

# Potencial de penetración del GNL en el mercado ferroviario

José Ramón Freire  
Director Soluciones de Movilidad

19 Febrero 2014

# Contenido

1. Antecedentes
2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)
3. Previsiones para el GN
4. GNL como combustible para el transporte
5. GNL en el transporte terrestre
6. GNL en el transporte marítimo
7. GNL en el transporte ferroviario
8. Conclusiones

# Contenido

## 1. Antecedentes

2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)

3. Previsiones para el GN

4. GNL como combustible para el transporte

5. GNL en el transporte terrestre

6. GNL en el transporte marítimo

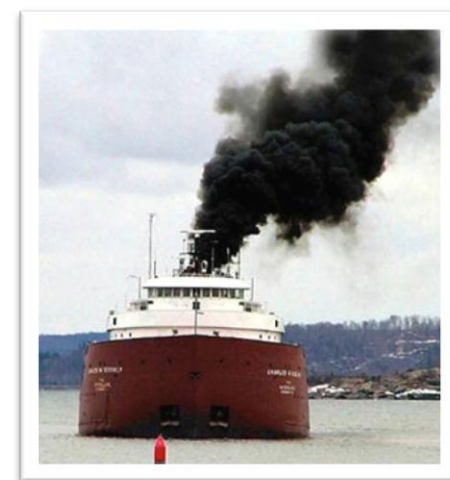
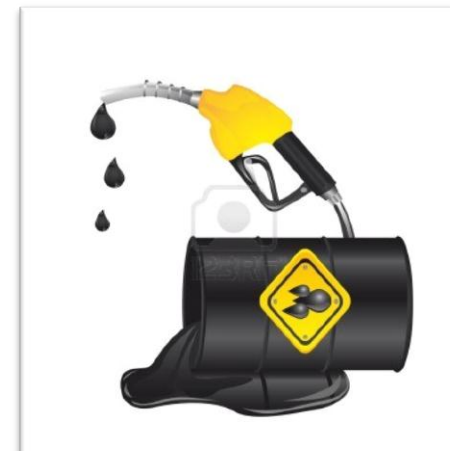
7. GNL en el transporte ferroviario

8. Conclusiones

# 1. Antecedentes

**El modelo de transporte actual se muestra como no sostenible a la luz de la evolución de diversos factores:**

- 96% de la energía consumida en el transporte proviene de productos derivados del petróleo.
- Dependencia de las fuentes exteriores de suministro, mayor en España que en la media de la UE.
- Volatilidad de los precios de los combustibles y su incremento sostenido.
- Se acentúan los efectos de la contaminación local en la salud humana (aumento de contaminantes locales, principalmente partículas y  $\text{NO}_x$ )
- Incremento continuado de emisiones de  $\text{CO}_2$  y calentamiento global progresivo.



# Contenido

1. Antecedentes

**2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)**

**Reservas**

**Precio**

**Emisiones**

3. Previsiones para el GN

4. GNL como combustible para el transporte

5. GNL en el transporte terrestre

6. GNL en el transporte marítimo

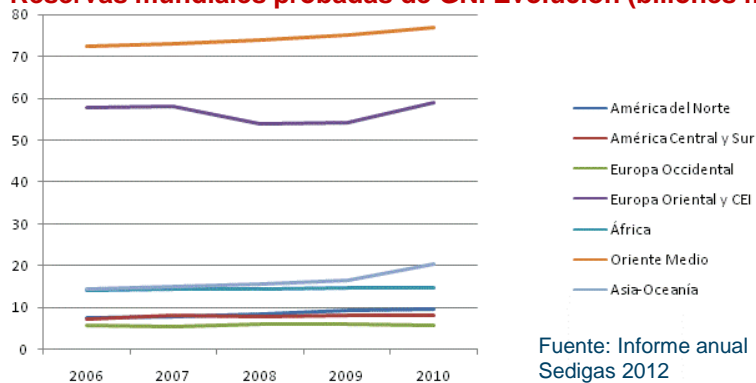
7. GNL en el transporte ferroviario

8. Conclusiones

# 2. Mercado energético actual

## ● Reservas por regiones

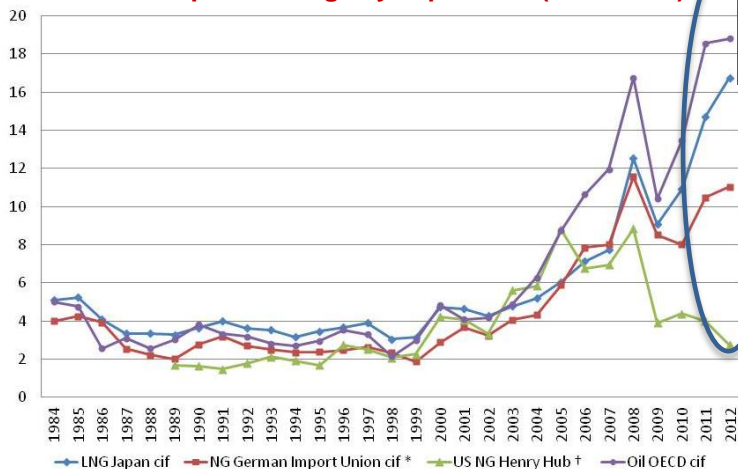
Reservas mundiales probadas de GN. Evolución (billones m<sup>3</sup>)



