

TRACCIÓN DE HIDRÓGENO

Abraham Fernández Del Rey

10/01/2022

renfe

FCH₂RAIL
H-H

Fuel Cell Hybrid PowerPack for Rail Applications

Enginyers
Industrials de Catalunya

renfe

Dirección General de Desarrollo y Estrategia

Dirección General de Desarrollo y Estrategia



This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No. 101006633. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, Hydrogen Europe and Hydrogen Europe research.

www.renfe.com

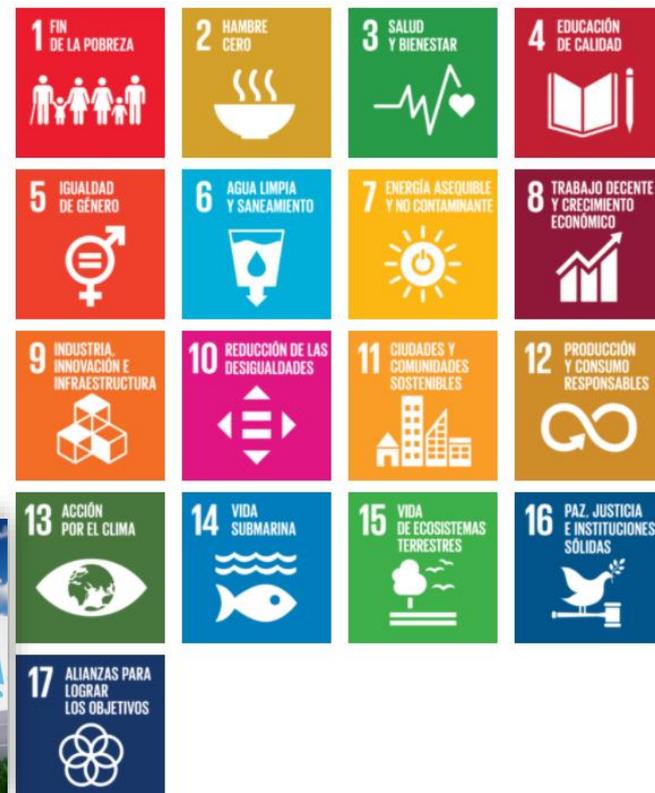
Índice

1. Contexto
2. Entorno Sociopolítico
3. El nexo entre la Hoja de Ruta y el proyecto FCH2Rail
4. Participación en proyectos I+D+i
5. Objetivos del Proyecto
6. Hitos destacables del Proyecto
7. Estructura de Paquetes de Trabajo
8. Concepto y requisitos
 - a. Casos de uso.
 - b. Servicios a en España realizados con DMU
 - c. Almacenamiento de hidrógeno
9. Arquitectura del demostrador
10. Desarrollo del paquete de potencia
11. Desarrollo del demostrador
12. Estándarización y Gestión de la seguridad



Contexto

- Actualmente, en Renfe no hay una estrategia específica del hidrógeno sino una estrategia medioambiental.
- La ponencia se centra en el proyecto FCH2Rail.
- El proyecto enlaza con Renfe a través de su estrategia ambiental.
- Renfe realiza esta ponencia en representación de todo el consorcio del proyecto FCH2Rail.
- Se trata por tanto de una acción de investigación.



The European
Green Deal

#EUGreenDeal

Hydrogen
Strategy

#EUGreenDeal

Entorno socio-político global

EN 2015 → AGENDA 2030:
COMPROMISO CUMPLIMIENTO 17 OBJETIVOS DE DESARROLLO
SOSTENIBLE (ODS) ONU

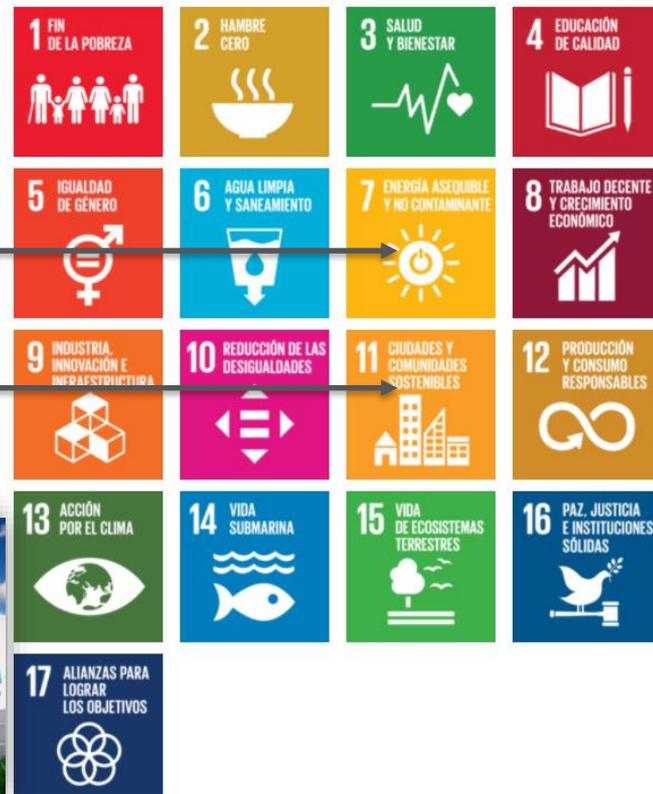
- 7.2. ENERGÍAS RENOVABLES
- 7.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA
- 7.A. INVERSIÓN EN ENERGÍAS LIMPIAS

11.2. TRANSPORTE PÚBLICO

(2019) PACTO VERDE EUROPEO
("EUROPEAN GREEN DEAL"):



(2020) ESTRATEGIA EUROPEA
DEL HIDRÓGENO:



Entorno socio-político en España

(2020) HOJA DE RUTA DEL HIDRÓGENO

- MEDIDAS Y OBJETIVOS CONCRETOS PARA FOMENTAR EL PAPEL CLAVE DEL HIDRÓGENO RENOVABLE EN LA DESCARBONIZACIÓN
- RETOS Y OPORTUNIDADES
- 60 MEDIDAS
- OBJETIVO 2030:
“Utilización en régimen continuo de trenes propulsados con hidrógeno en al menos dos líneas comerciales de media y larga distancia en vías actualmente no electrificadas”.

OBJETIVO 2050:
**Neutralidad
climática,
100 %
Renovables**

MEDIDA 15: Promover los estudios y ensayos de viabilidad de la sustitución de los trenes diésel por trenes de pila de combustible de hidrógeno para su circulación por líneas parcialmente o no electrificadas, en línea con propuesto en la Estrategia Europea del Hidrógeno.

Estos estudios y ensayos podrán incluir tanto la transformación de material móvil existente como la adquisición de nuevo material, estimulando en lo posible el crecimiento de cadenas de valor industrial en España.

MEDIDA 16: Determinar medidas para el desarrollo de una infraestructura nacional ferroviaria de repostaje de hidrógeno.

Entre ellas, incluir su financiación dentro de los futuros Planes MOVES y en convocatorias comunitarias como el mecanismo CEF.



