

## Curso extraordinario Universidad de Zaragoza

**Energía renovable, electricidad e hidrógeno:  
presente y futuro de la energía  
en el medio rural y la maquinaria agrícola**

Huesca, 30 junio-1 julio 2016

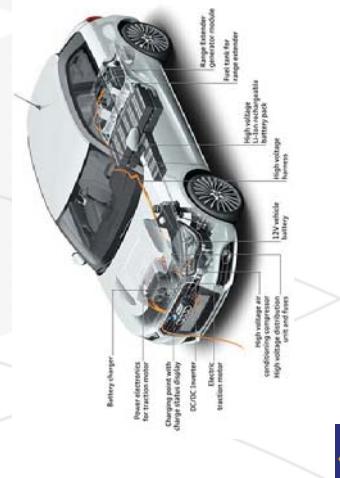


[www.liferewind.eu](http://www.liferewind.eu)

Curso  
Energía renovable, electricidad e hidrógeno:  
presente y futuro de la energía en el medio rural y la maquinaria agrícola

## MOVILIDAD ELÉCTRICA

PONENTE: Jesús Sergio Artal Sevil  
email: jsartai@unizar.es



rewind



Curso  
“Sostenibilidad energética en el sector agropecuario: el caso vitivinícola”

Patrocinadores



## Introducción



Hay quienes sostienen que el vehículo eléctrico es el futuro. Hay quienes sostienen que además de ser el futuro, son también el presente. Hoy en día todavía existen ciertas limitaciones y algunos inconvenientes.

Un coche eléctrico es aquel cuyo motor es eléctrico y se mueve gracias a la energía eléctrica almacenada en una batería que se recarga enchufando el coche directamente a una toma de corriente.

Entre las ventajas tenemos que son vehículos más eficientes con cero emisiones, no contaminan el aire y son muy silenciosos.

Universidad  
Zaragoza

rewind

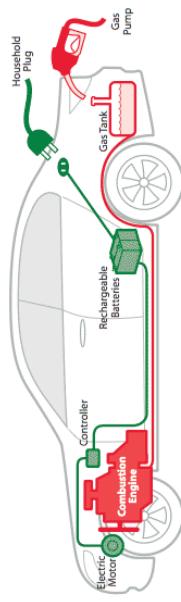
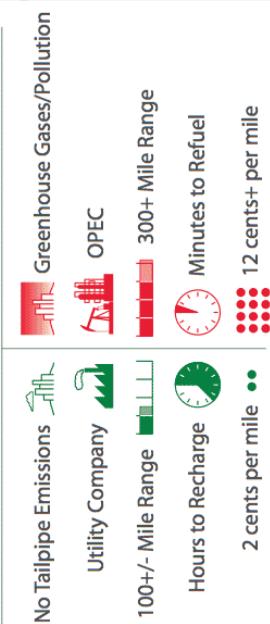
## Contexto Actual

El actual modelo de transporte de viajeros, en los últimos años ha tomado un rumbo absolutamente **insostenible**. Desde el punto de vista medioambiental en la última década, los desplazamientos por carretera han crecido de una forma sostenida e insostenible, generando graves problemas ambientales, sociales y económicos en las ciudades.



## Limitaciones e Inconvenientes

### Electric vs. Gasoline



Comparativa entre un vehículo eléctrico (BEV) y un vehículo con motor de combustión interna (MCI).

### Un poco de historia...

El coche eléctrico fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron.

Hasta el punto que existieron **vehículos eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos** sobre el que Diesel (motor diésel) y Otto (gasolina) basaron el automóvil de combustión (MCI).

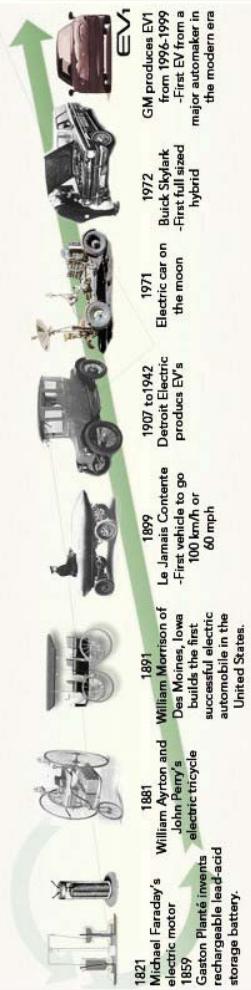


Thomas Edison y un coche eléctrico en 1913 (cortesía de National Museum of American History).

Alrededor 1832-39, el escocés R. Anderson, inventó el primer vehículo eléctrico puro. Los automóviles eléctricos de principios del siglo XX no tuvieron relativo éxito comercial. Debido a las **limitaciones tecnológicas**, la velocidad máxima de estos vehículos era de 32km/h.

### Un poco de historia...

### History of the Electric Car



La **mejora de la pila** eléctrica allanó el camino a los vehículos eléctricos. Francia y Gran Bretaña fueron las primeras naciones en apoyar el desarrollo de vehículos eléctricos → Exposición Internacional 1881. A finales de 1930 la **industria del automóvil eléctrico desapareció** por completo dando paso a los vehículos de combustión interna.

## Transición Tecnológica

“El vehículo correcto, en el momento y lugar adecuado”

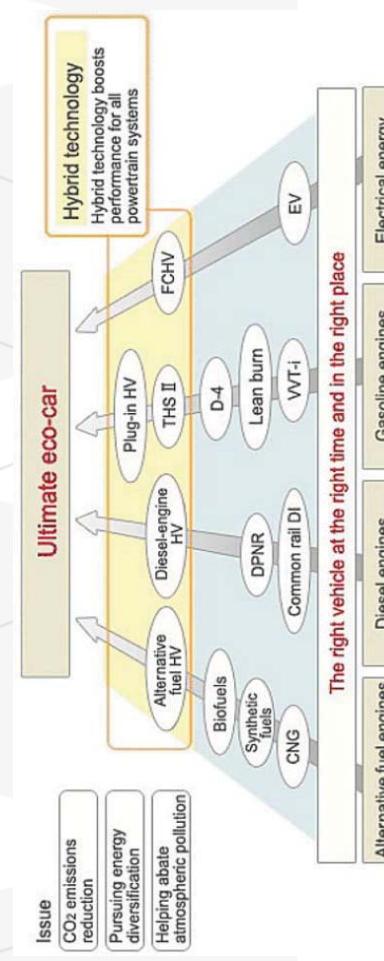
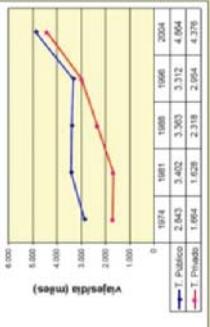


Diagrama con las diferentes tendencias tecnológicas asociadas a movilidad.

## Movilidad Urbana

Crecimiento de las necesidades de movilidad urbana:

Análisis del perfil de los viajes.



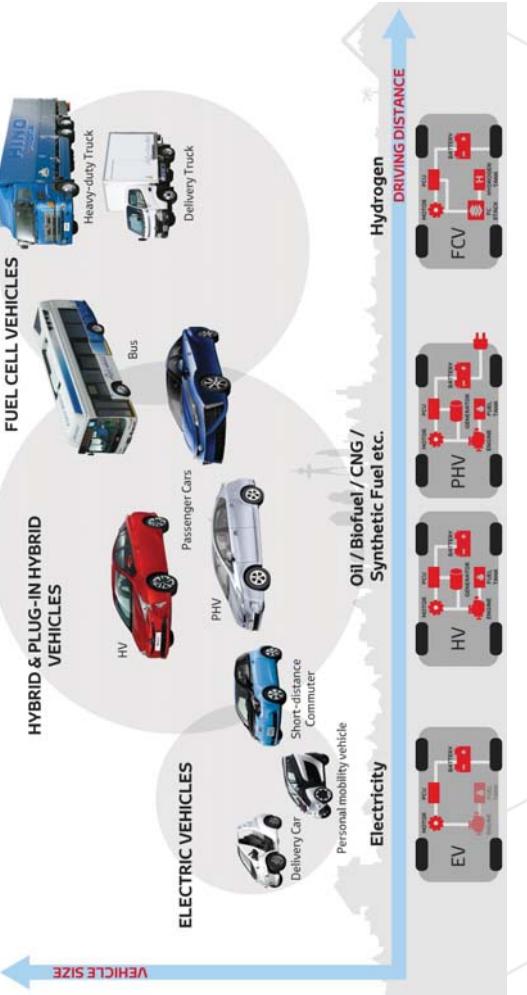
## Ejemplos de vehículos...

Volkswagen is electrifying all vehicle classes



## Hacia la movilidad Sostenible...

Roadmap towards sustainable mobility



## Comparativa Eficiencia Energética.

La eficiencia energética del vehículo eléctrico es casi el doble que el vehículo de combustión interna.