Los descubrimientos masivos de reservas de gas, sobre todo shale gas y los nuevos descubrimientos de gas convencional ha dado lugar a un incremento de las reservas mundiales de gas de entre **150 y 250 años**

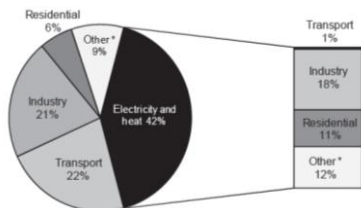
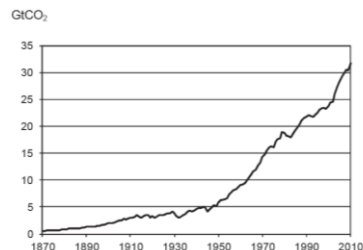
## ● Evolución de precios del petróleo y combustibles convencionales

Evolución del precio del gas y el petróleo (Mbtu/USD)

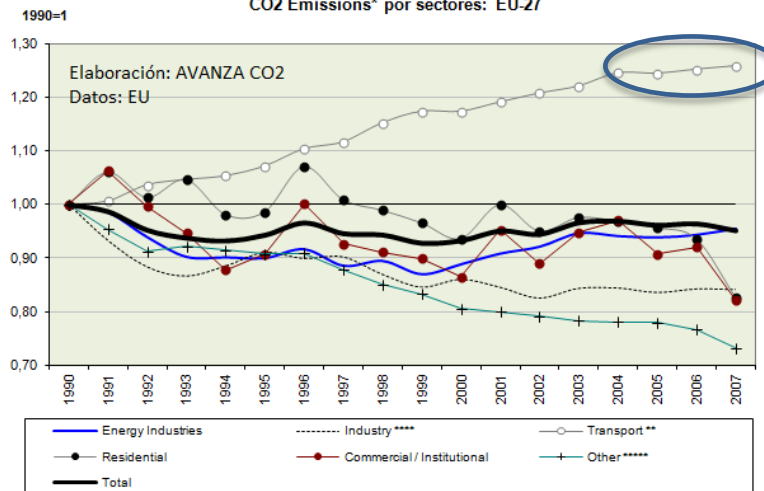


El precio del gas se desvincula (a la baja) del mercado Brent, incluso en Japón (costes logísticos)

## ● Emisiones



CO2 Emissions\* por sectores: EU-27



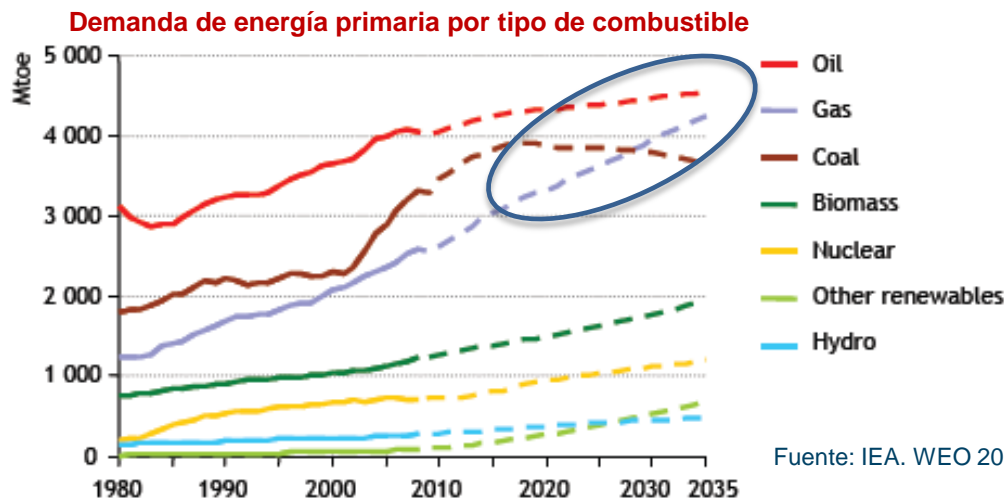
Las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al transporte aumentan de manera insostenible

# Contenido

1. Antecedentes
2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)
- 3. Previsiones para el GN**
4. GNL como combustible para el transporte
5. GNL en el transporte terrestre
6. GNL en el transporte marítimo
7. GNL en el transporte ferroviario
8. Conclusiones

### 3. Previsiones para el GN

- La IEA prevé un buen escenario para el gas natural a nivel mundial en los próximos años



#### PETRÓLEO

- Precios cada vez más altos
- Conciencia medioambiental
- Normativas de emisiones.

