovoltaica



##### Marquesina Fotovoltaica para servicio de vehículos compartidos (“Car-Sharing”)

###### Descripción

- **Tipo:** Marquesina Fotovoltaica
- **Año de instalación:** 2010
- **Potencia instalada:** 2 kW
- **Inversión aproximada (marquesina):** 12.000 €

La Marquesina fotovoltaica ha sido diseñada por Energés denominado ENERGY PARKING, se ha utilizado para el sistema de carga de una compañía de vehículos compartidos. El sistema SAVE (Sistema de Alimentación de Vehículo Eléctrico) está alimentado por la marquesina fotovoltaica y por la red de distribución eléctrica. En las horas de luz, si no hay cargando vehículos eléctricos, la electricidad generada por la marquesina será inyectada en la red eléctrica.

El uso de estos puntos de carga son explotados por una empresa de vehículos eléctricos compartidos (en inglés “Car-Sharing”).

El objetivo de esta marquesina es multifuncional ya que es un espacio de sombreado para estacionar los vehículos, es un espacio de recarga de dichos vehículos y, además, es una instalación fotovoltaica que genera parte de la energía necesaria para la recarga de los vehículos.



Figura 55. Marquesina fotovoltaica para apoyo del sistema de carga SAVE (izquierda) y detalle de paneles fotovoltaicos (derecha) [56]





Figura 56. Instalación de carga de vehículos eléctricos (arriba) y detalle de paneles fotovoltaicos en la Marquesina (abajo) [56]

## 6. Otra información de interés

En los siguientes apartados se proporciona diversa información de interés relacionada con las infraestructuras de carga de vehículo eléctrico.

### 6.1. Mapa de puntos de recarga de vehículo eléctrico

ELECTROMAPS es una web que ofrece información sobre puntos de recarga, fichas técnicas de los distintos vehículos eléctricos e híbridos enchufables.

En la siguiente figura se puede observar un mapa de puntos de carga de vehículos eléctricos.