El nexu entre la Hoja de Ruta y el Proyecto FCH2Rail

¿Qué relación existe entre un proyecto de investigación y un proceso de licitación para compra de material?

Para poder licitar un vehículo basado en hidrógeno, es necesario ser capaz de traducir en requisitos las necesidades del operador ferroviario.

En el caso del diésel, la normativa y la experiencia del operador delimitan de una manera clara estos requisitos.

En el caso de un vehículo basado en hidrógeno, no existe esta experiencia y la normativa no cubre todas las necesidades actuales y futuras.

El proyecto va a permitir adquirir estos conocimientos.



Participación en proyectos I+D+i

El proyecto FCH2RAIL



RENFE participa en el proyecto de innovación FCH2Rail dentro de su compromiso con el sector en la búsqueda de nuevas tecnologías climáticamente neutras.

El Proyecto en cifras:

Fecha de inicio: 1 de enero de 2021

Duración: 48 meses

Presupuesto total: 13.3 M€

Se trata de una acción de innovación dentro del programa H2020 financiada por Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (FCH2JU)

7 Paquetes de trabajo técnicos,
29 hitos de Proyecto,
43 entregables.

2 Demostradores:

- Un paquete de potencia híbrido basado en pilas de combustible.
- Un tren bimodo.

8 Beneficiarios de Bélgica, Alemania, España y Portugal:



Los socios del Proyecto y sus roles



Project Coordinator

DLR performs **use case and line analysis**, supports **FCHPP design** and definition of **hybridisation degree** and analyses energy saving potential of innovative **HyPAC HVAC concept**. It leads the **evaluation of the KPIs** and will perform the **LCC analysis of FCHPP vs. Diesel traction**.

Technical Coordinator

As train builder, CAF's major contribution is the related to the **design of the FCHPP**, the **supply of all the components** in it apart from the FC, the **integration in the train** of the FCHPP, **testing and homologation**. CAF will be also involved in the normative framework

As Fuel Cell Manufacturer, TME's main contribution is the **supply of the FC modules** to the project and providing **engineering support** about its product to achieve a successful integration.

As a **railway operator**, the major contribution is to **provide the train** to be refurbished and the **personnel** for its operation. Additionally, RENFE **leads WP1** and provide information about the **commercial services** currently **operated in Spain** with diesel-powered trains, to be considered as the benchmark for the new FCH train.



As **railway infrastructure manager** in Spain, ADIF plays a key role for the **authorization of the train demonstrator** to run in the ADIF lines. ADIF supports analysis of interfaces between the **new train concept and the infrastructure**, as for example the **refuelling system**.

As leader of WP4 CNH2 is responsible for **testing the FCHPP in an stationary test bench** in their facilities, before the integration of the FCHPP in the train. CNH2 leads the **WP7 Normative Framework** and will be responsible for providing the **Hydrogen Refuelling System (HRS)**.



As **railway infrastructure manager** in Portugal, IP plays a key role for the **authorization of the train demonstrator** to run in the IP lines. IP provides support in the analysis related to the interaction and **operational conditions of the FCH train** in the infrastructure, for example the **refuelling system**.



STT supports the project with expert industry knowledge on **energy-efficient on-board components** such as the **absorption driven HVAC system** and on the **interaction of the pantograph system with hydrogen systems**.