#### GAS NATURAL

- La mayor disponibilidad de gas tendrá un fuerte impacto moderador sobre los precios del gas y, como resultado, la demanda global del gas se elevará más del 50% entre 2010 y 2035. (Fuente: World Energy Outlook 2012)
- El gas natural es la única energía fósil que presenta un crecimiento mundial de la demanda bajo diferentes escenarios de política energética. (Fuente: World Energy Outlook 2012)
- El gas natural aportará el 30% de la demanda energética en la UE el año 2035. (Fuente: World Energy Outlook 2012)
- El consumo de gas natural en el sector del transporte mundial se cuadruplicará a 160 mil millones de m<sup>3</sup>, hasta representar el 3.4% de la demanda total mundial en 2030. (Fuente: Informe Wood Mackenzie)

El GN jugará un importante papel a medio y largo plazo, para satisfacer la demanda energética y reducir las emisiones contaminantes.

Este escenario permitirá afrontar con decisión inversiones en el sector del gas, que requieren períodos más largos de amortización.

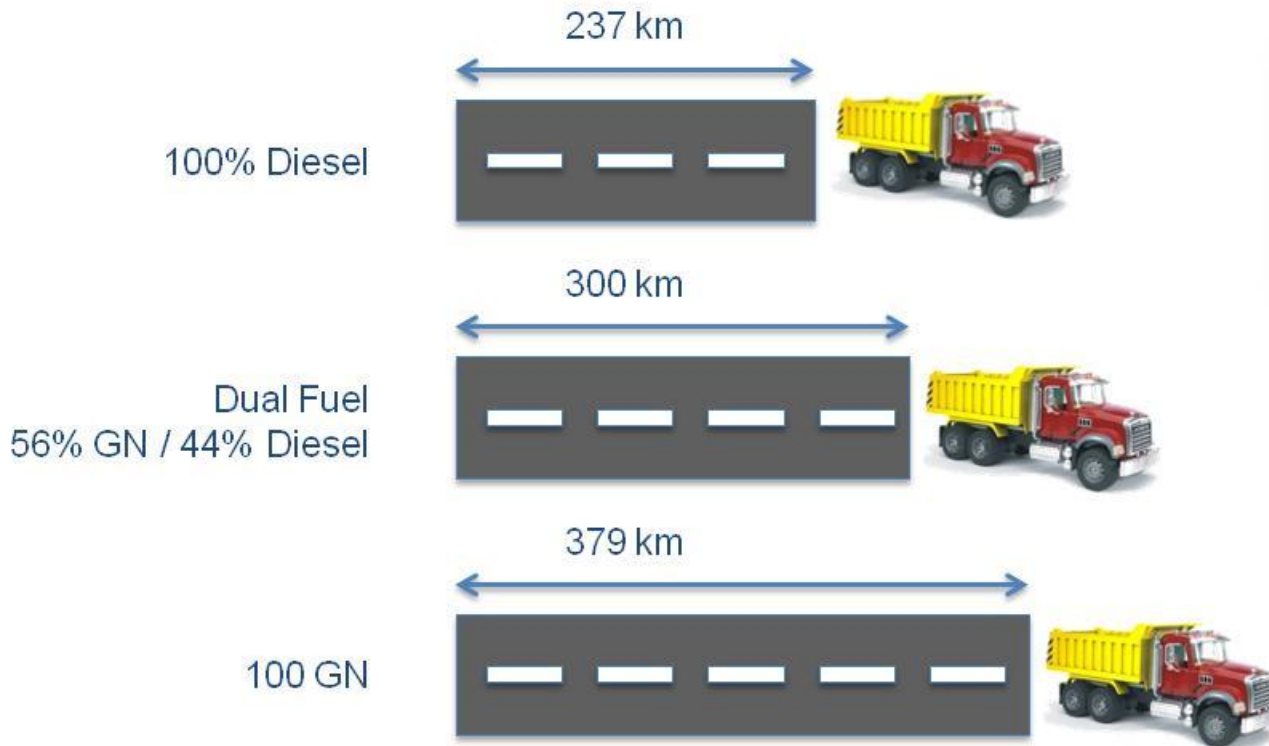


# Contenido

1. Antecedentes
2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)
3. Previsiones para el GN
- 4. GNL como combustible para el transporte**
  - 4.1 Ventajas económicas**
  - 4.2 Ventajas medioambientales**
5. GNL en el transporte terrestre
6. GNL en el transporte marítimo
7. GNL en el transporte ferroviario
8. Conclusiones