Fuentes: IDAE. Estrategia de Movilidad Española y Asociación Europea para Vehículos Eléctricos a Batería

## Ahorro Económico de la Energía.

¿Qué gasto tiene un coche eléctrico?

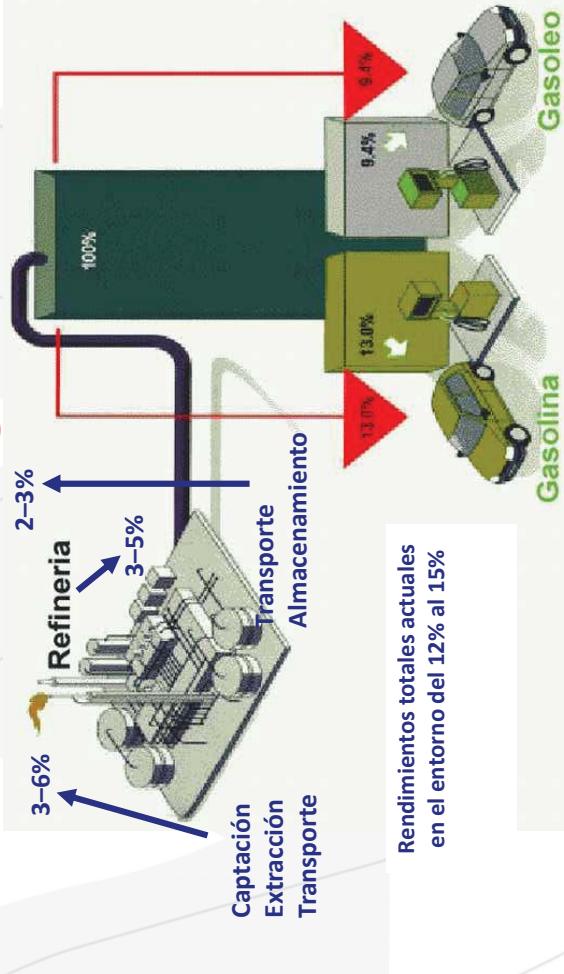


VEHÍCULO ELÉCTRICO (VE)	VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA (VCI)
Consumo 100 Km: 14 kWh (dato orientativo)	Consumo 100 Km: 16,5 litros (dato orientativo medio del mercado de coches)
Coste por kWh: varía en función de la tarifa eléctrica elegida.	Coste por litro: 1,30 €
TARIFAS (kWh): T. DISCRIMINACIÓN HORARIA: 0,95 €	
Resultados	Consumo 100 Km: Según la tarifa elegida: Desde 0,90 € hasta 2 € aproximadamente Consumo 100 Km: 8,45 €

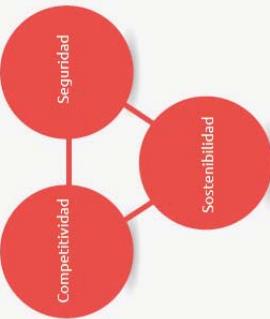


Fuente: Endesa Vehículo Eléctrico

## Comparativa Eficiencia Energética.



## Beneficios Medioambientales.



CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR SECTORES EN ESPAÑA



\* El 28% del consumo mundial de energía final es realizado por el sector del transporte.  
\* En la UE, es del 33%.  
\* En España, es del 43%.

Objetivos: UE a 2020 "20-20-20"  
\* Reducción del 20% de emisiones GEI (gases efecto invernadero)  
\* Reducción 20% consumo energía primaria.  
\* Consumo 20% de origen renovable.

Los objetivos europeos en cuanto a sostenibilidad energética parecen difíciles de alcanzar sin actuar sobre el sector transporte

## Medio Ambiente

Para restringir las emisiones de CO<sub>2</sub> la Comisión Europea ha establecido un objetivo de reducción de un 20% para el año 2020.

En el sector de la automoción, implica que los fabricantes desarrollen modelos que cumplan con la regulación de las emisiones de CO<sub>2</sub> para lograr mejoras en la eficiencia energética en términos de emisión CO<sub>2</sub>/combustible.

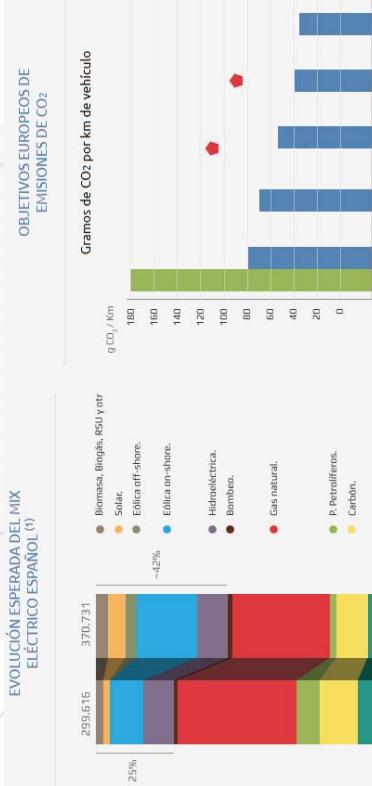
Por ejemplo, en Europa los nuevos vehículos no deben exceder los 115 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido durante 2015; según tabla 2.1.

Esto corresponde a un consumo de 4,5 litros diesel por cada 100km o 5 litros gasolina por cada 100km approx.

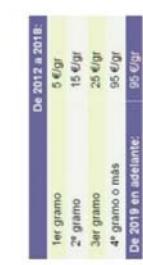
Comparación de límites de emisiones de CO<sub>2</sub> para vehículos de pasajeros

	Europa	EE.UU.
2008	160 g/km	240 g/km
2012	130 g/km	190 g/km
2015	115 g/km	180 g/km
2020	100 g/km	160 g/km

Fuente: Comisión Europea y CAFE: Corporate Average Fuel Economy.



Emissions CO<sub>2</sub>

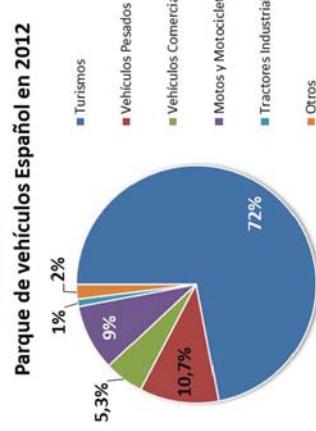


Emissions de GEI por sectores en España, Año 2012



<http://www.green-cars-initiative.eu/public/>

La estrategia permite incidir de manera muy positiva en el cumplimiento de los compromisos sobre reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (10% en sectores difusos para España en 2020 respecto a niveles 2005) así como en la calidad de aire de las ciudades.

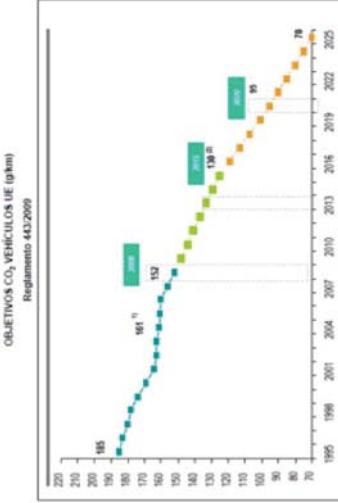


## Emissions de CO<sub>2</sub>

Normativa de emisiones de CO<sub>2</sub> para los fabricantes.

Cálculo de la media ponderada de las emisiones de todos los vehículos vendidos

Sistema de penalizaciones económicas fuertes por cada gramo que sobrepase la norma



Fuente: ACEA. <http://ec.europa.eu/enterprise/industry/energy/communications>

1) 100 g/km actualmente. 10 g/km adicionales mediante regulación en marcha.

2) 100 g/km actualmente. 10 g/km adicionales mediante regulación en marcha.

Existe la necesidad de acelerar las inversiones en tecnologías eficientes en CO<sub>2</sub>.

## Marco Medioambiental

Marco medioambiental:  
emisiones de contaminantes  
atmosféricos y gases de  
efecto invernadero.

La estrategia permite incidir de manera muy positiva en el cumplimiento de los compromisos sobre reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (10% en sectores difusos para España en 2020 respecto a niveles 2005) así como en la calidad de aire de las ciudades.

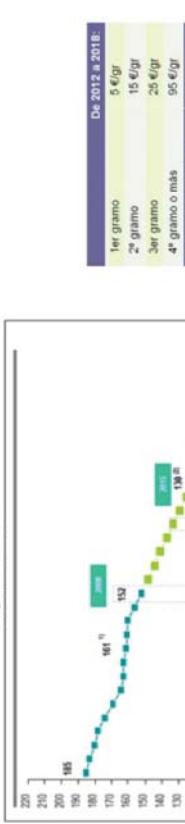


## Emissions de CO<sub>2</sub>

Normativa de emisiones de CO<sub>2</sub> para los fabricantes.