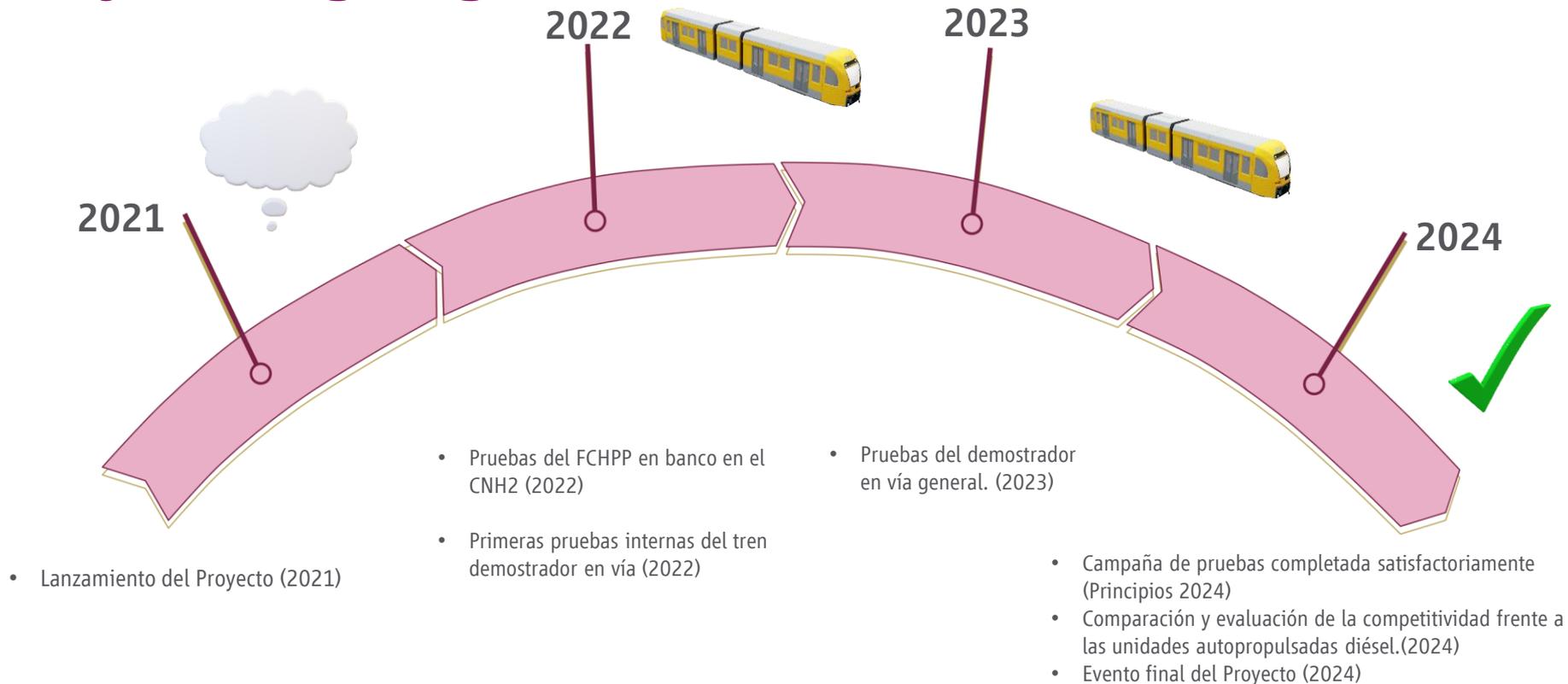


Objetivos del proyecto

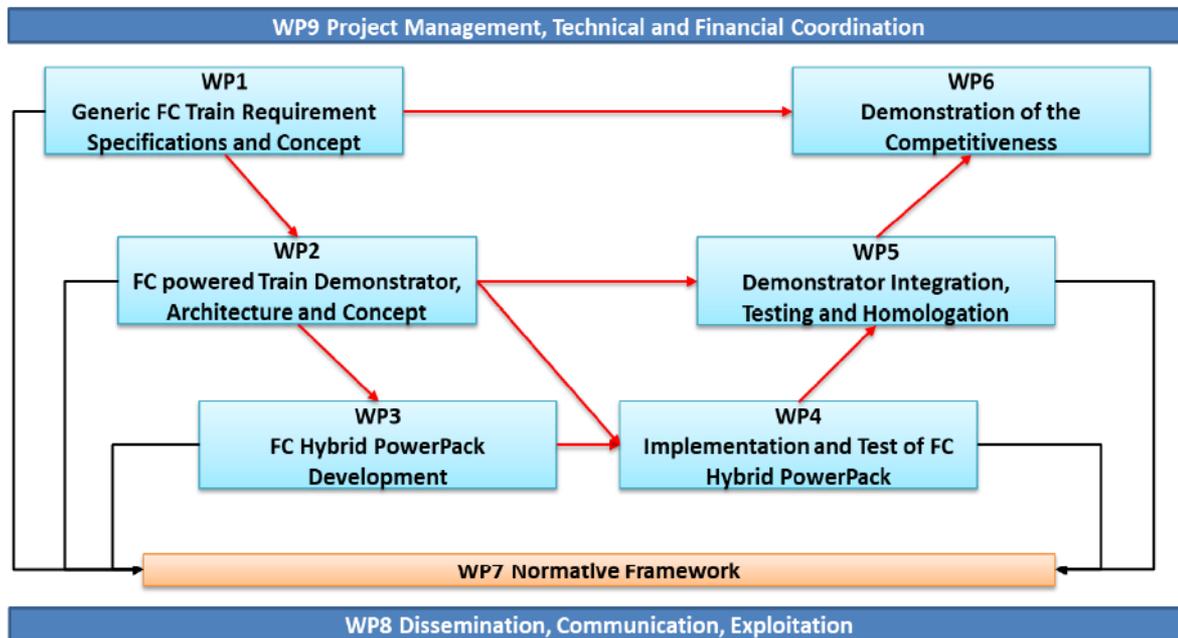
1. Desarrollar, construir, probar y homologar un paquete de potencia escalable, modular y multipropósito basado en pilas de Hidrógeno. **Fuel Cell Hybrid PowerPack (FCHPP)**
 - Que se pueda aplicar a diferentes vehículos ferroviarios (Unidades autopropulsadas, locomotoras de línea y locomotoras de maniobras)
 - Que se pueda utilizar para modificar vehículos existentes.
2. **Demostrar la utilización del FCHPP en una unidad autopropulsada Civia bimodo.**
 - En los trayectos con electrificación se puede alimentar de una Fuente externa.
 - En los trayectos no electrificados utilice el Sistema híbrido de pilas de combustible.
3. Identificar y evaluar su desempeño para soluciones innovadoras que mejoren la eficiencia energética.
 - Demostrar la competitividad de la tracción mediante pilas de combustible frente a las soluciones existentes de tracción diésel.
 - Sistemas de climatización basados en sistemas de absorción.
 - HyPAC – Un Sistema de climatización alimentado por el flujo másico de Hidrógeno.
4. Proponer un marco normativo para vehículos ferroviarios basados en tracción hidrógeno.
 - Identificar los “gaps” en los estándares de hidrógeno y ferroviarios.
 - Contribuir a las actividades de estandarización existentes.



Project Highlights



ESTRUCTURA DE PAQUETES DE TRABAJO



Dos pilares principales:

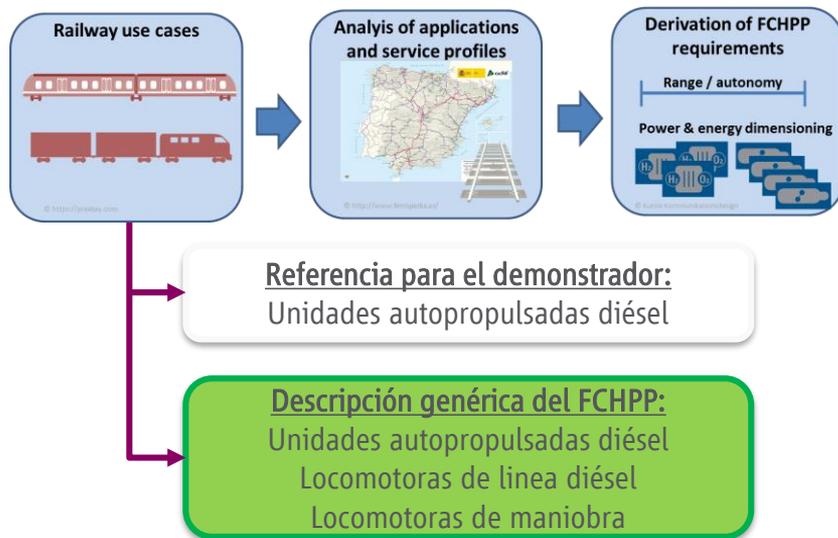
- Desarrollo de un demostrador.
- Desarrollo de un FCHPP genérico.

Un "Advisory Board" centrado en:

- WP1: Concept & Requirements
- WP6: Competitiveness, KPI, LCC
- WP7: Normative Framework
- WP8: Dissemination & Exploitation

