

Jornada Técnica de la PTFE:
**GESTIÓN ENERGÉTICA SOSTENIBLE E INTELIGENTE
EN EL ÁMBITO FERROVIARIO**
Madrid, 12 de marzo de 2015

H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

Amador Robles Tascón
Renfe Operadora

Financiado por:



¿ Cómo estamos ?



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

¿Podemos hacer algo? Debemos!!! hacer algo.

Dos soluciones en formato “ensayo” adaptadas a la actualidad

- ❖ Tranvía de hidrógeno H2
- ❖ GNL para transporte de viajeros



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

❖ Proyecto H2:

Si bien el transporte ferroviario es uno de los más eficientes, siempre es necesario buscar *nuevos* sistemas de tracción con combustibles menos/no contaminantes.

Esto permitirá cumplir con los protocolos respecto a reducción de emisiones de CO₂ de la UE. Además de cumplir con el compromiso de RENFE con la responsabilidad social de llevar a cabo acciones que contribuyan a la sostenibilidad y eficiencia energética .

Se trata de un proyecto pionero, que servirá de base para desarrollos posteriores

✓ entre 2019 y 2012 Fase I

✓ a partir de 2014 Fase II

H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

¿ Quiénes fueron los protagonistas?

✓ Feve (ahora integrada en RENFE)



renfe

✓ Principado de Asturias



✓ Ficyt

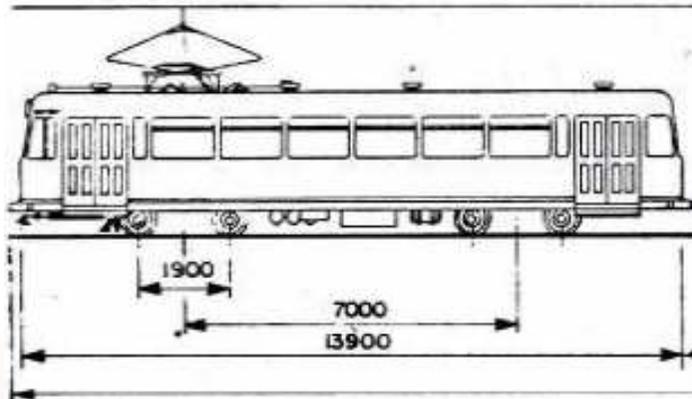


✓ Fundación cidaut



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

- **Objetivo H2:** *Fase I*; integración de un sistema de tracción basado en pila de combustible para un vehículo ferroviario. *Fase II*; pruebas dinámicas en una línea corta y de débil tráfico entre Llovio y Ribadesella

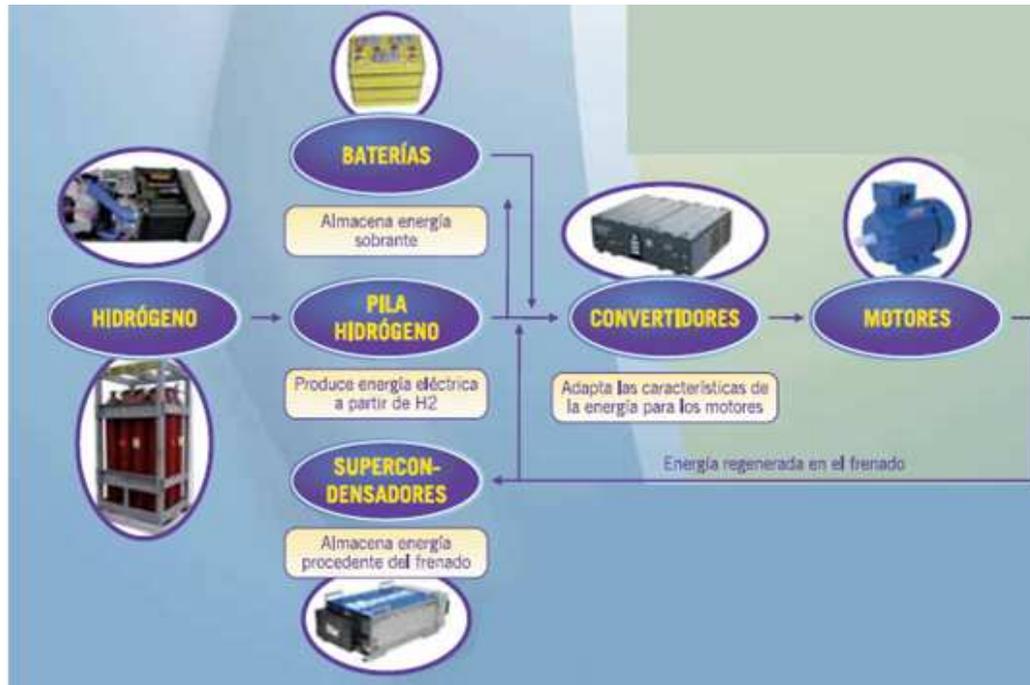


- ✓ **Vehículo:** unidad tranviaria de los años 30 serie 3400, conocidos como “Fabiolo” reformado en los años 50 y utilizado como tranvía en Asturias y Valencia en los años, 80 y 90



❑ Características del tranvía H2.

