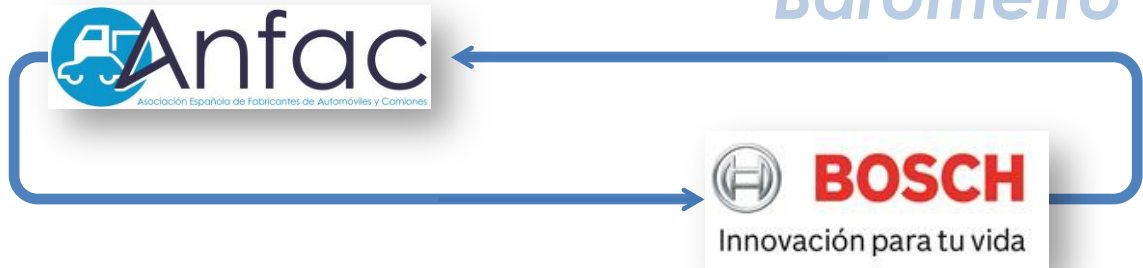
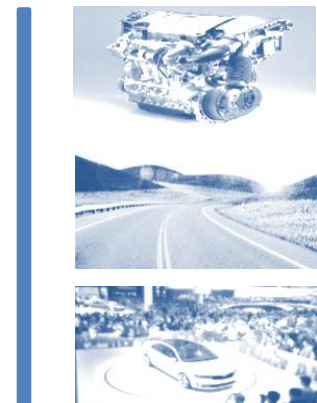


Barómetro



sobre **Seguridad Vial y Medio Ambiente**

Combustión alternativa: los vehículos propulsados por Gas Natural



INFORME SOBRE LA PRESENCIA EN EL MERCADO ESPAÑOL DE VEHÍCULOS PROPULSADOS POR GAS NATURAL

El progresivo incremento de la movilidad global, que indudablemente continuará produciéndose a lo largo de las próximas décadas, requiere la utilización de recursos energéticos cuya disponibilidad esté garantizada a muy largo plazo. Los combustibles alternativos, no extraídos del petróleo, constituyen un elemento fundamental en el futuro de la **movilidad sostenible**.

En concreto, la propulsión basada en el **gas natural**, más abundante y de menor coste que el petróleo, se sitúa ya como la tecnología de combustión alternativa con mayor proyección en el mercado global de automóviles.



Además, los sistemas de gas natural suponen una alternativa excelente para los exigentes retos medioambientales que afronta la industria del automóvil, debido a su bajo nivel de **emisiones de CO₂**.

El **Grupo Bosch**, proveedor fundamental de la industria de automoción, desarrolla sistemas de alta tecnología para vehículos propulsados por **gas natural comprimido (GNC)**, en su continua apuesta por la movilidad limpia y de futuro.

1

Las ventajas del Gas Natural para el transporte

GAS NATURAL Tecnología de combustión limpia y de futuro

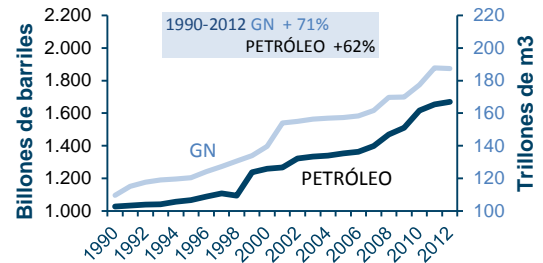
Recurso abundante

- El gas natural es más abundante que el petróleo. Las reservas conocidas de gas natural actualmente ascienden a 187,3 trillones m³, con una relación reservas/producción cercana a los 56 años, frente a los 53 años estimados para el petróleo.

Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente

- Además, las reservas probadas de gas natural se han incrementado en mayor medida que las de petróleo en la última década, constituyéndose en un recurso abundante y del que se dispone con facilidad.

Reservas mundiales de gas natural y petróleo 1990-2012

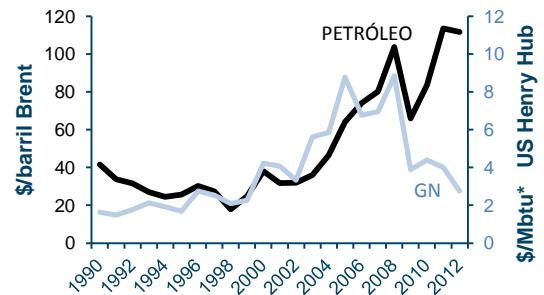


Fuentes: Repsol, BP, EIA (U.S. Dept. of Energy)

Combustible barato

- En la actualidad el gas natural suele ser más económico para los consumidores que el petróleo. En EEUU, el precio del GN ha descendido casi un 70% desde 2008, mientras que los precios del petróleo se han recuperado desde el inicio de la crisis económica y se sitúan ya por encima del nivel alcanzado en 2008.
- En España, el precio del **gas natural comprimido (GNC)** para automoción es un 41% inferior al gasoil (38% en el promedio UE, junio 2013) y un 50% inferior a la gasolina (como en el promedio UE).