# 4.1 Ventajas económicas

**Kilómetros realizados con 100 euros (Ejemplo para un camión pesado)**



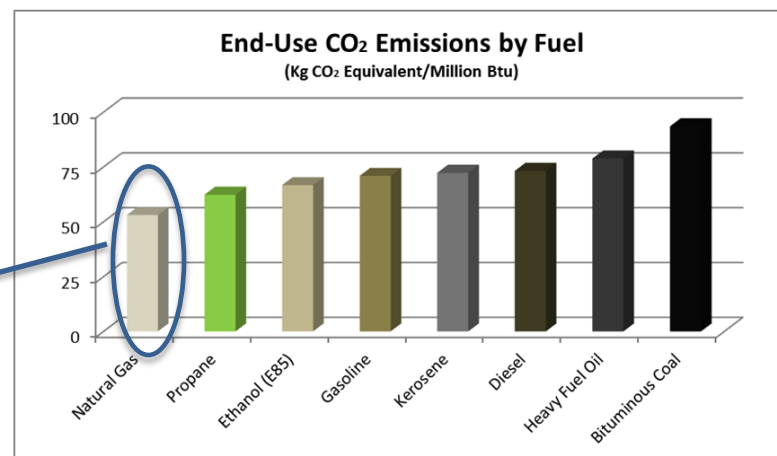
## 4.2 Ventajas medioambientales

### El gas natural:

- ❑ reduce las emisiones de contaminantes locales:  
NO<sub>x</sub> > 80%      SO<sub>x</sub> ≈ 100%      PM > 95%
- ❑ reduce en un 25% las emisiones de CO<sub>2</sub>, principal causante del efecto invernadero
- ❑ mejora las emisiones acústicas frente al diesel
- ❑ compatibilidad al 100% con el biometano



El GN es la alternativa  
con menos emisiones de  
CO<sub>2</sub>



Fuente: Canadian Propane Association

Por todo ello... el Gas Natural se visualiza como la  
alternativa real a corto plazo

# Contenido

1. Antecedentes
2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)
3. Previsiones para el GN
4. GNL como combustible para el transporte
- 5. GNL en el transporte terrestre**
  - 5.1 Aspectos técnicos**
  - 5.2 Mercado actual**
6. GNL en el transporte marítimo
7. GNL en el transporte ferroviario
8. Conclusiones

# 5.1 Aspectos técnicos

## Tipos de combustible

GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC)	GAS NATURAL LICUADO (GNL)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Almacenamiento a 200 bar.</li><li>• Tecnología totalmente resuelta.</li><li>• Menos autonomía que los combustibles líquidos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Licúa a <math>-162^{\circ}\text{C}</math> a presión ambiente.</li><li>• Son necesarios elementos aislantes para evitar el boil-off.</li><li>• Los depósitos no necesitan aguantar elevadas presiones.</li><li>• Mayor autonomía del vehículo</li></ul>



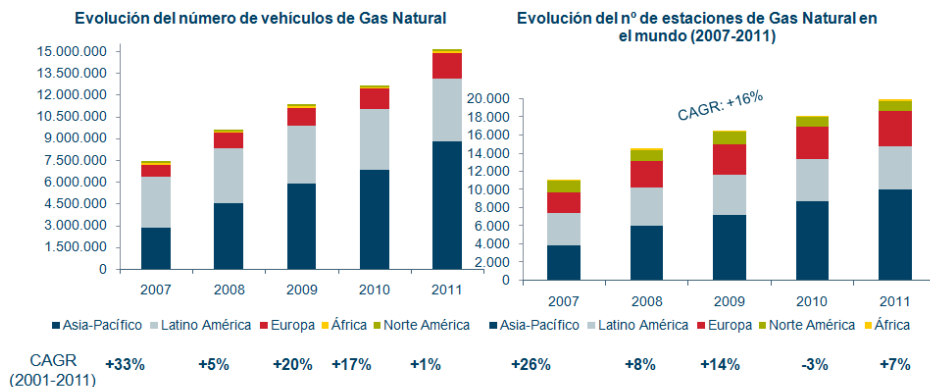
**GNL es un factor clave para el transporte de media y larga distancia**

## Tipología de motores

CICLO OTTO (gasolina)	<b>Dedicados</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Operan exclusivamente con gas natural</li></ul>
	<b>Bi-fuel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Preparados para trabajar alternativamente con dos combustibles.</li><li>• Gas Natural - Gasolina.</li></ul>
CICLO DIESEL	<b>Dual Fuel</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Introducción de aire y gas natural durante la fase de admisión.</li><li>• Piloto diesel para iniciar la combustión</li></ul>
	<b>Dual Fuel Inyección directa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Introducción de aire durante la fase de admisión.</li><li>• Inyección simultánea de diesel y gas natural al final de la fase de compresión mediante doble inyector</li></ul>

# 5.2 Mercado actual

A **nivel mundial** el número de vehículos de gas natural supera hoy los 17 millones y el número de estaciones es más de 22.000