- Peso: 20.000 Kg
- Longitud: 14.300 mm
- Altura: 3.070 mm
- Anchura: 2.320 mm
- Capacidad : 30 personas



❑ Otros equipos auxiliares.

- Variadores motor, permiten el frenado regenerativo para la carga de los sistemas de almacenamiento de energía y el control del motor
- Compresor de aire
- Inversor compresor de aire
- Transformador monofásico
- Convertidor pilas de combustible
- Convertidor batería
- Convertidor supercondensadores
- Convertidor de carga red, permite conectar las baterías a la red y recargarlas cuando el tren está parado
- PLC
- Inversor de convertidores

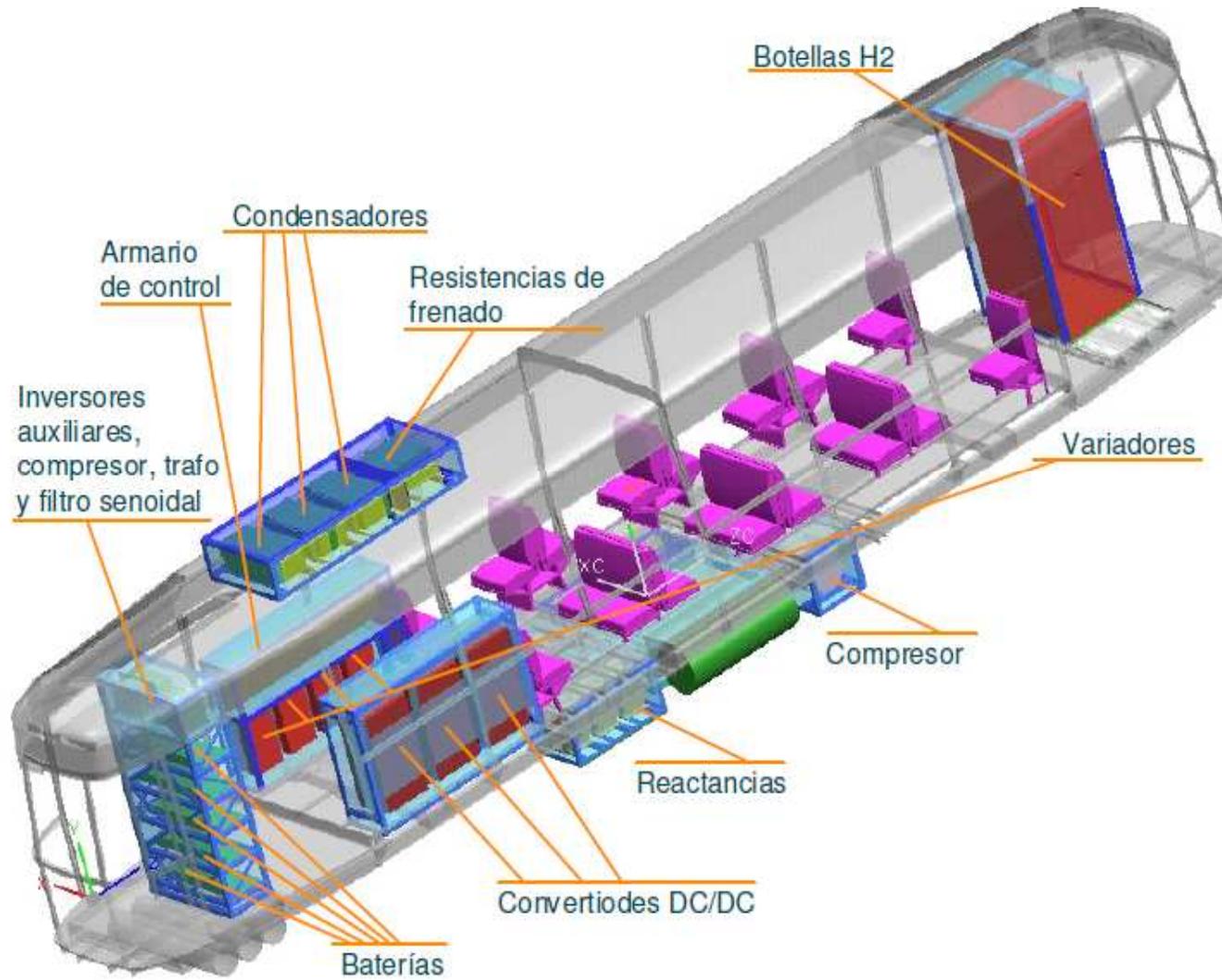
❑ Prestaciones del vehículo.

