

EDIFICIO ZERO EMISIVO DE BAJO CONSUMO CON CICLO COMPLETO DEL HIDROGENO

INDICE

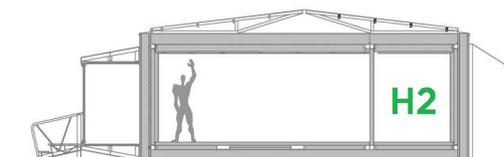
09.04.2025 WORKSHOP ZEM v01

EFICIENCIA ENERGÉTICA

CLARA ARPA AZOFRA



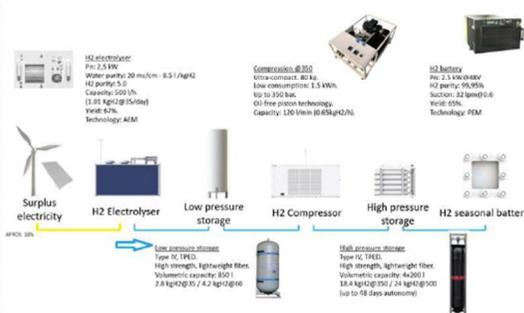
1. PROYECTO MODULO ZERO EMISIVO: ZEM (15 mins)
 - 1.1 CONSUMOS BASE HABITACIONAL ANTES Y DESPUES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.
 - 1.2 SISTEMA HIBRIDO DE RENOVABLES EN ZEM.
 - 1.3 CICLO DEL HIDROGENO DE ZEM.
 - 1.4 SEGURIDAD DE TRATAMIENTO DE HIDROGENO EN ESPACIO CONFINADO
2. OTRAS SOLUCIONES DE HIDROGENO ARPA. (5 mins)



1. PROYECTO ZEM: MODULO ZERO EMISIVO PARA BASE ANTÁRTICA

ZERO ENERGY MOD

Con ZEM, ZEROENERGYMOD, ARPA desarrolla y fabrica, como proyecto LIFE de la UE, el primer módulo habitable transportable del mundo según el estándar Passivhaus, autosuficiente y de emisiones cero con apoyo de hidrógeno verde. Certificado para las cuatro zonas climáticas, incluida la Antártida. Alimentado por un sistema híbrido de energía renovable, fotovoltaica y eólica. El hidrógeno verde se genera a partir de los excedentes del sistema de energía renovable con reserva de energía en forma de hidrógeno, para volver a electrificarla cuando sea necesario, en ausencia de luz solar y viento, a través de una pila de combustible de hidrógeno del tipo PEM, pudiendo dar servicio en las condiciones más adversas hasta 48 días sin recursos naturales. Es un módulo de alojamiento escalable para su integración en diferentes tipos de bases polivalentes, en este caso es un life & work para el ámbito científico en ambientes extremos. Es una construcción única de cero emisiones que combina un consumo muy bajo con renovables y con el ciclo completo del hidrógeno. Actualmente está en funcionamiento en la base militar de San Gregorio, Zaragoza-España. Está previsto su traslado a la base Gabriel de Castilla de la Antártida en la campaña 26-27.



- Para 8 PAX, 60 m² y todos los servicios.
- Módulo de vivienda para vigilancia, atención médica crítica, investigación y protección civil.
 - Doble piel térmica en lana de roca de alta densidad y XPS libre de isocianatos.
 - Climatización con bomba de calor de bajo consumo.
 - Intercambiador de aire entálpico con control de temperatura, humedad y CO₂: Máximo Confort.
 - Electrolizador de hidrógeno tipo membrana con caudales de hasta 500 m³/h.
 - Batería tipo PEM de hasta 2.5 kW.
 - Compresor de H₂ ultracompacto de hasta 350 bar.
 - Capacidad de almacenamiento de hidrógeno de 18kgH₂@350.
 - Potencia fotovoltaica instalada: 5.4 kWp.
 - Potencia eólica instalada: 3.2 kWp.



1.1 CONSUMOS BASE HABITACIONAL ANTES Y DESPUES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO ZEM.



antes
87 kWh/día
(>80% térmica)



después
11,2 kWh/día (media invierno)
(>40% térmica)

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES QUE LO PROPICIAN:

MATERIALES AISLANTES ESPECIFICOS CON BAJO IMPACTO MEDIOAMBIENTAL. RW+XPS. REDUCE HUELLA TERMICA.

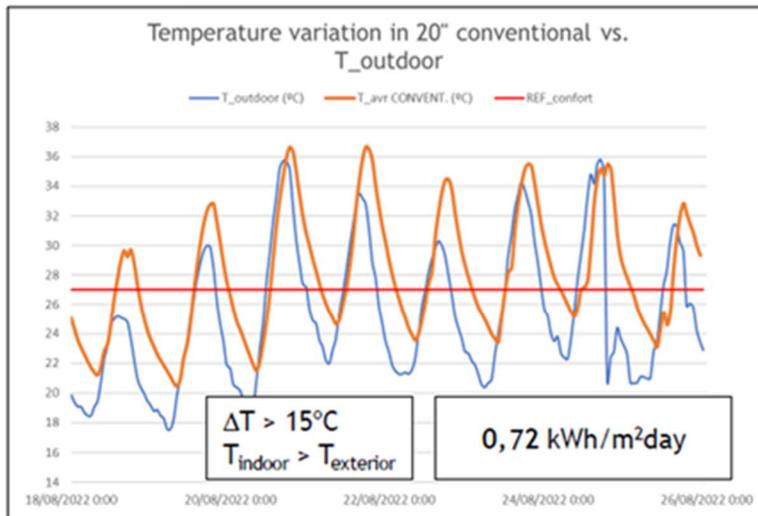
ESTÁNDAR DE CONSTRUCCION PASIVHAUS (RENOVACION + ENTALPICO+PUENTES + HERMETICIDAD+BAJAS PERDIDAS DE CALOR)

