



Noviembre 2020

*Your Way*  
TO FUTURE MOBILITY

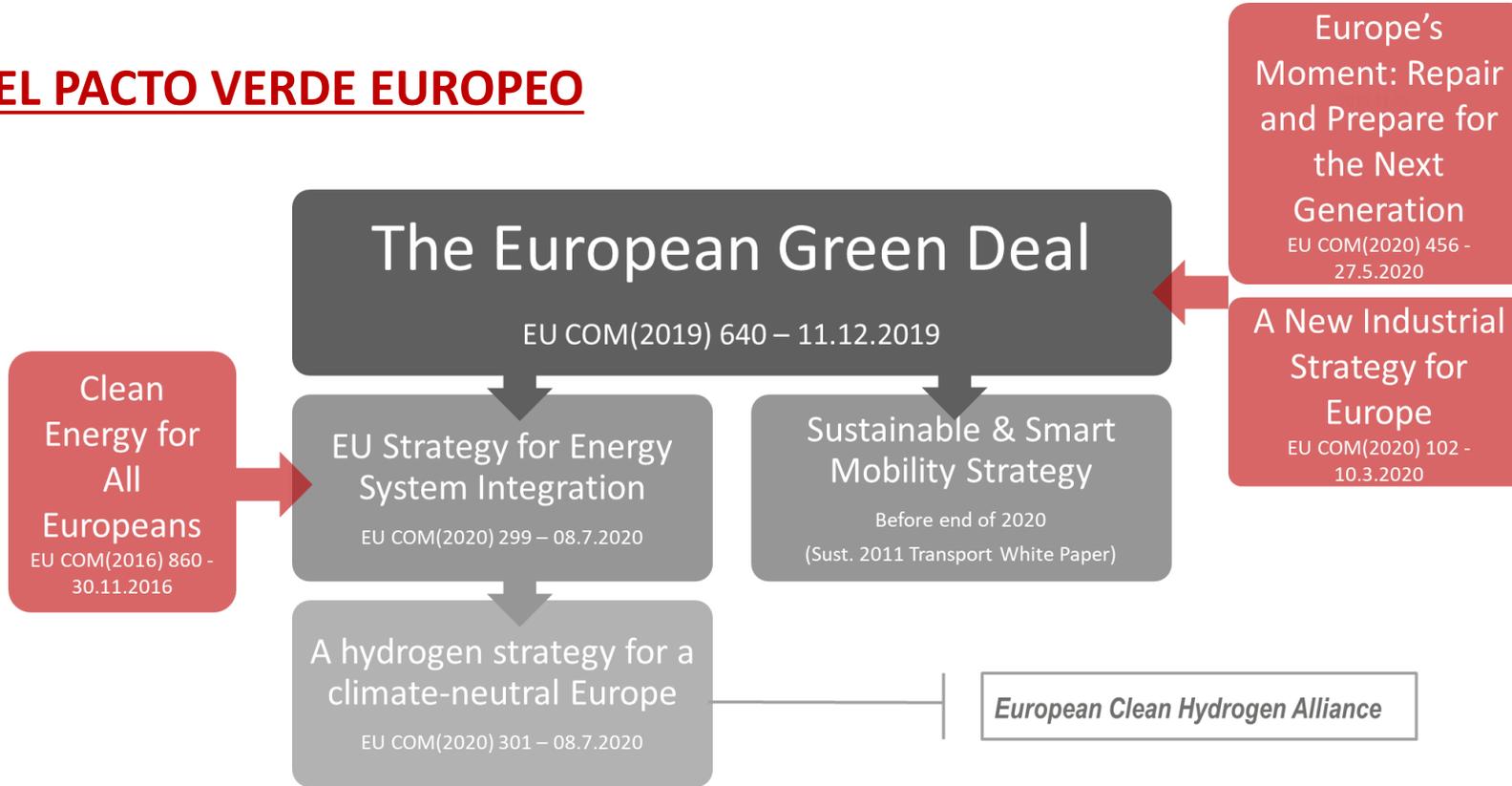
# HIDROGENO EN EL FERROCARRIL



- 1. Contexto
- 2. Estrategia de CAF en el Hidrógeno
- 3. Hoja de ruta del Hidrógeno