Cálculo de la media ponderada de las emisiones de todos los vehículos vendidos

Sistema de penalizaciones económicas fuertes por cada gramo que sobrepase la norma



Fuente: ACEA. <http://ec.europa.eu/enterprise/industry/energy/communications>

1) 100 g/km actualmente. 10 g/km adicionales mediante regulación en marcha.

2) 100 g/km actualmente. 10 g/km adicionales mediante regulación en marcha.

La electrificación del transporte permitirá disminuir las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero).

- \* En 2012 se espera que la media de emisiones por vehículo sea inferior a 120g de CO<sub>2</sub>/km.
- \* En 2020:
  - El objetivo es de 95 g. de CO<sub>2</sub>/km
  - Se estima que la cuota de energía procedente de renovables sea mayor del 10%.

## Vehículos con Energías Alternativas.

### Estrategia de Impulso del vehículo con energías alternativas (VEA) en España (2014-2020)

Propuestas de actuación  
Junio 2015



La estrategia para el Transporte Limpio de la UE considera los combustibles GLP, GNC, GNL, Electricidad, Biocombustible e Hidrógeno como las **energías alternativas** que se deberían potenciar en el sector de transporte en Europa.

COMBUSTIBLE	MODO	VIAJEROS POR CARRETERA			MERCANCIAS POR CARRETERA		
		Alcance	Corta Distancia	Média distancia	Larga distancia	Corta Distancia	Média distancia
GLP							
GAS NATURAL	GNL						
ELECTRICIDAD	GNC						
BIOCOMBUSTIBLE (líquidos)							
HIDROGENO							

## Vehículos con Energías Alternativas. Comparativa.

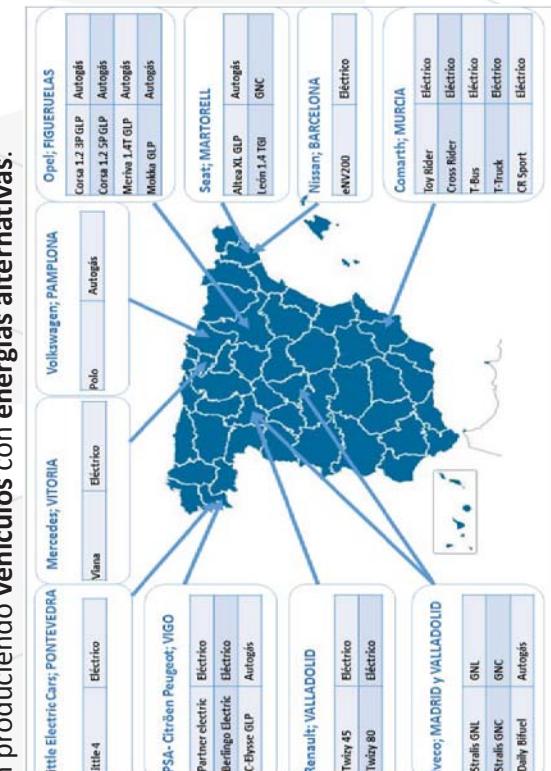
TIPO DE VEHÍCULO	Tecnología	Industria	Emissions	Costes	Parque Actual	Infraestructura	Suministro Energético
GLP	Ofrece nuevas oportunidades para el sector industrial, incorporación de soluciones de otros sectores TIC, electrónica, fabricación de baterías, y aumento del valor añadido de los vehículos fabricados y desarrollados en España.	Varias plantas producen fu gones, cuadriciclos y motocicletas que circulan en ámbitos urbanos.	Las emisiones de CO <sub>2</sub> dependen del origen de la electricidad. En España con el Mix actual se disminuye el CO <sub>2</sub> entre un 50-70 %.	Aprox. 1.000 puntos de recarga de acceso público instalados. Además existen muchos otros que necesitan una transformación para su adaptación a la normativa actual.	Unos 10.000 vehículos incluido turismos, cuadriciclos y cuadriciclos y motocicletas.	Oportunidad en vehículos de tipo turismos, cuadriciclos y cuadriciclos y motocicletas que circularán en ámbitos urbanos.	Aprox. 1.000 puntos de recarga de acceso público instalados. Además existen muchos otros que necesitan una transformación para su adaptación a la normativa actual.
GNC	El desarrollo de esta industria queda muy vinculada a los objetivos determinados por los gobiernos tanto a nivel nacional como europeo, como el % en diesel y gasolina. La UE tiene establecido un objetivo para 2020 según el cual el 10% de los combustibles utilizados en el transporte deben proceder de fuentes renovables.	Situación estratégica española con el abastecimiento a través de 8 puertos de la península ibérica.	El biocombustible convencional tiene un coste similar al diésel.	La introducción de biocombustibles en el sector de transporte se realiza a través de un porcentaje asignado por el gobierno mezclando con la gasolina o el diésel. Por lo que no existe problema ni de oferta de vehículos, ni de infraestructura.	Los biocombustibles están instalados en España 38 plantas de producción de biocombustible y 4 de biotananol que cumplen suministrar parte de las necesidades de biocombustibles.		

## Vehículos con Energías Alternativas. Comparativa.

## Vehículos con Energías Alternativas. Comparativa.

Tecnología	Industria	Emissions	Costes	Parque Actual	Mercado Potencial	Infraestructura	Suministro Energético
Los vehículos de pila de combustible tienen todavía grandes retos de I+D tanto en almacenamiento del Hidrógeno en el vehículo como en la mejora competitiva de la propia pila.	Algunas empresas españolas están participando en el desarrollo tecnológico sobre todo en la obtención del Hidrógeno.	Las emisiones dependen del origen de los vehículos disponibles en el mercado. Tienen un coste muy superior a su equivalente térmico. En el caso de la obtención de hidrógeno se obtiene a partir de energía renovables.	Los vehículos disponibles en el mercado tienen un coste muy superior a su equivalente térmico. En el caso de la obtención de hidrógeno se obtiene a partir de energía renovables.	Se ha realizado algunos proyectos de demostración.	No teniendo la limitación de autonomía de los vehículos eléctricos de batería, se podría considerar un mercado potencial similar al de los vehículos de gasolina o gasóleo.	Infraestructura muy escasa existiendo solamente cuatro estaciones de hidrógeno operando.	Una gestión adecuada de la producción de Hidrógeno por la noche en horas valle permitirá planar la curva de consumo eléctrico y acelerar la amortización de las instalaciones.
Hidrógeno							

España cuenta con conocimiento y experiencia en las tecnologías de vehículos con energías alternativas y tiene el potencial para responder al desafío tecnológico e industrial de estos vehículos con Energía Alternativa a nivel europeo. **6** de las **17** plantas de multinacionales ubicadas en España están produciendo **vehículos con energías alternativas**.



**Vehículos con Energías Alternativas.**  
**Comparativa.**

## Estimación VEA.

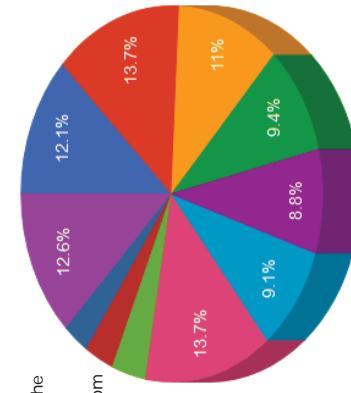
Aplicación de la Directiva 2014/94/EU, de 22 de octubre de 2014, relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos, y el futuro Marco de Acción Nacional para la implantación de las infraestructuras necesarias exigido por la misma, esta Estrategia de Impulso a los Vehículos con Energías Alternativas realiza una **estimación inicial** de desarrollo del parque de estos **vehículos**, así como la infraestructura necesaria.