SISTEMA ENERGIAS RENOVABLES HIBRIDO: PV+EOLICA CON **BACK-UP ENERGETICO DE LARGA DURACION CON HIDROGENO.**

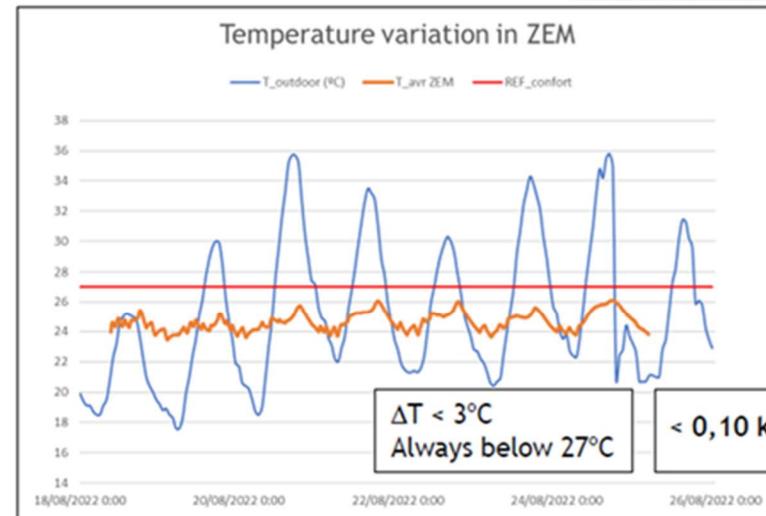
COMPARACIÓN CONSUMOS Y TEMPERATURAS CON CONTENEDOR CONVENCIONAL



47 m²



69 m²



At Lebanon UNIFIL basis, for conventional 20" containers:
HVAC consumption to maintain 24°C was **0,72 kWh/m²day** (264 kWh/m²y)

ZEM objective is 30 kWh/m²y

1.2 SISTEMA HIBRIDO DE RENOVABLES EN ZEM.



LIFE19 CCM/ES/001327

ARPAH2 ZEM
12.2020 v01 JME
ARPA ZEM CONCEPTUAL ELECTRIFICACION



ARPA
ARPA CHANGE
TRANSITION TO SUSTAINABILITY



PV DC: 12x450Wp = 5400 Wp
EOLIC DC-AC: 1x3000 Wp



Back Up
MANUAL MODE, TESTING OR MAINTENANCE



— ELECTRICITY
— H2
~ MANEUVER SIGNAL

2.5 kW FUELCELL
3,6 kWh@48V (x4)
2 days of autonomy aprox.

ELECTRICAL PANEL P

CONVENTIONAL ZEM ELECTRICAL LOAD
View list Excel ZEM loads
(CEZC, sum loads: 3kW)

H2 BOARD
Sum loads: 4kW+ 2kW

Estimated consumption/day
Total: 8.2 kWh
Climate, renovation and DHW: 6.kWh
Other (lighting, etc):1.3kWh

Electrolyzer + H2 AUX

H2 STORAGE UNTIL 350

18 Kg H2= 48 days of autonomy

$$(18 \text{ kgH2} \times 33 \text{ kWh/kgH2} \times 0,65) / (8,2 \text{ kWh/dia}) = 47,8 \text{ days}$$

H2 AUX: WTM+DRYER+EXTRACTION+H2 LIGHTING+ELECTROVALVES+COMPRESSOR
CEZC: LIGHTING-LED STRIPS+SCREEN TECHNICAL ROOM BC-ELECTRICAL OUTLETS+HEAT PUMP+SANI WC AND SHOWER

12X PANELES PV (450 wp/panel) = 5,4 kWp
1x AEROGENERADOR = 3 kWp



SALA TRATAMIENTO OPTIMO ENERGIA RECIBIDA POR RENOVABLES
INVERSORES-CARGADORES Y BUFFER COMPACTO BATERIAS LITIO PARA
BALANCE ELÉCTRICO CON PILA DE COMBUSTIBLE DE HIDROGENO