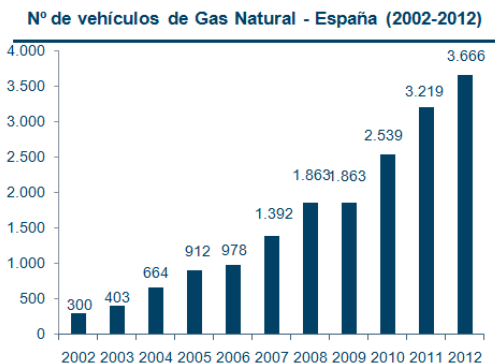


Fuente: NGV Global

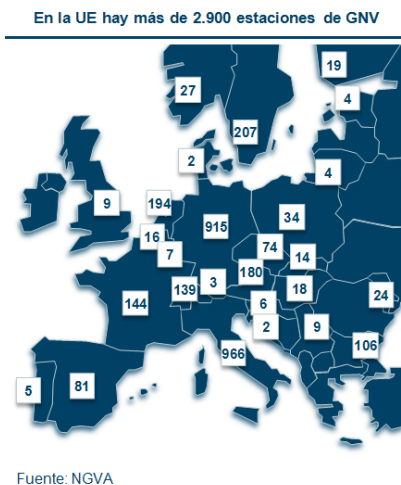
La NGVA estima que el número de vehículos de gas natural en el mundo puede llegar a 50 millones en 2020 y entre 100 y 200 millones en 2030

**España y Portugal, son un referente en tecnología de GNL y vehículos pesados. En España, el nº de vehículos de GN se ha incrementado desde 2002 un 28% anual.**

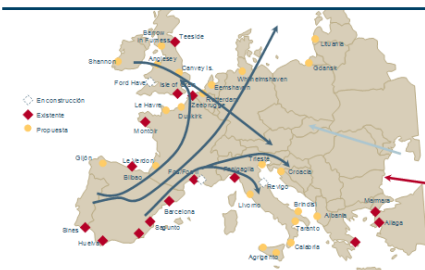
País	Vehículos	Pesados	Estaciones carga
España	3.781	74%	81
Portugal	586	91%	6



En **Europa** hay una fuerte infraestructura de GNC y se está desarrollando la de GNL

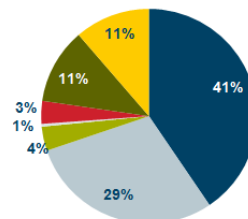


A través del proyecto de "Blue Corridors" se ha impulsado el desarrollo de infraestructuras de GNL en Europa



Tipos de vehículos de Gas Natural – España (Jun. 2013)

- Autobuses
- Carretillas
- Camiones transporte
- Taxis y ligeros
- Camiones basura
- Microbuses
- Furgonetas



Fuente: NGVA

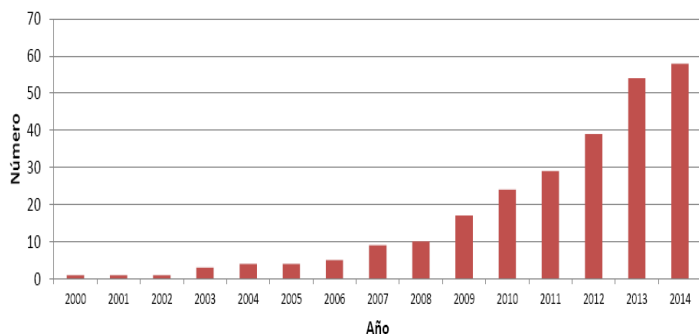
# Contenido

1. Antecedentes
2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)
3. GNL como combustible para el transporte
4. Previsiones para el GN
5. GNL en el transporte terrestre
- 6. GNL en el transporte marítimo**
  - 6.1 Mercado**
  - 6.2 Drivers medioambientales**
7. GNL en el transporte ferroviario
8. Conclusiones



# 6.1 Mercado

## Previsión de barcos de GNL en Europa



Fuente: Danish Environmental Protection Agency

- A nivel Europeo, Noruega es el país líder en la implantación del uso de GNL en embarcaciones (cerca de 25 unidades operativas y más de 10 años de experiencia).
- Posicionamiento favorable por parte de países nórdicos (Dinamarca, Holanda...)