TIPO DE VEHICULO	INFRAESTRUCTURA (Nº ESTACIONES SUMINISTRO/RECARGA ACCESO PÚBLICO)		
	ACTUAL	ESTIMADO 2020	MÍNIMO EN 2020 SEGÚN CRITERIO DIRECTIVA
GLP	40.000	250.000	450
GNC	300	800	17 global
Vehículo Eléctrico	4.290	17.200	25 global
Hidrógeno	10.000	150.000	Aprox. 1.000 en funcionamiento 1.190 urbanos
Proyectos demostración	2.800	4	21

## El mercado del coche Eléctrico.

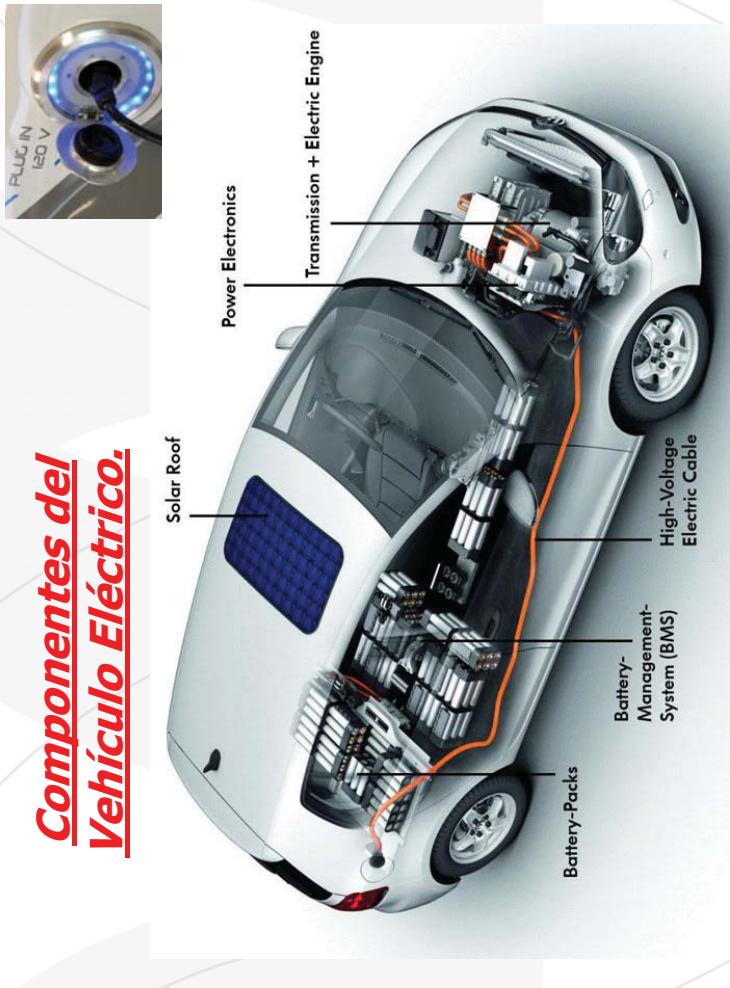
- Nissan Leaf
- Mitsubishi Outlander PHEV
- Renault ZOE
- Renault Kangoo
- BMW i3
- Nissan e-NV-200
- Smart
- Audi A3
- Kia Soul
- Volkswagen GTE
- Resto de marcas de EV

Líderes del mercado del coche eléctrico en 2015.  
Fuente: Charging Box  
<http://www.charging-box.com>

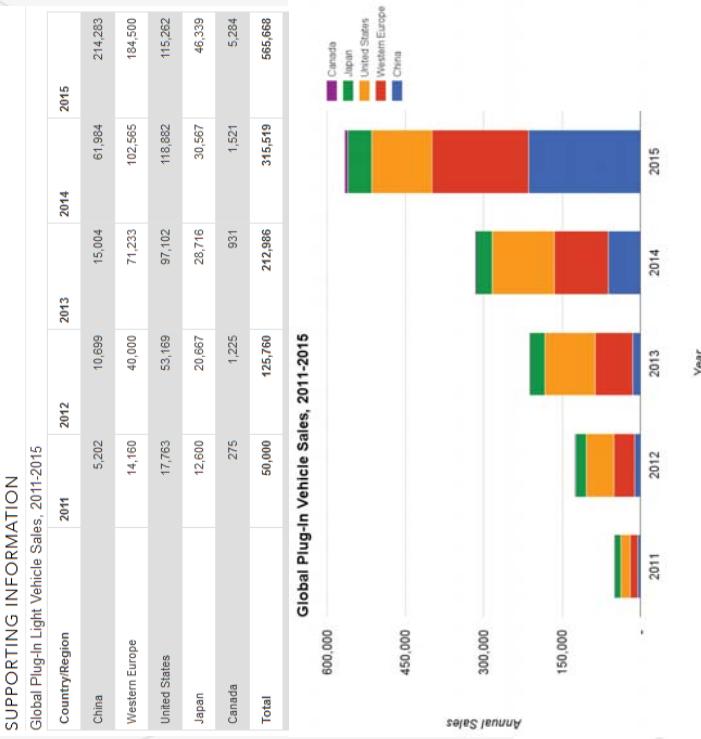


Durante el año 2015 se han realizado 2.838 matriculaciones de coches eléctricos, lo que supone un incremento del 56% respecto al 2014, esta cifra representa el triple de las ventas producidas en 2013 que se situaba en 811 unidades. En el año 2015 se han vendido un total de 1.034.232 coches, así que las ventas de coches eléctricos representan un 0,21% de las ventas efectuadas.

## Componentes del Vehículo Eléctrico.



## Vehículo Eléctrico en el Mundo.



## Tracción del vehículo eléctrico.



Sistema de tracción del vehículo Renault ZOE.  
R240 de 65 kW y 220 Nm



## Interior del Vehículo Eléctrico

Conjunto de baterías que proporciona la autonomía del vehículo



Sustitución del motor de combustión interna (MCI) por un sistema de Electrónica de Potencia.

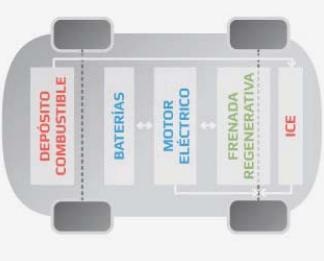
## Vehículos Eléctricos Híbridos (HEV).

Equipan un motor de combustión interna y un motor eléctrico de imán permanente.

En marcha constante, el ICE impulsa tanto las ruedas como al motor eléctrico. Una variación electrónica de la multiplicación regula un régimen óptimo.

En adelantamientos se obtiene **potencia adicional** del motor eléctrico, alimentado por las baterías. En la frenada, el motor eléctrico actúa como generador, recuperando parte de la energía cinética.

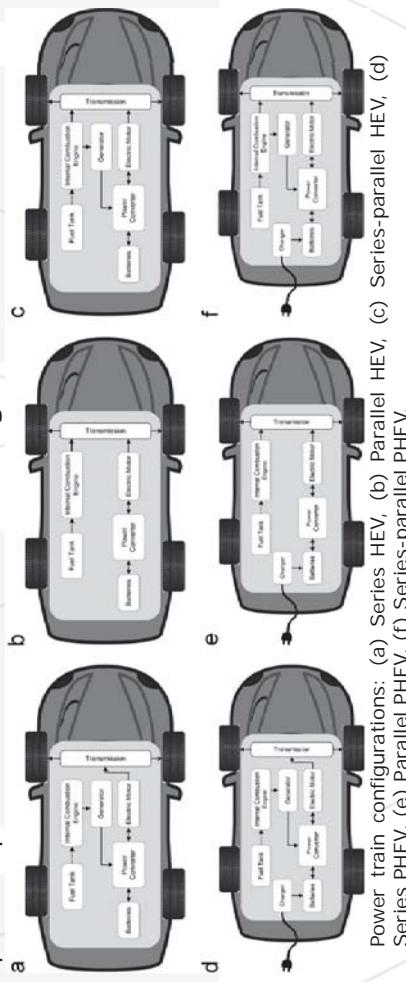
1 HEV



A bajas velocidades sólo el motor eléctrico impulsa el vehículo, con cero emisiones. Al parar, el motor de combustión se apaga, no consumiendo combustible. Al arrancar, el motor eléctrico suministra un par no alcanzable a bajas revoluciones por el de gasolina.

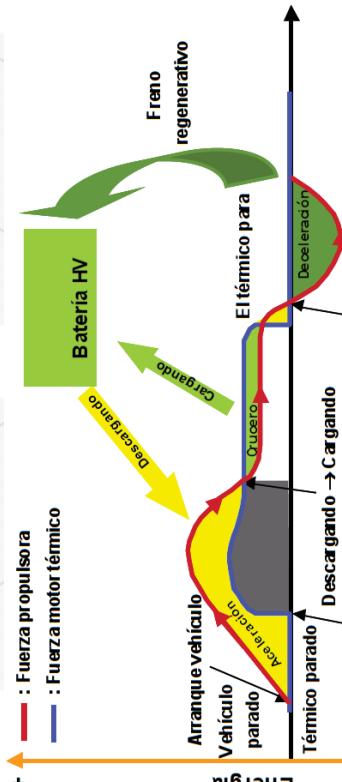
## Electric Vehicle Technologies

Los vehículos Eléctricos pueden ser clasificados en función de la **relación de hibridación** de los vehículos: **hybrid electric vehicles** (HEVs), **plug-in hybrid electric vehicles** (PHEVs) and **battery electric vehicles** (BEVs). Un HEV se impulsa a través de una **combinación** de un **motor de combustión interna** y un **motor eléctrico**. PHEV es similar pero con características adicionales, paquetes de **baterías más grandes** y se puede **recargar** desde la **red de distribución**. Mientras, los BEV pueden operar exclusivamente con la **energía de la batería**.