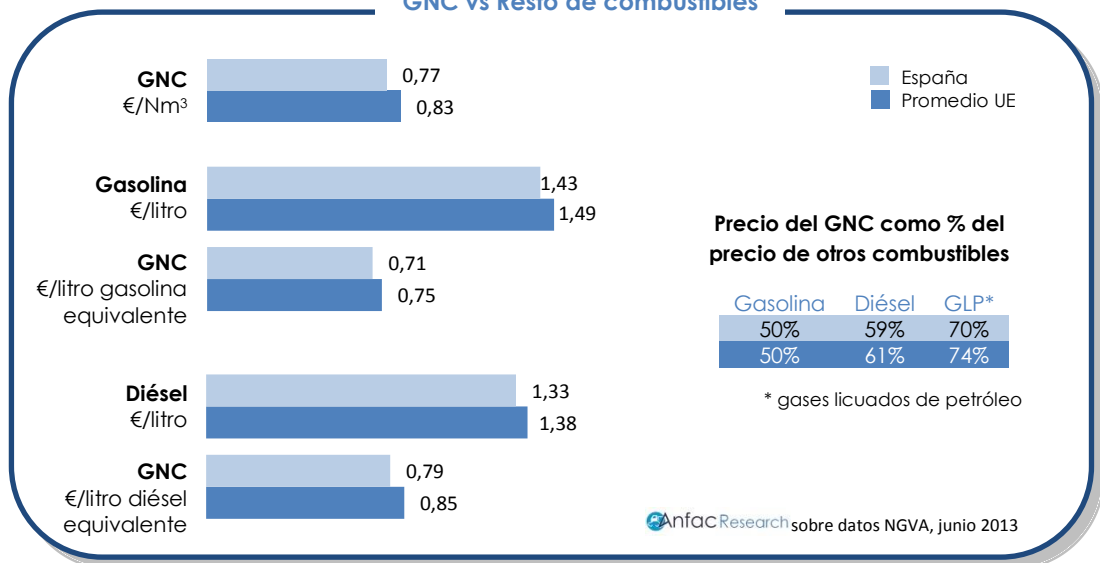
Precios del gas natural y petróleo 1990-2012



*btu: unidad térmica británica

Fuentes: BP, Platts, Energy Intelligence Group

Precios comparativos
GNC vs Resto de combustibles



AnfacResearch sobre datos NGVA, junio 2013

Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente

- En línea con estos datos y según cálculos del Grupo Bosch para Alemania, los **sistemas actuales de GNC para vehículos son rentables a partir de 7.000 km/año**, es decir, prácticamente para todos los conductores.

Combustión limpia

- El gas natural es, con diferencia, el combustible fósil más limpio. Constituido principalmente por metano, el gas natural carece de impurezas como óxidos de azufre, NOx o partículas de hollín, que sí se liberan en la combustión del petróleo y el carbón.
- Por otra parte, los niveles de CO₂ generados en la combustión de gas natural son muy inferiores a los producidos por combustibles obtenidos del petróleo. La tecnología actual de gas natural comprimido del Grupo Bosch permite reducir un 25% las emisiones de CO₂ en comparación con un motor de gasolina convencional. Esta reducción de emisiones es aún mayor si se utiliza metano producido en plantas de biogás (bio-metano).
- Adicionalmente, en la combustión de gas natural los gases de escape son inodoros y se genera menor nivel de ruido que con combustibles obtenidos del petróleo, factores importantes en la movilidad urbana.



Molécula de metano (CH₄), principal componente del GN
Cómo funciona la industria energética. Repsol 2013

Ciclo ecológico de aprovechamiento de recursos: los residuos urbanos se procesan para generar biometano, que se utiliza como medio de propulsión de los propios camiones de recogida de residuos

Tecnología segura

- Según afirma la *Natural Gas Vehicle Association* (NGV Global), el gas natural es uno de los combustibles para transporte más seguros que existen. En un vehículo de GNC el gas se almacena a alta presión, por lo que, en caso de fuga, éste escapa con rapidez y no se acumulan concentraciones importantes de gas combustible cerca de la fuga. Además las probabilidades de ignición accidental son muy reducidas, ya que el gas natural es más ligero que el aire y se disipa rápidamente.

Por todo ello, el gas natural constituye ya una de las alternativas mejores y más viables hacia una movilidad global de bajas emisiones y sostenible a largo plazo.

2

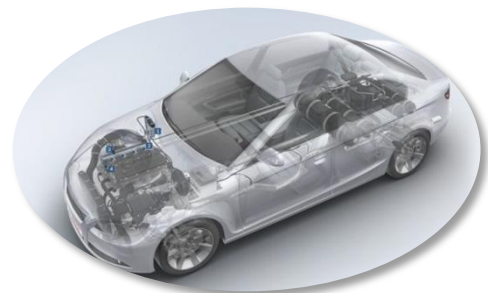
La tecnología de Gas Natural Comprimido (GNC) para vehículos

- La tecnología de GNC ya ha sido probada durante años, implantada en el mercado fundamentalmente en autobuses urbanos y en vehículos comerciales ligeros. En la actualidad este modo de propulsión cubre todos los ámbitos de movilidad y se está extendiendo cada vez más en el mercado de turismos y, en combinación con motores diésel, en vehículos industriales pesados.
- La mayor parte de **vehículos propulsados por GNC están equipados con sistemas bicombustible** (también denominados **bifuel**), pudiendo funcionar tanto con gas natural como con gasolina o diésel, lo que aporta al conductor la máxima versatilidad en el repostaje.