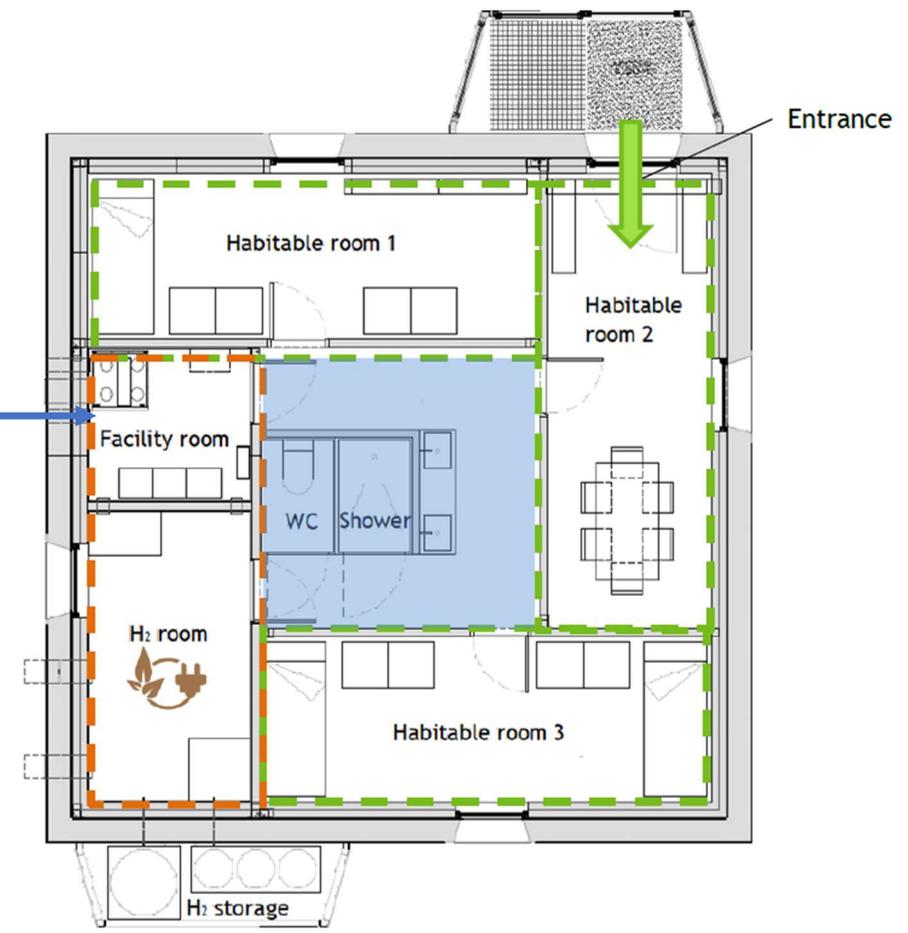
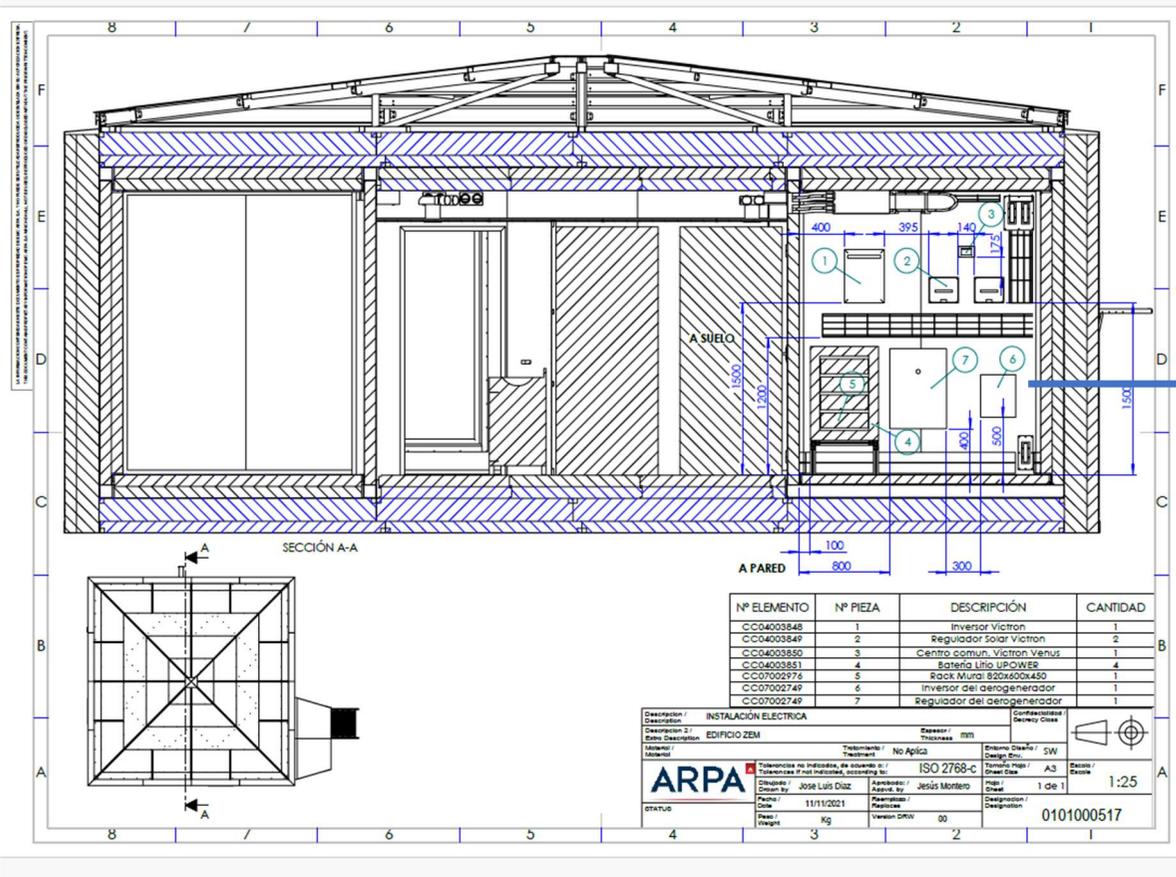
ALMACENAMIENTO HIDROGENO EN ZEM UBICADO EN EXTERIOR TIPO IV -40°C + 65°C