Power train configurations: (a) Series HEV, (b) Parallel HEV, (c) Series-parallel HEV, (d) Series PHEV, (e) Parallel PHEV, (f) Series-parallel PHEV.

## Funcionamiento Vehículo Híbrido.



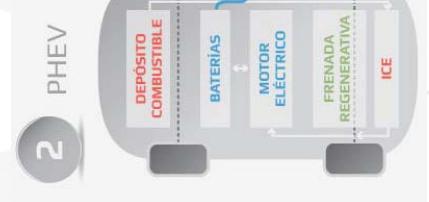
Funcionamiento sistema de hibridación en función de las condiciones de marcha En velocidad crucero, donde el conductor no demanda aceleración sino mantener la velocidad, el motor térmico se sitúa en una zona de funcionamiento óptima en relación prestaciones y consumo, entregando potencia para mover el vehículo y cargar la batería.

## Vehículos Eléctricos Híbridos Plug-In (PHEV).

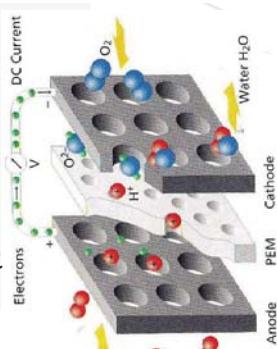


La evolución de los sistemas de baterías híbridos permiten la **conexión** de los Vehículos Híbridos Enchufables (PHEV), para recorrer las primeras decenas de km de un viaje, a partir de energía obtenida de la **red eléctrica**.

Es posible sustituir el ICE por **pila de combustible** (hidrógeno, metanol, etc.) para combinar autonomía y flexibilidad → FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle).



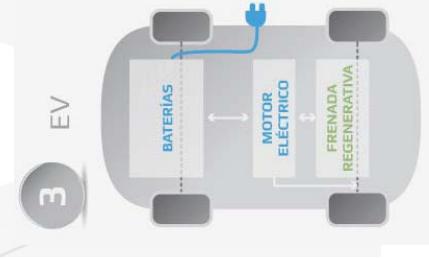
Principio de funcionamiento  
PEM Fuel-Cell



## Vehículos Eléctricos (BEV).

Las actuales capacidades de las baterías hacen que los **vehículos totalmente eléctricos** (BEV) se perciban como de limitada utilidad por su **autonomía** y los **tiempos de recarga** necesarios.

En un escenario de alta penetración de BEVs, con alta fosilización del mix eléctrico, se podrían ahorrar un 46% de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2050.  
Se considera el posible uso de los BEVs como **almacén energético** como una importante **sinergia** con las **energías renovables**.



3  
EV

Las actuales capacidades de las baterías hacen que los **vehículos totalmente eléctricos** (BEV) se perciben como de limitada utilidad por su **autonomía** y los **tiempos de recarga** necesarios.

En un escenario de alta penetración de BEVs, con alta fosilización del mix eléctrico, se podrían ahorrar un 46% de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2050.  
Se considera el posible uso de los BEVs como **almacén energético** como una importante **sinergia** con las **energías renovables**.

## ¿Cómo se recargan?



En lugar de repostar combustible en una gasolinera, un coche eléctrico se **enchufa a la red para recargar sus baterías**. La recarga eléctrica puede hacerse en el garaje de casa con una **toma convencional** o con una de más potencia, reduciendo a la mitad el tiempo de carga. Otra posibilidad es en los **puntos públicos de recarga**.



Battery Electric (BEV) and Plug-in Hybrid Electric (PHEV) Vehicle.

Otro sistema es la **sustitución de las baterías** en el momento que se agotan. Con éste método, sustituimos en un centro especializado las baterías gastadas por otras completamente cargadas, operación que tarda menos que una recarga.

Types of EVs	Battery EVs	Hybrid EVs	Fuel Cell EVs
Propulsion	• Electric motor drives	• Electric motor drives	• Electric motor drives
Energy system	• Battery	• Ultracapacitor	• Fuel cells
		• ICE generating unit	• Need battery / ultracapacitor to enhance power density for starting.
Energy source & infrastructure	• Electric grid charging facilities	• Gasoline stations	• Hydrogen
		• Electric grid charging facilities (for Plug In Hybrid)	• Hydrogen production and transportation infrastructure
Characteristics	• Zero emission	• Very low emission	• Zero emission or ultra low emission
	• High energy efficiency	• Higher fuel economy as compared with ICE vehicles	• High energy efficiency
	• Independence on crude oils	• Long driving range	• Independence on crude oil (if not using gasoline to produce hydrogen)
	• Relatively short range	• Dependence on crude oil (for non Plug In Hybrid)	• Satisfied driving range
	• High initial cost	• Higher cost as compared with ICE vehicles	• High cost
	• Commercially available	• The increase in fuel economy and reduce in emission depending on the power level of motor and battery as well as driving cycle.	• Under development
Major issues	• Battery and battery management	• Multiple energy sources control, optimization and management.	• Fuel cell cost, cycle life and reliability
	• Charging facilities	• Battery sizing and management	• Hydrogen infrastructure
	• Cost		

Comparación BEV, HEV, FCEV

**Infraestructura de Recarga**

Permit la carga de las baterías de hasta un 80% de un vehículo eléctrico puro en menos de 30 minutos.

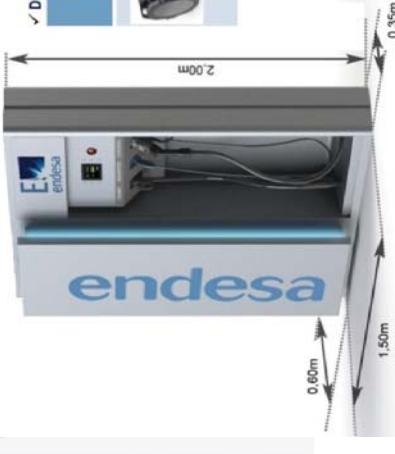


Poste de recarga para vehículos eléctricos desarrollado por Endesa



## Tipos de Recarga

Permit la carga de las baterías de hasta un 80% de un vehículo eléctrico puro en menos de 30 minutos.



## Ejemplo de Vehículo Eléctrico.

ES el coche de tamaño ideal para la ciudad, ha vendido durante el mes de octubre y noviembre 199 y 153 unidades, respectivamente.

SE sitúa en la segunda posición del ranking de ventas de coches eléctricos con una autonomía de

Su coste aproximado es 21.000€ (year 2015).



## El coche eléctrico no triunfa en España.



**Las ventas de eléctricos e híbridos en España** no alcanzan el 2%, poco más de 20.000 unidades, según el informe de matriculaciones del año 2015. Lejos del diésel (62,9%) y la gasolina (35,1%).

¿Qué sucede para que no terminen de arrancar? En Noruega, el índice de penetración de estos vehículos supera el 20%

**El principal problema es la batería.**  
**Su autonomía máxima no supera los 150km, una restricción que limita los desplazamientos.**

Fuente: Arturo Pérez de Lucía. AEDIVE  
(Patrónal de coches Eléctricos)



## Algunas Razones para utilizar el coche eléctrico.



**La eficiencia energética del vehículo eléctrico es el doble que el de combustión interna.**

**No contamina porque, al no quemar combustible, no expulsa gases como el CO<sub>2</sub> y no depende de energías limitadas.**

**No hace ruido**, no vibra, no emite calor y no necesita circuito de refrigeración.  
No necesita aceite ni revisiones constantes, **su mantenimiento es mucho más económico.**



## Algunas Razones para utilizar el coche eléctrico.



**La recarga eléctrica es más barata que llenar un depósito de gasolina o diésel.**

**Reutiliza la energía:** gracias al frenado regenerativo, las baterías de los coches eléctricos **almacenan la energía cinética que se escapa en forma de calor al frenar.**

**Se puede recargar en casa a través de enchufes convencionales.**

**Más fácil de conducir:** las marchas cambian de forma automática, no tiene embrague, cuesta más que se estropee y tiene poco desgaste.



## Algunas Razones para utilizar el coche eléctrico.



**Modelos actuales han incrementado su autonomía:** las nuevas baterías de Li-ion alargan la autonomía hasta los 150km.

**Tecnología punta:** en los próximos años, la evolución tecnológica permitirá alargar aún más la autonomía de los coches eléctricos (se estima que podrán llegar a los 300km) y abaratar su **precio de adquisición** en torno al 50% respecto a su coste actual (25000/30000€)



La **autonomía real** de los turismos eléctricos (es menor que la homologada porque varía según el estilo de conducción, el uso del aire acondicionado, etcétera) **oscila entre los 120 y 150 kilómetros.** Sin duda es **una autonomía limitada**, pero..., ¿hasta qué punto es **insuficiente?**

Son suficientes para moverse por la ciudad y por la periferia.