2.1

Funcionamiento y principales componentes

- La **unidad de control electrónico (ECU) del gas natural** de Bosch para motores bicombustible permite integrar en un único sistema de control el funcionamiento del motor con gasolina/diésel y con GNC, de forma coordinada y garantizando que no existen saltos de par, es decir, sin que se perciban cambios en el comportamiento de conducción del vehículo.



Engine management	
1	CNG electronic control unit
Fuel injection (CNG)	
2	CNG fuel rail incl. CNG injector NGI2
3	CNG medium pressure and temperature sensor
Fuel supply	
4	High-pressure sensor CNG

- **Inyección de combustible GNC.**

Los sistemas de inyección de última generación desarrollados por Bosch están adaptados también para motores de gas natural comprimido. El GNC (normalmente almacenado en un depósito presurizado a 200 bares) se inyecta en la válvula de admisión a través del sistema de inyección, constituido por:

Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente



- ✓ Inyectores de GNC diseñados para soportar el paso de grandes volúmenes de gas a alta velocidad, dotados de una guía de flujo especial que minimiza el ruido y las pérdidas de presión durante la inyección. Inyectan el GNC a una presión de 7 bares.
- ✓ Un raíl de combustible construido en acero inoxidable y específico para aplicaciones de gas a altas presiones.
- ✓ El sistema de suministro de combustible se completa con un filtro y una bomba de combustible eléctrica integrada, además de los más avanzados sensores de presión y temperatura.

■ Vehículos con motor ciclo Otto: sistemas bicombustible GN-gasolina

- ✓ Aunque hasta ahora tienen mayor presencia en camiones y autobuses, estos sistemas están indicados también para la propulsión a gas natural de vehículos ligeros y están consiguiendo cada vez mayor implantación en el mercado de turismos y furgonetas.
- ✓ Se utilizan tanto en vehículos nuevos diseñados en origen para operar con gas natural como en vehículos de gasolina transformados para gas natural.
- ✓ En vehículos ligeros la autonomía exclusivamente con gas natural se sitúa entre 380 y 480 km, que se suma a la autonomía con gasolina, entre 150 y 480 km. En vehículos pesados, por lo general, la potencia está limitada a 330 CV.
- ✓ **Ignición.** En los sistemas bicombustible GN-gasolina la ignición de la mezcla gas-aire no se activa de forma mecánica, sino mediante un sistema completamente electrónico, con una tensión de ignición de hasta 35.000 voltios.
- ✓ **Arranque en frío modo gas.** Los sistemas de propulsión a GNC de Bosch permiten arrancar en frío con el modo gas, sin necesidad de precalentar el motor o conducir varios kilómetros en modo gasolina.



■ Vehículos con motor ciclo Diésel: sistema dual de bicomcombustible GN-diésel

- ✓ Especialmente aptos para flotas de vehículos industriales, los sistemas Dual Fuel de Bosch permiten sustituir hasta un 90% del diésel por gas natural, consiguiendo reducciones entre el 15% y el 20% en las emisiones de CO₂. De esta forma, gracias a la propulsión mediante gas natural es posible cumplir con los límites de emisiones Euro VI para vehículos industriales.
- ✓ Los sistemas *Dual Fuel* son compatibles tanto con GNC como con GNL (gas natural licuado). La ignición del gas natural se produce por inyección del combustible diésel, que produce el efecto de la bujía, por lo que no es necesario un sistema de ignición externo.
- ✓ En este tipo de sistemas no hay limitación de potencia. Además, pueden implantarse tanto en vehículos nuevos como en vehículos diésel transformados.
- ✓ La autonomía con gas natural puede alcanzar hasta 1.000 km. No obstante, este tipo de sistema dual también puede funcionar sólo con diésel, de forma que las flotas de vehículos industriales puedan operar en áreas geográficas donde la infraestructura de recarga de gas natural sea todavía insuficiente.



