Barómetro

Innovación para tu vida

sobre **Seguridad Vial y Medio Ambiente**

Vehículo Alternativo
La movilidad de combustibles alternativos en España

Anfac Research

Abril 2016

INFORME SOBRE EL MERCADO ESPAÑOL DE LOS VEHÍCULOS ALTERNATIVOS

1 Introducción en el Mercado Español de los vehículos con sistemas alternativos de tracción

En el actual panorama automovilístico se están presentando nuevas opciones para la propulsión de los vehículos. Aparte de los ya clásicos sistemas de tracción con motor de combustión diésel y gasolina, ahora podemos encontrar en el mercado vehículos que funcionan con otras fuentes de energía como son los vehículos propulsados con motores a gas, vehículos eléctricos, eléctricos con autonomía extendida, híbridos convencionales e híbridos enchufables. Con estos nuevos sistemas la industria de la automoción quiere hacer frente a los problemas medio ambientales que conlleva el uso de vehículos de **más antigüedad**. Reducir el ruido en las ciudades, la contaminación ambiental o la dependencia de los combustibles fósiles son las principales razones de ser de estas tecnologías.

Todas ellas tienen sus ventajas e inconvenientes, pero no se duda que estas tecnologías son el futuro para una movilidad sostenible en todo el mundo.

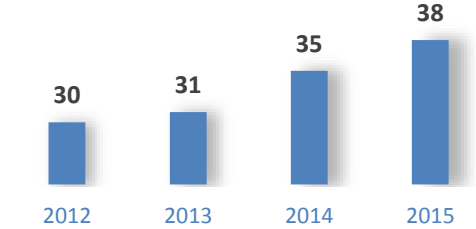
La proliferación en estos últimos años de nuevos modelos con nuevas y novedosas tecnologías ha sido constante y casi todas las marcas tienen presencia con algún modelo que equipe alguno de estos nuevos sistemas.

En este informe se analizará cómo se han ido introduciendo este tipo de vehículos en el mercado español, así como las tecnologías de las que dispone el Grupo Bosch para contribuir a la mejora de estos vehículos eficientes, modernos y respetuosos con el medio ambiente.

1.1 Presencias de las nuevas tecnologías en los vehículos en el mercado español

- Las nuevas tecnologías se complementan las unas a las otras y ofrecen una nueva diversidad en las fuentes de energía, siendo cada una de ellas adecuada para un tipo de desplazamiento u otro.
- El número de marcas que disponen de modelos con tecnologías alternativas ha ido aumentando y casi todas las marcas tienen algún representante de alguna de estas formas de movilidad.

Número de marcas que ofrecen vehículos con motores alternativos*



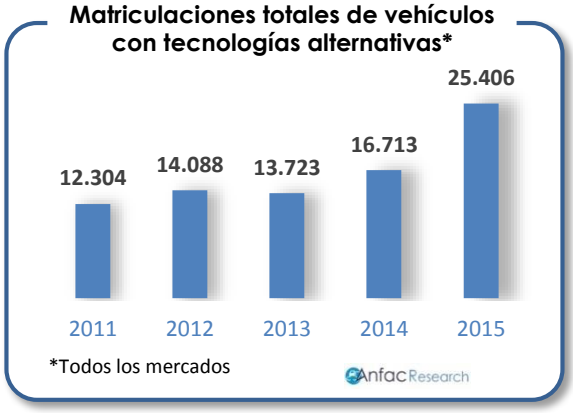
*Veh. Turismo+Todo Terreno

Anfac Research

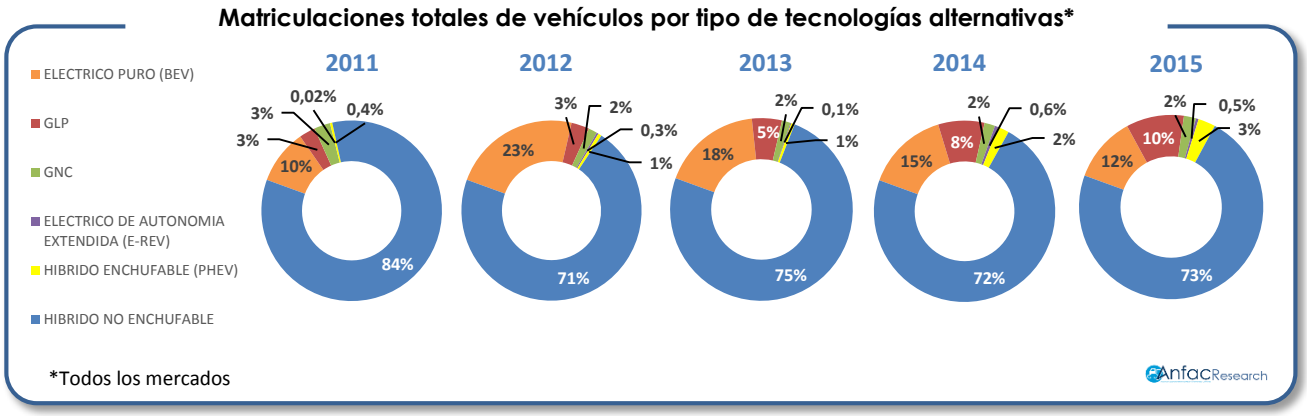
- **El futuro a corto y medio plazo es la convivencia entre las diferentes soluciones de movilidad, siempre bajo la premisa de la disminución de las emisiones y consumos, reduciendo así el impacto ambiental y la dependencia de los combustibles fósiles. Su uso va aumentando y esto supone un mayor grado de desarrollo que hace que estos vehículos tengan cada vez más autonomía y se reduzcan los tiempos de repostaje.**

1.2 Evolución del mercado del vehículo alternativo en España

- En el actual mercado de vehículos, la mayor parte de las matriculaciones siguen siendo, a día de hoy, de vehículos con configuración diésel o gasolina, aunque la tendencia es que las tecnologías alternativas vayan ganando terreno. **En 2015, las matriculaciones de vehículos con tecnologías alternativas han superado un 52% a las de 2014. Esto representa el 1,8% del mercado total en 2015. Desde 2011 hasta 2015 hay matriculado 82.234 vehículos con tecnologías alternativas, con un incremento en 2015 del 106,5% respecto a 2011.**

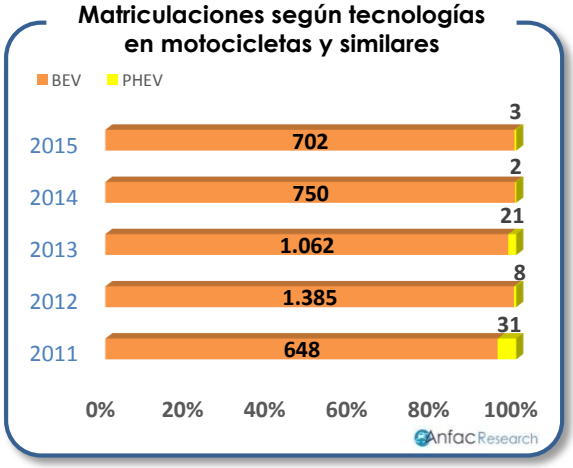


- Si se analiza el mercado por tecnologías se observa una clara predominancia de los híbridos no enchufables. Esta tendencia es la lógica de un mercado que aún tiene dificultades a la hora de optar por unas tecnologías cuyos principales inconvenientes son el repostaje de las fuentes de energía. En el caso de los vehículos de gas, aún no se dispone de todas las infraestructuras necesarias para que los usuarios dispongan de un suministro cercano. Con el caso de los eléctricos (tanto puros como híbridos enchufables) el problema es el tiempo de recarga, la falta de infraestructura en la vía pública y la relativa escasa autonomía frente a los vehículos convencionales.

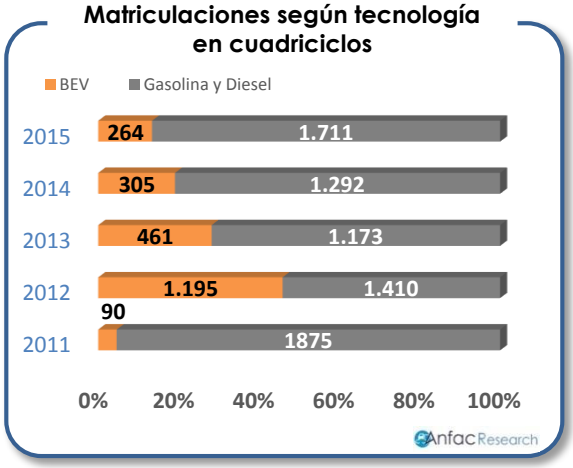


- Gracias a las mejoras sobre la autonomía de los vehículos eléctricos puros, en los primeros años de los incentivos aumentaron considerablemente su cuota de mercado. Una vez superado ese primer movimiento, es de esperar que tecnologías más limpias vayan ganando más cuota de mercado. Es por ello que los vehículos a gas han aumentado del 6% en 2011 al 12% en 2015. También han aumentado, aunque más tímidamente debido a la escasez de oferta, los vehículos híbridos enchufables.
- Es interesante realizar una diferenciación entre mercado y el equipamiento de diferentes tecnologías, ya que cada una de ellas se adapta mejor al uso de cada tipología de vehículo.