## GNL representará el 10% del mercado de combustibles marinos en 2030

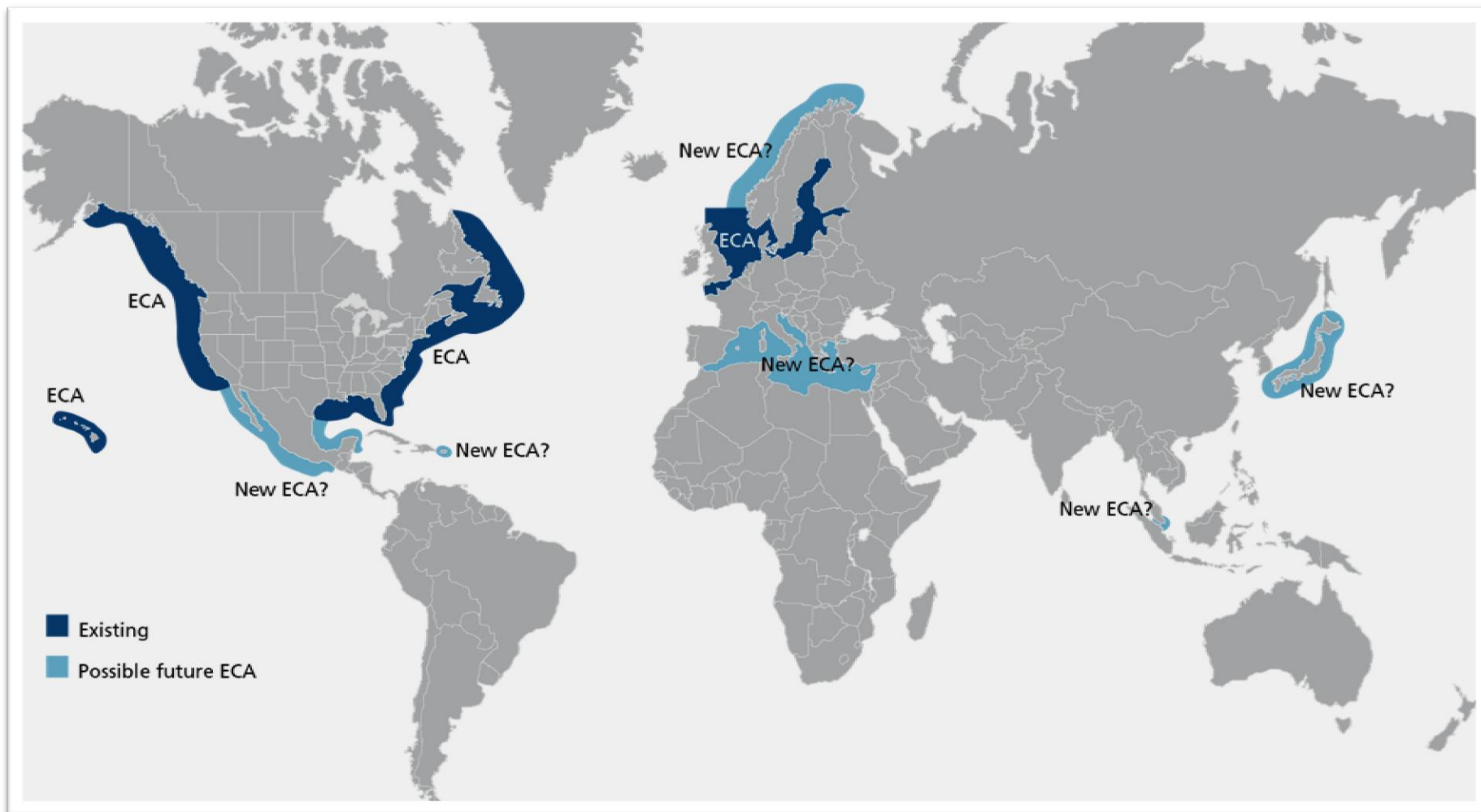
5 de Febrero de 2014.

El uso de gas natural licuado (GNL) se prevé que represente el 10% del volumen mundial de combustible utilizado por los buques en 2030, según un informe reciente de Wood Mackenzie. La compañía con sede en Edimburgo, Reino Unido, también proyecta que el consumo de gas en la industria del transporte mundial se cuadruplicará a 160 mil millones de metros cúbicos, hasta representar el 3.4% de la demanda total mundial en el año 2030.

Un estudio de mercado preparado por IHS CERA anticipa un mercado de GNL como combustible marítimo de 29 Mnt/a a partir de 2025, con posible crecimiento a 65 Mnt/a en 2030, representando 22% del mercado de Bunkering Fuel en el mundo