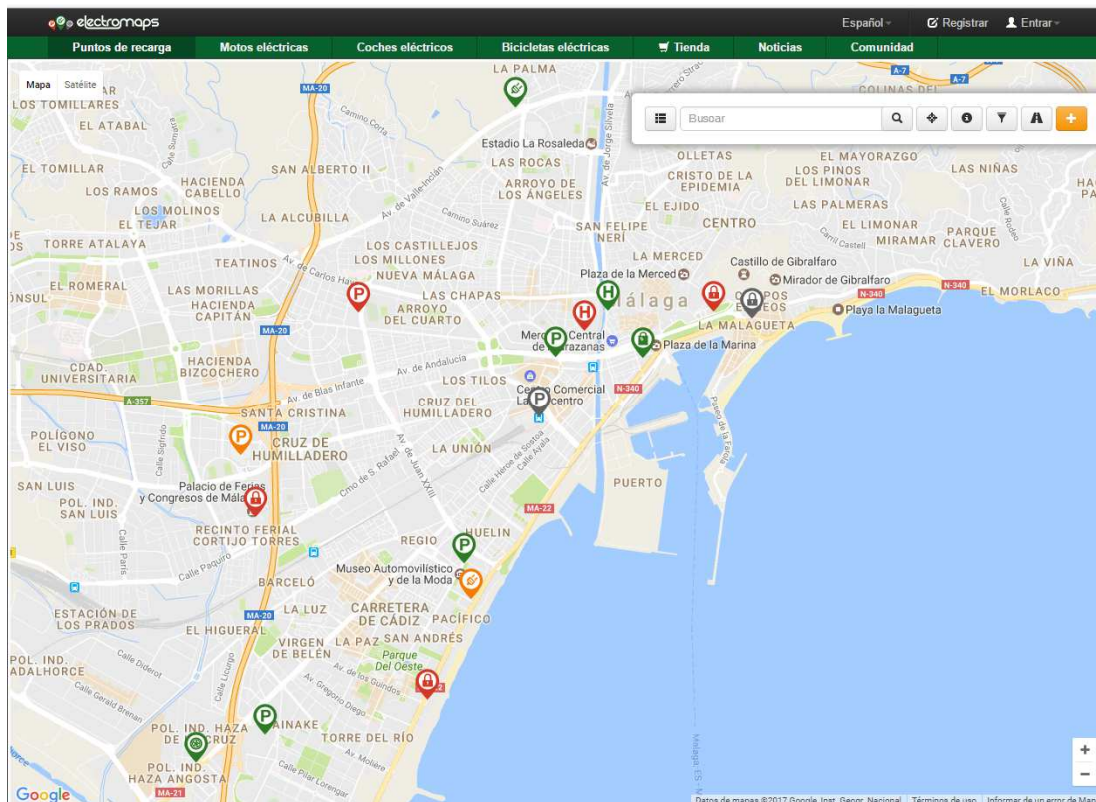


Figura 57. Puntos de recarga de vehículos eléctricos en Málaga [43]

## 6.2. Iniciativas de interés

Se describen a continuación en este apartado diversas iniciativas relacionadas con el despliegue del vehículo eléctrico en España. El objetivo es mostrar que el vehículo eléctrico y las infraestructuras de carga van apareciendo en muchos puntos de España.

En octubre de 2017 la ciudad de Rota (Cádiz) ha incorporado una nueva flota de vehículos para la limpieza viaria y la recogida de residuos, donde la mayoría de los vehículos son eléctricos. Entre ellos destaca el primer camión eléctrico de recogida de basura. Esto permite una recogida silenciosa en el núcleo urbano, cuestión muy destacable para no perturbar el sueño de los vecinos, además de la no emisión de CO<sub>2</sub> ni resto de contaminantes de los vehículos eléctricos en la ciudad. La noticia se ha publicado en el diario de Cádiz [44].

La empresa “eMobike” ofrece un servicio de bicicletas eléctricas a tres segmentos de usuarios: ciudadanos, usuarios de hoteles y usuarios de aparcamientos municipales de ayuntamientos. La bicicleta eléctrica es un medio muy cómodo de desplazarse por la ciudad, y una forma sencilla de hacer distancias y vencer pendientes sin apenas esfuerzo. Es sencilla de aparcar en los puntos al efecto y cuenta en muchas ciudades ya con unos carriles de bicicletas desplegados por los propios ayuntamientos. Se puede encontrar una descripción más detallada en la web de la empresa [45].

Existen también servicios de alquiler de motocicletas eléctricas en el centro urbano de determinadas ciudades. Por ejemplo eCooltra, es un servicio para compartir motos con una flota de más de 2.000 motos eléctricas, con presencia en cuatro ciudades: Barcelona, Madrid, Lisboa y Roma. El pago se realiza por los minutos de uso y la motocicleta lleva incluidos los cascos de los dos pasajeros que pueden usarlos. A través de una aplicación de móvil (App) se puede ver la disponibilidad, hacer la reserva de la motocicleta y resto de gestiones [46].

También existen servicios para el alquiler de vehículos eléctricos en periodos de minutos y horas para realizar desplazamientos en las ciudades. Como primer ejemplo tenemos el servicio Bluemove [47], que al día de hoy dan servicio en Madrid, Sevilla y Barcelona. Con una aplicación de teléfono móvil, se puede localizar el vehículo más cercano al usuario y se puede reservar el mismo para su uso. Como en los casos anteriores las tarifas se pueden encontrar en la WEB del servicio.

Similar al servicio anterior, es el ofrecido por CAR2GO [48], con una cobertura mucho mayor en el conjunto de ciudades en que dan servicio en Europa, Estados Unidos, Canadá y China. En España sólo están presentes en Madrid, pero para usuarios que viajan al extranjero puede ser un aliciente el usar el servicio en varias ciudades.

Emov [49] es el tercer ejemplo de servicio de alquiler de vehículo eléctrico. Despliega 550 coches en el núcleo urbano de Madrid.

También se han sucedido proyectos de investigación para poder evaluar nuevas tecnologías, como puedan ser los siguientes.

El Proyecto VICTORIA 2013 (Vehicle Initiative Consortium for Transport Operation and Road Inductive Applications), ha tenido el centro de demostración en la ciudad de Málaga. Se empezó a utilizar un autobús eléctrico que cubría el recorrido de la línea 16 de la red pública y que atraviesa la ciudad en paralelo a la costa. Lo más innovador de este prototipo de movilidad sostenible es que cuenta con un sistema de carga triple. Por las noches se recarga de manera convencional y a lo largo del día lo hace mediante dos sistemas: a través de un carril de recarga inductiva dinámica, que permite al vehículo recargarse en movimiento y sin necesidad de utilizar cables, y a través de una estación de recarga inductiva estática, donde se realizan recargas parciales [50].