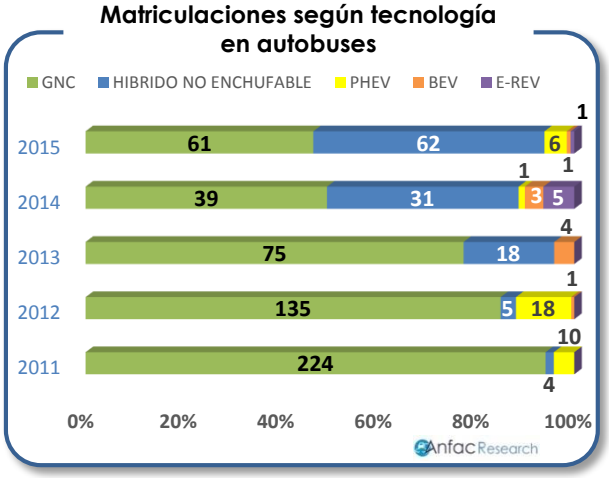
- **Motocicletas, ciclomotores, motocarros y quads**: Los vehículos de dos ruedas o destinados al transporte de pequeñas cargas y pequeñas distancias hacen que las tecnologías puramente eléctricas sean las más adecuadas, por eso que sean las más utilizadas. Los vehículos híbridos enchufables son un buen ejercicio pero debido a la complejidad de los sistemas y al escaso espacio disponible su uso actualmente es muy reducido. El resto de tecnologías no se han implementado por su falta de practicidad y el bajo consumo de combustible que tienen normalmente los motores de combustión tradicionales.



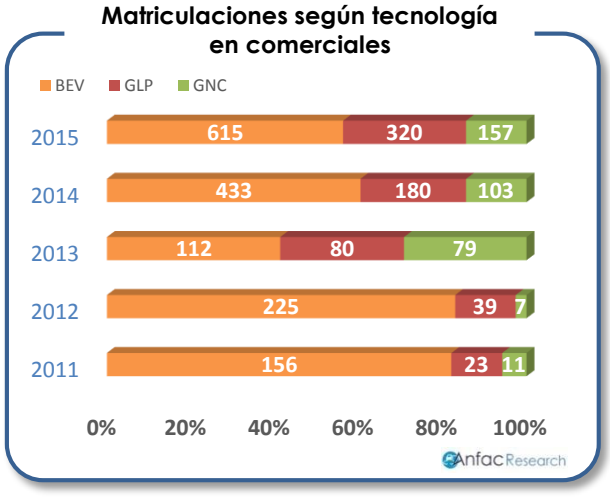
- **Cuadriciclos:** En los cuadriciclos la única tecnología que se ha abierto camino es la eléctrica pura. Este tipo de vehículos pequeños y ágiles están pensados para realizar trayectos de corta distancia en ciudad y sin transporte de mercancías. La simplicidad de un motor eléctrico elimina el mantenimiento asociado a los motores de combustión tradicionales y la posibilidad de recarga en casa o en puestos en la vía pública les hace perfectos para el transporte urbano sostenible. Aunque la cuota eléctrica de cuadriciclos se ha venido reduciendo (tendencia lógica por la introducción de vehículos compactos eléctricos más versátiles) cabe destacar que en **2012 llegó a ser de casi el 50% del mercado**.



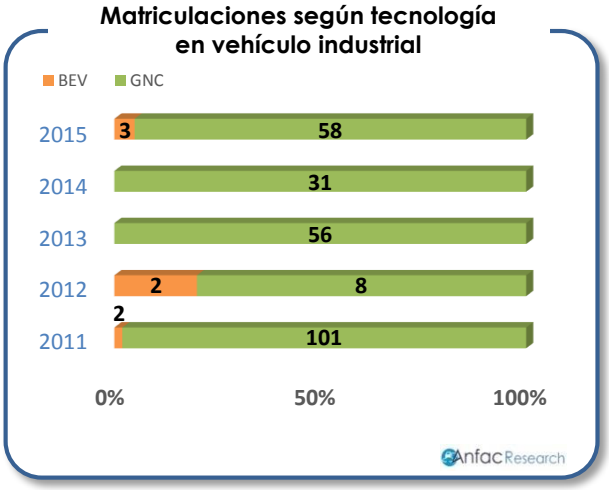
- **Autobuses:** Los autobuses pueden ocasionar problemas de contaminación acústica y atmosférica. Para solucionar este problema se ha recurrido inicialmente a soluciones con combustibles alternativos. En este caso, y dado que los autobuses suelen tener estaciones de repostaje específicas, se ha implantado con mayor importancia el GNC, ya que es un combustible mucho más limpio y su almacenamiento se puede colocar en el techo para suministrar la suficiente autonomía. Además, su utilización en el motor reduce el nivel de ruido de la combustión. Otra solución ha sido el híbrido no enchufable, que consigue reducir el consumo, el ruido y las emisiones y por primera vez supera al GNC. Los autobuses eléctricos se están utilizando más tímidamente ya que el tiempo de recarga sigue siendo elevado y su autonomía menor que los anteriores, por lo que tienen una peor versatilidad. Para solucionarlo, la próxima generación de híbridos enchufables podrá dar respuesta a las necesidades de autonomía, reducción del ruido y las emisiones mejorando además el confort de los ocupantes.



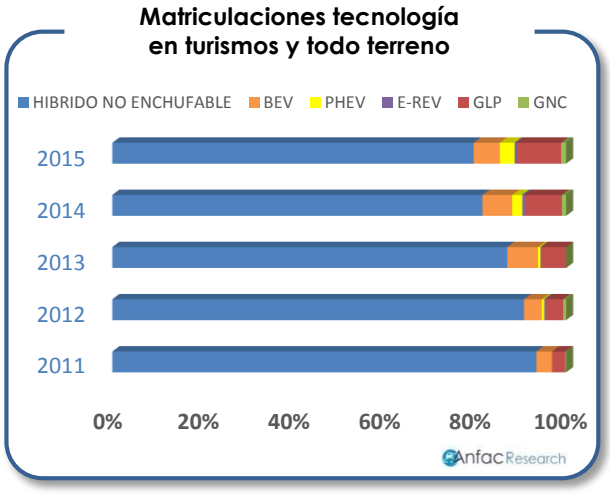
Vehículos comerciales: El uso de estos vehículos comerciales suele estar destinados a desplazamientos intermedios con transporte de material. Los fabricantes llevan unos años apostando por la movilidad eléctrica en este tipo de vehículos gracias al espacio disponible para proporcionar una adecuada autonomía. Por otra parte, se pueden seguir utilizando los motores existentes si se realizan las modificaciones necesarias para el uso de GLP o GNC. Por el momento, otras tecnologías alternativas no han encontrado su hueco en esta tipología de vehículos. **En 2015, más del 56% de los vehículos alternativos son eléctricos puros**, y aunque en 2011 fueron el 82,1%, en **2015 los vehículos eléctricos matriculados son cuatro veces más que en 2011 y para los vehículos a gas (GNC y GLP) 14 veces más**.



- **Vehículos Industriales:** El caso de vehículos industriales es más complejo. Estos están diseñados para transportar grandes cargas o recorrer grandes distancias, por lo que los sistemas de propulsión eléctrica son complicados por el peso, el espacio que restan y el tiempo de recarga de las baterías, aunque hay algunas unidades destinadas al transporte interurbano o multiusos. Dentro de los combustibles alternativos en los vehículos industriales se utilizan sistemas GNC. Estos sistemas ayudan a reducir ruido y emisiones y otorgan la flexibilidad de utilizar combustibles convencionales si fuese necesario. Aunque se están introduciendo mejoras poco a poco en este tipo de vehículos, la gran mayoría del mercado sigue siendo de motores convencionales. **El mercado alternativo representa en este mercado solamente el 0,2%.**



- **Turismos y todo terreno:** Los usuarios de los vehículos turismos y todo terreno suelen querer que estos sirvan para cualquier tipo de trayecto (sin limitaciones grandes de autonomía) y que sea fácil de repostar. Por ello, es lógico que dentro de las tecnologías alternativas **el híbrido no enchufable sea el de mayor aceptación. También es el que mayor oferta tienen los fabricantes, pasando de 25 modelos en 2012 a 30 en 2015.** Estos vehículos consiguen reducir las emisiones contaminantes pero sin reducir la autonomía. Sin embargo, conforme la tecnología de almacenamiento de las baterías va evolucionando, también lo va haciendo la compra de vehículos eléctricos o de los híbridos enchufables. Otras tecnologías han ido ganando terreno como los vehículos a gas. Por otro lado, las prestaciones que están otorgando los fabricantes tanto a sus modelos eléctricos, "*Range Extender*" (sin casi oferta comercial pese a sus ventajas) como híbridos enchufables, los hacen muy recomendables como sustitutos del vehículo convencional. **En 2015 hay 14 modelos *plug-in*, cuando en 2012 había solo 2.**