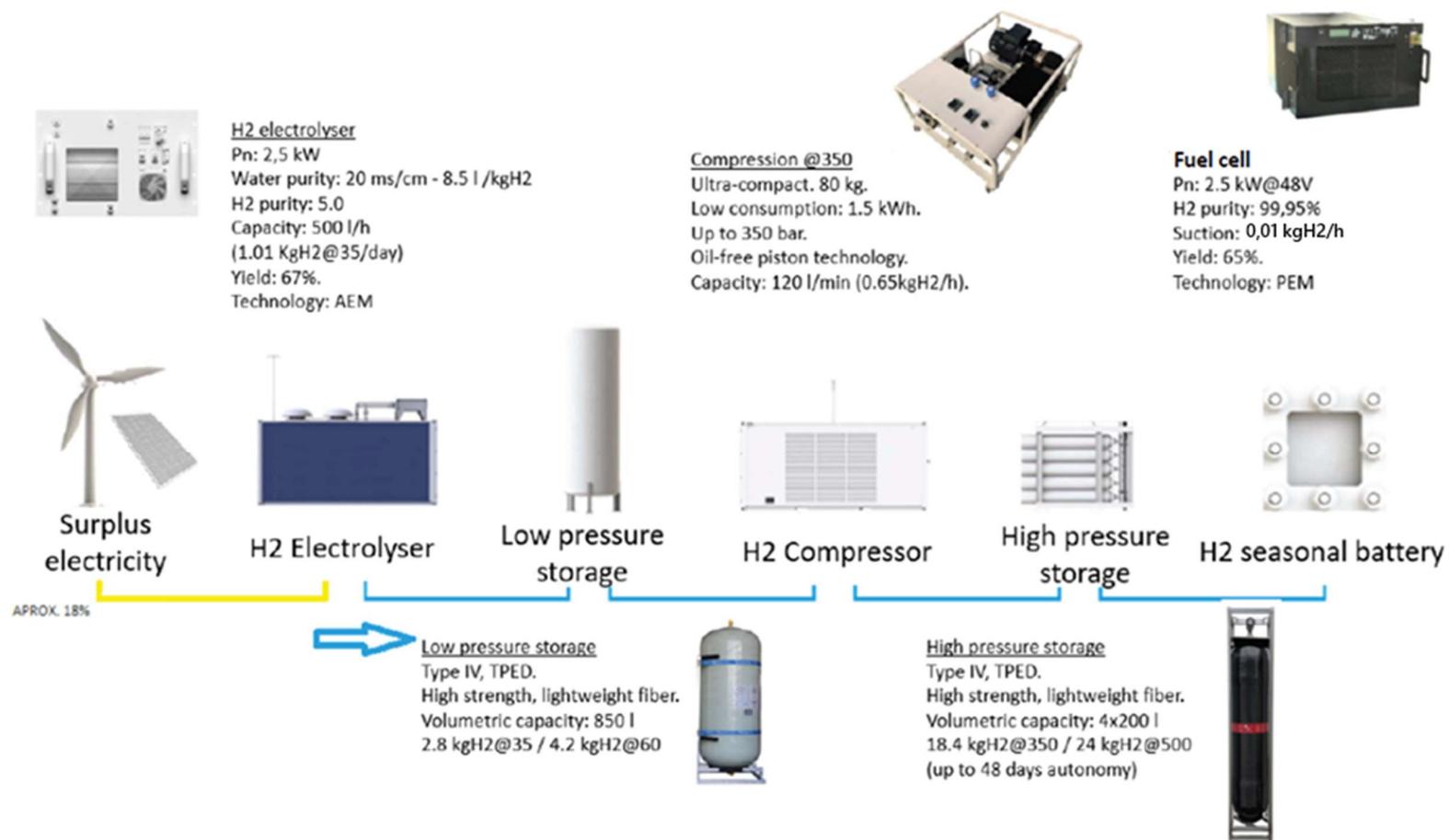
**ALTA PRESIÓN
350 BARES**



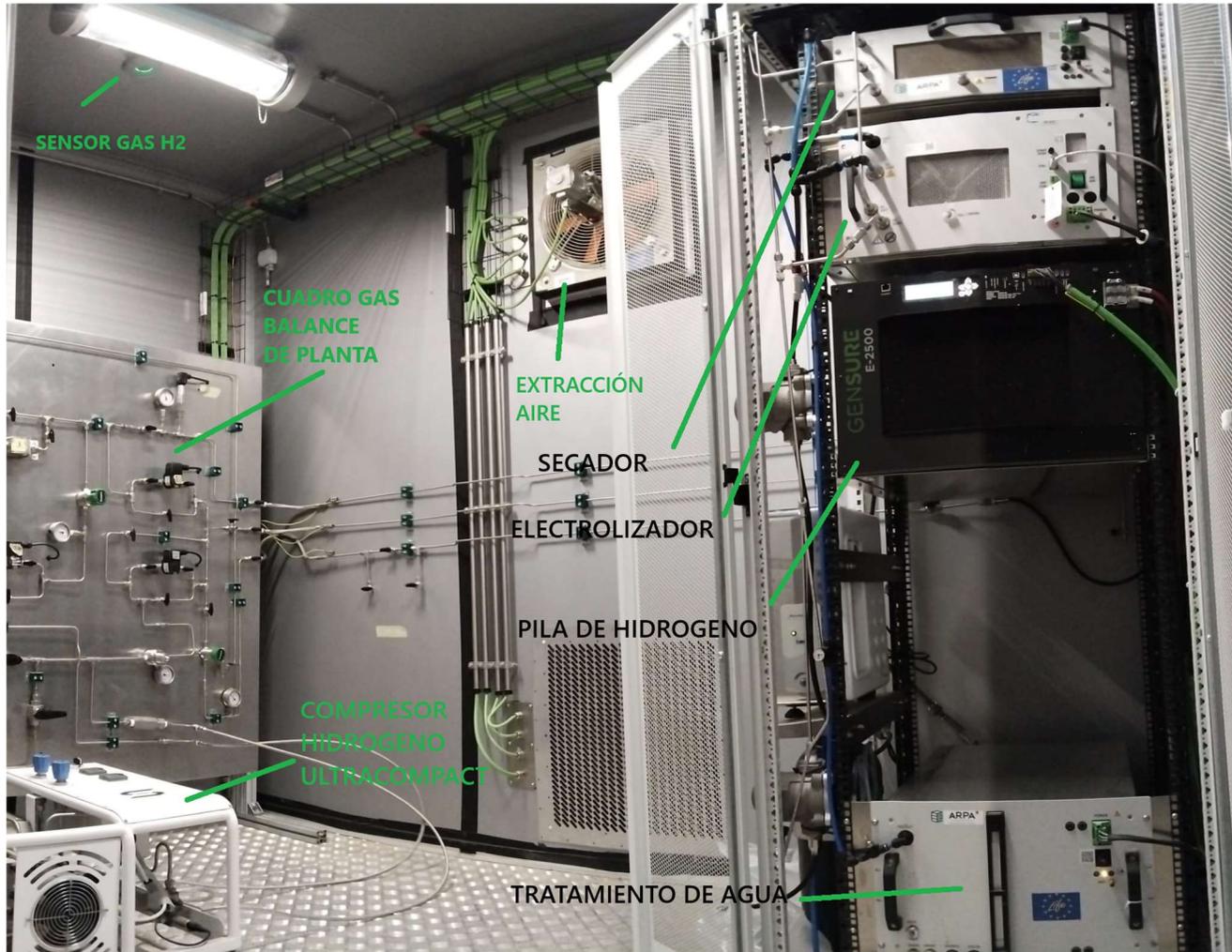
**BAJA PRESIÓN
35 BARES**



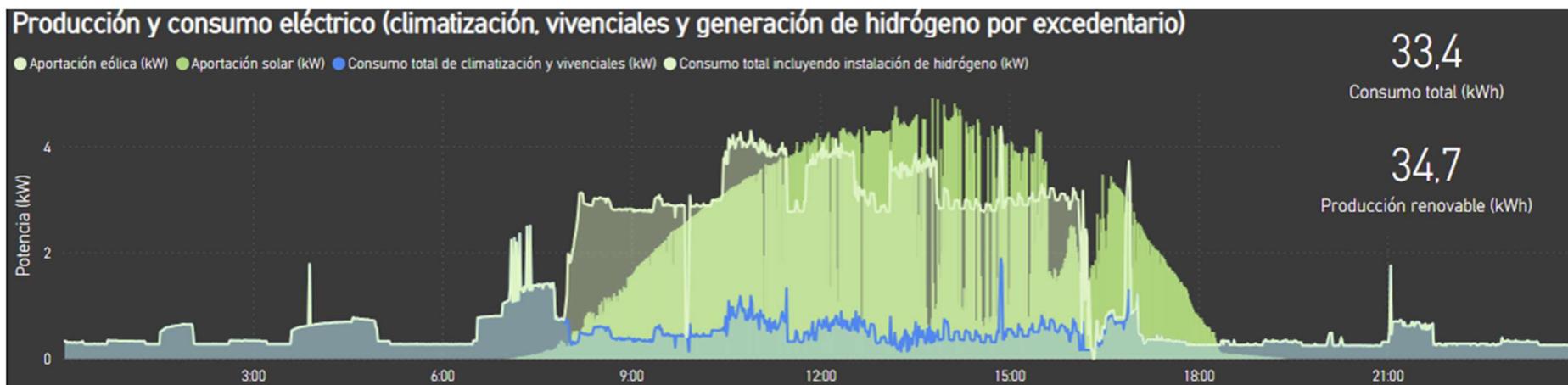