- Aceleración media : $\pm 0,4 \text{ m/s}^2$
- Aceleración máxima : $\pm 0,1 \text{ m/s}^2$
- Velocidad máxima 25-30km/h
- Potencia máxima de tracción 120kW
- Motores de tracción: 4 motores asíncronos de 30kW

❑ Elementos principales.

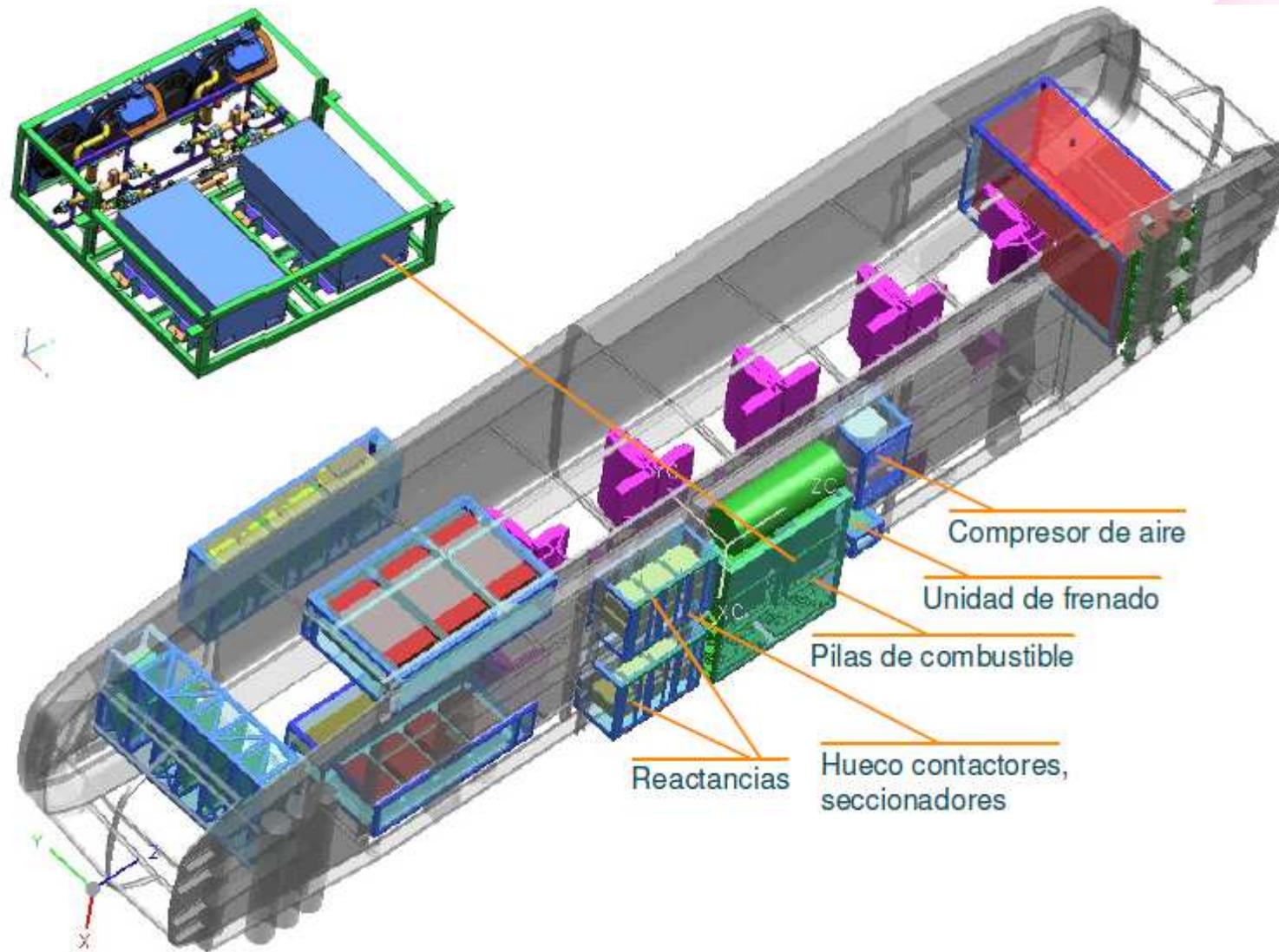
- 2 pilas de combustible de 12 kW cada una modelo HyPM HD de Hydrogenics
- Baterías: 90 Ah de 156 celdas conectadas en serie
- Supercondensadores: 3 módulos Maxwell HTM 125
- Rack de 12 botellas de hidrógeno: de 50 L de hidrógeno comprimido a 200 bar
- Tensión de bus: 670-700VDC