3

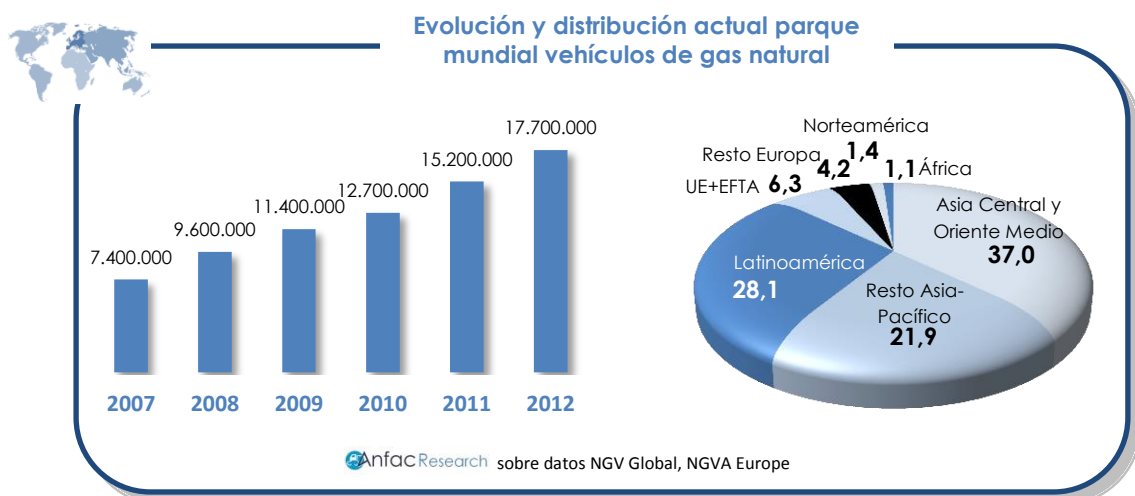
El mercado de vehículos propulsados por GNC

La mayoría de expertos coinciden en que, a medida que las redes de repostaje de gas natural van alcanzando mayor cobertura para el transporte, esta tecnología de combustión alternativa está ganando cada vez más presencia en distintos mercados, debido a sus indudables ventajas económicas, medioambientales y de modo de conducción.

3.1

El mercado de vehículos de gas natural en el mundo

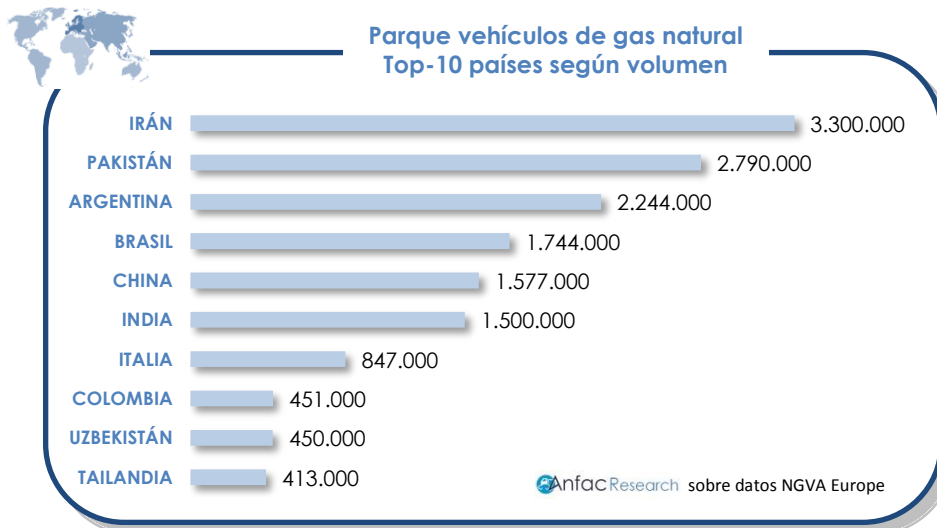
- **El parque actual de vehículos propulsados por gas natural se acerca a los 18 millones de unidades.** Aunque todavía representa una parte muy pequeña del parque automovilístico mundial, que alcanza ya los 1.100 millones de vehículos, su mercado a nivel global registra crecimientos del 20-25% anual desde hace 10 años.
- Actualmente, los vehículos de gas natural sólo suponen el 1% del consumo mundial de combustible para el transporte terrestre y menos del 1% de la demanda global de gas, pero la oferta está preparada para un previsible crecimiento rápido de este mercado¹. En efecto, **distintas previsiones apuntan a un parque de 50-65 millones de vehículos de gas natural para 2020 y en torno a 100-200 millones en 2030.**
- Hoy en día, casi el 60% de vehículos de gas natural se concentra en Asia Central y el área Asia-Pacífico y poco más de un 10% en Europa.



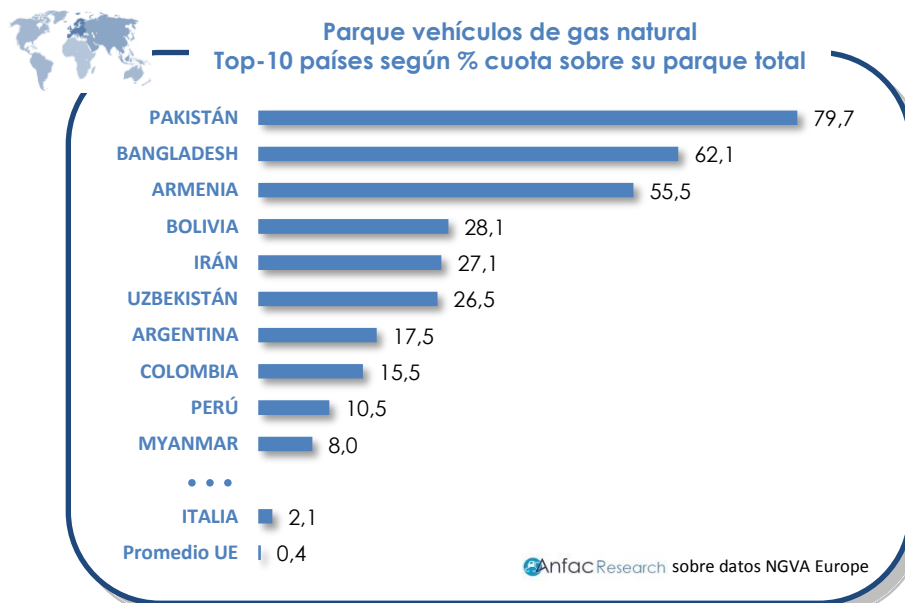
¹ Cómo funciona la industria energética. Repsol 2013

Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente

- El 75% del parque mundial de vehículos de gas natural se sitúa en 6 países de Asia (Irán, Pakistán, China e India) y Latinoamérica (Argentina y Brasil). Italia es el único país de la UE que aparece entre los primeros puestos del mundo por volumen de parque, aunque con una cuota de representatividad aún baja (sólo 2,1%) dentro de su parque total de vehículos.



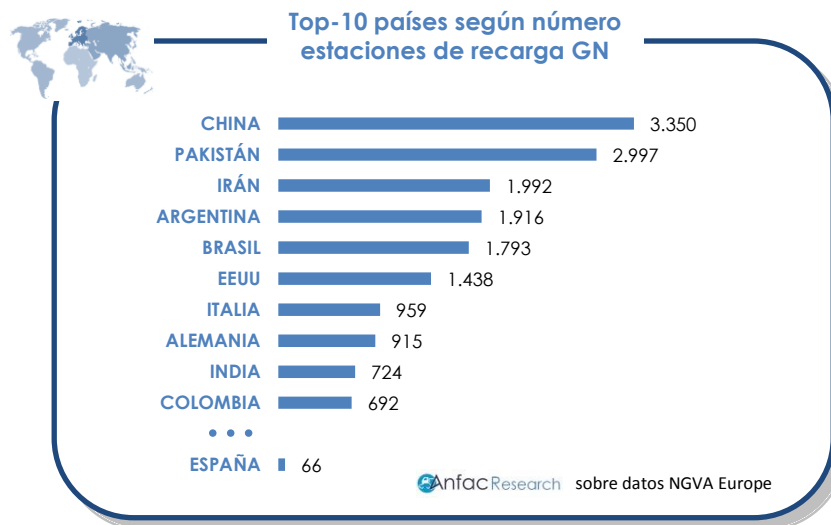
- La tecnología del gas natural está muy consolidada en algunos países, especialmente en Asia y el continente sudamericano, que destacan por su cuota de representatividad del parque de gas natural respecto del parque total. Ningún país de la UE se encuentra entre los primeros.



Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente

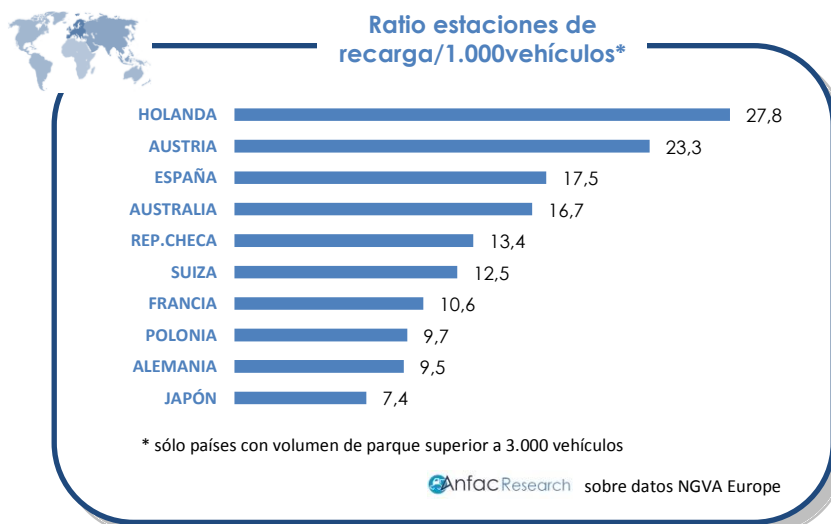
■ **Distribución de la infraestructura de recarga de gas natural**

- ✓ Indudablemente, una cobertura suficiente de infraestructura de recarga de gas natural vehicular es fundamental para el desarrollo de este mercado. Como es lógico, una parte significativa de estaciones de recarga se ubican en los países con mayor volumen de parque: Irán, Pakistán, Argentina, Brasil y China concentran más de la mitad de las estaciones de recarga del mundo.



- ✓ Sin embargo, analizando el número de estaciones de recarga por vehículo, la situación relativa entre los distintos países resulta muy diferente. En este aspecto, que representa una medida de desarrollo potencial del mercado, la posición española en el contexto internacional es mucho más favorable, ocupando el 3^{er} puesto entre los países con cierto volumen de parque.