El proyecto ZEUS (Zero Emission Urban Bus System) [51], arrancó en 2014 en ocho ciudades europeas -Londres, Glasgow, Barcelona, Pilsen, Estocolmo, Münster, Bonn y Cagliari-, con el apoyo de diversas empresas e instituciones nacionales e internacionales, como Eurelectric, Volvo, la UPC (Universidad Politécnica de Cataluña), la Università degli Studi di Roma, Skoda o Endesa. Con un presupuesto de más de 20 millones de euros, la iniciativa tiene como objetivo implantar una red de autobuses eléctricos en Europa, demostrar su viabilidad económica y el favorable impacto social que supondría la proliferación de este tipo de vehículos en los núcleos urbanos.

El plan ZeEUs de Barcelona ha puesto en marcha cuatro autobuses y cuatro puntos de carga rápida, ubicados en las cocheras de la empresa TMB (Transportes Metropolitanos de Barcelona). Una de estas líneas, la H16, cuenta con el primer punto de carga ultrarrápida por pantógrafo para autobuses eléctricos instalado en España y uno de los primeros de Europa. Este sistema, que llena la batería hasta el 80% en un tiempo estimado de entre cinco y ocho minutos, cuenta con un funcionamiento muy innovador. No en vano, la parte delantera del autobús dispone de un sensor de aproximación, que avisa al sistema de que el vehículo está llegando al punto de carga; mientras, el sensor de posición, en la parte posterior de éste, prepara al brazo pantógrafo para acoplarse a la campana del pilar y comenzar la carga.






Gracias al proyecto ZEM2ALL (Zero Emissions Mobility To All) [52], en 2015 el uso privado del vehículo eléctrico también comienza a ser una realidad, pero para ello es imprescindible una infraestructura que permita una recarga rápida y eficiente. Este es el caso del proyecto Zem2All, que se puso en marcha en Málaga hace dos años y desde entonces hay adheridos al programa 200 coches. En conjunto, todos ellos han recorrido tres millones de kilómetros. Si hubieran empleado combustión fósil habrían emitido a la atmósfera 220 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Otra de las iniciativas a destacar es el Programa de Movilidad Eléctrica para empleados que Endesa puso en marcha en 2015 [53]. Hasta el momento más de 270 trabajadores se han unido a él, adquiriendo un coche eléctrico particular y realizando un uso de la energía más sostenible.

Dentro de la iniciativa Smart City VyP llevada a cabo entre Valladolid y Palencia, se han instalado en Valladolid 34 puntos de recarga y en Palencia 10 puntos de recarga, complementados por una electrolinera instalada por IBIL y un punto de suministro de GLP [54].

En resumen, esta muestra de iniciativas, muestran la realidad del vehículo eléctrico empezando a introducirse en las ciudades, junto con los diversos tipos de infraestructuras de carga asociadas.

## 7. EMPRESAS COLABORADORAS

 <a href="http://www.circutor.es">www.circutor.es</a>	 <a href="http://www.energes.net">www.energes.net</a>
 <a href="http://www.lugenergy.com">www.lugenergy.com</a>	 <a href="http://www.movelco.com">www.movelco.com</a>
 <a href="http://www.wallbox.com">www.wallbox.com</a>	