## EL PACTO VERDE EUROPEO



### Objetivos Europa



Alcanzar la neutralidad climática para el 2050



Proteger la vida humana, animales y plantas reduciendo la contaminación



Ayudar a las empresas a convertirse en líderes mundiales en productos y tecnologías limpias



Ayudar a garantizar una transición justa e inclusiva

### TRANSPORTE

#### Objetivos

El transporte representa una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión y estas continúan creciendo. **El Green Deal busca una reducción del 90% en las emisiones del transporte para 2050.**

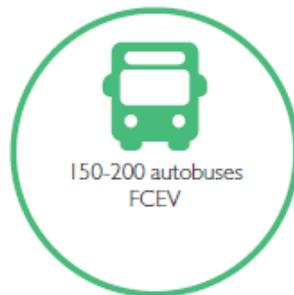
#### Estrategia

- La **movilidad multimodal automatizada y conectada** jugará un papel cada vez más importante, junto con los **sistemas inteligentes de gestión del tráfico** habilitados por la **digitalización**.
- El **precio del transporte** debe reflejar el **impacto** que tiene sobre el **medio ambiente y la salud**.
- Incrementar la producción y el despliegue de **combustibles alternativos sostenibles** para el transporte.

## HOJA DE RUTA DEL HIDRÓGENO ESPAÑA

### VISIÓN 2030 Y 2050

*Los objetivos nacionales van dirigidos no sólo a la producción de hidrógeno renovable sino también a cada una de las áreas de actividad donde se ha identificado que la demanda de hidrógeno renovable tiene mayor potencial de crecimiento en esta década, concretamente, la industria y la movilidad. Las líneas de actuación y medidas definidas serán los instrumentos que se implementarán con la finalidad de alcanzar los objetivos descritos a continuación.*



## Posicionamiento de CAF en la movilidad de H2

CHOOSE THE  
*Green Way*

Línea de Producto	Prioridad	Comentarios
 <b>AUTOBUS</b>	<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las soluciones de <b>autobús eléctrico con baterías</b> satisfacen la mayor parte de necesidades de transporte urbano</li> <li>La tecnología del H2 se justifica si:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Autonomías superiores a los 250/300 km</li> <li>Restricciones para la instalación de punto de carga eléctrica: Espacio, potencia...</li> </ul> </li> </ul>
 <b>TRANVÍA</b>	<b>Baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sistema de transporte electrificado.</b></li> <li>Si se opta por <b>eliminar la catenaria</b> en ciertos tramos (falta de espacio, disminución del impacto visual, etc.) CAF tiene producto viable basado en <b>baterías/ultracapacidades</b>.</li> <li>Interés en ciudades que apuesten por el hidrógeno en autobuses y opten por operar los tranvías en nuevos tramos sin catenaria.</li> </ul>
 <b>METRO</b>	<b>Ninguna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Sistema de transporte electrificado.</b></li> <li>Esporádicamente se requieren soluciones para mover las unidades cuando falla el suministro eléctrico pero en estos casos se opta por soluciones basadas en baterías.</li> </ul>
 <b>CERCANÍAS Y REGIONALES</b>	<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A día de hoy, el <b>hidrógeno</b> es la única solución <b>potencialmente cero emisiones</b> que proporciona <b>autonomías mayores a 100 km</b> sin alimentación eléctrica.</li> <li>En la actualidad más de un tercio de la red española está sin electrificar.</li> <li>La sustitución de trenes diésel, normalmente prestando servicios regionales solo puede venir de la mano del Hidrógeno.</li> </ul>