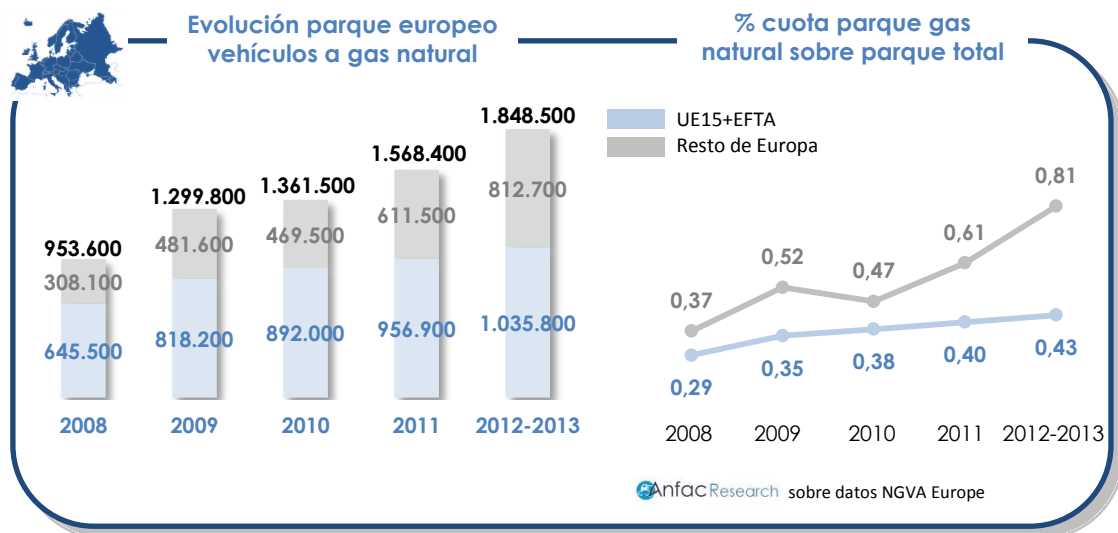
Madrid cuenta con la mayor estación de recarga de gas natural de Europa (autobuses EMT)



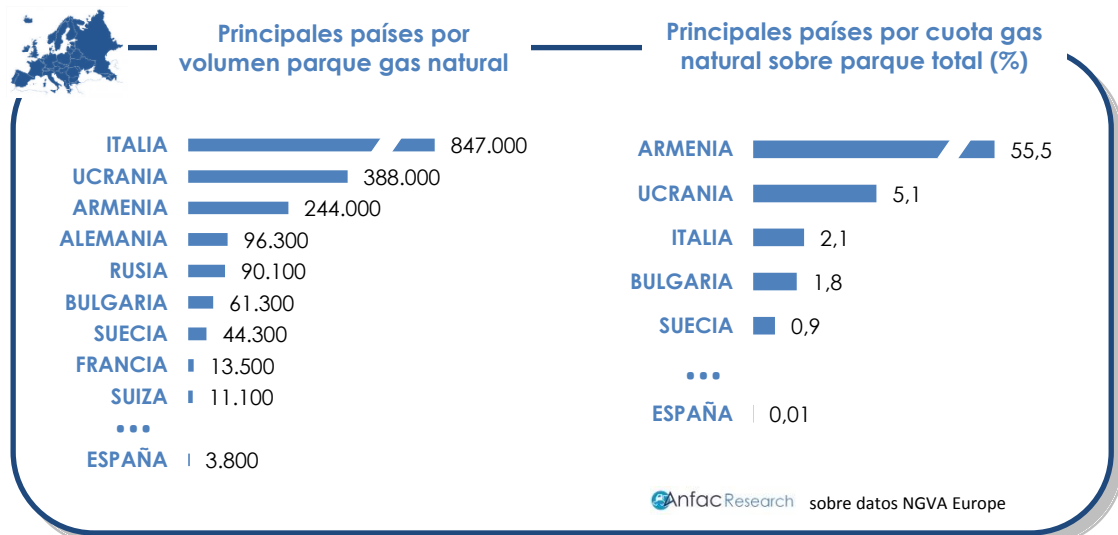
3.2

El mercado de vehículos de gas natural en Europa

- En el continente europeo el mercado de vehículos de gas natural crece a un ritmo similar al del resto del mundo, pero en cifras mucho más modestas, con un parque actual en torno a 1,8 millones de vehículos. El mayor volumen de parque corresponde a la UE-15 (algo más de 1 millón), principalmente por el mercado italiano, que supone el 82% de la UE-15 y el 46% de toda Europa.