1.3 Introducción de los vehículos alternativos en el mercado de turismos

- Hay que señalar que a pesar de las ventajas que puedan tener las fuentes de energía alternativa para la movilidad, y aunque sigue aumentando año tras año el uso de estas nuevas tecnologías, siguen representando una cuota muy pequeña entre las nuevas matriculaciones. **En 2011 los vehículos turismos y todo terreno con tecnologías alternativas representaban el 1,4%, mientras que en 2015 representaban el 2,24%, el valor más alto registrado. También hay que señalar que en el mes de Octubre de 2015 la cuota de vehículos alternativos (turismos y todo terreno) alcanzó por primera vez el 3% de las nuevas matriculaciones, por lo que se espera alcanzar una cuota del 3 o el 4% para 2016.**

Matriculaciones según tecnología en turismos y todo terreno

Turismos y Todo Terreno	2011	2012	2013	2014	2015
Híbrido no enchufable	10.333	10.026	10.223	12.083	18.406
BEV	367	437	799	974	1.342
PHEV	8	62	64	329	763
E-REV	2	47	20	102	119
GLP	332	416	648	1.198	2.259
GNC	19	72	1	141	263
Alternativos totales	11.061	11.060	11.755	14.827	23.152
Matriculaciones totales	808.051	699.589	722.703	855.308	1.034.232

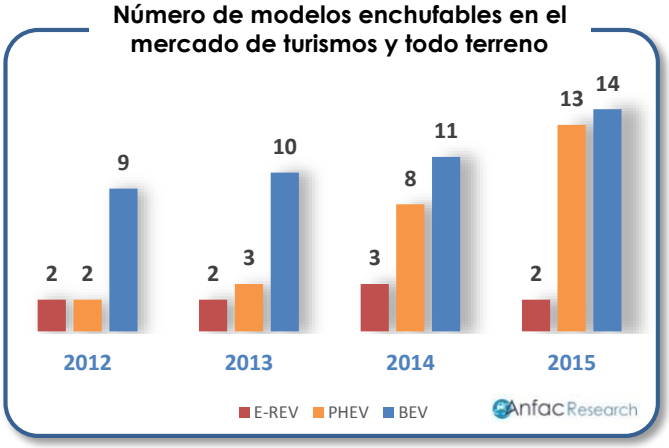
Anfac Research

- **Como se ha visto, y siempre con alguna excepción, la tendencia es que el mercado de vehículos con tecnologías alternativas va en aumento. Dependiendo del mercado, la tecnología alternativa mayoritaria va cambiando, así como la oferta de los fabricantes, siempre teniendo la premisa de la autonomía (más importante en vehículos industriales) y en emisiones contaminantes (más presentes en vehículos ligeros o turismos).**

1.4 Evolución de los vehículos enchufables en el mercado de turismos

- Dados los actuales problemas sobre emisiones a nivel global, los fabricantes realizan esfuerzos por encontrar nuevas fórmulas que hagan que los usuarios dispongan de una oferta más amplia en vehículos de tecnologías alternativas.

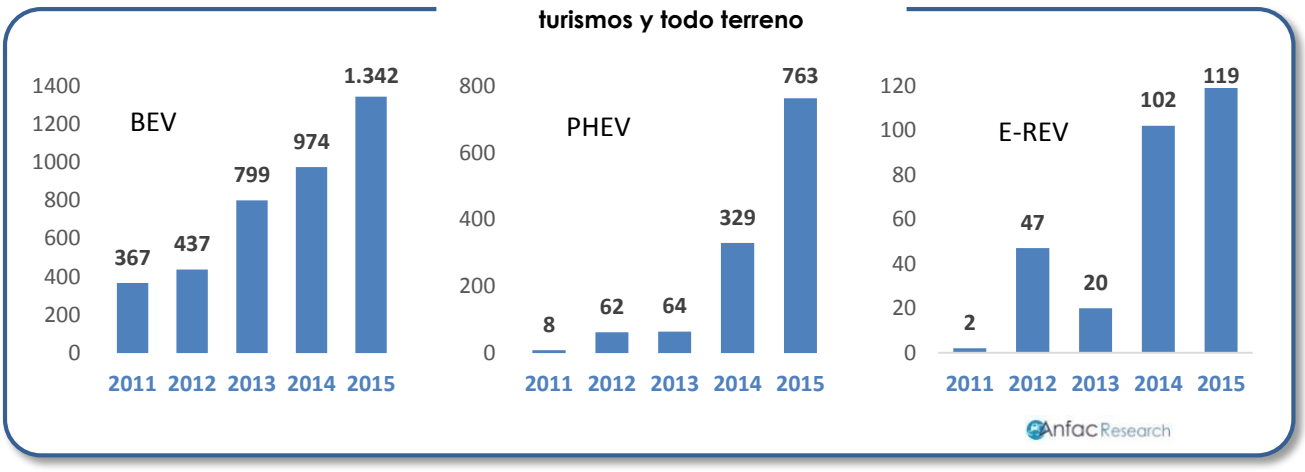
Número de modelos enchufables en el mercado de turismos y todo terreno



- Gracias al impulso del **plan Movele** (activo desde 2011) las matriculaciones de turismos y todo terreno en vehículos enchufables han ido creciendo. Con el reciente interés de los consumidores en estos vehículos enchufables, los fabricantes han aumentado su oferta. El **vehículo híbrido enchufable** ha pasado de tener dos modelos en 2012 a tener una oferta de **13 modelos diferentes en 2015**. Respecto al eléctrico con autonomía extendida, en 2014 convivieron 3 modelos (Opel Ampera, Chevrolet Volt y BMW i3 REX), aunque con la salida de Chevrolet del mercado actualmente solo hay 2 modelos disponibles.) En 2016 se ha introducido el **Plan MOVEA**, que continuará la senda del anterior Movele con 16,6 M€.

- La venta de vehículos eléctricos puros **(BEV) en 2014 aumentó más del 165% respecto a 2011**, llegando casi a las 1.000 unidades. **En 2015 el mercado de BEV ha aumentado respecto al total de 2014 un 37,8%, superándose las 1.300 unidades vendidas**. En el caso del **PHEV las ventas han aumentado un 9.400% de 2011 a 2015. Si continua esta evolución, a finales de 2016 se superarán las 1.000 unidades vendidas. Actualmente suponen más del 55% de las del BEV.** Por su parte, **los E-REV han superado casi un 17% respecto a 2014 y un 153% respecto a 2012.**

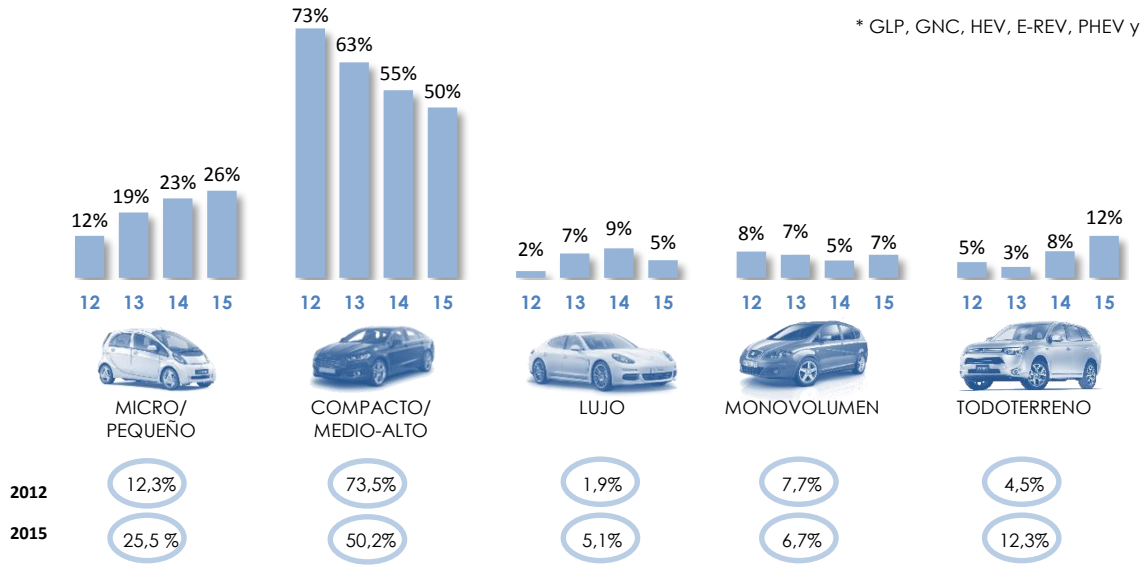
Matriculaciones de enchufables en turismos y todo terreno



1.5 Presencia de los vehículos alternativos por segmentos en el mercado de turismos español

% Matriculaciones de turismos alternativos* por segmentos

2012 – 2015



- La mayor parte del mercado de turismos la ocupan los vehículos más pequeños y los compactos o berlinas. En **2012 tenían una tasa del 86%** de las matriculaciones de turismos alternativos. Esa cuota ha ido bajando en favor del aumento de tecnologías alternativas en otros segmentos. **En 2015 la cuota se ha movido hasta el 76%, con mayor peso en vehículos pequeños que en 2012 (25,5%).**