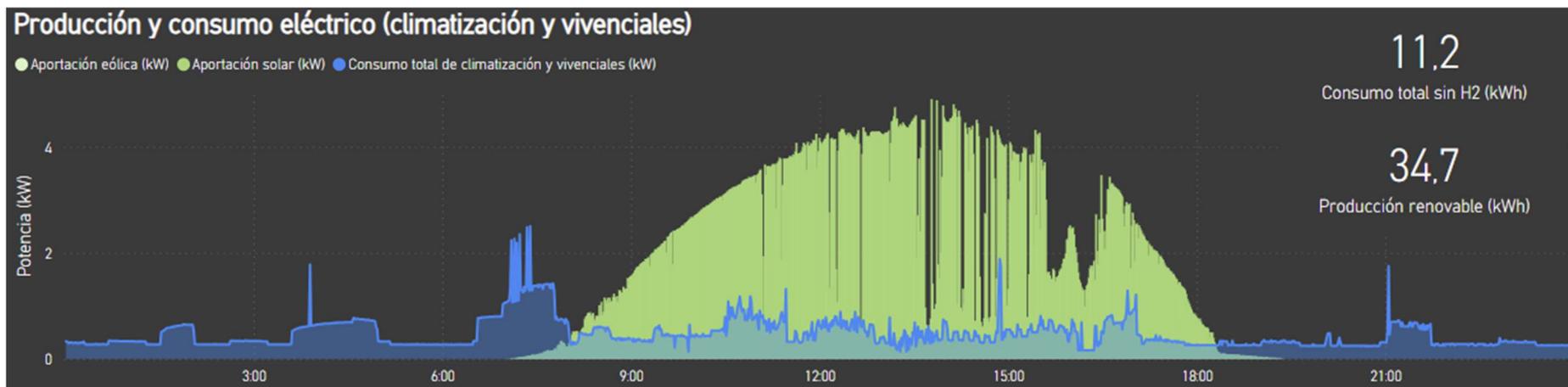
1.3 CICLO DEL HIDROGENO DE ZEM



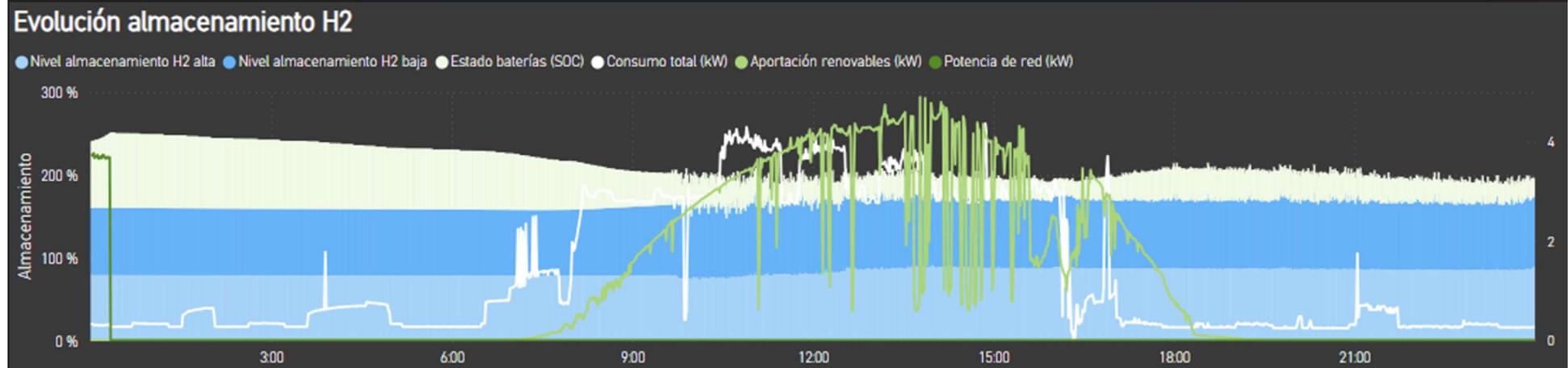
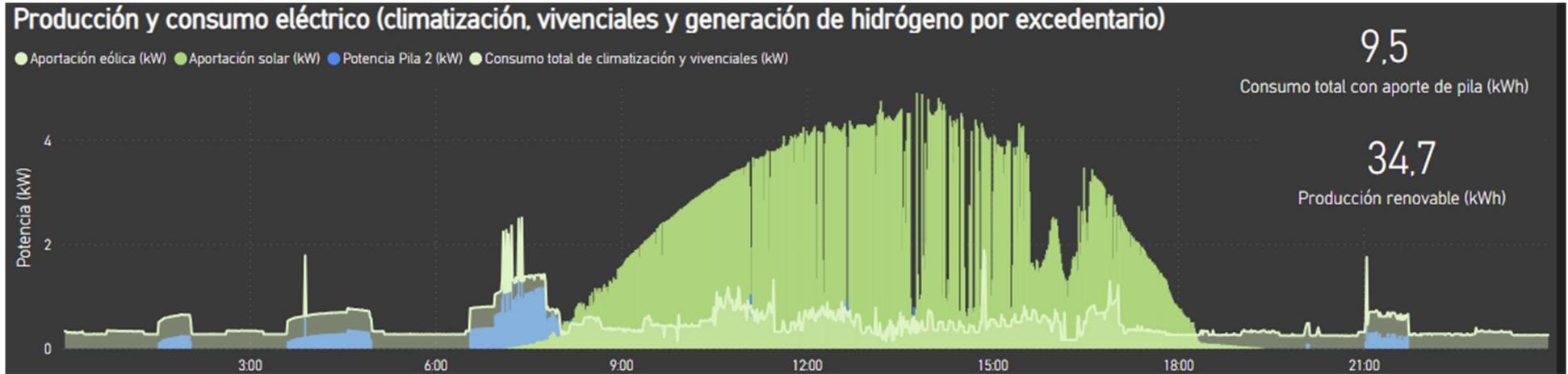
EQUIPOS PRINCIPALES SALA DE HIDROGEN ZEM