2015

2017

2018

2019

2020

2021

2022

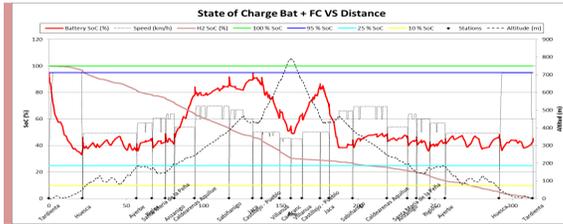
2023

2 AUTOBUSES EN SERVICIO DESDE 2015 EN HAMBURGO

10 TROLEBUSES EN SERVICIO EN RIGA

LANZAMIENTO PLATAFORMA URBINO HYDROGEN

CONTRATOS DE AUTOBÚS DE HIDRÓGENO  
 Bolzano (Italia): 12 (06/2019)  
 Weppertal y Colonia (Alemania): 25 (04/2020)  
 Provincia de Zuid-Holland (Holanda): 20 (04/2020)



ENSAYOS PILA DE HIDROGENO 100 KW

BALLARD

ENSAYOS PILA DE HIDROGENO 70 KW NUEVA GENERACIÓN

BALLARD

ENSAYOS PILA DE HIDROGENO 70 KW



Shift2Rail  
 Study on the use of fuel cells & Hydrogen in the railway environment  
 FCH FUEL CELLS AND HYDROGEN JOINT UNDERTAKING



DEMOSTRADOR EN VIA JULIO 2022



PROTOTIPO PARA CLIENTE, OPERACIÓN EN LINEA CON H2, 2023

El función de las características del trazado sin catenaria, la operación y la localización, la solución más eficiente es diferente

CHOOSE THE *Green Way*

## Multiple unit case studies

### Overview of route specifications

	Montréjeau – Luchon, France	Aragon, Spain	Groningen & Friesland, Netherlands
Track length	140 km	165 km	300 km
Rolling stock	3x 4 car trains (bi-mode)	2x 4 car trains (bi-mode)	70x 3 car trains
H <sub>2</sub> consumption	0.36 kg/km 245 kg/day	0.31 kg/km 240 kg/day	0.22 kg/km 16,500 kg/day
Total CAPEX	EUR 25 m	EUR 14 m	EUR 398 m
Characteristics	Partly electrified route with a low utilisation on 36 km	Cross border connectivity and long route without electrification	Fast trains for intercity connections
<b>Total cost of ownership [EUR/km<sub>train</sub>]</b>			
Diesel	18.5	9.3	4.8
FCH	21.2	12.4	5.0
Catenary	27.5	22.6	4.5
Battery	19.9	13.7	5.3
<b>Environmental analysis</b>			
CO <sub>2</sub> savings [tons per year]	1,334 t	767 t	56,389 t