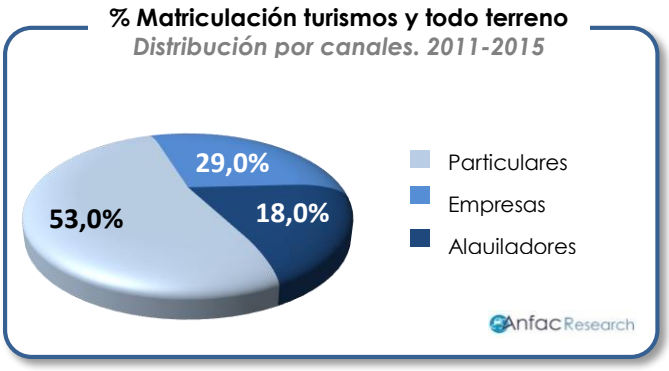
- Dadas las bondades de los motores eléctricos para conseguir un extra de potencia y par, su uso se ha ido implementando en un mayor número de vehículos de lujo o deportivos, **logrando incrementar la potencia sin hacerlo así el consumo**. Además, gracias al uso de los motores en rueda, son capaces de dar tracción total a los vehículos, dotándolos de mejores prestaciones. En 2012, solo el 2% de los turismos alternativos era de este segmento, mientras que en **2014 ha llegado a ser del 9%.**

- En los todoterreno, que también han ido ganando en cuota por aumentar su oferta, se ha pasado del **5% en 2012, al 12% en 2015**. Además, la mayor parte de estos vehículos son híbridos eléctricos, que reducen el consumo y las emisiones sobre todo al circular por la ciudad, ya que apoyan al motor de combustión principal y permiten circular unos km en modo eléctrico. Igual ha pasado con los monovolúmenes, aunque en estos han tenido más éxito las tecnologías de gas que las híbridas eléctricas.

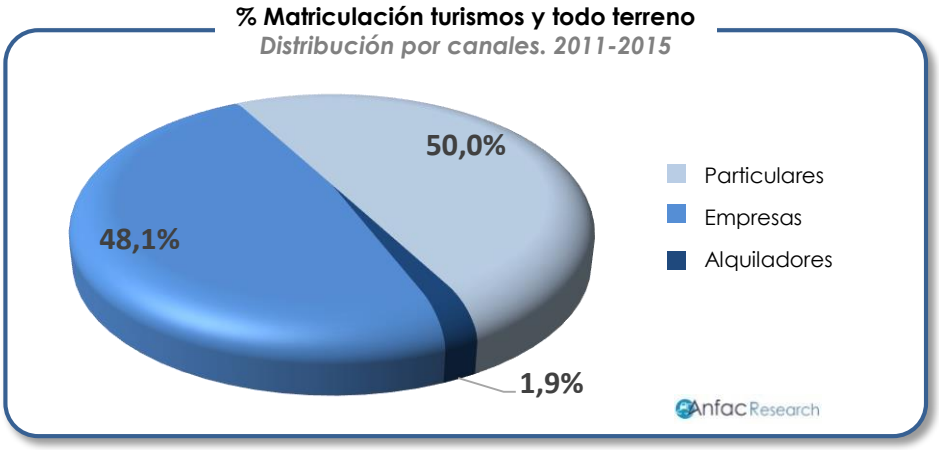
- **Se destaca el aumento del 12 al 25% de la cuota del segmento de vehículos pequeños en tecnologías alternativas, potenciado porque sus dimensiones y uso más orientado a la ciudad les hacen ideales para estas nuevas formas de movilidad. Dado el aumento de la oferta alternativa, en los próximos años es de esperar que se igualen estas cuotas a distribución de matriculaciones por segmentos de turismos y todo terreno globales, que ya están bastante parejas.**

1.6 Evolución de los vehículos turismos y todo terrenos alternativos por tipo de comprador

- De los casi 4,2 millones de turismos y todo terreno nuevos matriculados en España entre 2011 y 2015, el 53% han sido adquiridos por consumidores particulares. El 47% restante se reparte entre el 29% en las empresas y casi el 18% entre los alquiladores.



- De esos casi 4,2 millones de turismos y todo terreno, 71.855 vehículos están movidos por tecnologías alternativas, lo que **representa el 1,7%.** De esos, el 85% pertenece a híbridos no enchufables, mientras que el 7,6% corresponde a vehículos enchufables (BEV, Range Extender e híbridos enchufables). El resto, 5.349 vehículos, corresponde a los propulsados por gas, tanto GLP como GNC (7,4%).



- De los casi 71.855 turismos y todo terreno con tecnologías alternativas de movilidad matriculados entre 2011 y 2015, prácticamente todos han sido comprados por empresas o por particulares, repartidos con el 48% y 50% respectivamente. Entre los alquiladores estos vehículos apenas representan un 1,9%, o lo que es lo mismo 1.351 vehículos, aunque su tendencia, como en cualquier caso, es alcista.

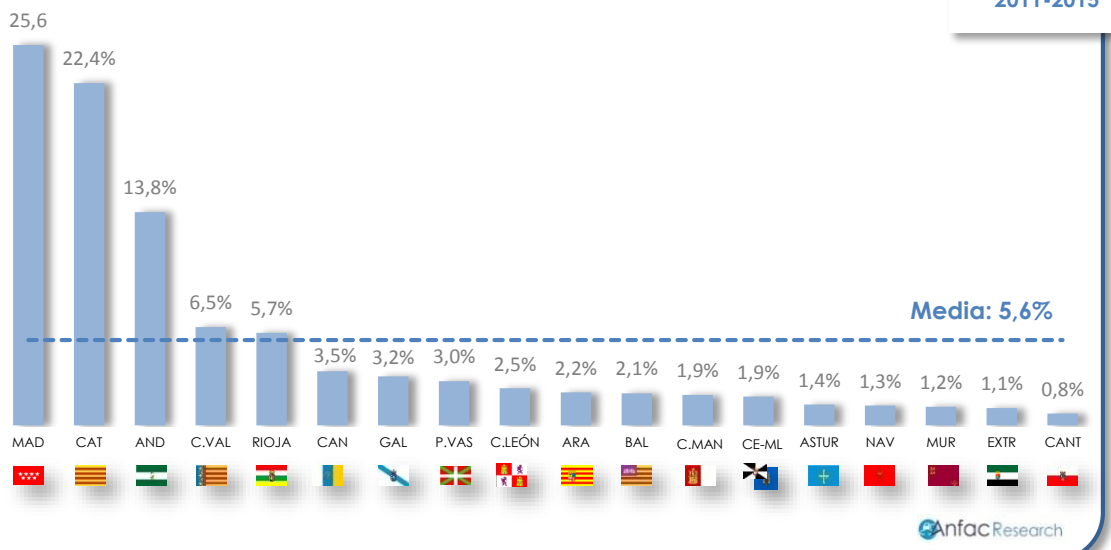
- **Esta distribución en vehículos con tecnologías de movilidad novedosas es lógica desde el punto de visto de los alquiladores, ya que estos necesitan tener a su disposición vehículos convencionales que sean fáciles de operar por sus clientes. Es previsible que gracias a las nuevas tendencias como el *CarSharing* la cuota de alquiladores aumente progresivamente.**

1.7 Los vehículos turismos y todo terrenos alternativos por Comunidades Autónomas

- Si nos centramos en la distribución por Comunidades Autónomas, **el 25,6% de los turismos y todo terrenos alternativos que se han matriculado desde 2011 lo han hecho en la Comunidad de Madrid seguida de Cataluña con el 22,4% y Andalucía con casi el 14%.**
- Esta distribución, idealmente, debería tender hacia el 5,6% en todas las CC.AA para que los vehículos alternativos se distribuyan equitativamente en España.
- Las CC.AA con menor penetración del vehículo alternativo son Asturias, Navarra, Murcia, Extremadura y Cantabria, todas por debajo del 1,5%.

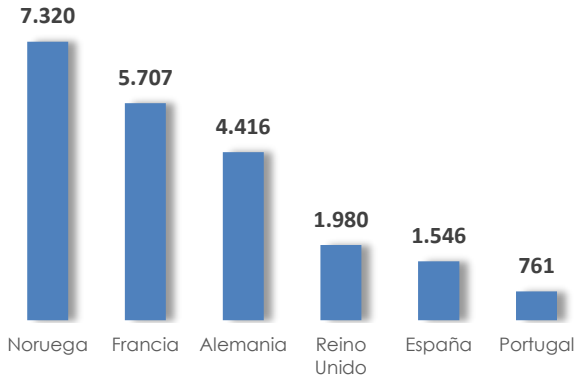
Cuota de matriculación total mercado alternativos
Distribución por CC.AA. 2011-2015

Acumulado 2011-2015



- Es muy importante prestar atención al número de puntos de recarga públicos a disposición de los usuarios. Si nos fijamos en las estadísticas de Nobil (base de datos Noruega de puntos de recarga) "chargemap.com" y "electromaps.com" vemos que en España aún se debe seguir prestando atención al número de puntos instalados, ya que **solo cuenta con 1.546 frente a los 7.320 de Noruega, los 5.700 de Francia o los casi 4.500 de Alemania**. Podemos ver la correlación entre el número de vehículos enchufables y la distribución de los puntos de recarga en España por CCAA.