## 8. REFERENCIAS

- [1] «IDAE, FACTORES DE EMISIÓN DE CO2 .,» 14 Enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE>.
- [2] WWF, «Informe Planeta Vivo 2016. Riesgo y resiliencia en el Antropoceno, pag. 75.,» WWW International, Gland, Suiza, 2016.
- [3] I. y. C. Ministerio de Economía, «Estrategia de impulso del vehículo con energías alternativas (VEA) en España (2014-2020),» Junio 2015.
- [4] OMS, «Organización Mundial de la Salud, Departamento de Salud Pública,» [En línea]. Available: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/health\\_impacts/es/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/).
- [5] OMS, «Organización Mundial de la Salud, Departamento de Salud Pública,» [En línea]. Available: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/health\\_impacts/es/index1.html](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/index1.html).
- [6] OMS, «Calidad del aire ambiente (exterior) y salud,» [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>.
- [7] C. Europea, «Acuerdo de París,» [En línea]. Available: [https://ec.europa.eu/clima/policias/international/negotiations/paris\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policias/international/negotiations/paris_es).
- [8] M. Eléctrica, «Portal movilidadelectrica.com,» [En línea]. Available: <http://movilidadelectrica.com/finaliza-el-proyecto-zem2all/>.
- [9] T. Transporte, «Portal todotransporte.com,» [En línea]. Available: <http://www.todotransporte.com/correos-incorpora-a-su-flota-25-renault-kangoo-z-e/>.
- [10] S. MOTOR, «Portal Soymotor.com,» [En línea]. Available: <http://soymotor.com/coches/noticias/policia-madrid-18-vehiculos-electricos-934286>.
- [11] «BP Statistical Review of World Energy 2017,» BP Statistical Review of World Energy, BP p.l.c, 1 St James's Square, London SW1Y 4PD, June 2017.
- [12] A. IDAE, «El vehículo eléctrico para flotas,» [En línea]. Available: [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_12144\\_G003\\_VE\\_para\\_flotas\\_2012\\_f3176e30.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12144_G003_VE_para_flotas_2012_f3176e30.pdf).

- [13] U. D. o. Energy, «VEHICLE TECHNOLOGIES OFFICE,» [En línea]. Available: <https://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office>.
- [14] D. d. E. d. EEUU, «Energy.gov,» [En línea]. Available: <https://energy.gov/>.
- [15] DOE/GO-102016-4908, «Cost and Price Metrics for Automotive Lithium-Ion Batteries,» Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://energy.gov/sites/prod/files/2017/02/f34/67089%20EERE%20LIB%20cost%20vs%20price%20metrics%20r9.pdf>.
- [16] B. N. E. F. a. I. - t. f. o. t. w. e. v. market, Julio 2017. [En línea]. Available: [https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF\\_EVO\\_2017\\_ExecutiveSummary.pdf](https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF_EVO_2017_ExecutiveSummary.pdf).
- [17] C. Europea, «COM(2017) 33 final,» [En línea]. Available: [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/implementation\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/implementation_report.pdf).
- [18] C. Europea, «Innovation Deals for a Circular Economy,» [En línea]. Available: <https://ec.europa.eu/research/innovation-deals/index.cfm>.
- [19] «Dirección General de Tráfico,» [En línea]. Available: [www.dgt.es](http://www.dgt.es).
- [20] «TOYOTA ESPAÑA,» [En línea]. Available: <https://www.toyota.es>.
- [21] GASDAM, «Asociación Ibérica de gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNL) como combustibles alternativos para transporte por carretera, ferrocarril y marítimo,» [En línea]. Available: [www.gasnam.es](http://www.gasnam.es).
- [22] GASNAM, «Catálogo de vehículos a gas natural,» [En línea]. Available: [http://gasnam.es/wp-content/uploads/2017/03/2016-06\\_Gasnam\\_Catalogo\\_GNV\\_LQ.pdf](http://gasnam.es/wp-content/uploads/2017/03/2016-06_Gasnam_Catalogo_GNV_LQ.pdf).
- [23] «AUDI,» [En línea]. Available: [www.audi.es](http://www.audi.es).
- [24] «Audi,» [En línea]. Available: [https://www.audi.de/de/brand/de/neuwagen/a3/a3-sportback-g-tron.html#layer=/de/brand/de/neuwagen/a3/a3-sportback-g-tron.engine\\_compare.8vfayc\\_0.techdata.html](https://www.audi.de/de/brand/de/neuwagen/a3/a3-sportback-g-tron.html#layer=/de/brand/de/neuwagen/a3/a3-sportback-g-tron.engine_compare.8vfayc_0.techdata.html).
- [25] «OPEL,» [En línea]. Available: [www.opel.es](http://www.opel.es).
- [26] «Asociación Española de Operadores de GLP,» [En línea]. Available: <http://www.aoglp.com/que-es-autogas/donde-repostar/>.
- [27] «PEUGEOUT,» [En línea]. Available: [www.peugeot.es](http://www.peugeot.es).
- [28] «CITRÖEN,» [En línea]. Available: [www.citroen.es](http://www.citroen.es).