## 6.2 Drivers medioambientales

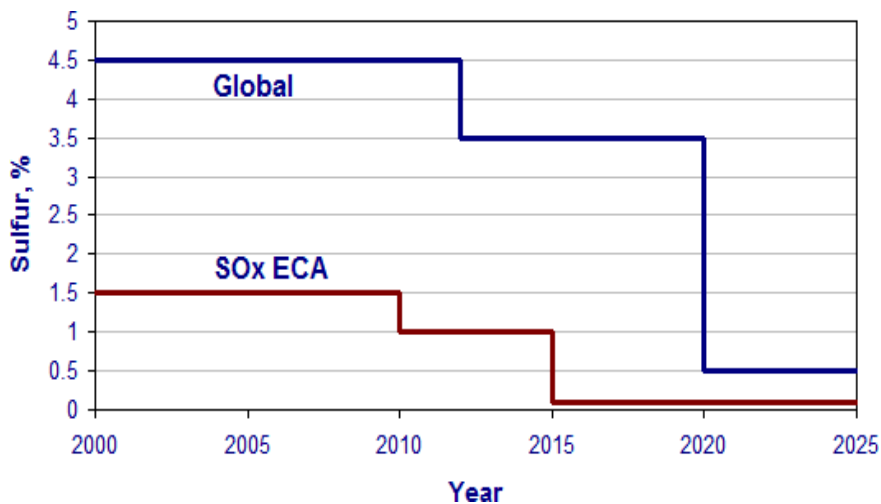


## 6.2 Drivers medioambientales

- El Anexo VI del convenio MARPOL regula las emisiones de contaminantes al aire producidos en los buques, incluyendo los óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ) y los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ )

### $\text{SO}_x$

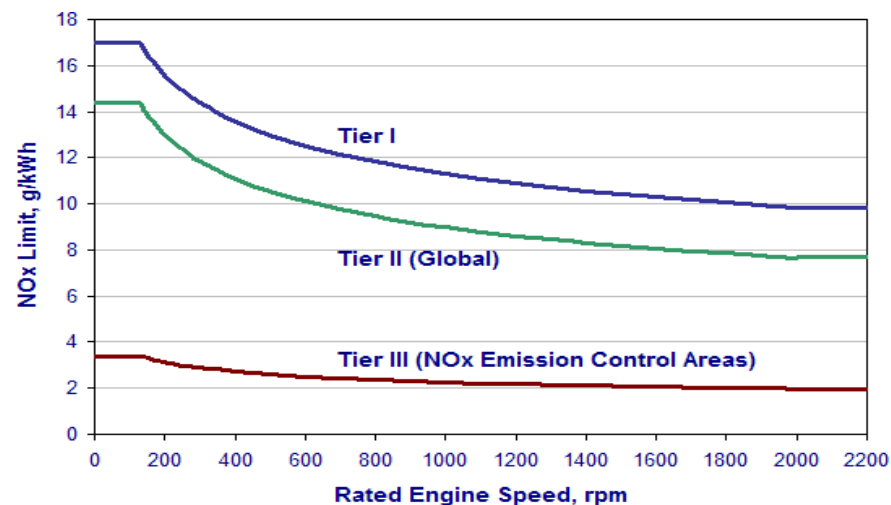
- Límite máximo general a nivel mundial:  
3,5% desde 2012  
0,5% a partir de 2020
- Límite para las zonas SECA  
1,0% desde 2010  
0,1% a partir de 2015



### $\text{NO}_x$

- Los límites para los  $\text{NO}_x$  se establecen para los motores diesel dependiendo de la velocidad de funcionamiento:

Tier I, Tier II (límites globales)  
Tier III (zona ECA)



# Contenido

1. Antecedentes
2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)
3. GNL como combustible para el transporte
4. Previsiones para el GN
5. GNL en el transporte terrestre
6. GNL en el transporte marítimo
- 7. GNL en el transporte ferroviario**
  - 7.1 Experiencias**
  - 7.2 Estado de la tecnología**
  - 7.3 Ventajas medioambientales**
  - 7.4 Suministro**
8. Conclusiones

## 7.1 Experiencias GNL-GNC

### Aplicación del Gas Natural a la propulsión ferroviaria está en pleno desarrollo a nivel mundial:

- Tecnología de GNL de **Westport y Caterpillar** para locomotoras en Canadá.
- **Proyecto Russian Railways**. Locomotora propulsada por una turbina a gas natural.
- **Ferrocarril Central Andino** ha sido pionero en poner en explotación comercial una locomotora de GNC.
- La **minera Brasileña Vale** trabaja en convertir toda su flota a un uso mixto de GN y diesel.
- **Indian Railways** utilizará gas natural licuado como combustible industrial y vehicular.
- **Burlington Northern Santa Fe Railway** (con tecnología Caterpillar y GE) posee experiencia en locomotoras de GNL.

Las iniciativas están en el **campo de los operadores públicos** ferroviarios más que en el de los fabricantes.



## 7.2 Estado de la tecnología

### Motores

- A día de hoy, prácticamente no existe producto de catálogo para GNL ferroviario. Sin embargo, existen:
  - Motores potencialmente aptos para el transporte ferroviario
  - Kits de transformación para modelos de motores específicos ferroviarios
- Posibilidad de recurrir a **fabricantes** con motores GNL **de otros segmentos de transporte**, tomando en consideración parámetros como:
  - Potencia
  - Velocidad de giro: se precisan motores rápidos (1.200-2.000 rpm). Existen motores rápidos para el transporte por carretera, ya disponibles: 25% diesel, 75% GNL
  - Tamaño del motor, pero sin olvidar los requisitos de autonomía y emisiones contaminantes del ferrocarril
- **Ubicación de motores y depósitos de GNL:**
  - Locomotoras
  - Automotores





## 7.3 Ventajas medioambientales del GNL

- **Destacado sector ferroviario en España** (grupos nacionales y principales grupos internacionales)
- Hay red suficiente con **potencial competitivo para el GNL** (el 42% de la red española de trenes no está electrificada) España es uno de los países de UE con más kms. de red ferroviaria.
- 25% de los trenes operados por RENFE tienen tracción diesel.