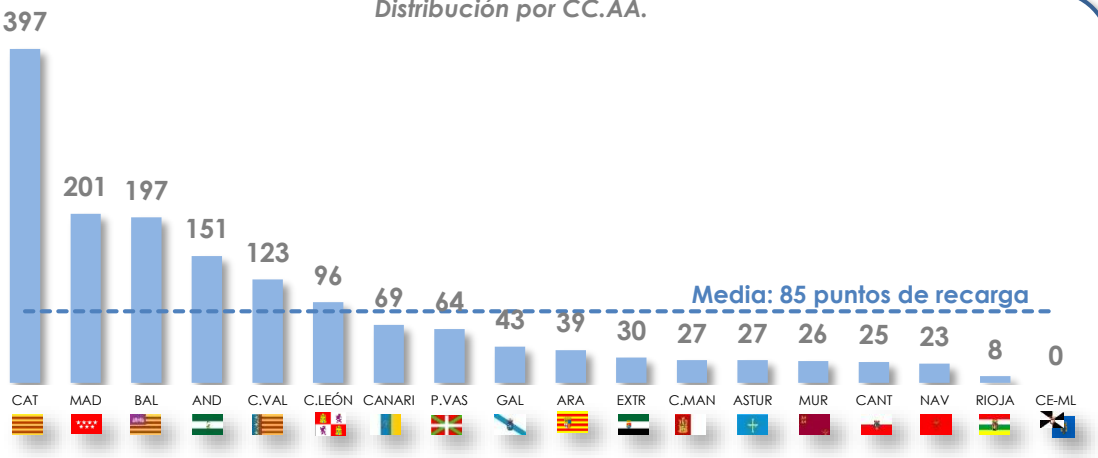
Puntos de recarga de vehículos enchufables
Distribución por países. Datos aproximados



Fuente: Changemap.com, Electromaps.com y Nobil

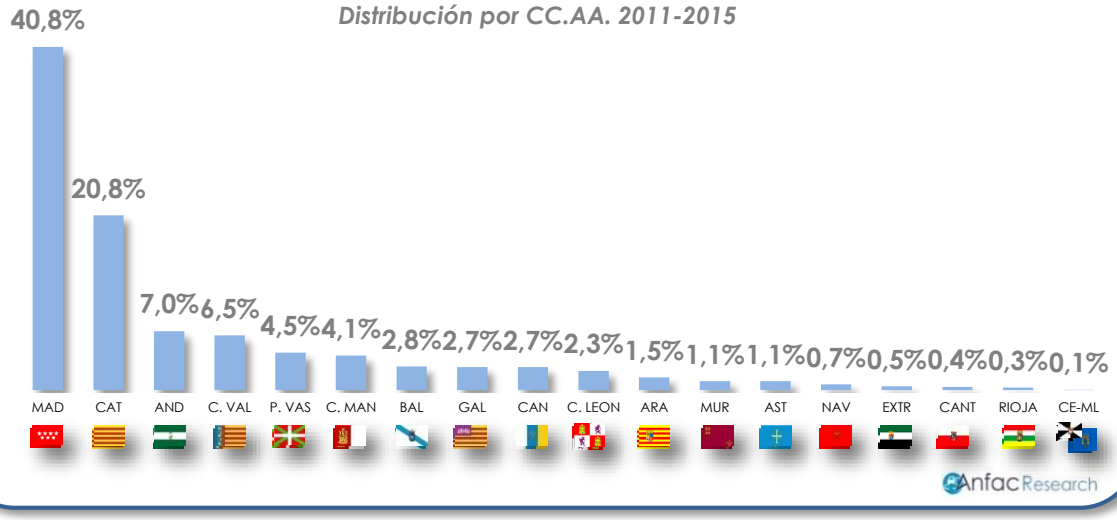
- Dentro de la distribución geográfica de los puntos de recarga en España vemos que las comunidades con mayor número son Cataluña, Madrid, las Islas Baleares y Andalucía. El mayor número de puntos en Baleares también ha sido propiciado por programas como ***MELIB*** (*Mobilitat Elèctrica a les illes Balears)* que están incentivando la instalación de puntos de recarga para fomentar el uso del vehículo enchufable en la isla, ya que se considera un vehículo ideal dadas las condiciones geográficas. También Andalucía se ha visto potenciada gracias a los programas pilotos como ***ZEM2ALL.***

Puntos de recarga de vehículos enchufables
Distribución por CC.AA.



Fuente: Electromaps.com

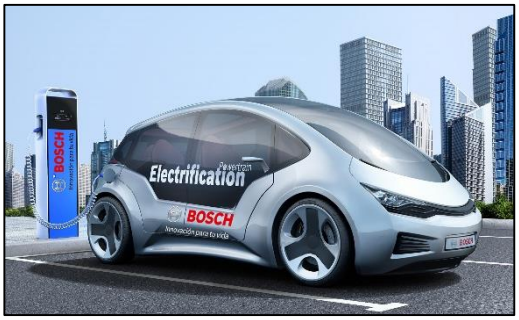
Cuota de matriculación turismos y todo terreno vehículos enchufables
Distribución por CC.AA. 2011-2015



- Como se demuestra, hay una correlación entre la existencia del número de puntos de recarga y la matriculación de vehículos eléctricos, por lo que un mayor número de puntos incentiva la compra de estos vehículos, y el mayor mercado de enchufables favorece la implantación de más puntos públicos.

- **Madrid, Cataluña y Andalucía destacan por encima del resto por un mayor número de puntos y mayor número de vehículos eléctricos, mientras que Navarra, Cantabria, La Rioja, Ceuta y Melilla destacan por lo contrario. Destaca Madrid donde se matriculan el 40% de los vehículos enchufables (eléctricos puros, de autonomía extendida e híbridos enchufables).**

1.8 Principales conclusiones sobre los vehículos alternativos y el mercado español



- Dado que estas tecnologías alternativas de movilidad ayudan a reducir tanto el consumo de carburante como las emisiones, se están implementando en los diferentes segmentos del mercado, aunque el ritmo de introducción sigue siendo bajo.
- Los **vehículos con motores de gas** se están utilizando tanto para turismos como para camiones. Su uso en estos últimos años se está popularizando debido a la gran autonomía que disponen, similar a los vehículos convencionales pero mejorando tanto los consumos como las emisiones. En el caso de los turismos esta tecnología, aunque no es nueva, si es una novedad que venga disponible en el vehículo salido de fábrica, evitando su posterior modificación.
- **Los vehículos eléctricos** se han ido popularizando principalmente en el segmento de los cuadriciclos, ya que uno de los principales problemas de esta tecnología es la autonomía, la cual está íntimamente ligada al peso del vehículo. Los cuadriciclos, al estar pensados para desplazamientos cortos y ser más ligeros que los vehículos tipo turismo, hacen que esta tecnología sea ideal para su uso. Para los turismos, la principal traba a su comercialización masiva es la autonomía que ofrecen. Como se verá posteriormente, el aumento de la autonomía de los vehículos eléctricos está ligado con su aumento en el mercado.
- Por su parte, los **vehículos híbridos no enchufables**, aunque siguen manteniendo los niveles de matriculaciones incluso con un ligero aumento, están perdiendo cuota frente al resto de alternativos, ya que los avances en la autonomía están haciendo más interesantes los enchufables.
- Los híbridos enchufables y los eléctricos con rango de autonomía extendido están ganando cuota de mercado, ya que son el paso intermedio de la tecnología convencional a los vehículos eléctricos. Los fabricantes están aumentando paulatinamente su oferta en este tipo de soluciones por lo que es previsible que su cuota aumente mucho en los próximos años.

- **Como se ha visto, aunque la introducción de la movilidad alternativa sigue siendo escasa (aún no llega al 2% del mercado total), va aumentando. Las tecnologías de Gas son más populares en vehículos destinados a larga distancia, como son los transportes de mercancías, mientras que el vehículo 100% eléctrico está más implementado en motocicletas y cudriciclos o en los pequeños segmentos de los turismos. Por su parte, los híbridos no enchufables se encuentran en la mayor parte de los turismos y todo terreno aunque es previsible que en los próximos años pierdan cuota en favor de los enchufables y los eléctricos puros de nueva generación.**
- **También se ha visto que un mayor número de puntos de recarga lleva asociado un mayor número de vehículos enchufables, por lo que la presencia de estos puntos favorece la introducción de estos vehículos.**

2 Producción Española de vehículos con sistemas alternativos de tracción

España se ha considerado como potencia en la producción de vehículos. Aunque hubo que realizar esfuerzos debido a las circunstancias acaecidas en los primeros años de la crisis, actualmente se ha recuperado la senda del crecimiento. Los fabricantes instalados en nuestro país han apostado por la diversificación de modelos y tecnologías, dotando de una gran flexibilidad a la producción. Prueba de ello es que en España se fabrican actualmente 13 vehículos dotados con tecnologías alternativas. Además, casi todos ellos son exclusivamente producidos en el país y próximamente están previstas inversiones para incorporar, al menos, otro vehículo alternativo.