- [29] «TOYOTA EUROPA,» [En línea]. Available: [www.toyota-europe.com](http://www.toyota-europe.com).
- [30] «VOLKSWAGEN,» [En línea]. Available: [www.volkswagen.es](http://www.volkswagen.es).
- [31] «FAEN,» [En línea]. Available:  
[http://www.faen.es/batterie/Recarga\\_vehiculo\\_electrico.pdf](http://www.faen.es/batterie/Recarga_vehiculo_electrico.pdf).
- [32] «SIMON,» [En línea]. Available:  
[http://www.simon.es/images/stories/simon/descargas/recarga\\_ve/10-Pautas\\_para\\_elegir\\_e\\_instalar\\_un\\_VE.pdf](http://www.simon.es/images/stories/simon/descargas/recarga_ve/10-Pautas_para_elegir_e_instalar_un_VE.pdf).
- [33] «Peugeot iOn Carga,» [En línea]. Available: <http://www.peugeot.es/gama/selector-de-coches/peugeot-ion/informacion-tecnica.html>.
- [34] «ELECTROMOVILIDAD,» [En línea]. Available: [www.electromovilidad.net](http://www.electromovilidad.net).
- [35] «MOVECO. Movilidad energética ecológica,» [En línea]. Available: [www.moveco.com](http://www.moveco.com).
- [36] «BOE 2014-13681,» [En línea]. Available:  
<https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681.pdf>.
- [37] «BOE,» [En línea]. Available: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681.pdf>.
- [38] «<http://www.openchargealliance.org/>,» [En línea].
- [39] «WALLBOX,» [En línea]. Available: [www.wallbox.com](http://www.wallbox.com).
- [40] «<https://www.boe.es/boe/dias/2009/11/24/pdfs/BOE-A-2009-18733.pdf>,» [En línea].
- [41] «<https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681.pdf>,» [En línea].
- [42] «<https://www.iberdroladistribucion.es/redes-inteligentes/contador-telegestionado/reconectar-icp>,» [En línea].
- [43] Electromaps, [En línea]. Available: [www.electromaps.com](http://www.electromaps.com). [Último acceso: 2017].
- [44] «[http://www.diariodecadiz.es/provincia/ciudad-estrena-nueva-flota-limpieza\\_0\\_1115288995.html](http://www.diariodecadiz.es/provincia/ciudad-estrena-nueva-flota-limpieza_0_1115288995.html),» [En línea].
- [45] «[www.e-mobike.com](http://www.e-mobike.com),» [En línea].
- [46] «[www.ecooltra.com/es/](http://www.ecooltra.com/es/),» [En línea].
- [47] «<https://www.bluemove.es/es/>,» [En línea].
- [48] «<https://www.car2go.com/ES/es/>,» [En línea].

- [49] «<https://emov.es/>,» [En línea].
- [50] «<https://www.esmartcity.es/2013/09/20/el-proyecto-victoria-pone-en-marcha-en-malaga-un-carril/>,» [En línea].
- [51] «<http://zeeus.eu/>,» [En línea].
- [52] «<https://www.facebook.com/ZEM2All/>,» [En línea].
- [53] «<http://electromovilidad.net/endesha-ha-lanzado-su-plan-de-movilidad-electrica-para-empleados/>,» [En línea].
- [54] «<http://www.smartcity-vyp.es/estaciones-de-recarga-de-vehiculos-electricos/>,» [En línea].
- [55] «LuGEnerGy,» [En línea]. Available: [www.lugenergy.com](http://www.lugenergy.com).
- [56] «ENERGÉS,» [En línea]. Available: [www.energes.net](http://www.energes.net).
- [57] «CIRCUTOR,» [En línea]. Available: [www.circutor.es](http://www.circutor.es).
- [58] «Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético,» [En línea].
- [59] «<http://zeeus.eu/>,» [En línea].





**Fundación HABITEC**

C/ María Curie, 22, 29590 (Málaga)

Tlf.: + (34) 952 028 125

[info@cthabitec.org](mailto:info@cthabitec.org)

[www.cthabitec.org](http://www.cthabitec.org)