□ Distribución equipos (I).



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

□ Distribución equipos (II).



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.



Estancia para viajeros



Puesto/Cabina de conducción

H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

❑ Subconjuntos y equipos (I)



Variadores de frecuencia



Convertidores de potencia



Motores



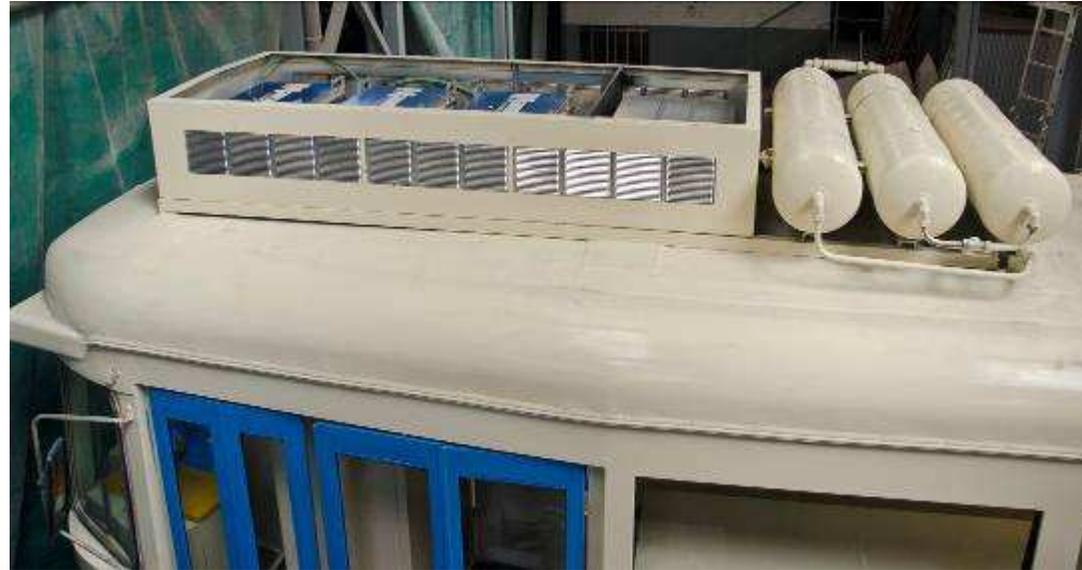
Inductancias

H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

❑ Subconjuntos y equipos (II)