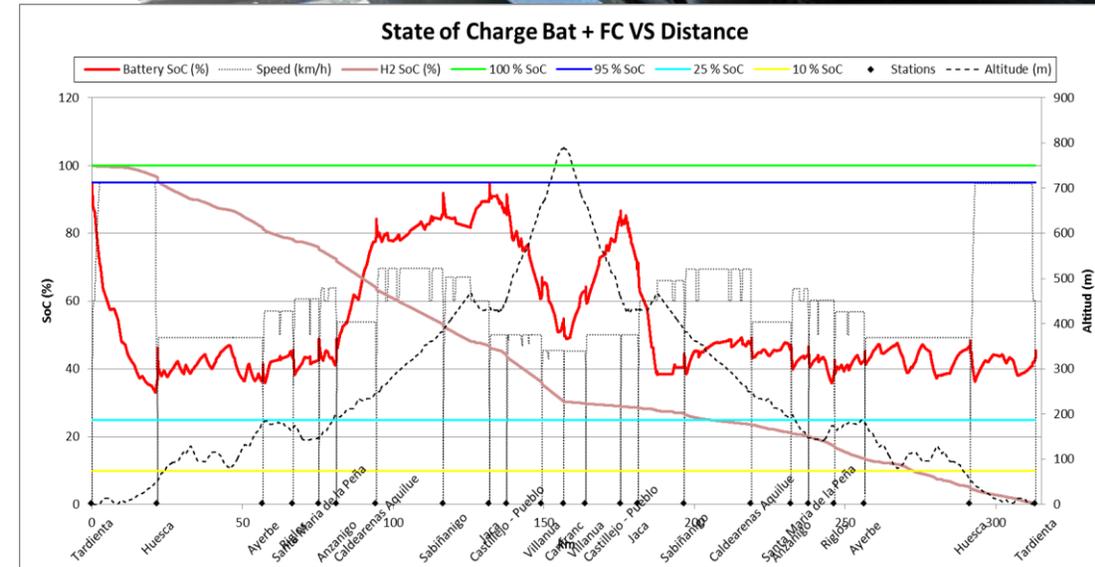
### Montréjeau – Luchon, France



### Aragon, Spain



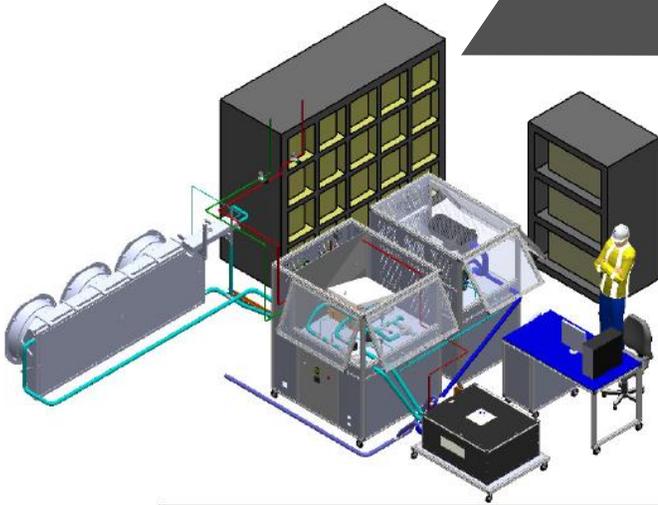
### Groningen & Friesland, Netherlands



FUEL CELLS AND HYDROGEN  
JOINT UNDERTAKING

### La pila de combustible: El corazón del sistema

CHOOSE THE  
*Green Way*



- Preparación de banco para ensayar HD100v7, FC de 100kW de Ballard.
- Ensayos ya realizados
  - Curva de polarización
  - Curva de potencia
  - Rendimiento eléctrico y térmico
  - Consumos auxiliares
  - Consumo de H<sub>2</sub>
  - Distribución de temperaturas
  - Respuesta ante transitorios
- **2020-2021:** Ensayos con la Pila HD70v8 de Ballard
- **2021-2022:** Ensayos con la nueva generación de Pila (v2) de Toyota, integración con el resto del sistema de tracción y baterías.



### EUROPA ELIGE AL CONSORCIO LIDERADO POR CAF PARA EL DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE TREN DE HIDROGENO