En las siguientes páginas se analizará que modelos se están produciendo y cuál ha sido su evolución en los últimos años.

La situación actual coloca a España como un punto clave para el desarrollo e implantación de estas tecnologías que, sin duda, aumentarán su participación en el mercado.

2.1 Mapa de producción de vehículos alternativos en España

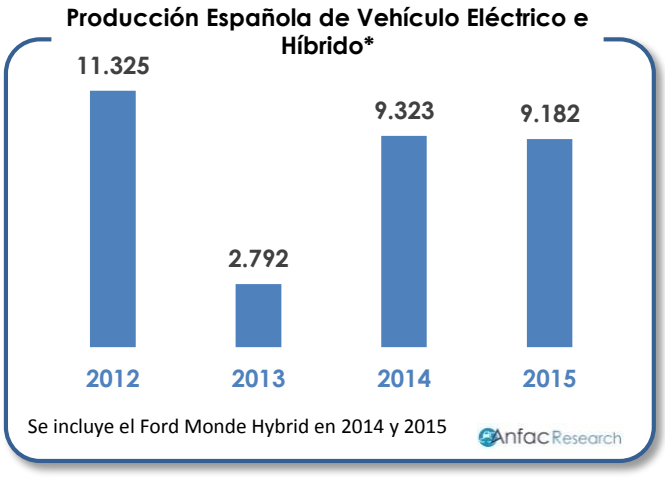
- Si distinguimos entre las tecnologías a Gas y tecnologías electrificadas, España cuenta con 8 modelos de gas, tanto en GLP como en GN, 5 modelos eléctricos (BEV) y un modelo híbrido.
- En algunos casos hay proyectos que se han dejado de fabricar por su baja demanda en momentos complicados de mercado, pero que se encuentran a la espera de volver a ser comercializados en los próximos meses si se mantienen las cifras crecientes de vehículos eléctricos.
- Es necesario destacar que al contar con la tecnología necesaria para el montaje de estos nuevos vehículos, hace que España sea propensa a recibir más modelos con este tipo de configuración que otros países del entorno.
- Aparte de la tecnología, es necesario contar con una mano de obra cualificada que sea capaz de implementar y llevar a cabo los procesos especiales para la instalación de la parte específica diferenciadora a los vehículos convencionales, entre los que se puede destacar la instalación y preparación de las baterías, las cuales tienen unos requerimientos especiales de seguridad para evitar tanto fallos en el montaje como poner en peligro al personal que manipula los vehículos.

2.1.1 Mapa de producción de vehículos Eléctricos e Híbridos en España

- La producción española de vehículos eléctricos desde el 2012 asciende a 30.929 unidades.
- Incluyendo el Ford Mondeo Hybrid, el cual comenzó a producirse a finales de 2014, España ha fabricado un total de 32.793 vehículos electrificados, un 40% más de lo que se había producido hasta 2014.
- Los modelos que se han producidos desde 2012 son:
  - Citroën Berlingo Eléctrica
  - Peugeot Partner Eléctrica
  - Mercedes Vito Eléctrica
  - Nissan e-NV 200 y Evalia
  - Renault Twizy (45 y 85)
  - Ford Mondeo Hybrid

Ilustración 1 - Producción Española de vehículo Eléctrico e Híbrido

- La fabricación de los vehículos eléctricos llegó en 2014 a las 9.323 unidades y se exportó el 96% de las ellas.
- En 2015, la producción fue un ritmo similar al 2014 y se fabricaron 9.182 unidades, con una exportación del 90% (crece el mercado interno).
- **En el acumulado del año 2015, la producción española de vehículos eléctrico e híbrido se ha mantenido a los mismos niveles de 2014, aunque el consumo interno de BEV ha aumentado un 30%, pasando de 390 unidades a más de 500 en España.**



2.1.2 Mapa de producción de vehículos a Gas en España

- Aunque los vehículos que funcionan con gas no son nuevos, desde hace unos años los fabricantes han apostado por esta tecnología para equiparla en sus vehículos en la línea de producción, no como una preparación exterior. Esto hace que los vehículos que funcionan con esta tecnología dispongan de la garantía oficial de la marca.

Ilustración 2 - Producción Española de vehículo a Gas (GLP, GNC o GNL)

- Existen varios combustibles para los vehículos a gas: Gas Natural Licuado (GNL), Gas Natural Comprimido (GNC) y Gases Licuados del Petróleo (GLP o Autogas). Estos combustibles tienen tanto beneficios económicos como medioambientales.
- Los vehículos a gas que se han producido en España son:
  - Citroën C-Elysse GLP
  - Opel Corsa GLP
  - Opel Mokka GLP
  - Opel Meriva GLP
  - SEAT Leon GNC
  - SEAT Leon ST GNC
  - IVECO STRALIS Natural Gas (GNC y GNL)
  - VW Polo GLP
- Las principales diferencias entre estos combustibles es la presión de almacenamiento. Mientras que el GNC necesita depósitos especiales para soportar la presión a la que se almacena (200 bares), el GLP puede ser almacenado a una menor presión.
- Aunque los vehículos puedan aumentar el consumo con estos combustibles, el menor coste de estos junto con la menor cantidad de emisiones, suele compensar el sobre coste del sistema. Como norma general, un vehículo propulsado por gas suele ser más seguro que su homólogo en gasolina.
- Hasta 2014, se produjeron en España 11.500 VW Polo de GLP (el cual no se produce actualmente). Solo en 2014 se produjeron 26.044 vehículos tanto de GLP como a GNC o GNL.
- En 2015 se han producido 19.081 vehículos a gas.

3 Las nuevas tecnologías en los vehículos y su correcta identificación

- Los vehículos electrificados o con fuentes de energía alternativas suponen una solución a los problemas que se están dando respecto al volumen de las reservas de combustibles fósiles, a las previsiones de gran incremento del parque automovilístico a nivel mundial y la necesidad de la reducción del impacto ambiental.

- En este estudio se van a considerar las siguientes tecnologías tanto eléctricas como a gas:

  - **Eléctrico puro (BEV – Battery Electric Vehicle)**

Son los vehículos puramente eléctricos, es decir, **su tracción se lleva a cabo solo y exclusivamente con un motor eléctrico** que toma su energía de una batería, la cual **se carga a través de una toma de corriente**. Su motor también funciona como generador al utilizarse el freno de motor, recuperando energía en las frenadas. Esto aumenta tanto la autonomía del vehículo como la eficiencia energética. También es necesario conducir de una manera eficiente para aprovechar al máximo esta regeneración y así recorrer más kilómetros con una sola carga. El nivel de emisiones en estos vehículos es nulo en el punto de uso.

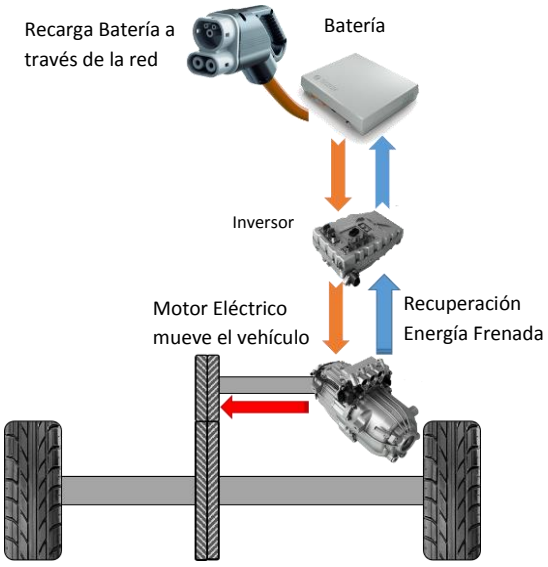


Ilustración 3 - Esquema de un BEV

- **Eléctrico con autonomía extendida (E-REV – Extended-range electric vehicles)**

Estos vehículos **son eléctricos enchufables** (se conectan a la red eléctrica para recargar sus baterías) pero que, además, cuentan con un depósito de combustible y **un motor de gasolina que funciona como generador** para alimentar al motor eléctrico o a las baterías y así aumentar la autonomía del vehículo. Es importante destacar que en estos vehículos **la propulsión es exclusivamente eléctrica** pero disfrutando de una autonomía más elevada que los BEV. Cuando funciona su motor generan emisiones a la atmósfera. Cuentan también con sistemas de frenada regenerativa a través del motor. También son conocidos como híbridos serie, al tener dos tipos de motores pero solo utilizan para moverse el motor eléctrico.