Baterías



Supercaps



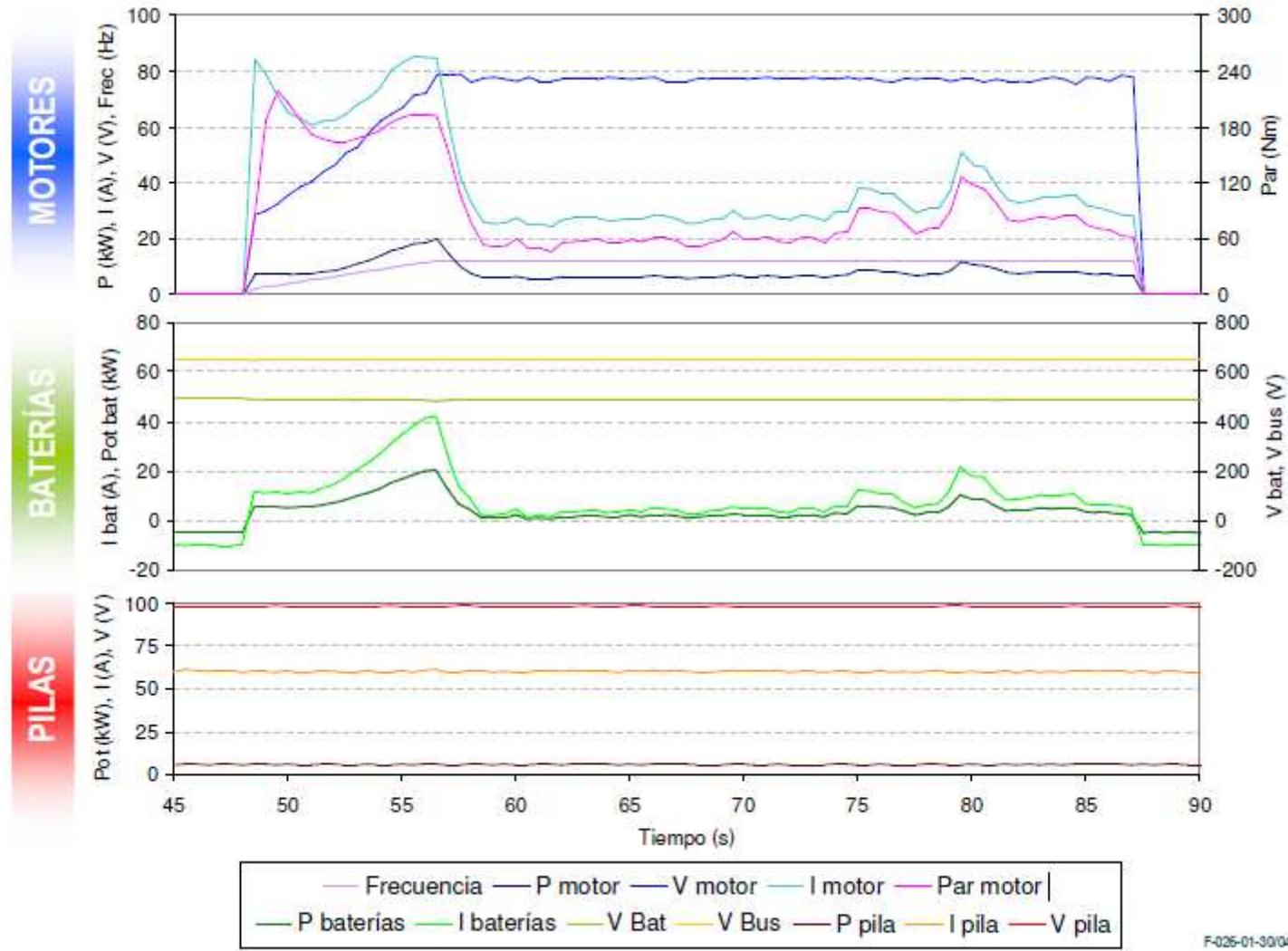
Pila de Combustible



Almacenamiento H2

H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

Resultados reales fase I



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

❑ Conclusiones: H2 Fase I

- El hidrógeno está llamado a ser el combustible renovable del futuro
- Aplicaciones del hidrógeno en el sector ferroviario: Vehículos ligeros (tranvía, líneas de baja ocupación,...) o tractores de maniobras
- Primer vehículo ferroviario propulsado por hidrógeno en Europa (2011)
- “Laboratorio rodante” para el estudio de arquitecturas híbridas basadas en hidrógeno
- Integración de la nueva planta de potencia y ensayos preliminares realizados

HOY

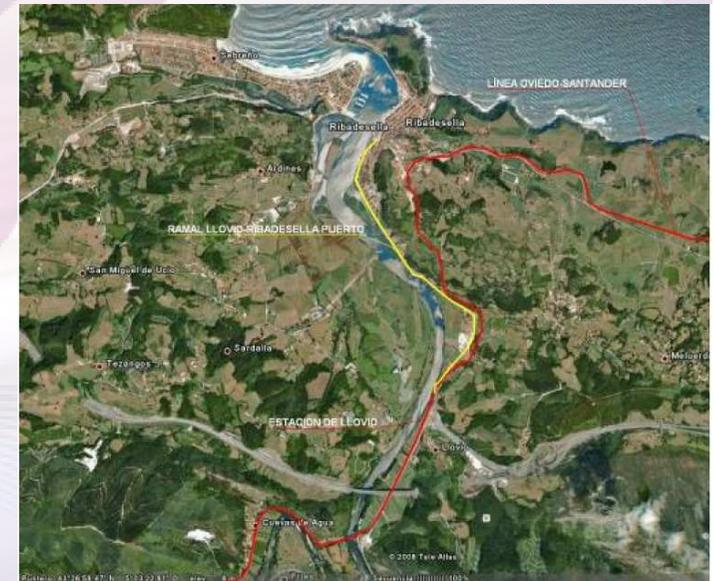
HASTA

DESDE

Fase II: ensayos del sistema completo y pruebas dinámicas en vía ramal Llovio - Ribadesella