### Consumos medios de un tren de mercancías cargado

En ruta de perfil suave: **7,50 l/km**. En rutas con pendientes adversas: **12,13 l/km**

Consumos anuales de diésel (litros diésel/año) en la red ferroviaria española (Adif, 2012)

Fuente: Institut Cerdà

Puntos de aprovisionamiento	Servicios de viajeros	Servicios de Mercancías		Consumo total anual
		Renfe Operadora	EEFF privadas	
Puntos fijos (PF)	55.973.966 l/año	14.282.718 l/año	6.051.399 l/año	76.308.083 l/año
Puntos móviles (PM)	47.786 l/año	2.161.012 l/año	1.343.233 l/año	3.552.031 l/año
<b>TOTAL (PF + PM)</b>	<u>56.021.752 l/año</u> (91.336.904 IGNL/año)	<u>16.443.730 l/año</u> (26.809.576 IGNL/año)	<u>7.394.632 l/año</u> (12.056.081 IGNL/año)	<u>79.860.114 litros diésel/año</u> (130.202.561 litros GNL/año)

**Si el consumo total de diésel, se sustituyese por GNL, el ahorro de emisiones sería de más de 52.000 tCO<sub>2</sub>/año**

(DIESEL: 79.860.114 l diesel/año \* 2,67kgCO<sub>2</sub>/l diesel = 213.226 tCO<sub>2</sub>/año)

(GNL: 130.202.561 IGNL/año \* 0,45 kg/l \* 2,75 kgCO<sub>2</sub>/kg GNL = 161.126 tCO<sub>2</sub>/año)

Esto va en línea con la **Estrategia de Responsabilidad Empresarial de Renfe** vinculada a la reducción de emisiones y mejora de la eficiencia energética (“Compromiso con la Sostenibilidad y la Protección del Medio Ambiente”).

# 7.4 Suministro

La red ferroviaria no electrificada y la red de gas natural y puntos de suministro de GNL, presentan una gran coincidencia.

REFIG (Red Ferroviaria de Interés General)



— Vías no electrificadas

suministro de GNL



## SUMINISTRO DESDE CAMION CISTERNA



## SUMINISTRO DESDE ESTACION DE CARGA FIJA O MÓVIL





# Contenido

1. Antecedentes
2. Mercado energético actual (Gas Natural vs Brent)
3. Previsiones para el GN
4. GNL como combustible para el transporte
5. GNL en el transporte terrestre
6. GNL en el transporte marítimo
7. GNL en el transporte ferroviario
- 8. Conclusiones**

## 8. Conclusiones

- **GNS es líder** en la implantación de **EESS de GN**. Actualmente somos la empresa de referencia en el suministro de **gas natural como carburante**.
- Por sus reservas, diversificación, ventajas económicas y medioambientales existe **un elevado potencial de crecimiento del GNL** como energía de propulsión del sector **terrestre, marítimo y ferroviario**.
- Estas nuevas utilizaciones del GN requieren una **coordinada labor legislativa, de desarrollo y de apoyo**, tanto del sector público como privado.
- GNS colabora activamente con Asociación Española del GN en Movilidad (**GASNAM**) y con la Natural & bio Gas Vehicle Association Europe (**NGVA Europe**), que puede ser una palanca de apoyo para la implantación del GNL en el sector ferroviario.
- **Logística operativa madura y elevada seguridad de suministro** como para poder dar respuesta al mercado potencial de tracción ferroviaria con GNL en España.
- Muchos de los servicios de viajeros y de mercancías con tracción diesel tienen **orígenes o destinos comunes**, con lo que el aprovisionamiento de combustible de dichos trenes podría concentrarse en un **número reducido de puntos**.

**... Pero asegurar la viabilidad técnica, legal y económica no es suficiente para el éxito de la tracción ferroviaria con GNL en España:**

**Es imprescindible llevar a cabo una acción importante de “mentalización” de los distintos agentes involucrados (Operadores ferroviarios, Gestor de infraestructuras ferroviarias (Adif) Administraciones, Compañías suministradoras, Tecnólogos...) sobre las bonanzas de la solución para que, junto con el aseguramiento de la viabilidad técnica, legal y económica, decidan apostar por esta nueva tecnología de tracción.**

*Vencer el dilema del “huevo o la gallina”*

Esta presentación es propiedad del Grupo Gas Natural.  
Tanto su contenido temático como diseño gráfico es para  
uso exclusivo de su personal.

©Copyright Gas Natural SDG, S.A.