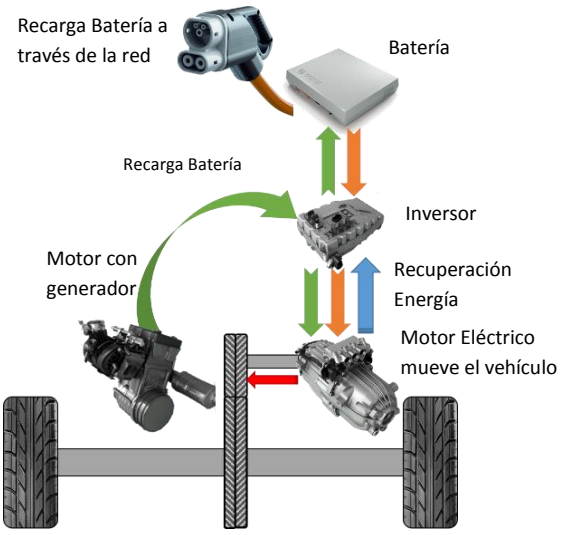


Ilustración 4 - Esquema de un E-REV

- **Vehículo Híbrido Eléctrico (HEV – Hybrid Electric Vehicle)**

Los vehículos híbridos se pueden encontrar con distintas configuraciones, pero todos ellos tienen, al menos, **dos motores: uno eléctrico y otro de combustión interna. Ambos motores son capaces de mover el vehículo.** Estos vehículos no se pueden conectar a la red para recargar sus baterías. Suelen tener una **baja autonomía en modo eléctrico (2-3 km**), por lo que éste se usa para funciones de asistencia al motor de combustión como **start/stop, asistencia en aceleraciones al motor térmico o como regenerador en las frenadas**. Dependiendo del modelo, los motores pueden trabajar en conjunto o individualmente. Este tipo de configuraciones suelen estar destinadas a reducir los consumos de los motores de combustión y, dependiendo del tamaño de las baterías, recorrer pequeñas distancias en modo 100% eléctrico, como por ejemplo en la ciudad. También pueden estar limitados en velocidad. Son considerados los vehículos de transición entre el convencional y el vehículo eléctrico.

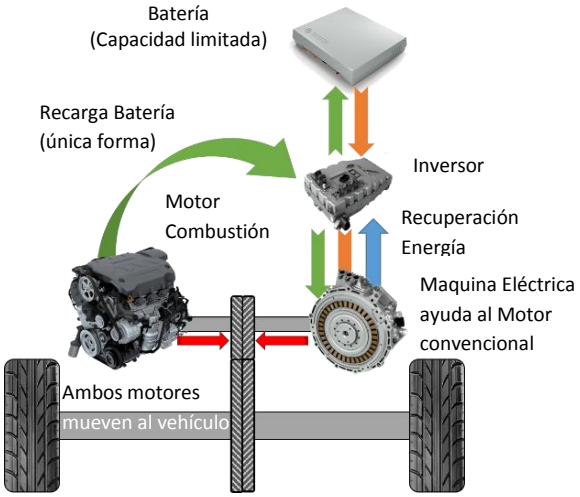


Ilustración 5 – Esquema de un HEV

- **Híbridos Eléctricos Enchufables (PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle)**

Son la combinación entre los híbridos eléctricos y los 100% eléctricos. Al ser híbridos **cuentan con dos motores (uno eléctrico y otro de combustión) que son capaces de mover el vehículo**. **Su batería es de mayor capacidad que la de los híbridos convencionales y es posible su carga a la red**, dotando al vehículo de una **autonomía de hasta 50 km**. Aunque generan emisiones contaminantes cuando funciona su motor térmico, el nivel global de estas es muy reducido. La combinación de las dos tecnologías los hacen extremadamente versátiles, pudiendo utilizar el motor eléctrico para trayectos en la ciudad, donde el nivel de emisiones sería cero, y el motor térmico en vías de alta velocidad. También se denominan Híbridos Paralelo o Paralelo-Serie.

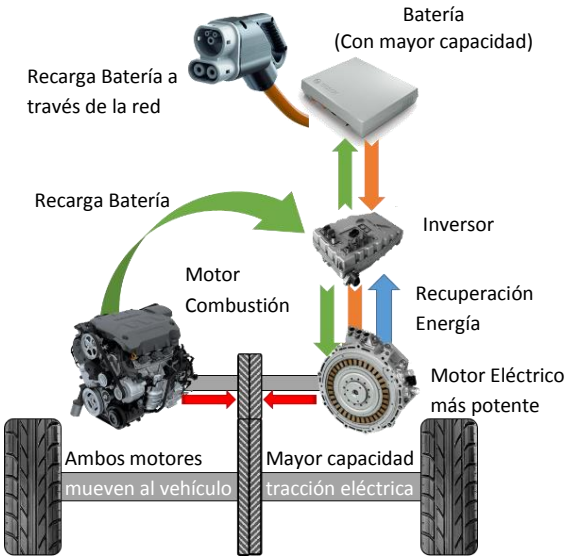


Ilustración 6 - Esquema de un PHEV

- **Vehículos a Gas**

Ilustración 7 - Configuración típica un vehículo a gas

Los vehículos a gas son aquellos que cuentan con un **motor de combustión modificado para funcionar con gas natural o similar**. Aunque no es una tecnología nueva (el Grupo Bosch lleva desarrollando esta tecnología desde hace más de 10 años), si se está utilizando más para su incorporación de serie, ya que consigue reducir las emisiones respecto a los motores convencionales. Es rentable para aquellos conductores que recorran más de 7.000 km al año. Esto es porque el precio del GNC es cerca de un 50% más barato que el de la gasolina. Además, con esta tecnología se pueden reducir un 25% las emisiones de CO_2 en comparación con su equivalente en gasolina. También se denominan vehículos Bi-fuel ya que sus motores son capaces de funcionar tanto con gasolina/diésel como con gas. Estos vehículos pueden funcionar tanto con **Gas Natural (comprimido o licuado) como con GLP**. Al Gas Natural preparado para ser utilizado en vehículos también se le conoce como **Gas Natural Vehicular o GNV.**

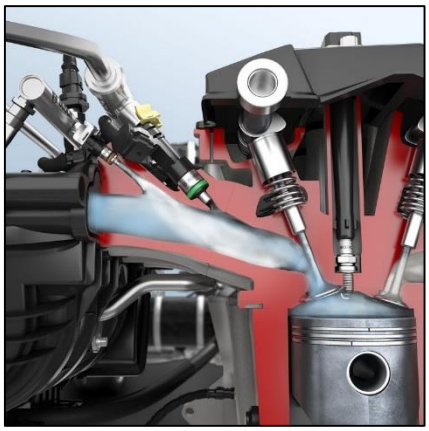
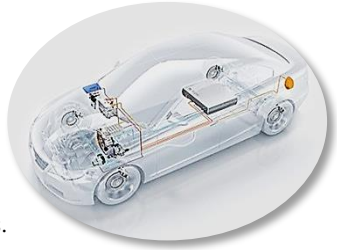


Ilustración 8 - Detalle inyectores en motor Bifuel GNC/Gasolina

4 Tecnología del Grupo Bosch al servicio de la movilidad alternativa

El Grupo Bosch se encuentra a la vanguardia en tecnologías sobre los vehículos. Aparte de los sistemas que integran los fabricantes en sus modelos para asistencia al conductor, Bosch siempre ha sido un referente en sistemas necesarios para el funcionamiento del tren de potencia del vehículo.



Aparte de las tecnologías convencionales que Bosch desarrolla como por ejemplo, las centralitas de control de la unidad de potencia (ECU), sistemas Common Rail de combustible, inyectores, sistemas turbocompresores o sistemas de calefacción, también se están desarrollando y mejorando sistemas para vehículos con tecnologías alternativas.

Para vehículos de gas es necesario contar con centralitas adaptadas, inyectores preparados para este combustible así como sensores de presión para monitorizar el combustible.

Para vehículos eléctricos cuenta con motores/generadores eléctricos, inversores, baterías y sistemas de recuperación de la energía y ahorro energético, orientados a maximizar la autonomía del vehículo.

4.1 Tecnología asociada a los combustibles de Gas del Grupo Bosch

- Aunque el motor utilizado para este combustible suele ser uno gasolina, se necesitan realizar una serie de modificaciones en él para su correcto funcionamiento.

  - ✓ **Unidad de control:** También conocido por sus siglas en ingles ECU (*Electronic Control Unit*), es el ordenador capaz de gestionar los diferentes combustibles, y está específicamente diseñada para poder operar con las condiciones específicas del GNC. El contar con una sola centralita bi-combustible hace reducir el cableado del motor y el número de ordenadores abordo. Además, al operar con los dos combustibles es capaz de realizar el cambio de uno a otro sin ser percibido por los ocupantes.

  - ✓ **Common Rail GNC (o raíl común de GNC):** Es el conducto por el que se transporta el gas desde el regulador de presión en la salida del depósito, hasta el conducto de admisión, utilizando un medidor de temperatura y presión para controlar el estado del gas.

Ilustración 9 - Common Rail GNC del Grupo Bosch

- **Inyector de GNC:** Es el dispositivo encargado de controlar la cantidad de gas que se introduce en el motor. El sistema detecta la cantidad de combustible que se necesita inyectar para el adecuado funcionamiento del motor y decide cuanto tiempo debe abrir la válvula del inyector para aportar la cantidad óptima de gas. El Grupo Bosch suministra el inyector más pequeño y ligero del mundo de GNC.