❑ Características del tramo de prueba

- Ancho de vía 1000 mm
- 2.600 metros de línea
- 2 estaciones



— Línea Oviedo Santander

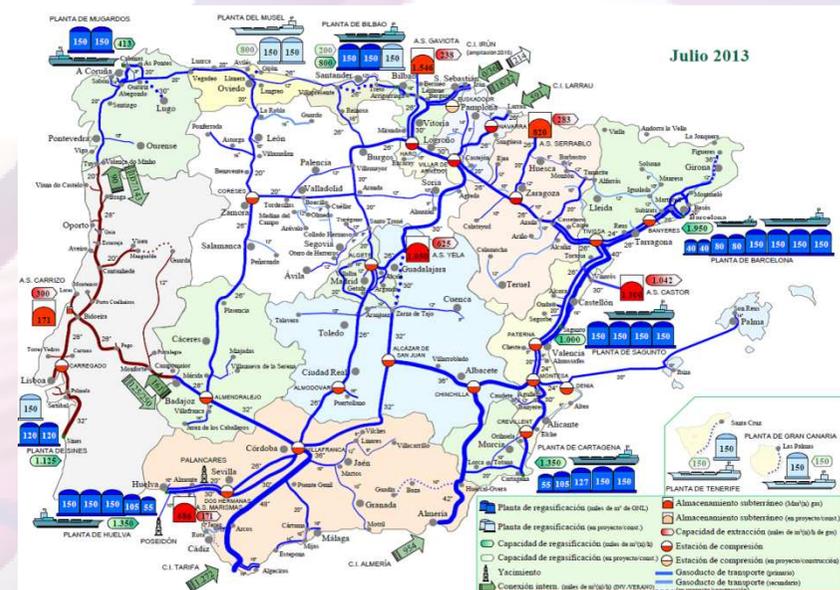
— Tramo prueba Llovio Ribadesella

❖ Proyecto GNL Piloto

El uso de **Gas Natural Licuado (GNL)** como combustible para el transporte se está estudiando como un medio para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y partículas contaminantes en comparación con el diesel. Son ya algunas compañías estadounidenses las que comienzan a probar el **GNL** como combustible alternativo en sus locomotoras de mercancías.

Si bien hasta ahora las experiencias piloto son en tráfico de mercancías, RENFE quiere dar un paso más allá y, de tener éxito, colocarse como referente europeo e internacional en el uso de **GNL** para ferrocarril, ya que su experiencia piloto se hará para **tráfico de viajeros**. Hay enormes desafíos técnicos y regulatorios, pero sin duda es un primer paso de gran importancia que permitirá a RENFE evaluar la viabilidad técnica y económica del uso de **GNL** en servicio a través del transporte ferroviario de viajeros, lo que podrá reducir los costes de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero, consolidando así las prestaciones en seguridad para el medio ambiente y aprovechar más las posibilidades energéticas existentes.

En la península existe una elevada disponibilidad de **GNL**, y una importante flota de camiones cisterna que pudieran transportarlo por toda la península



Mapa infraestructuras gasísticas en la península 2013. Fuente Comisión Nacional de la Energía.

¿Quiénes son y serán los protagonistas?

Institut Cerdà 

Institut Cerdà

COORDINA A:

RENFE 

Enagas 

Gas natural
fenosa

gasNatural 
fenosa

ARMF



Cummins



BUREAU VERITAS



Fundación cidaut

Fundación
cidaut 
Investigación y Desarrollo en Transporte y Energía

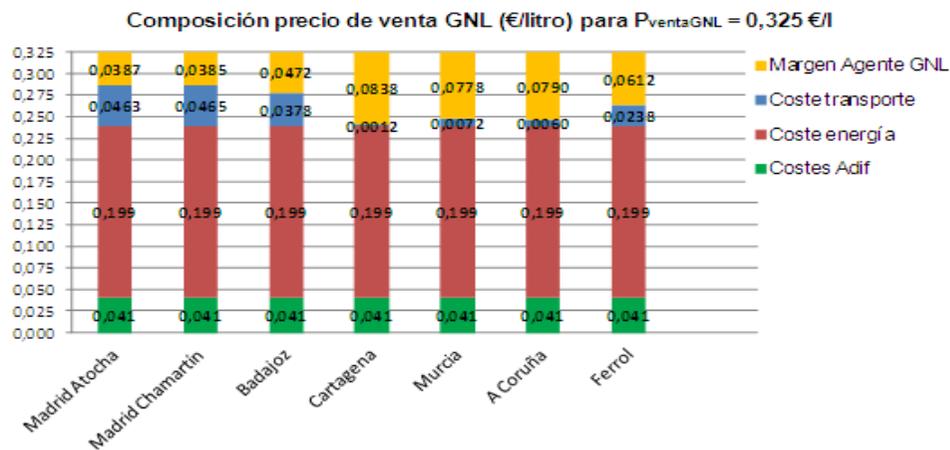
H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

➤ Motivos para apostar por el GNL

Costes del combustible

Comparativa del precio del carburante

	(Coste energía + Margen) +	Coste transporte	+ Coste gestión y dispensación =	Precio venta
Diesel	0,735 €/l	0,028 €/l	0,021 €/l 0,020 €/l (Adif, 2012)	0,804 €/l
GNL	0,199 €/l + ?	0,001 €/l a 0,047 €/l Variable según planta (distancia)	0,021 €/l 0,020 €/l	0,241 €/l a 0,287 €/l + margen gasista ?



Hipótesis:

Precio de venta GNL al cliente:
De **0,290 €/l** a **0,445 €/l**

Consumo medio

El gas natural licuado (GNL) tiene un menor poder energético por unidad de volumen que el diesel:

- **1 litro de diesel ≈ 1,62 litros de gas natural licuado**
- **¿Nuevos requisitos de autonomía?** → No, la mayoría de rutas en España (distancia no electrificada < 1.000 km) pueden mantener la autonomía con GNL y similar capacidad del depósito.

Consumo medio de un tren según segmento (OFE, 2012 y fichas técnicas del material móvil)

	<u>Diesel</u>	<u>GNL</u>
✓ Cercanías:	1,07 litros diesel/km	1,74 litros GNL/km
✓ Media Distancia:	1,45 litros diesel/km	2,37 litros GNL/km
✓ Larga Distancia:	3,24 litros diesel/km	5,28 litros GNL/km
✓ Mercancías:	10,00 litros diesel/km	16,30 litros GNL/km

Ahorros en carburante según segmento

Hipótesis:

Precio de venta GNL al cliente:
De 0,290 €/l a 0,445 €/l



Ahorros en carburante (€/km)	
Cercanías	0,08 a 0,35
Media Distancia	0,11 a 0,48
Larga Distancia	0,26 a 1,07
Mercancías	0,79 a 3,32

H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

Ahorros en carburante en la unidad para la prueba piloto

Consumo medio de diesel de series 2600 y 2700

1,235 litros diesel /km



2,014 litros GNL /km



Hipótesis:

Precio de venta GNL al cliente:

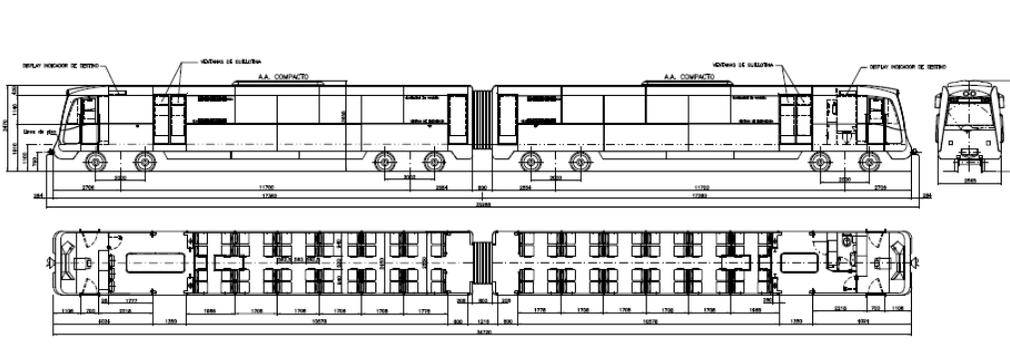
De 0,290 €/l a 0,445 €/l



Ahorros en carburante (€/km)

0,097 a 0,409 €/km

- **Objetivo Piloto GNL:** Fase I. Integración de un sistema de tracción por GNL para un vehículo ferroviario. Fase II. Pruebas dinámicas en una línea de débil tráfico, dos opciones.