CONCEPTO Y REQUISITOS

Work Package 1 - Generic FC Train Requirement Specifications and Concept



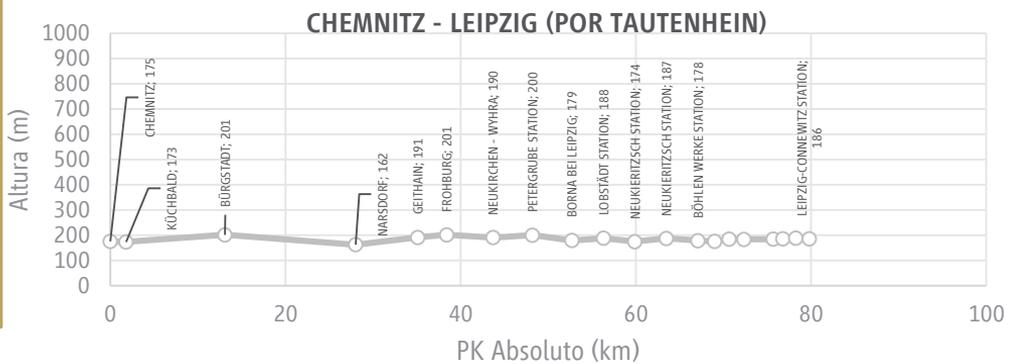
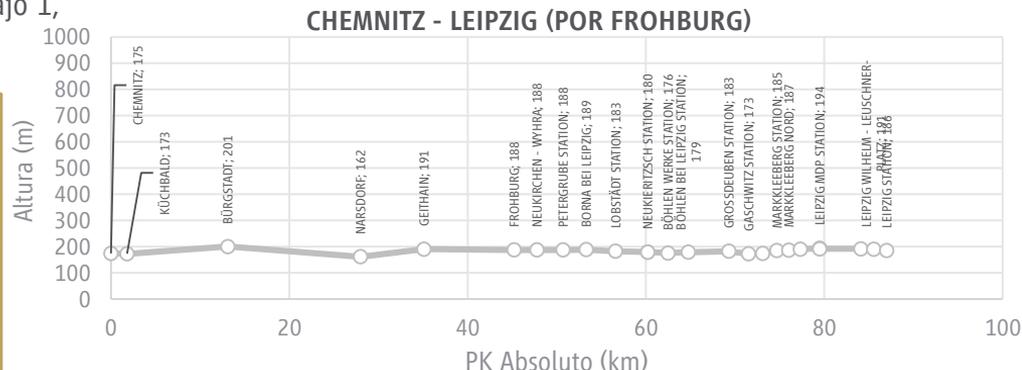
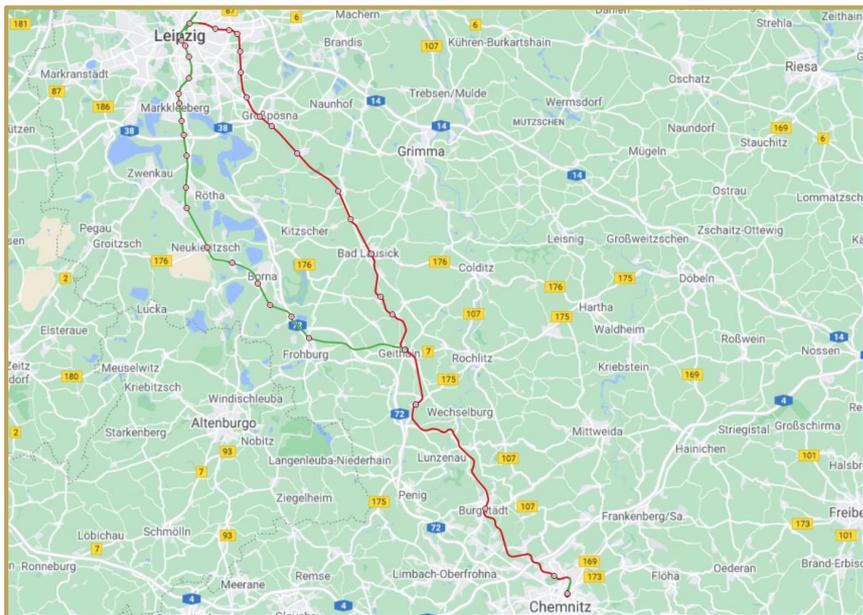
El paquete de trabajo 1 - WP1...

- Analiza los casos de uso para vehículos híbridos bimodo con pilas de combustible.
- Cubre tanto los vehículos como la infraestructura.
- Esboza el suministro, almacenamiento y repostaje de H₂
- Define los requisitos de alto nivel para vehículos y operación.
- Estudia soluciones innovadoras de sistemas de climatización.
- Actualmente son públicos 2 entregables:
 - D1.3 – Report on generic requirements for bi-mode fuel cell hybrid trains
 - D1.5 – Hydrogen refuelling and storage requirements for rail vehicles.

Casos de uso

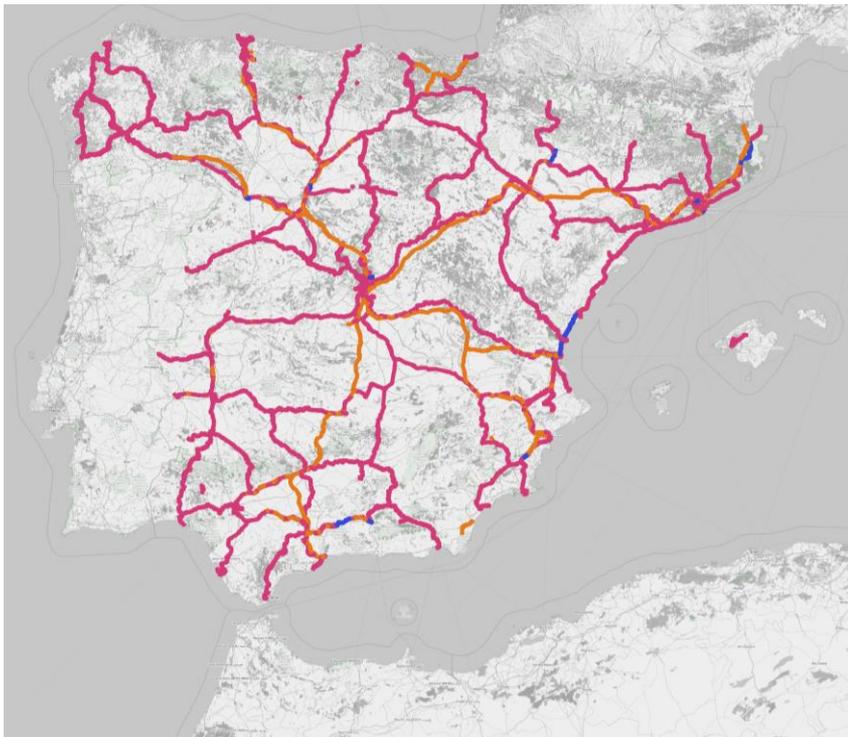
¿Por qué no son extrapolables otras experiencias de otros operadores?

Este aspecto se desarrolla en más profundidad en el paquete de trabajo 1, pero sirva un ejemplo:



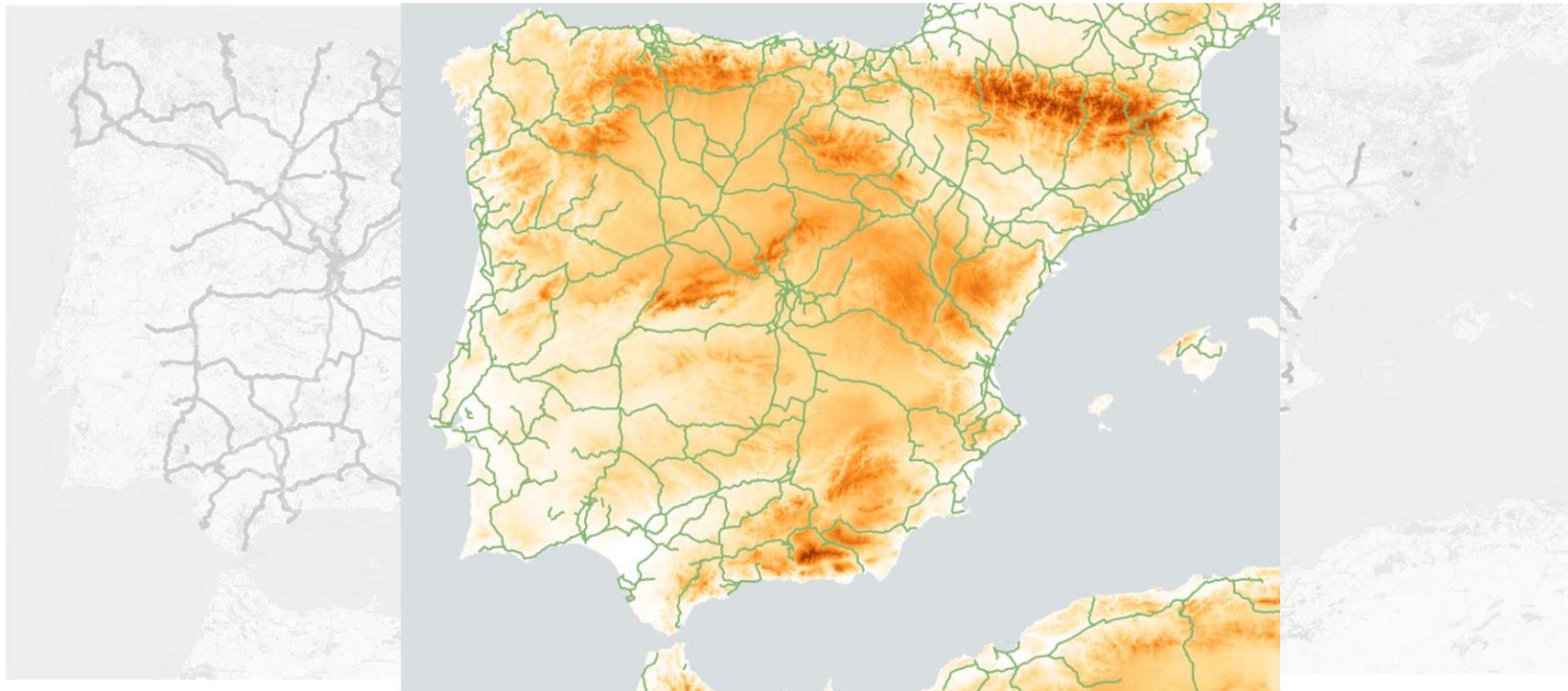
Casos de uso

¿Por qué no son extrapolables otras experiencias de otros operadores?



Casos de uso

¿Por qué no son extrapolables otras experiencias de otros operadores?



Servicios de Cercanías, Media Distancia y Larga Distancia en España realizados con DMU

D1.3: Generic requirements for bi-mode fuel cell hybrid trains

The tables show diesel multiple unit services without line electrification. The operation of hydrogen bi-mode trains could provide more sustainable and greener transportation for these services.

Service type	Service	Rolling stock series	Traffic volume (trains/day)
COMMUTER	C-3 Sevilla S.J. - Cazalla-Constantina	S598	6
COMMUTER	C-1 Murcia del Carmen - Alacant-Terminal	S592	45
COMMUTER	C-2 Murcia del Carmen - Aguilas	S592	6
COMMUTER	C-3 Alacant-Terminal - Sant Vicent Centre	S592	32
COMMUTER	C-3 Valencia Nord - Utiel	S592	11
COMMUTER	C-5 Valencia Nord - Caudiel	S592	6

	Line	Rolling stock series	Traffic volume (trains/day)
LONG RANGE	Madrid - Cuenca - Valencia	Aut. 592	4
LONG RANGE	Madrid - Zafra - Sevilla	Aut. 598	4
LONG RANGE	Madrid - Zafra - Sevilla	Aut. 599	

D1.3 gathers high-level requirements for various types of vehicles.

The report...

describes characteristics of services operated with

- XMU's multiple units,
- mainline locomotives and
- shunting locomotives.

develops vehicle specifications to meet the demands derived from various use cases
establishes the requirements for state-of-the-art hydrogen vehicles

→ El entregable D1.3 se encuentra disponible en:

Servicios de Cercanías, Media Distancia y Larga Distancia en España

realizados con DMU

D1.3: Generic requirements

for bi-mode fuel cell hybrid trains

RESULTADOS

El entregable D1.3...

Identifica múltiples unidades como las más idóneas para aplicar el FCHPP.

Describe los vehículos que ofrecen servicios desde un punto de vista de los requisitos.

Define los requisitos globales relativos a:

- Rendimiento.
- Autonomía.
- Aspectos operativos.
- Modos degradados.
- LCC

Constituyendo el conjunto de características utilizadas para definir el FCHPP. Teniendo en cuenta tanto las TSI como las normas EN.

→ Los servicios de Media Distancia es en los que el Hidrógeno muestra su mayor potencial.

	Line	Rolling stock series	Traffic volume (trains/day)
MIDDLE RANGE	Granada - Algeciras	S598	2
MIDDLE RANGE	Huelva - Jabugo	S598	2
MIDDLE RANGE	Sevilla - Almería	S599	2
MIDDLE RANGE	Sevilla - Málaga	S598	4
MIDDLE RANGE	Sevilla - Málaga	S599	
MIDDLE RANGE	Salamanca - Madrid	S599	12
MIDDLE RANGE	Salamanca - Valladolid - Palencia	S594	5
MIDDLE RANGE	Valladolid - Palencia - León	S594	6
MIDDLE RANGE	Valladolid - Puebla Sanabria	S594	2
MIDDLE RANGE	Murcia - Cartagena	S599	10
MIDDLE RANGE	Teruel - Zaragoza	S594	7
MIDDLE RANGE	Valencia - Alicante - Murcia - Cartagena	S599	4
MIDDLE RANGE	Valencia - Teruel - Zaragoza	S599	5
MIDDLE RANGE	Valencia - Xativa - Alcoi	S592	8
MIDDLE RANGE	Zaragoza - Canfranc	S596	4
MIDDLE RANGE	Zaragoza - Canfranc	S599	
MIDDLE RANGE	Madrid - Puertollano - Badajoz	S599	8
MIDDLE RANGE	Madrid - Soria	S598	5
MIDDLE RANGE	Madrid - Soria	S599	
MIDDLE RANGE	Madrid - Talavera	S599	11
MIDDLE RANGE	A Coruña - Ferrol	S594	6
MIDDLE RANGE	A Coruña - Lugo - Monforte	S594	4
MIDDLE RANGE	A Coruña - Vigo	S599	29
MIDDLE RANGE	Santiago - Carballiño - Ourense	S594	3
MIDDLE RANGE	Vigo - Ourense - Ponferrada	S594	4
MIDDLE RANGE	Madrid - Sigüenza	S599	9
MIDDLE RANGE	Vigo - Oporto	S592	N/A

Estudio sobre alternativas de almacenamiento de H2

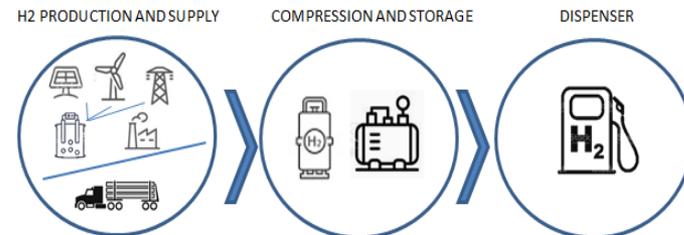
El entregable D1.5 recopila los requisitos de repostaje de hidrógeno y evalúa las diferentes alternativas de almacenamiento de hidrógeno en el vehículo.