CONSUMOS ELÉCTRICOS UN DIA TIPO DE MARZO DE 2025 SIN Y CON GENERACIÓN DE HIDROGENO.



APORTACIÓN PILA DE COMBUSTIBLE DE HIDROGENO Y MEDIA ALMACENAMIENTO HIDROGENO



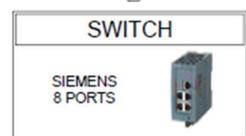
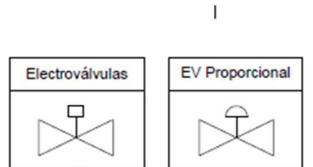
1.4 SEGURIDAD DEL TRATAMIENTO DE HIDROGENO DE SALA EN ESPACIO CONFINADO.



LIFE19 CCM/ES/001327

BALANCE DE PLANTA DE SEGURIDAD ZEM-ARPA

JME REVOO 1220



| LEYENDA SEÑALES | |
|-----------------|-------------------------|
| | SEÑALES ANALÓGICAS |
| | CONTROL LUMINARIA |
| | CONTROL EXTRACCIÓN |
| | ETHERNET |
| | CONTROL ELECTROVÁLVULAS |
| | CONTROL BOMBAS |
| | CONTROL EV PROPORCIONAL |
| | COMUNICACIÓN RS-485 |
| | COMUNICACIÓN RS-232 |

Medición concentración gas H2 24/7



Alivio y seguridad conducidos

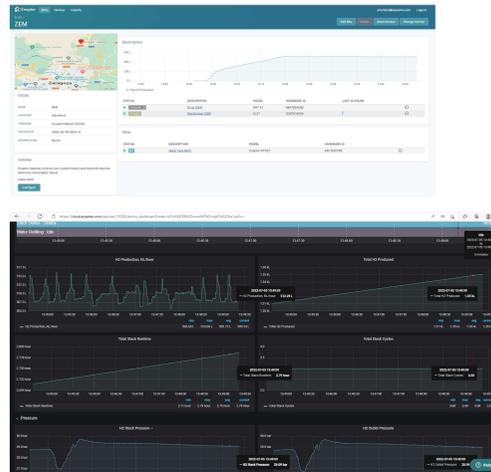
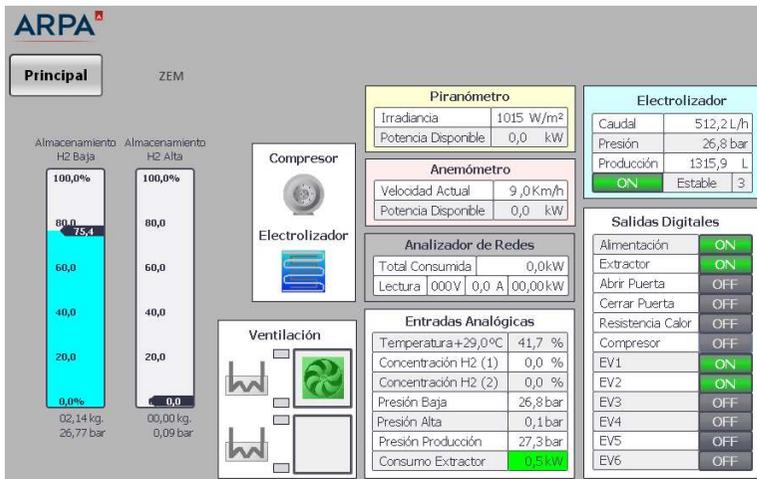


Suelo libre de chispas

Sistema de extracción con compuertas automatizadas



MONITORING SCADA REMOTO 24/7 CON SISTEMA DE ALARMAS Y ACCIONES DE DESCLASIFICACIÓN



ALMACENAMIENTO HIDROGENO EN ZEM UBICADO EN EXTERIOR TIPO IV -40°C + 65°C



Almacenamiento alta presión

Tipo IV, TPED.

Alta resistencia, fibra ligera.

Capacidad volumétrica: 1x200 l

18,4 kgH₂@350 / 24 kgH₂@500

(hasta 12 días de autonomía por botella
48 días en total para las cuatro botellas)

Almacenamiento baja presión

Tipo IV, TPED.

Alta resistencia, fibra ligera.

Capacidad volumétrica: 850 l

2,8 kgH₂@35 / 4,2 kgH₂@60

2. OTRAS SOLUCIONES DE HIDROGENO ARPA



LIFE19 CCM/ES/001327



EQUIPOS MÓVILES DE CAMPAÑA

PRESENCIA MUNDIAL

WE DESIGN, MANUFACTURE AND SUPPLY INTEGRAL SOLUTIONS TO IMPROVE PEOPLE'S LIFE ANYWHERE IN THE WORLD



20.000 m²
FACILITIES



54
COUNTRIES

SOLUCIONES DE ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO



ESPECIALISTAS EN SOLUCIONES DE HIDROGENO



GENERACIÓN, DISPENSACIÓN Y PILAS ESTACIONALES



PRIMERA DISPENSACIÓN DE UN TREN DE HIDRÓGENO EN ESPAÑA ^A

La primera dispensación de trenes de hidrógeno tendrá lugar en España en junio de 2022 con la asistencia y el equipamiento de ARPA. La dispensación de hidrógeno se realiza con un dispensador de hidrógeno diseñado y fabricado en ARPA. Con una capacidad de flujo de dispensación de 3,6kg/min controlado gracias a un logaritmo específico y el correspondiente equipamiento de válvula proporcional y sistema de refrigeración. ARPA acuerda un contrato de consultoría con CAF en febrero de 2023, para continuar con la optimización de los tiempos de dispensación. Este proyecto se enmarca en el desarrollo europeo de la movilidad ferroviaria con hidrógeno. ARPA es subcontratista directo del consorcio CNH2 y CAF en equipos y dispensación