Comprar un coche eléctrico implica “cambiar el chip”: en lugar de ir a una gasolinera cada determinado número de días, hay que acostumbrarse a cargarlo todas las noches, como si fuese un smartphone.

## Mitos y Realidades.



## Tesla Motors.



La instalación del enchufe supone un desembolso inicial, pero lo subvenciona el gobierno. El programa MOVELE 2015 del Ministerio de Industria incluye una ayuda de 1.000 euros + IVA para la instalación del punto de recarga. Hay empresas especializadas en este tipo de obras y el precio, en la mayoría de los casos, no supera esos 1.200 euros.

Los coches eléctricos cuestan más.

Pero al precio del concesionario hay que restarle las **ayudas del gobierno**.

En el caso de España, el plan MOVELE incluye una **subvención** de 5.000 euros en la compra del coche.

Puesto para recargar las baterías de un coche eléctrico, en Andorra.



Renault Fluence ZE  
Source: www.renault.com

## Eficiencia: coche de combustión vs eléctrico

Eficiencia. Relación entre la energía útil (energía obtenida) y la energía consumida (energía suministrada). La **cantidad de energía** que **consume** un **coche con motor de combustión** y un **coche con motor eléctrico** para **recorrer 100km**.

El consumo de un coche con motor de combustión, gasolina o diésel, se expresa en litros/100km. En un coche eléctrico se expresa en kWh/100km.  
1 litro gasolina → 32,18MJ/34,78MJ energía.  
1 litro diésel → 35,86MJ/38,65MJ energía.

Se presenta un intervalo pues no todas las gasolineras ni gasóleos son iguales, la densidad de los combustibles varían dependiendo fabricantes.  
Vehículo eléctrico 1 kWh → 3,6MJ energía.



El Tesla Model S (2012) cuesta 50.491€ y ha vendido 120.000 unidades en 4 años. El Tesla Model 3 (2017) vale 30.786€ y ha vendido 325.000 unidades en apenas una semana, pese a que aún no ha comenzado a fabricarse.

Una **batería de 85kWh**, que utiliza el Tesla Model S más vendido, **pesa 540kg** y **contiene 7104 celdas de Li-ion**. Tiene una estimación de vida de **8 años o 200.000km**. En términos de consumo, una batería de 90kWh aplicada al potente Model X consume el equivalente energético a 2,64 litros de gasolina cada 100 kilómetros.



## Consumo: coche de combustión vs eléctrico

Renault Fluence ZE  
Source: www.renault.com



Renault Fluence gasolina 1.6 16 v 110 CV. El consumo real medio según Spritmonitor es de 7,6 l/100km.

Renault Fluence diésel 1.5 dCi 110 CV. El consumo real medio según Spritmonitor es de 5,7 l/100km.

Renault Fluence Z.E. (eléctrico). Consumo 18,5 kWh/100km. El modelo eléctrico pesa 300kg más que un Fluence térmico, lo cual lo sitúa en una posición algo más desfavorable en la comparativa.

## Consumo: coche de combustión vs eléctrico

Renault Fluence gasolina:

7,6 l/100km equivalen a 244,57–264,33 MJ/100km.

Renault Fluence diésel:

5,7 l/100km equivalen a 204,40–220,31 MJ/100km.

Renault Fluence eléctrico:

18,5 kWh/100km equivalen a 66,6 MJ/100km.

Conclusión:

El coche eléctrico, aún pesando 300kg más, consume 3,67/3,97 veces menos que el coche con motor de gasolina y 3,07/3,31 veces menos que el coche con motor diésel.

Un coche eléctrico **consume** casi la **cuarta parte** que un coche de gasolina, y la **tercera parte** que un coche diésel.



## Vehicle Electrification



## Transporte Mercancías.

El camión eléctrico está llamado a **revolucionar** el **transporte** de mercancía. E-Force ha presentado el primer camión eléctrico de 18tons capaz de recorrer 300 kilómetros. Este camión eléctrico tiene un consumo de entre 60 y 90 kWh cada 100 kilómetros en ciudad, lo que se podría traducir a un consumo **un tercio inferior** con respecto al camión diésel.

Entre las ventajas de un camión eléctrico no solo se **encuentra un coste por kilómetro recorrido menor** sino que su mantenimiento e impuestos también son muy inferiores.



## Vehicle Electrification. Infraestructura.

¿Cómo es la recarga de vehículos eléctricos destinados al transporte de viajeros?

**Sistemas de carga rápida** de **baterías** en **autobuses** eléctricos mediante pantógrafo. El dispositivo se encuentra integrado dentro de la marquesina en diferentes paradas.

Estación de recarga eléctrica para autobuses híbridos en Estocolmo

## Vehicle Electrification. Infraestructura.



Scania y Siemens confirmaron un nuevo e importante paso en su proyecto de electrificación de los vehículos pesados denominado **eHighway**. El objetivo de este proyecto es la **instalación de catenarias en diferentes carriles de autopistas para hacer uso de camiones híbridos conectados mediante pantógrafos**. Esta tecnología pretende que el transporte pesado se convierta en un sistema de cero emisiones a partir de 2016, año en el que empezarán las primeras pruebas en condiciones de tráfico real.

## Típos de Recarga Eléctrica

TIPO	CONEXIÓN Y POTENCIA	AUTONOMÍA	TIEMPO RECARGA	COMENTARIO
Lenta	Monofásico Hasta 3,6 kW	150 Km	5 a 7 h	Aprovecha infraestructura existente. Carga en origen o destino.
Semi-rápida	Monofásico o trifásico Hasta 25 kW	150 Km	1 a 2 h	Instalaciones adaptadas. Carga en origen o destino.
Rápida	Trifásico o en continua Hasta 50 kW	120 Km	20 min	Para cargas en trayecto. Carga 80%-90% batería
Super-rápida	Trifásico o c. continua Hasta 150 kW	250 Km	20 min	Cargas en trayecto.
Ultra-rápida	>150 kW			Para autobuses y usos especiales
Cambio de baterías	N/A	Varios	minutos	Modo en desuso

Características de la carga para el vehículo eléctrico.

## Escenarios de Recarga Eléctrica

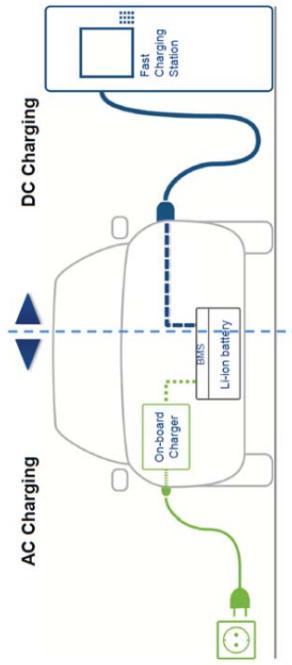


	MODO DE CARGA	HORARIO DE REPOSTAJE	TIEMPO DE PERMANENCIA	PROPIEDAD CONEXIÓN
Centro comercial	Rápida - Lenta	Laborable 19:22 h y fines de semana	1-2 h	Público
Centro de trabajo	Lenta	7-19 h y fines de semana	9 h	Público/Privado
Parking	Lenta	24 h	2 h	Público
Vía pública	Rápida - Lenta	24 h	1-12 h	Público
Comunidad de vecinos	Lenta	8-20 h	12 h	Privado
Garaje individual	Lenta	24 h	12 h	Privado
Estaciones de repostaje	Rápida - Cambio de batería	24 h	10 min	Público
Estacionamiento flotante de vehículos	Rápida - Lenta - Cambio batería	24 h	15 min-12 h	Privado

La norma UNE-EN 61851 (sistema conductor de carga para vehículos eléctricos), define los tipos y requisitos de modelos de carga que emplearán los vehículos eléctricos en España.

Fuente: Guía del Vehículo Eléctrico. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

## Recarga Eléctrica en AC y DC

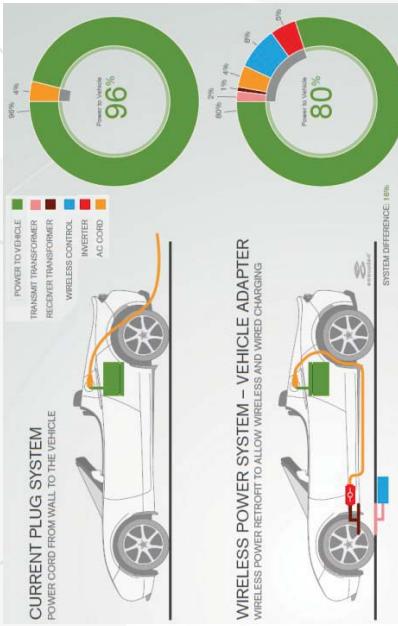


Hybrid AC and DC fast Charger

La mayoría de los vehículos eléctricos tienen un dispositivo para realizar la recarga, que contiene un convertidor AC/DC junto a la batería.