El informe...

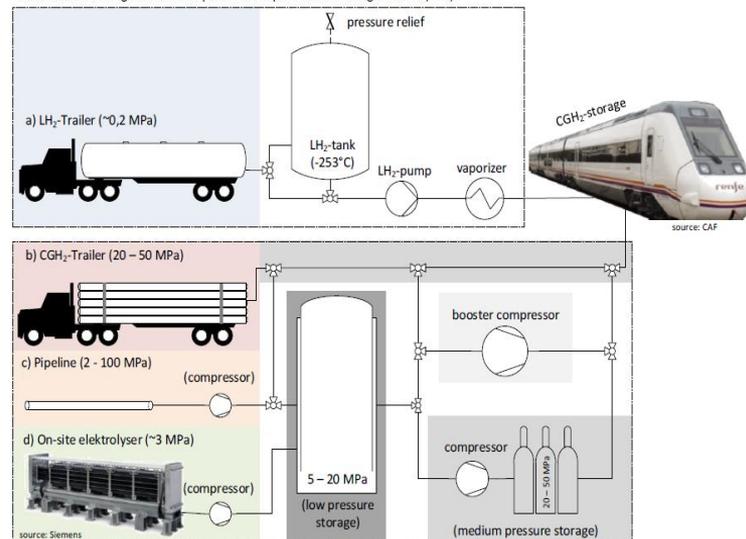
- Examina las diferentes opciones de repostaje de hidrógeno desde un punto de vista técnico.
- Hace una revisión de las tecnologías actuales de las estaciones de repostaje de hidrógeno (HRS), así como los estándares y las regulaciones existentes.
- Realiza una descripción de las principales características, ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas de almacenaje en el vehículo y su integración.

En el entregable D1.5 también se describe los componentes básicos y las variantes en las HRS.

- ➔ El diseño de las HRS está condicionado por la capacidad de producción de H₂, tipo de suministro y concepto operativo.
- ➔ La presión de repostaje más común es 35 MPa (similar a los autobuses)



variants for H₂ filling station concepts for CGH₂ pressure refuelling variant a) – d)



Comparación de los tiempos de repostaje

	Max. volume and mass flow [kg H ₂ / min]	[kWh/min]	Min. refuelling time for 2 vehicle tanks (2 nozzles) for 160 kg H ₂ [min] ^{a)}
Diesel ¹⁾	150 L/min	1.470	2.3 ^{*)}
CGH ₂ 35 MPa ²⁾	7.2	240	11.1
CGH ₂ 70 MPa ³⁾	3.6	120	22.2
CcH ₂ 35 MPa ⁴⁾	2.0	67	40.0
CcH ₂ 35 MPa ⁵⁾	Up to 13 ^{**)}	433	6.2
LH ₂ ⁶⁾	2.0	67	40.0
LH ₂ ⁷⁾	6.7 ^{**)}	223	11.9
LH ₂ trailer filling ⁸⁾	8 - 12	400	-

^{a)} theoretical values, heating of tanks not taken into account for CGH₂; ^{*)} \triangleq 700 L diesel - compared to diesel: η -diesel/FCEMU (0.35/0.45); ^{**)} not yet realised for vehicle tank refuelling; ¹⁾ state of the art, source DB;

²⁾ max. mass flow without precooling, bus sector: high-pressure storage, overflow, 35 MPa dispenser, SAE J2601-HD;

³⁾ automotive sector: high pressure storage, precooling, 70 MPa dispenser, SAE J2601; ⁴⁾ automotive sector: 1.7–2 kg/min with cryogenic high-pressure pump, without high pressure storage, without precooling; ⁵⁾ 3.3–13.3 kg/min @ 30 MPa (cryopump), 35–50 K [29]; ⁶⁾ automotive sector; ⁷⁾ sLH₂ for heavy-duty vehicles 6.7–8.3 kg H₂/h [32];

⁸⁾ filling of LH₂ trailers (> 3000 kg): 4–6 h \rightarrow ~8–12 kg H₂/min, unloading: 1–2 h;

Conclusiones del Entregable D1.5

En el entregable se muestra los resultados en relación con flujos altos > 7.2 kg/min y tiempos de recarga bajos. Se pone de manifiesto la falta de un protocolo de repostaje para requisitos superiores a los denominados heavy duty vehicles.

Se identifica la opción de almacenamiento de **hidrógeno gaseoso** (CGH₂) como la tecnología más madura actualmente (TRL 7-9),

Aunque también existen esfuerzos que promueven el desarrollo de Hidrógeno líquido (LH₂) y el hidrógeno gaseoso a baja temperatura o cryo-compressed hydrogen (CcH₂) storage (TRL 4-7).

\rightarrow El entregable D1.5 se encuentra disponible en:

Soluciones de climatización innovadoras

Work Package 1 - Generic FC Train Requirement Specifications and Concept

Work Package 6 - Generic FC Train Requirement Specifications and Concept

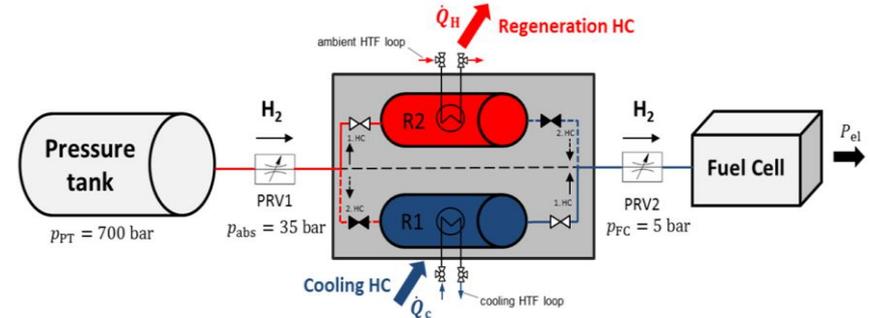
Dos conceptos:

- Climatización basada en sistemas de absorción.
- Climatización basada en hidrógeno
(Hydrogen-powered HVAC (HyPAC))

Análisis de las condiciones de contorno:

Calor residual de las pilas de combustible
Rangos de temperatura
Flujo másico de hidrógeno

→ Fase de concepto



Arquitectura y concepto del demostrador

Work Package 2 - FC powered Train Demonstrator, Architecture and Concept

WP2 ...

... se centra en la **integración del Fuel Cell Hybrid Powerpack (FCHPP) en el demostrador.**

... genera los requisitos, identifica los interfaces y las funciones del tren a un nivel general, entrando posteriormente en más detalles para los diferentes tipos de vehículos.