- Velocidad de dispensación hasta 3,6 kgH₂/min @350
- Presión de dispensación: 350 bar
- Capacidad de almacenamiento de H₂ del tren: 160 kgH₂@350
- Autonomía del tren sólo con hidrógeno: 760 km
- Velocidad máxima sólo con hidrógeno: 140 km/h
- Pureza de dispensación: 4,0
- Tipo de propulsión eléctrica: Híbrido combinado FCH₂ y BatLi
- Número y tipo de pilas de combustible de hidrógeno: 6 / PEM
- Potencia por pila de combustible de hidrógeno: 120 kW



ARPA H2
Abril 2025 v01 JME

DOBLE ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE HIDRÓGENO A 350 BAR Y 700 BAR PARA CSIC ^A

ARPA gana el concurso estatal convocado por el CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas) para el desarrollo y fabricación de la primera estación surtidora dual de hidrógeno gaseoso en España, con dos niveles de presión en España, con dos niveles de presión, 350 bar para vehículos pesados y 700 bar para vehículos ligeros.

Como proyecto de investigación y demostración en colaboración con el CSIC, con la intención de prestar un servicio público real de dispensación de forma fiable y monitorizada. Analizando en profundidad el comportamiento de los equipos que intervienen en dicha estación y los parámetros fundamentales del vehículo y los parámetros fundamentales del vehículo que está repostando en ese momento, incluyendo la presión y la temperatura de los depósitos internos del vehículo y la temperatura de los depósitos internos del vehículo. El objetivo es optimizar al máximo el balance de planta con diferentes niveles de presión y dispensación en cascada.

En los últimos años, se han superado barreras tecnológicas en el tratamiento del gas hidrógeno, como el aumento del rendimiento de los electrolizadores, pilas de combustible más robustas para vehículos o el desarrollo de compresores de hidrógeno energéticamente eficientes. Actualmente es necesaria la implantación de estaciones dispensadoras de alta presión (700), inexistentes en España hasta 2023, fiables y supervisadas, y que estén conectadas a la actual red europea HRS.

Este proyecto se ha considerado de interés nacional y está financiado con fondos NextGeneration de la UE.



- FECHA DE ELECCIÓN JUNIO 2023** (ubicación: Zaragoza ARPA, ingeniería básica y de detalle, fabricación, integración y O&M)
- Dispensador de gas hidrógeno para 350 bar
 - Capacidad de dispensación: 250 kg/día hasta 1.5 m³/min.
 - Dispensador de gas hidrógeno para 700 bar
 - Capacidad de dispensación: 100 kg/día hasta 1.5 m³/min.
 - Sistema de refrigeración de gas hidrógeno 140-24 kW
 - Sistema de almacenamiento de alta presión de tipo 10 hasta 25 kg/día a 160 bar
 - Sistema de almacenamiento con tecnología de membranas de alta densidad
 - Capacidad de compresión 11 m³/h @ 160 bar
 - Presión máxima de operación 160 bar
 - Sistema de ventilación y desconexión integrado.
 - Pruebas sistema de medición de caudal gas Coriolis, certificado según OIML R113
 - Ocho el hidrógeno almacenado: in situ, verde por concentración fotovoltaica de energía solar a electrolizador tipo PEM.

SURTIDOR DE HIDRÓGENO PARA AUTOBUSES ALSA, ESPAÑA ^A

ALSA firma un contrato de servicios de dispensación de H₂ en las instalaciones de ARPA con el dispensador de alto caudal de ARPA ubicado en sus instalaciones. Hidrogenera de ARPA para el dispensado de la primera línea regular de autobuses de H₂ de ALSA cubriendo el servicio de viajeros de la línea del aeropuerto de Zaragoza. Se consiguen índices de dispensación satisfactorios del 100%, lo que se traduce en varios días de autonomía. Servicio de dispensación de alta presión entre el 75% y el 100%.



PLANTA HOSPITALARIA DE GENERACIÓN DE HIDRÓGENO Y OXÍGENO VERDE.

ARPA diseña y construye la primera planta del mundo que combina: Generación de hidrógeno verde y oxígeno médico por electrólisis para un hospital. La electrólisis se alimenta de la energía sobrante del sistema fotovoltaico del propio hospital. Caldera de hidrógeno puro para calentar el agua caliente sanitaria del hospital. La caldera de hidrógeno está integrada en la propia planta y se alimenta con hidrógeno verde. Con esta solución, un hospital puede generar in situ su propio combustible de caldera con cero emisiones. Combustible de emisión cero para calderas de agua caliente y producir su propio oxígeno médico. Además, esta solución es modular y puede ampliarse con aplicaciones de calefacción y reelectrificación mediante pila de combustible de hidrógeno.



viamed



CALIPSO: SOLUCIONES INNOVADORAS DE PROPULSIÓN EN APLICACIONES NAVALES Y TERRESTRES PARA DEFENSA EUROPEA.

Arpa participa en el proyecto de fondos europeos de defensa CALIPSO 2025-2027, donde desarrollará y fabricará un sistema de hidrolinera y dispensado multicombustible en base hidrógeno y vectores asociados al hidrógeno como el Metanol verde con captura de CO2. Para aplicaciones de propulsión en el sector de defensa europea naval y terrestre.

Igualmente Arpa colaborará en el diseño y desarrollo de equipos de transformación de vectores energéticos y de energía así como sistemas de almacenamiento policombustible Onboard para dichas aplicaciones navales y terrestres de defensa europea, teniendo en cuenta los mejores parámetros de balance de planta y máxima eficiencia para cada aplicación. Minimizando tiempos de repostaje y optimizando con los sistemas de almacenamiento la máxima autonomía posible y la menor huella de CO2 y térmica.