CHOOSE THE  
*Green Way*

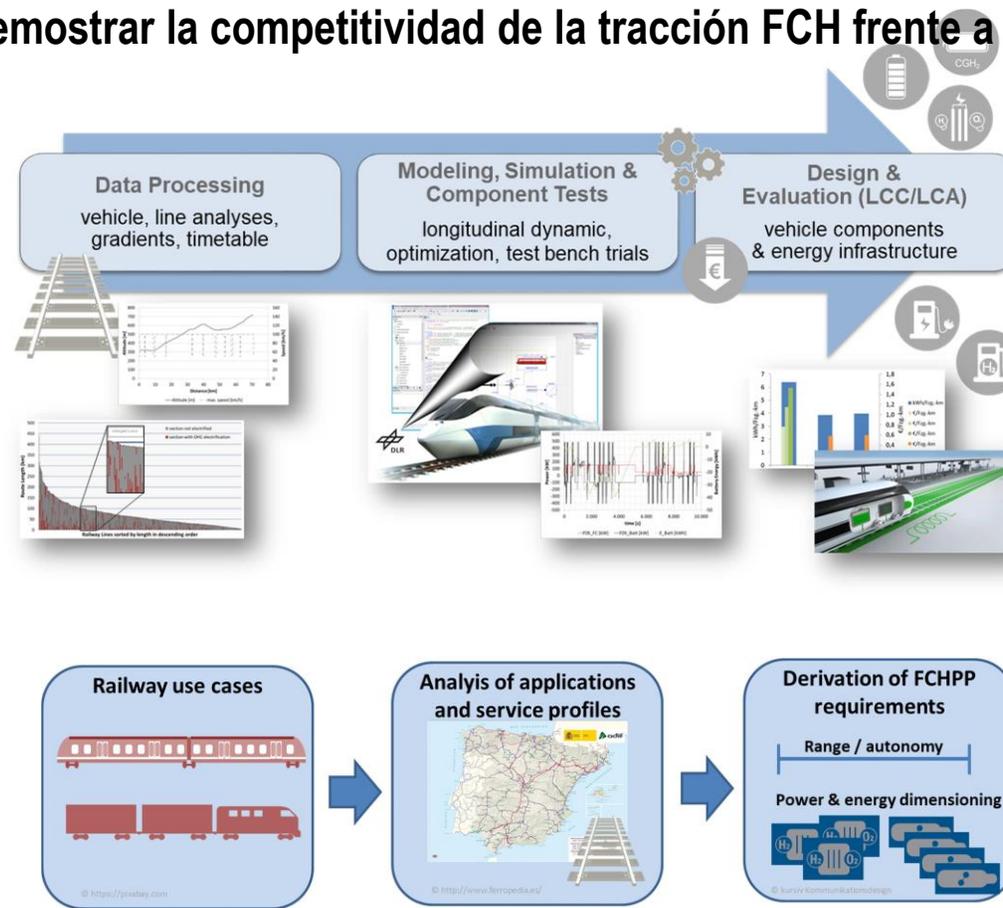


#### ALCANCE DEL PROYECTO

1. Diseño y fabricación de un prototipo innovador (trenes regionales de pasajeros) propulsado mediante FCH
2. Demostrar el funcionamiento de FCH en una operación bimodo (catenaria eléctrica, sin catenaria FCH)
3. Marco normativo para la introducción de trenes con propulsión FCH:
  - Identificar las carencias del marco regulatorio actual (TSI y EN)
  - Proponer modificaciones de las normas y las ETI pertinentes para permitir la obtención de autorización para operar trenes bimodo FCH, siendo presentados a CEN, CENELEC y la Agencia de Ferrocarriles de la Unión Europea.

## ALCANCE DEL PROYECTO

### 4. Demostrar la competitividad de la tracción FCH frente a la diésel.



### 5. Identificar soluciones innovadoras para incrementar la eficiencia de FCH

## MIEMBROS DE CONSORCIO

- Fabricante Ferroviario:



- Operador Ferroviario:



- Gestor de Infraestructuras:



- Fabricante de Pilas de Hidrógeno:

**TOYOTA**

- Otros fabricantes:



- Centro Tecnológicos:



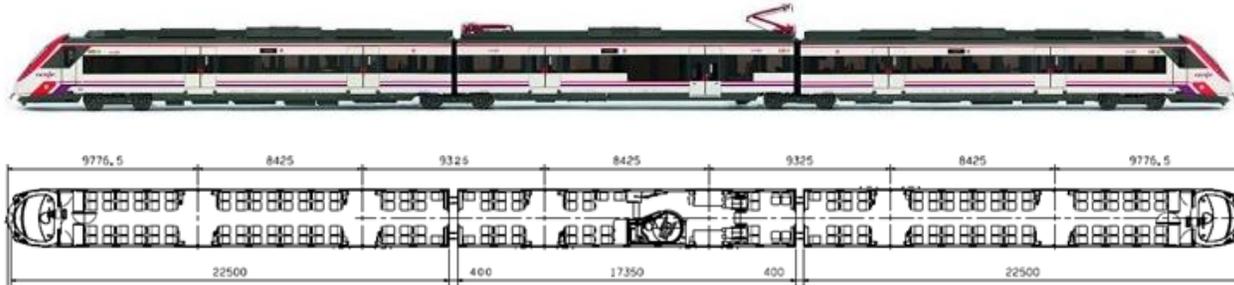
## PRESUPUESTO DEL PROYECTO

- Presupuesto total del proyecto: 14,5 M€
- Financiación: 10 M€

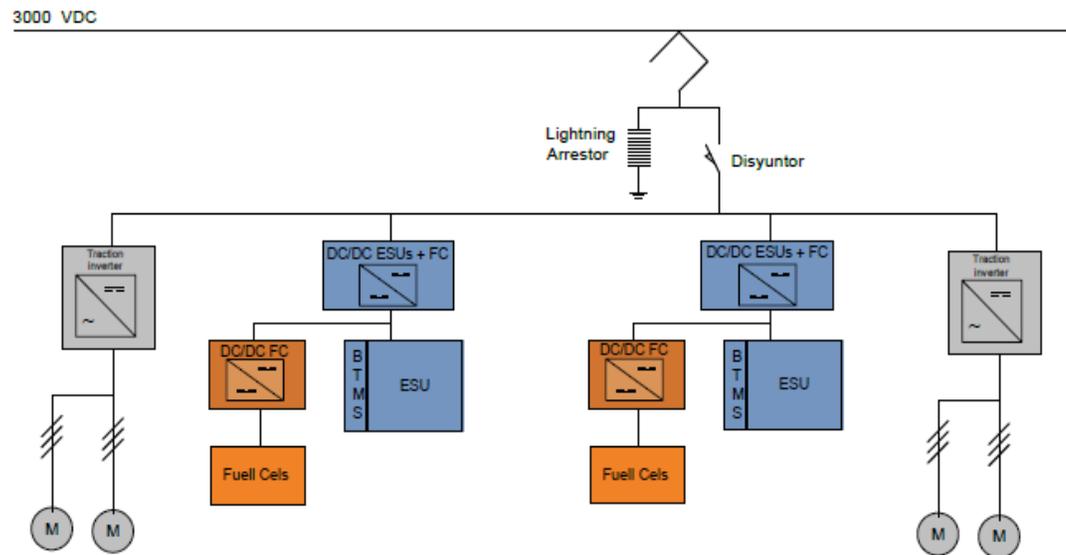
## PLAZOS

- Inicio del Proyecto: Enero 2021
- Finalización del proyecto: 2024
- Prototipo en vía: Julio 2022





### Hibridación Baterías + H2 Sistema



### Fuel Cell

- Stack, Bomba y Compresor de caudal variable, Electrónica
- Sistema de refrigeración forzada liquido/aire
- Convertidor DC/DC: desde salida DC del Stack a Baterías
- Sistema de almacenamiento de H2 a presión
- Instalación repostaje H2 y distribución de H2 a las Fuel Cell

### Sistemas de baterías

- Baterías de Litio embarcadas
- Battery pack para conexión a catenaria de 3kVDC
- Química LTO (Litio Titanato) de alta ciclabilidad
- Refrigeración líquida de baterías con el BTMS

### Convertidores de electrónica de potencia

- Inversor de CIVIA UTF – 3kVDC existente
- Convertidores de potencia DCDC de 3kVDC – 800VDC



*Your Way*  
TO FUTURE MOBILITY

---

[www.caf.net](http://www.caf.net)

---