... desarrolla las especificaciones detalladas del vehículo para el demostrador.

WP2...

...tiene como punto de partida los requisitos básicos desarrollados en el WP1 y los adapta a la unidad autopulsada CIVIA que servirá como demostrador.

Se identifican los casos de uso para el demostrador y los requisitos de desempeño.

Se evalúa la viabilidad de la integración del FCHPP en el demostrador.

- ➔ **D2.1 - Requirements Specification for a Bi-mode FCH Multiple Unit** se completó a finales de junio de 2021. Confidencial.
- ➔ **D2.2 - Fuel Cell Hybrid Power Pack for Rail Applications** se completó a finales de diciembre de 2021. Este documento es público y se podrá consultar en la web del Proyecto.

El desarrollo del paquete de potencia

Work Package 3 - FC Hybrid PowerPack Development

El **WP3** trabaja específicamente en el desarrollo del paquete de potencia (Fuel Cell Hybrid PowerPack - FCHPP).

Los requisitos, interfaces y funciones se detallan a un nivel genérico. Se propone una arquitectura modular para responder a los distintos tipos de configuración del vehículo.

Los requisitos del FCHPP se especifican y aplican al Demostrador que se desarrolla en el Proyecto en paquetes de trabajo posteriores.

El WP 3...

... comienza el desarrollo técnico de los diferentes subsistemas del **Fuel Cell Hybrid Powerpack** FCHPP.

... desarrolla **una arquitectura escalable y modular para el FCHPP**.

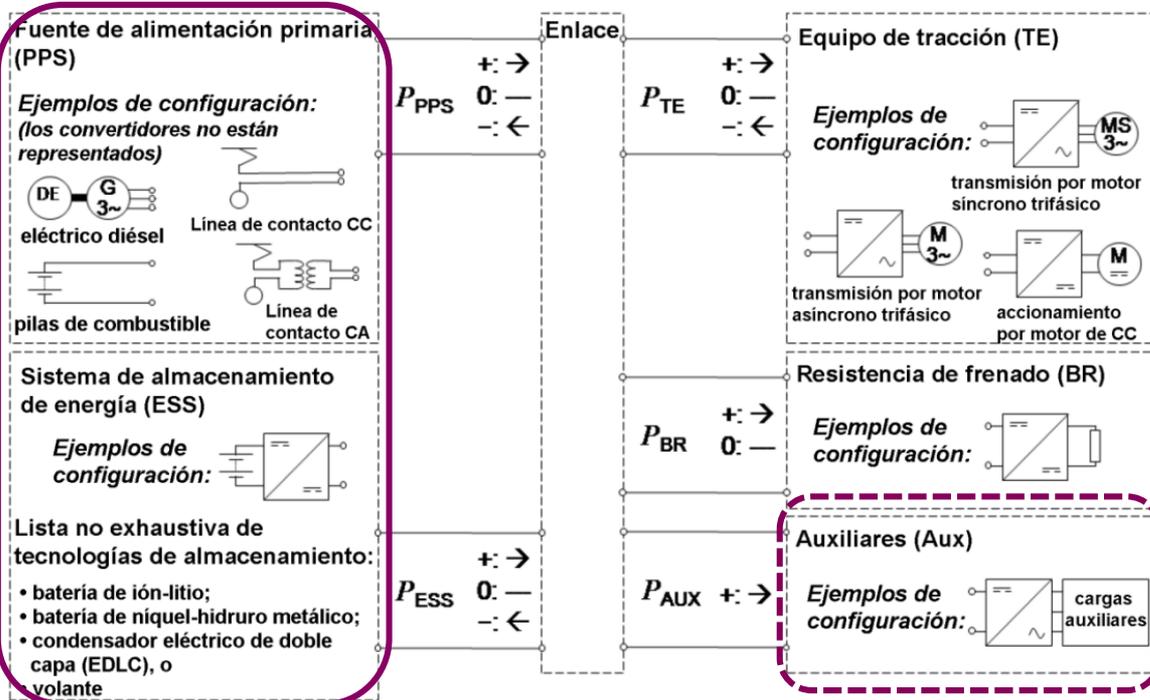
... define las **interacciones, interfaces y funciones principales de los subsistemas** (pilas de combustible, almacenamiento de hidrógeno, almacenamiento de energía, convertidores DC/DC de alto voltaje)

Todo se recoge en el entregable → **D3.1 - FCHPP architecture, interfaces and functions** que se completó a finales de junio de 2021



¿Qué concepto hay detrás del fch2pp?

Fuel Cell Hybrid PowerPack & EN 62864-1*



FCHPP

HVAC

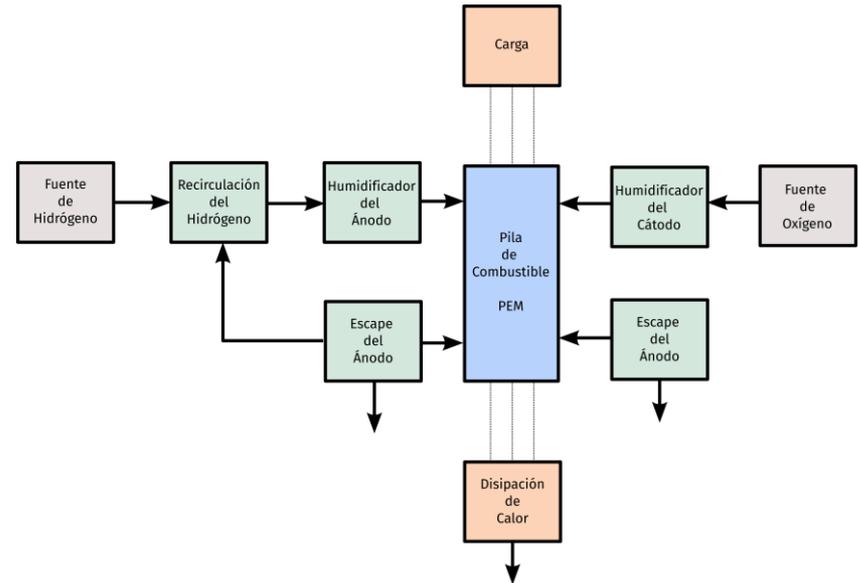
El concepto de FCHPP incluye:

- Módulos de pilas de combustible y su correspondiente sistema de refrigeración.
- Módulos de baterías con su Sistema de gestión térmica (BTMS)
- Almacenamiento de Hidrógeno con su correspondiente interfaz con la hidrolinera.
- Electrónica de potencia para tracción y auxiliares
- Convertidores DC/DC.
- Sistema de gestión térmico y de la energía.
- » El concepto de bimodalidad se integra con la catenaria.
- » El FCHPP bimodo cubre todas las posibles fuentes de energía de un tren.