Urh

ARPA_Nuevos desarrollos H2_v00_2504



PLANTA HOSPITALARIA DE GENERACIÓN DE HIDRÓGENO Y OXÍGENO VERDE.

CARRETILLA ELEVADORA DE HIDRÓGENO LINDE, ESPAÑA

ARPA compra y presenta la primera carretilla elevadora propulsada por una pila de hidrógeno de 48V en España. Frente a las máquinas convencionales, también con motor eléctrico, su principal ventaja es el tiempo total de recarga de sólo 2 minutos, lo que permite que las máquinas estén operativas las 24 horas del día, cuando las alimentadas por baterías de litio requieren de 3 a 6 horas, para recargarse. Esta carretilla se caracteriza por una autonomía extendida y una energía de origen cero emisiones contaminantes. Además, se minimizan los pesos de la carrocería de la carretilla, lo que facilita el aumento de su capacidad de carga.



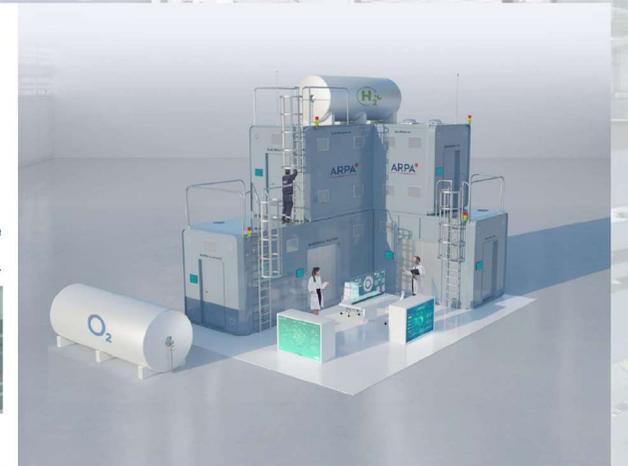
ARPA



ARPA diseña y recibe el encargo de construir un sistema de respaldo energético con pila de combustible de hidrógeno para el hospital Germans Trias i Pujol de Badalona. Concurso competitivo que premia a la empresa ARPA con la mejor calificación de memoria técnica de toda España. Se trata de un diseño integral de la planta que se adapta perfectamente a las necesidades del hospital, se produce hidrógeno electrolítico aprovechando el excedente de renovables y este se electrifica cuando el hospital lo requiere, además se aprovecha el calor del proceso y mediante un grupo térmico de hidrógeno puro también se calienta el agua del hospital. Además, el oxígeno derivado del proceso electrolítico es tratado y adaptado para el circuito de oxígeno medicinal del hospital, se trata de un proyecto pionero de investigación escalable para el reto de los hospitales que se verán en la necesidad de descarbonizarse. Proyecto dotado con 3 millones de euros. Diseño y construcción para 2024 e implantación en el hospital en junio de 2025.



CDTI Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial



AIRBUS BANCO DE ENSAYOS SIMULADOR DE PILA H2

Airbus UpNext es un nuevo programa de demostración de pilas de combustible de hidrógeno, denominado HyPower. Un proyecto en el que ARPA colabora con su área de ingeniería. Les permitirá explorar, en tierra y en vuelo, arquitecturas para generar energía no propulsora con pilas de combustible. La tecnología demostradora, liderada desde España, permitirá a Airbus UpNext sustituir la actual APU por un sistema de pilas de combustible.



TOYOTA MIRAI SEGUNDA GENERACIÓN

Toyota España entrega a ARPA un Toyota Mirai de segunda generación. Este vehículo se alimenta con hidrógeno verde generado, comprimido y dispensado en las propias instalaciones de ARPA, lo que supone un HRS de alta presión diseñado y fabricado por ARPA. Sistema de pila de combustible mejorado, que ofrece unas prestaciones sustancialmente renovadas. Desarrollado sobre la plataforma modular GA-4, de Toyota, que permite añadir un tercer depósito de hidrógeno, aumentando así la autonomía en un 30% hasta aproximadamente 670 km. Nuevo grupo de pilas de combustible y nuevo convertidor eléctrico FUEL CELL POWER CONVERTER (FCPC) Células de pila de combustible: 330 FCV - 180 Rendimiento a bajas temperaturas: Arranque a temperaturas de hasta -30°C También incorpora el convertidor CC-CC de la pila de combustible - Fuel Cell DC-DC Converter (FDC)



PLOCAN DISPENSADORES DE HIDRÓGENO PARA PLATAFORMAS OFFSHORE

En Agosto del 2024 ARPA ha sido adjudicatario, con el máximo de puntuación, de la licitación para la fabricación, despliegue y puesta en marcha de hidrolineras en las plataformas transoceánicas del océano atlántico dependientes de la región de Canarias, organismo público PLOCAN.

Esta previsto que sean plataformas autónomas que puedan operar sin depender de que le lleguen combustibles fósiles y que se puedan alimentar de combustible de hidrogeno a maquinaria propia y otros demandantes como barcos, drones, maquinaria de manipulación submarina, etc.

Se trata de sistemas de hidrógeno pioneros para plataformas de vital importancia que se encargan entre otras cosas de mantener infraestructura critica como nodos de comunicación submarinos intercontinentales, etc.



PLOCAN
Plataforma Océanica de Canarias



INDY, CAMPAMENTOS MILITARES EDA SISTEMAS ENERGÉTICOS DE BACK UP EN BASE HIDRÓGENO

Los campamentos militares desplegables dependen en gran medida de los combustibles fósiles, lo que no sólo crea una gran huella medioambiental sino que también supone una vulnerabilidad para los militares. Según el «Green Deal», la ecologización de las fuerzas militares es necesaria para alcanzar la ambición definida por los Estados miembros de la UE. Desde ARPA presentamos INDY, que es uno de los primeros pasos para aumentar la seguridad del suministro energético y la autonomía de los campamentos militares desplegables y apoyar su transición a fuentes de energía renovables. Está desarrollando una hoja de ruta estratégica para campamentos militares desplegables eficientes e independientes energéticamente, basada en un cambio de paradigma para la producción, conversión, almacenamiento, transporte, distribución y uso final de la energía.



INDY Energy Research and Innovation Center
Energy Research and Innovation Center
Funded by European Union