Los sistemas de **carga rápida DC** no necesitan de este tipo de elementos en el vehículo. Los sistemas de **recarga "lenta"** se alimentan, normalmente, en AC y los sistemas de recarga rápida en DC, aunque se pueden dar casos híbridos. Para cargas en corriente continua (modo 4) todo o parte del equipo está situado fuera del vehículo, en la estación de carga.

## Sistemas de Recarga



**La recarga de los vehículos eléctricos puede ser conductiva o inductiva.**

El sistema **conductivo** es una **conexión directa a red**, tan simple como enchufar el vehículo mediante cables especiales de alta capacidad.

El sistema **inductivo** se realiza mediante el acoplamiento de bobinas. Su ventaja: **no tener partes en contacto**, pero es **más caro y menos eficiente**.

## Recarga por Sustitución de Batería.

Estación de recarga eléctrica por sustitución de baterías.  
Fuente: Better Place Denmark.



Better Place ha desarrollado **estaciones de intercambio de acumuladores**, que pueden **reemplazar las baterías en menos de 3min**. La principal ventaja de este sistema es que es mucho más rápido que la "fast charge". El sistema fue implementado sobre el prototipo Renault Fluence.

## Integración en la red Eléctrica.

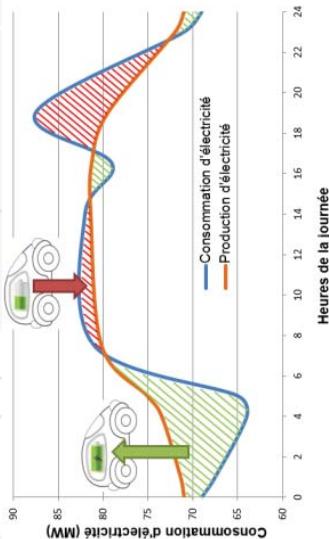
Toyota i-Road en Grenoble (Francia)



La recarga masiva de vehículos eléctricos generará una **demandas importante** sobre el sistema eléctrico. Para que el balance ambiental de la introducción del vehículo eléctrico sea beneficioso, se requiere un cierto grado de **flexibilidad** en los modos de recarga.

Así como una **gestión inteligente** de las cargas en función de la **disponibilidad de generación renovable**. Un paso más allá sería la utilización de las **baterías de los vehículos eléctricos como medio de almacenamiento remoto** que pueda **inyectar energía a la red** cuando fuese necesario y el grado de carga y plan de uso del vehículo lo permitieran.

## Redes de distribución. V2G Vehicle-to-Grid.

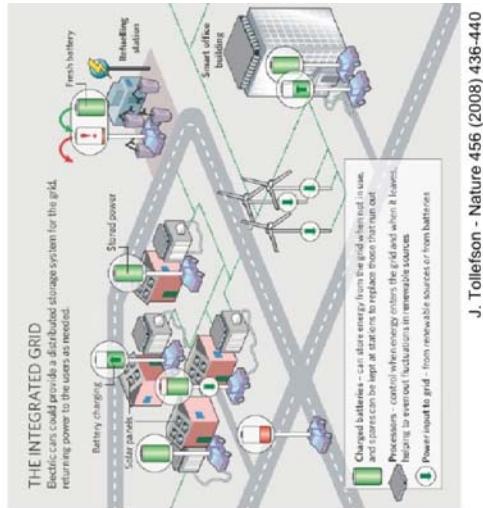


# Redes de distribución.

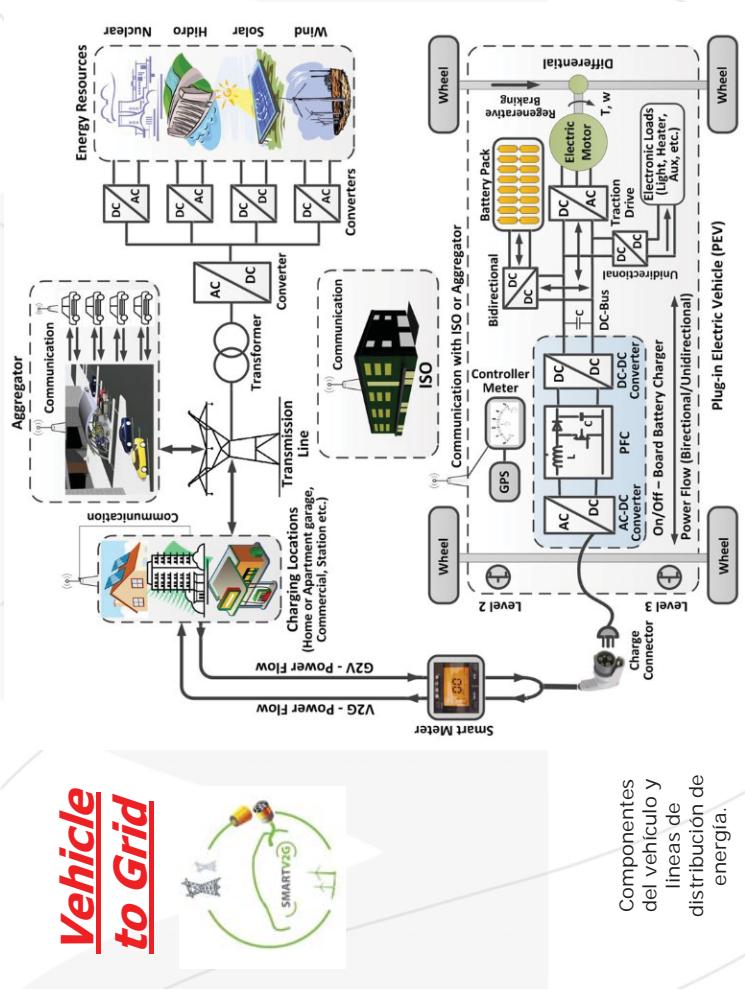
## V2G Vehicle-to-Grid.

- Necesidades red eléctrica**
- Almacenamiento electricidad
- Aprovechamiento de excedentes renovables
- Suavizado de picos y valles de demanda

Oportunidad para el la introducción masiva del vehículo eléctrico



## Vehicle to Grid



## Battery Electric Vehicle.

La tabla muestra una comparación entre las diferentes tecnologías de baterías para aplicaciones de vehículos eléctricos. Las características de las baterías como tensión nominal, densidad de energía, potencia específica, ciclos de vida..., costes de producción por kWh han sido detalladas.

Battery type	Nominal voltage (V)	Energy density (Wh/kg)	Volumetric energy density (Wh/l)	Specific power (W/kg)	Life cycle	Self discharge (% per month)	Memory effect	Operating temperature (°C)	Production cost (\$/kWh)
Lead acid (Pb-acid)	2.0	35	100	180	1000	< 5	No	-15 to +50	60
Nickel-Cadmium (Ni-Cd)	1.2	50-80	300	200	2000	10	Yes	-20 to +50	250-300
Nickel-Metal hydride (Ni-MH)	1.2	70-95	180-220	200-300	< 20	20	Rarely	-20 to +60	200-250
ZEBRA	2.6	90-120	160	155	> 500	< 5	No	+245 to +350	230-345
Lithium-ion (Li-ion)	3.6	118-250	200-400	200-430	2000	5	No	-20 to +60	150
Lithium-polymer (LiPo)	3.7	130-225	200-250	260-450	> 500	< 5	No	-20 to +60	150
Lithium-iron phosphate (LiFePO <sub>4</sub> )	3.2	120	220	2000-4500	1200	< 5	No	-45 to +70	350
Zinc-Air (Zn-air)	1.65	460	1400	80-140	200	< 5	No	-10 to +55	90-120
Lithium-sulfur (Li-S)	2.5	350-650	350	—	300	8-15	No	-60 to +60	100-150
Lithium-air (Li-air)	2.9	1300-2000	1520-2000	—	100	< 5	No	-10 to +70	—

Comparison of Electric Vehicle battery types

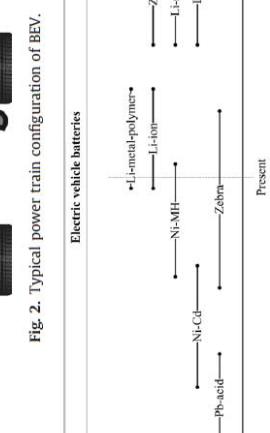
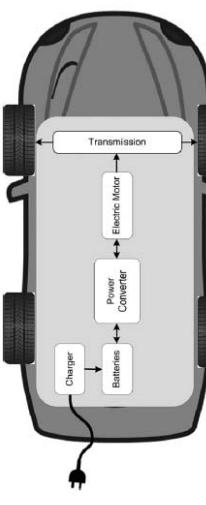


Dispone de un sistema de propulsión eléctrico y funciona en modo carga-descarga. Los grandes paquetes de baterías se pueden recargar a través del frenado regenerativo y también externamente cuando el vehículo queda estacionado.