Ilustración 10 - Inyector GNC Grupo Bosch

- **Medidor de presión y temperatura del gas:** Es necesario para cerciorarse que la cantidad de gas a inyectar va a ser la adecuada, monitorizando las condiciones del gas del Common Rail, ya que el volumen de gas a inyectar dependerá de la densidad en la que se encuentre. Para conocer su estado será necesario saber la temperatura y la presión. Para esto, el Grupo Bosch ha diseñado el sensor térmico más rápido del mundo.

- **Sensor de alta presión GNC:** El gas en el tanque se encuentra a 200 bares de presión, y fluye hasta el rail común donde se encuentra a 10 bares. Con este sensor del Grupo Bosch se monitoriza la presión en la parte de alta presión, pudiendo deducirse el nivel de tanque de combustible.

4.2 Tecnología asociada a los vehículos electrificados del Grupo Bosch

- En este caso, existen varias posibilidades de combinar la tecnología eléctrica, ya sea mediante un vehículo completamente eléctrico (BEV) o bien acoplada con un motor convencional para aumentar la autonomía (E-REV), reducir emisiones (HEV) o combinar de manera eficiente ambos tipos de tracción (PHEV).
- El Grupo Bosch tiene presencia en todos los componentes que intervienen en la parte electrificada del vehículo, destacándose los siguientes sistemas:

BOOST RECUPERATION SYSTEM

Este sistema permite ahorrar combustible y mejorar la experiencia de conducción. Su forma de actuar la realiza almacenando la energía de la frenada en una batería de 48 V. Esta energía servirá tanto para alimentar al sistema convencional de 12 V (usando un convertidor) como para proporcionar energía a la máquina eléctrica cuando arranque el vehículo de nuevo, haciendo mejorar los sistemas start/stop convencionales. Otra función de la máquina eléctrica es recuperar la energía en las frenadas alimentando a la batería. Por último, este sistema cuenta con un modo

"Vela". Este modo desconecta el motor cuando no se necesite ni par ni potencia (rodar por inercia en autovía por ejemplo), volviendo a arrancar el motor con la máquina eléctrica si fuera necesario. También se puede obtener un extra de par en las aceleraciones gracias al motor eléctrico. Este sistema está compuesto por los siguientes partes:

- **Batería de 48 V:** Las baterías de 48 V se usan en híbridos que utilicen sistemas eléctricos para ayudar al motor térmico. Su función es almacenar la energía proveniente del sistema de recuperación de la energía de frenado y alimentar al sistema eléctrico cuando sea necesario. Es la fuente de energía de los sistemas de start/stop.

- **Convertidor DC/DC:** Es la interfaz entre los sistemas de 48 y 12 voltios y ayuda a transferir energía de un sistema al otro ahorrando la necesidad de tener un generador a bajo voltaje.

- **Máquina eléctrica:** La máquina eléctrica se acopla al motor de combustión. La función de esta es ser utilizada en modo generador cuando se realice una frenada, recuperando la energía y alimentando a la batería de 48 V. Posteriormente, cuando el vehículo vuelva a iniciar la marcha, esa energía servirá para utilizar la máquina eléctrica en modo motor y ayudar a arrancar el motor de combustión de una manera fluida y silenciosa, además de proporcionar un extra de par en las aceleraciones (función Boost).

Ilustración 11 - máquina eléctrica de recuperación

- **ESP hev:** Este sistema detecta las necesidades del conductor al realizar la frenada y combina de la mejor manera la frenada con la máquina eléctrica junto con los frenos convencionales, recuperando toda la energía posible pero manteniendo una circulación segura. Este sistema se usa en vehículos eléctricos puros, híbridos enchufables y no enchufables, aumentando la autonomía en los dos primeros y reduciendo las emisiones de CO_2 en el último.

✓ SISTEMAS PARA HÍBRIDOS ENCHUFABLES Y ELÉCTRICOS

En los vehículos híbridos enchufables o eléctricos se dispone de una autonomía de varias decenas o cientos de kilómetros usando solo el motor eléctrico, por lo que es necesario contar con una capacidad de almacenaje lo más grande posible y unos sistemas de recuperación de energía de última generación.

- **Batería de alto rendimiento de ión-litio:** La tecnología de ion-litio es la más implantada actualmente en vehículos eléctricos. Es la encargada de suministrar la energía al motor eléctrico y de almacenar la recuperada cuando el motor eléctrico funciona como generador (en las frenadas por ejemplo). Son baterías de alto voltaje que requieren de

una formación adecuada para su correcta manipulación. Este tipo de tecnología aún tienen un gran potencial y se espera que en los próximos años se pase de una densidad energética de 115 Wh/kg actuales hasta los 280 Wh/kg. Para lograr este objetivos el Grupo Bosch ha unido sus fuerzas con GS Yuasa y Mitsubishi Corporation en una empresa conjunta llamada *Lithium Energy and Power*. En esta *joint-venture* Bosch pone a disposición su amplio conocimiento en la gestión compleja de baterías y la integración de los sistemas.

- **Baterías de nuevas tecnologías:** Actualmente el grupo Bosch se encuentra trabajando en nuevas tecnologías para las baterías como las de litio-azufre, que ofrece una mayor capacidad y una mayor densidad energética. Se espera que esté lista para la próxima década.

- **Mejora de la autonomía de la batería:** Aunque la autonomía que proporciona una batería está directamente relacionada con la energía que es capaz de almacenar, es posible mejorar el rendimiento de las baterías para que proporcionen una mayor autonomía realizando una buena gestión de las celdas que forman la batería, cambiar los materiales del ánodo y del cátodo por nuevos compuestos más evolucionados, aumentar el voltaje de las células de las baterías, etc.

- **Segunda y tercera vida de las baterías:** Para los vehículos eléctricos es muy importante contar siempre con la máxima capacidad de la batería para no verse mermada su automía. Sin embargo, con el paso del tiempo las baterías pierden rendimiento y capacidad. Después de 12 años la batería aún conservaría el 80% de su rendimiento, por lo que para un usuario que realice largas distancias puede ser un problema pero para trayectos cortos puede seguir siendo útil. Esto hace posible su reciclaje para otros vehículos y reduce el coste del vehículo eléctrico. Además, una vez tampoco sea útil para el vehículo, se puede seguir utilizando para juntar las baterías usadas de los vehículos y formar grandes sistemas de almacenamiento de energía, siendo capaces de conectarse a la red eléctrica general y estabilizarla. Este es un proyecto conjunto del Grupo Bosch, BMW y Vattenfall, promocionando el vehículo eléctrico y el almacenamiento de la energía.

- **Motor Eléctrico Integrado:** Este motor eléctrico se sitúa en los híbridos entre el motor de combustión convencional y la transmisión. Cuando funciona en modo motor, impulsa al vehículo en modo totalmente eléctrico, mientras que en modo generador convierte la energía mecánica de frenado en energía eléctrica para almacenarla en la batería. Son motores con elevado par y potencia que se suelen utilizar en vehículos híbridos enchufables.

Ilustración 12 - Motor Eléctrico Integrado del Grupo Bosch

- **Motor Eléctrico Separado:** Estos motores se suelen utilizar para acoplarlos al eje motriz. Están diseñados para ser usados con los requerimientos más actuales como son transmisiones de doble embrague, cajas de cambio de tipo CVT o con modernos dispositivos repartidores de potencia. Igual que en el anterior motor, transforma la energía eléctrica en movimiento y en sentido contrario el movimiento del vehículo en energía eléctrica (almacenada en las baterías con el consiguiente aumento la autonomía) y frenando así el vehículo. La diferencia con los otros motores radica en su mayor potencia y par al disponer de más espacio.

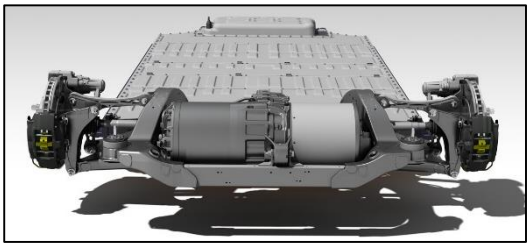


Ilustración 13 - Motor eléctrico con tracción en las ruedas traseras

El resto de componentes son los asociados al Boost Recuperation System (BRS) del Grupo Bosch, ya que pueden ser instalados en cualquier tipo de vehículo híbrido.

Como se ha puesto de manifiesto, el Grupo Bosch cuenta con los componentes imprescindibles en la movilidad alternativa, tanto de vehículos de gas como electrificados, encontrándose a la vanguardia en soluciones de movilidad. Además, también cuenta con la más moderna tecnología en soluciones convencionales haciendo de los vehículos con motor de combustión mucho más eficientes y menos contaminantes que los que había hace tan solo unos años. Prueba de su afán innovador es la reciente apertura de un centro de investigación en Renningen, a las afueras de Stuttgart, para la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, que ha tenido una inversión de más de 310 millones de euros y un personal investigador de 1.700 personas.

Ilustración 14 - Nuevo Campus de investigación de Bosch en Renningen