Pilas de combustible en el ferrocarril

- El estándar actualmente son los 75 kW (60-80 kW **Potencia neta**)
- Aunque la tendencia indica que los fabricantes de pilas se mueven hacia los 100-125 kW.
- Temperatura de trabajo entre 80-100°C
- Rendimiento 30-40%
- Arranque en menos de un minuto.

- Cada fabricante tiene una familia de alta potencia que se encuentra en una generación determinada.



Baterías en el ferrocarril

Hasta el momento no hemos hablado de uno de los componentes tan importantes como la pila de combustible: La batería.

En el ferrocarril, como en otros modos de transporte, la hibridación es inevitable.(*)

Perfiles de carga según vehículo.

Estrategía de recarga:

- Por oportunidad.
- En trayecto.
- En la base / base de mantenimiento.

Tipologías de batería:

- lithium iron phosphate (LFP),
- lithium titanium oxide (LTO)
- lithium nickel manganese cobalt oxide (NMC)

¿IPEMU?

Una batería de la marca X, de 90 kWh puede ofrecer hasta 330 kW por 10s

Dimensionado:

- Datos operativos
- El tipo de batería y el sistema de carga
- Características del vehículo



<https://www.fch2rail.eu/en/projects/fch2rail/project-news>

Desarrollo del demostrador

Work Package 4 - Implementation and Test of FC Hybrid PowerPack

Work Package 5 - Demonstrator Integration, Testing and Homologation

Work Package 6 - Demonstration of the Competitiveness

WP4, WP5 y WP6 se han comenzado recientemente y, por lo tanto, no hay resultados aún.

El **WP4** validará un FCHPP para la definición de la modularidad.

El demostrador con el FCHPP integrado estará disponible en el **WP5** para realizar las pruebas de aprobación TRL7 para circular posteriormente por las rutas comerciales seleccionadas.

Dentro del WP5, en septiembre de 2021 se hizo entrega de una unidad CIVIA S463.199 en la que se instalará el FCHPP.

En el **WP6** se respaldará el diseño con las simulaciones, pero también se trabajará en el análisis de los indicadores (Key Performance Indicators - KPI) definidos para el proyecto. Además, se evaluará la competitividad de la tecnología de H₂ en el sector ferroviario.



Estandarización

Work Package 7 - Normative Framework

OBJETIVOS

El objetivo del WP7 es desarrollar la base fundamental del marco normativo para uso de la tecnología de hidrógeno en diferentes aplicaciones a lo largo de Europa.

Este paquete de trabajo identifica los vacíos que existen en las regulaciones y normativas para la aplicación del hidrógeno al sector ferroviario.

Se proponen acciones para cerrar esos huecos y facilitar la introducción del hidrógeno.

Las propuestas desarrolladas en el proyecto se divulgarán en los foros relacionados con la regulación y la legislación.

RESULTADOS

Hasta la fecha, los resultados alcanzados han sido:

Se ha formado una red de contactos con expertos en estandarización externa al proyecto.

A finales de septiembre se alcanzó el milestone MS7.1, en el que se han identificado los interfaces críticos con los interesados. En él, se describe también los interfaces críticos entre el tren de pila de hidrógeno y los interesados involucrados en diferentes ámbitos desde la construcción hasta la operación.

Se ha compartido con los expertos que forman la red de contactos y con los miembros del Advisory Board.



Gestión de la seguridad

Work Package 9 - Project Management, Technical and Financial Coordination

OBJETIVOS

La gestión de la seguridad para el Proyecto en su conjunto se desarrolla en el WP9.

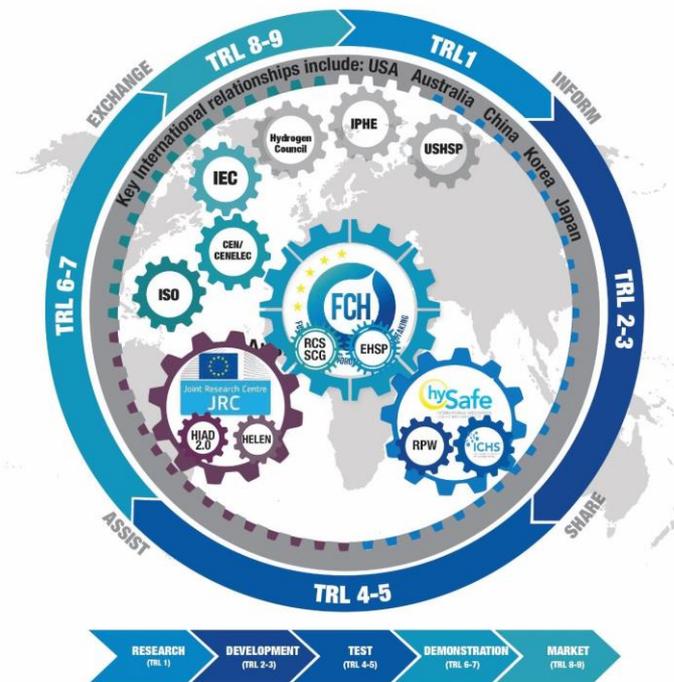
Los procesos de seguridad aseguran que el tren y la hidrolínea desarrollados en el Proyecto cumplen con los requisitos definidos en el **European safety management framework**

RESULTADOS

En el entregable D9.3 **D9.3 Safety Plan Draft** se finalizó una versión preliminar del Plan de Seguridad a finales de abril.

En este entregable:

- Se describe la gestión de la seguridad y se establecen los procesos de seguridad.
- Se actualizará continuamente durante todo el Proyecto.
- Se comparte con el **European Hydrogen Safety Panel (EHSP)**

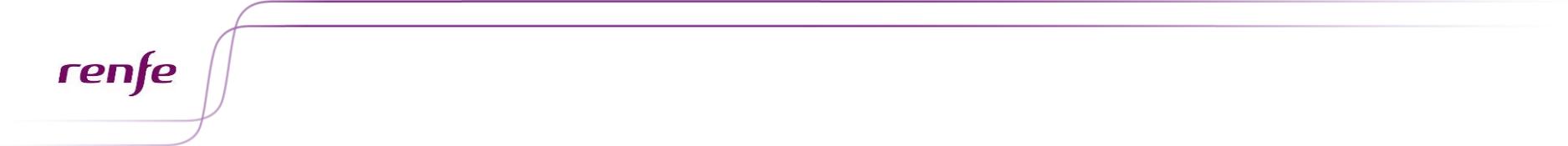


Conclusiones

- Actualmente, la financiación asignada a proyectos relacionados con el hidrógeno supera los 100 km€.
- En la aplicación al ferrocarril, las claves principales son
 - Casos de uso
 - Desarrollo en paralelo del repostaje, almacenaje generación de potencia mediante hidrógeno y acumulación.
 - Evaluación del desempeño real de estos componentes
 - Desarrollo de normativa y regulación específica.
 - Gestión de la seguridad ferroviaria.
- La economía de hidrógeno se encuentra en pleno desarrollo.



renfe



renfe
Dirección General de Desarrollo y Estrategia