La distancia que puede recorrer está basado en la **capacidad de la batería**. En general, BEV es adecuado para la ciudad ya que posee un **rango de autonomía** limitado. BEV posee beneficios como, las cero emisiones del tubo de escape y un mejor rendimiento del vehículo.

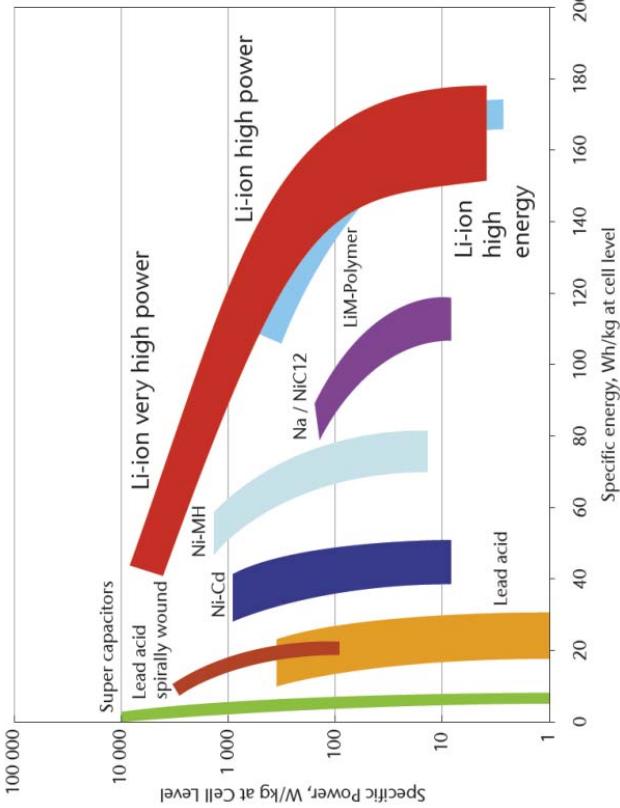
## Battery Electric Vehicle.

Figure shows a typical power train configuration of BEV. It uses electric motor as propulsion source.



# Battery Technology

Diagrama comparativo de las diferentes tecnologías de baterías. Relación densidad de potencia y energía.



# Battery Technology

Comparativa de diferentes tecnologías energéticas, tomando como referencia el peso de un depósito de 50 litros de diesel (34kg approx.) (34 kg)

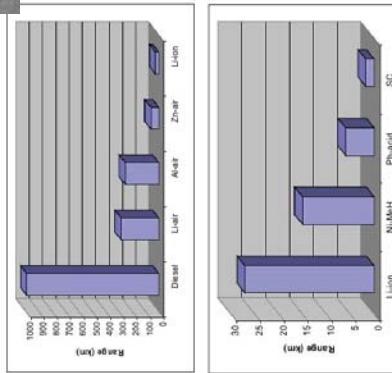


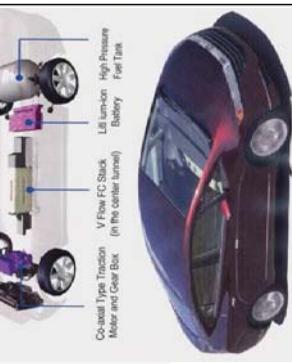
Diagrama comparativo de las diferentes tecnologías de baterías. Relación densidad de potencia y energía.

# Sistema de Hidrógeno.

**Hidrógeno** es un combustible **muy energético**, ya que 1kg H<sub>2</sub> tiene en torno al triple de energía que los combustibles convencionales. Al tratarse de un elemento muy poco denso, se almacena en **depósitos muy grandes** y pesados.

Vehículos de hidrógeno	Vehículos eléctricos a baterías
<ul style="list-style-type: none"> <li>La densidad energética del hidrógeno no es mucho mayor que la de las baterías, por eso se puede conseguir unas autonomías muy superiores (en torno a 700 km, en lugar de 100-200 km).</li> <li>El tiempo de recarga es de unos pocos minutos, en lugar de las horas necesarias para recargar baterías.</li> <li>La vida útil de las baterías es bastante inferior a la de los motores de hidrógeno, y de lo que se espera para las pilas de combustible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suponiendo que la fuente energética de partida sea la electricidad, la eficiencia energética del proceso de carga/descarga de la batería es claramente superior a la del proceso de generación de hidrógeno por electricidad, almacenamiento de hidrógeno y transformación del hidrógeno.</li> <li>La infraestructura necesaria para estaciones de recarga de baterías es más sencilla que la de distribución/generación in situ de hidrógeno, y de lo que la fase de despliegue puede ser más temprana.</li> </ul>

Número atómico	1	1.0077	1	1
Punto de ebullición °C	-252,7			
Punto de fusión °C	-259,7			
Densidad	0,017			
Hidrógeno				



Honda FCX fuel cell car.

# Sistema de Hidrógeno.

Vehículos de Hidrógeno frente a vehículos convencionales.

Vehículos convencionales	Vehículos de hidrógeno
<ul style="list-style-type: none"> <li>La densidad energética del gasóleo y la gasolina son muy superiores a la del hidrógeno. No obstante, los últimos modelos de vehículos a hidrógeno consiguen unas autonomías equivalentes sin sacrificar habitabilidad ni espacio de maletero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Son vehículos no contaminantes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El hidrógeno permite diversificación energética, ya que puede ser obtenido de renovables, energía nuclear, gas natural, petróleo, carbón, residuos, biomasa, etc.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los sistemas de generación de hidrógeno a partir de energías renovables pueden contribuir a acopiar la curva de demanda al recurso renovable (produciendo hidrógeno, por ejemplo, cuando existe viento y la red no demande mucho consumo). Esto también puede ser aplicable, aunque en menor grado, a los vehículos eléctricos a baterías.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los vehículos eléctricos (con pila de combustible) de hidrógeno tienen una eficiencia energética mayor que los de combustión interna (independientemente del combustible).</li> </ul>

## Sistema de Hidrógeno.



<http://www.ieahhev.org/>

Los **datos** correspondientes al **proyecto StorHy** (gasolina, hidrógeno comprimido y líquido), complementado con hidruros metálicos y baterías. Cualquier sistema de almacenamiento de hidrógeno **ocupa y pesa más** que el **equivalente de gasolina**. El hidrógeno destaca por densidad de energía por masa y volumen frente a las baterías más avanzadas. Ningún vehículo de baterías puede conseguir autonomías cercanas a 700km. La mayoría de los vehículos con pila de combustible son híbridos (PEM + batería)

Gasolina	Hidrógeno 700 bar	Hidrógeno líquido	Hidruros metálicos	Batería Li-Ión
Volumen (l)	35	430	256	200
Peso combustible (kg)	27	10	10	200
Peso depósito (kg)	15	165	170	40-126
			20	-

## Entorno Rural.



El medio rural también trata de modernizarse. El **combustible dominante** para la **maquinaria pesada** utilizada en el campo sigue siendo el **gasoil**.

La **tecnología del hidrógeno** puede dar a los agricultores un **suministro de energía** que podría utilizarse en una amplia variedad de vehículos y aplicaciones, dándoles un mayor control sobre el futuro de su negocio.

Precisamente en una granja es donde se pueden **aprovechar las ventajas** de otras **tecnologías de energías renovables** como la eólica, la solar o la biomasa, que podrían **generar electricidad suficiente** para producir **hidrógeno** y alimentar así los tractores y resto de maquinaria pesada.

Tractor que funciona con un motor de pila de combustible, New Holland NH2 (106CV)

**“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad”.**



Albert Einstein (1879-1955)



**Hidrógeno.**  
**Infraestructura**

Alemania es uno de los primeros países en **apostar** verdaderamente por el **hidrógeno como combustible**. Ha desarrollado una **red de estaciones de repostaje** a lo largo de la geografía alemana para cubrir las necesidades de los **vehículos de pila de combustible** (FCEV).

Con esta iniciativa, se busca asegurar la **infraestructura** necesaria para la entrada en el mercado alemán de los vehículos de pila de combustible: un sistema que representa una solución de movilidad sostenible, empleando tecnologías de elevada eficiencia y permitiendo una reducción significativa de las emisiones de CO<sub>2</sub>.