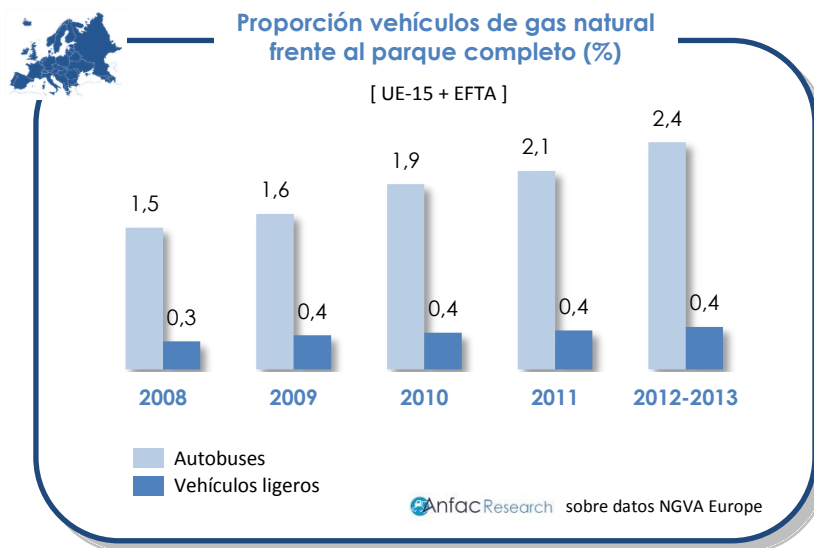
- Sin embargo, hasta el momento el nivel de implantación de este mercado es mucho más notable en los países europeos fuera de la UE-15, principalmente del este de Europa. El mercado español se encuentra aún lejos de los puestos destacados.



Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente

■ **Segmentos de mercado de gas natural**

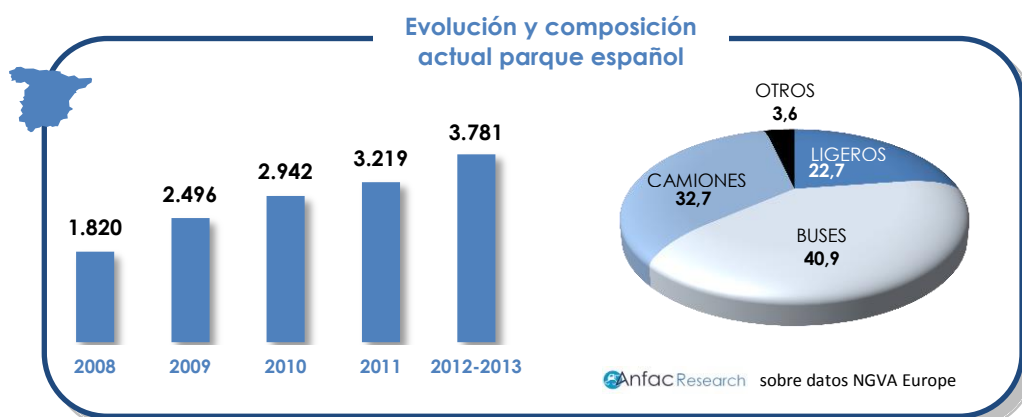
Una amplia mayoría del mercado de automóviles propulsados con gas natural en Europa corresponde a vehículos ligeros (fundamentalmente turismos y furgonetas), que son los segmentos mayoritarios del parque. Sin embargo, la representatividad de la tecnología del gas natural respecto del mercado total es mucho mayor en el caso de los autobuses, superando ya ampliamente el 2% del parque europeo.



3.3

El mercado de vehículos de gas natural en España

- **El parque español actual de vehículos propulsados por gas natural se mantiene en cifras aún reducidas, cercano a las 4.000 unidades**, pero con incrementos anuales en torno al 15-20%.



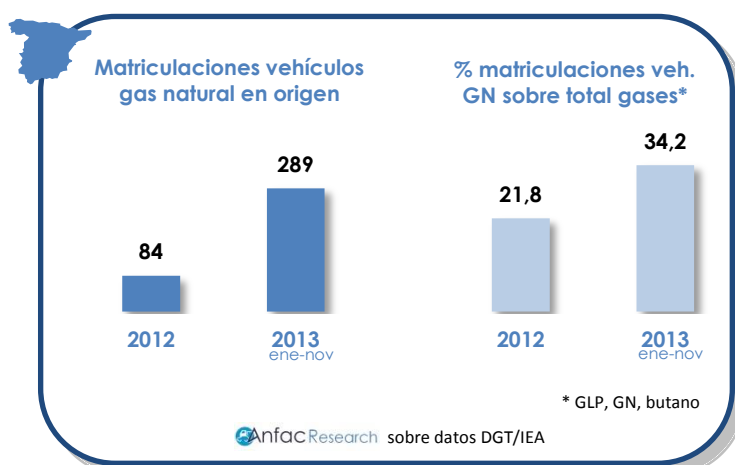
Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente

- Al contrario que en la mayoría de países europeos, el mayor volumen de parque español propulsado por gas natural no corresponde a vehículos ligeros, sino a autobuses y camiones medios y pesados. Es un indicativo de que el uso de este modo de combustión alternativa en España se mantiene aún en el ámbito del transporte profesional y su extensión al conjunto de consumidores se encuentra aún en fase inicial.