- ✓ **Vehículo:** unidad serie 2600, utilizado como tren de cercanías en líneas NO electrificadas en Asturias y León

❑ Características de la unidad.

- Peso: 53.460 Kg
- Longitud: 35.288 mm
- Altura: 3.655 mm
- Anchura: 2.565 mm
- Velocidad máxima: 80 kms/h
- Capacidad : 99 asientos, 244 plazas máximas



H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

Fase I: en proceso de desarrollo.

❑ en los próximos meses inicio de los trabajos en vehículo seleccionado.

✓ después de 4 meses la unidad quedará lista para iniciar la Fase II pruebas dinámicas y de esfuerzo motor en línea



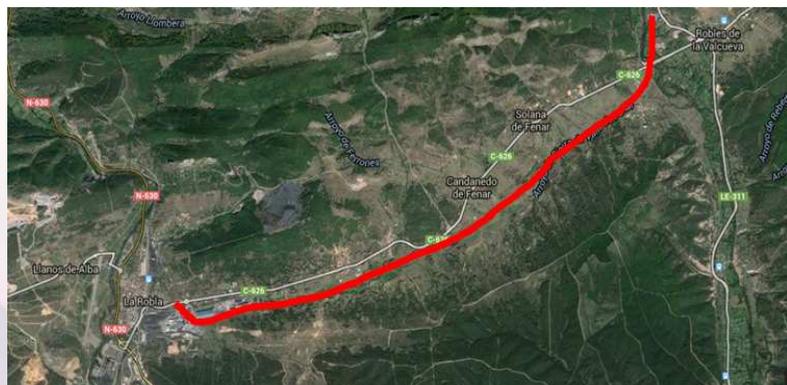
H2 y GNL Dos ensayos piloto en Renfe para líneas NO electrificadas.

Fase II: ensayos del sistema completo y pruebas dinámicas, dos opciones (Entre 12.000 y 15.000 kms)

❑ Características del tramo de prueba

a) La Robla –Matallana de Torío

- Ancho de vía 1000 mm
- 10 kilómetros de vía
- 2 estaciones

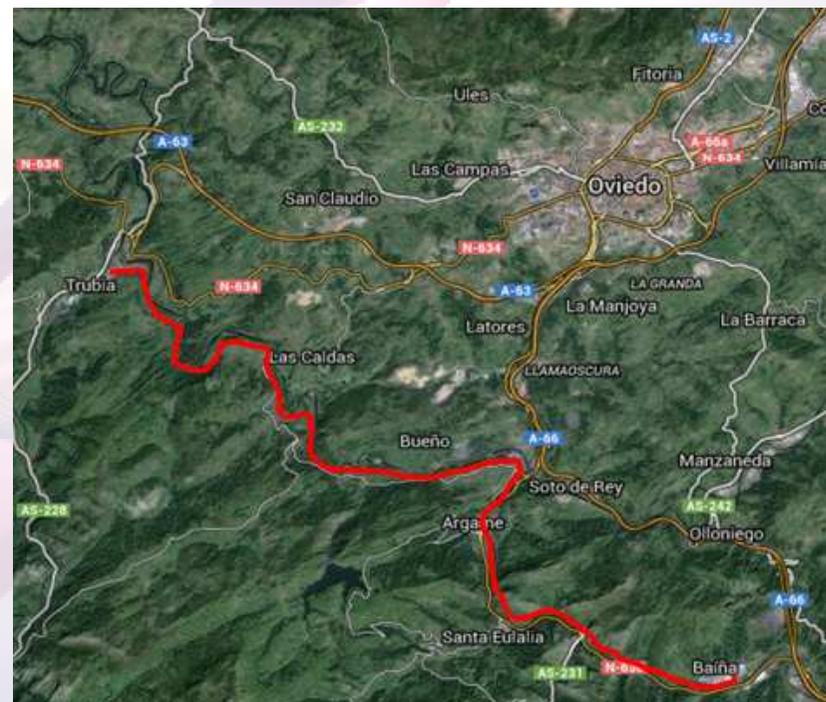


— Línea La Robla- Matallana

❑ Características del tramo de prueba

b) Trubia – Baiña - (Figaredo)

- Ancho de vía 1000 mm
- 20 kilómetros de vía
- 5 estaciones



— Línea Trubia- Baiña

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Coordenadas ponente/empresa

Renfe Operadora.
amadorrt@renfe.es

Financiado por:



Ref. PTR-2014-0351



Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española

www.ptferroviaria.es