España posee el 25% de la flota europea de camiones de recogida de residuos y autobuses urbanos que usan GNC

Parque de vehículos de gas natural en origen

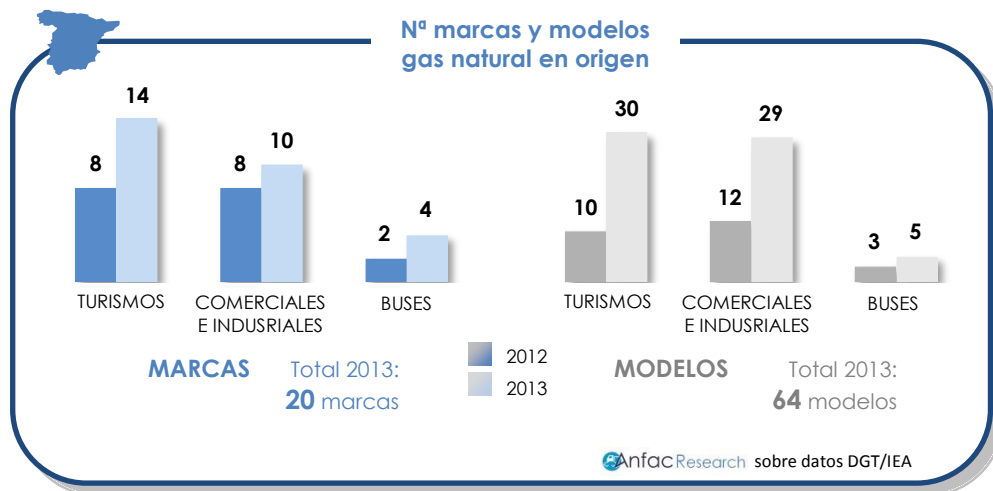
- Se estima que sólo alrededor del 20% de este parque corresponde a vehículos contruidos en origen para propulsión a gas natural, mientras que el 80% restante proviene de transformaciones posteriores a la matriculación. Sin embargo, la disponibilidad cada vez mayor de esta tecnología en fábrica, con las garantías que ello aporta frente a la transformación, constituye uno de los factores fundamentales en la evolución futura de este mercado.
- Considerando únicamente el mercado de vehículos de gas natural en origen, el volumen de matriculaciones es aún discreto, pero se ha registrado un importante incremento en el presente año que podría apuntar al despegue de este mercado en los próximos años.
- Además, el gas natural está ganando importancia en el mercado español de combustibles alternativos y ya supone más de 1/3 de las matriculaciones de vehículos propulsados por gases.



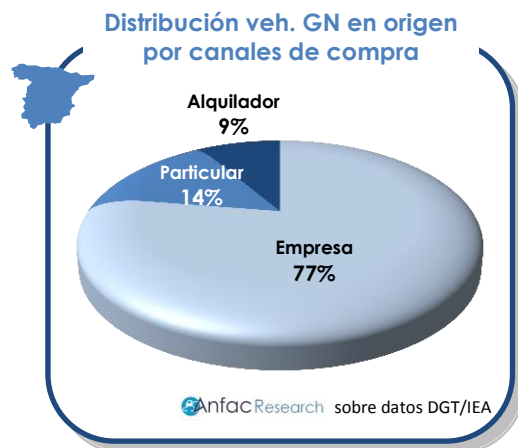
Pese a sus indudables ventajas y la variada oferta disponible, la escasa información sobre el vehículo de gas natural está retrasando su implantación en España

- La oferta de vehículos de gas natural en origen está creciendo a muy buen ritmo, con presencia de 20 marcas y 64 modelos en nuestro mercado actual. Destaca la amplia oferta en el segmento de turismos (14 marcas, 30 modelos), pese a que sólo representan en torno a la quinta parte del mercado, lo que sienta las bases para un incremento importante de su demanda a corto y medio plazo.

Barómetro sobre Seguridad Vial y Medio Ambiente



✓ Hasta el momento las empresas protagonizan el mercado español de vehículos de gas natural, al ser los principales compradores de camiones y autobuses, mayoritarios en el parque. Es previsible que el porcentaje de particulares usuarios de este modo de propulsión vaya en aumento en los próximos años, a juzgar por la importante oferta de turismos en el mercado.



✓ La mayor parte de vehículos propulsados por gas natural se matricula en Madrid, que concentra un mayor número de empresas, hasta ahora núcleo fundamental de usuarios de este tipo de motorización.

■ **En resumen: España presenta un alto potencial de desarrollo del mercado de vehículos propulsados por gas natural:**

- ✓ **Número creciente de marcas y modelos presentes en nuestro mercado.**
- ✓ **Cobertura de estaciones de recarga en constante crecimiento y muy superior a la de otros países.**
- ✓ **Precio relativo del GN frente a combustibles de petróleo más bajo que en otros países de nuestro entorno.**
- ✓ **Empresas punteras en el tratamiento, distribución y comercialización de gas natural, apoyadas en proveedores tecnológicos de primer nivel de sistemas de propulsión, como el Grupo Bosch.**