



Departamento de Economía,
Industria y Empleo

GOVERNMENT OF ARAGÓN

Workshop on the use of fuel cells and hydrogen in the railway environment



Brussels, 17th May 2019

D. C. Javier Navarro Espada

Technical Advisor Government of Aragón

Board Trustee of the Aragón Hydrogen Foundation

WHY HYDROGEN IN ARAGON?

- First Wind Farm in Spain installed near Zaragoza
- 2003: Great energy change approaching
- Reasons to support new hydrogen technologies:
 1. To take advantage of the renewable energy potential
 2. To take advantage of the region's strategic situation
 3. A consolidated industry with sectors that could apply and develop new products
 4. Existence of a high level of involvement in research groups
- 2003: Workshop organized by Government of Aragon
 - Objectives:
 - To learn and to discuss about hydrogen as energy vector
 - Results:
 - **Strategy to develop Hydrogen technologies in Aragon**
 - **Foundation for the Development of New Hydrogen Technologies in Aragon**



WHY HYDROGEN IN ARAGON?

- The initiative to develop hydrogen technologies in Aragon was included as key strategic line:
 - 2nd Research, Development and Knowledge Transfer Regional Plan of Aragon 2005-2008
 - Energy Plan of Aragon 2005-2012.
 - Energy Plan of Aragon 2013-2020.
 - **Aragon Research And Innovation Strategies For Smart Specialization (RIS3)**
 - **Aragon spatial planning strategies**



Hydrogen Master Plans in Aragon

AIMS OF THE PLAN:

- **GENERALS**

- To have a tool for the identification of opportunities and technologies
- To identify strategic lines for the region and to define the actions plans

- **SPECIFICS**

- To review the state of technology and opportunities.
- To identify specific projects for the region.
- To set across-the-board actions
- To carry out a study for the long-term horizons 2020-2050, defining the continuity of the strategic lines.

TO PREPARE SME'S AND PROFESSIONALS FOR THE FUTURE



(2007 – 2010)



(2011 – 2015)



(2016 – 2020)

GENERAL AIMS OF THE PLAN

- To have a tool for the identification of opportunities of the new hydrogen technologies detected in Aragon, which will allow decisions to be taken on an institutional, business and academic level.
- To identify the strategic lines for the region and establish a time scale and actions plans for the deployment of these lines.
- To involve the Aragonese economy in the adoption of new technologies as a differentiating competitive positioning factor in the medium and long term

SPECIFIC AIMS OF THE PLAN

- To review the state of the art of technology, current development, projects, reference companies in the sector, potential of the region in the matter, incipient markets and to define opportunities.
- To identify strategic lines of work for the coming years and opportunities for specific development for the Aragonese business sector.
- To set cross-cutting and general support actions: training, awareness-raising, technology transfer, protection and impact needed to guarantee the success of the deployment of the rest of the work lines (production, storage, transportation, distribution and applications.)
- To define actions oriented to achieve specific results through the establishment of monitoring indicators that allow monitoring effectively the objectives proposed.
- To carry out a survey with longer temporary timeframes 2020-2050, defining the continuity of the strategic lines drawn and setting the bases to reach these.

A. Production.

B. Storage, transport and distribution.

C. Applications.

D. Transfer of technology, protection and economic impact.

E. Training and awareness.




TRL-0	Idea.
TRL-1	Basic Research.
TRL-2	Technology Concept Formulated.
TRL-3	Applied Research.
TRL-4	Small-scale Prototype.
TRL-5	Large-scale Prototype
TRL-6	Prototype System.
TRL-7	Demo System.
TRL-8	First Commercial-type System.
TRL-9	Complete Commercial Application.



Line of Work: Production

ACTIONS	PROCEEDINGS	PRIORITY	INDICATOR	2018	2020
1. Electrolysis	Optimization at the technical and cost level, through simulation and improved design of components and subsystems	HIGH	5 to 7	First design made for TRL 6	Systems developed and tested aligned with the European Indicators for 2020 (TRL 7; CAPEX 2M€/ton/day)


ELYGRID





Improvements to Integrate High Pressure Alkaline Electrolysers for Electricity/H₂ production from Renewable


ELYINTEGRATION





Grid Integrated Multi Megawatt High Pressure Alkaline Electrolysers for Energy Applications


DEMO4GRID





Demonstration of 4 MW Pressurized Alkaline Electrolyser for Grid Balancing Services


QvalyGridS




Standardized qualifying tests of electrolysers for grid services

ELY4OFF



PEM Electrolysers FOR operation with OFFgrid renewable installations





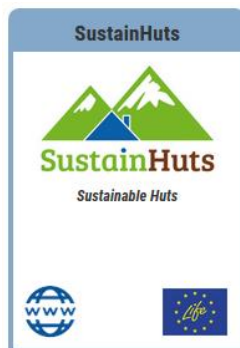
Line of Work: Storage, Transport and Distribution

ACTIONS	PROCEEDINGS	PRIORITY	INDICATOR	2018	2020
2. Study of development of storage systems for the market standards	Study on high pressure container development	MEDIUM	9	Completed studies and conclusions	To be determined
	Study on development of equipment for the standardised test composite containers	MEDIUM			



Line of Work: Applications

ACTIONS	PROCEEDINGS	PRIORITY	INDICATOR	2018	2020
5. Hydrogen integration in isolated grids	Design, development and implementation of projects with hydrogen technologies in isolated networks fed by RES	HIGH			
	Design and optimisation of power electronics and communications and control systems for the production of hydrogen in isolated networks from RES	HIGH	6 to 7	Start of a demonstrator in Aragon	Know-how established in the industrial fabric of Aragon
	Seek opportunities of demonstrators in isolated networks where hydrogen can be somehow integrated, preferably in rural areas. Identification of possible locations /end users	HIGH			




About the railway

- We believe that the possibilities of application of hydrogen technologies find in the railway one of the niches of application more feasible and closer to the market.
- In Aragon we have a developed sector of bodybuilders.
- In Zaragoza there is an important railway construction company, CAF.
- The industrial subsector of transport equipment is the most important in our region.
- Among the shareholders of the Foundation are several companies from the industrial and services sectors related to the railway.
- The Foundation worked on the planning of mobility concepts for the Zaragoza tramway with the aim of eliminating the catenary at some point. And it already has some experience in the sector.
- The Aragonese logistics sector, due to its geographical location, is one of the strongest in southern Europe.
- We have the technological capacity and the will to promote the application of hydrogen technologies in the railway sector.


Line of Work: Transfers of technology, protection and economic impact

ACTIONS	PROCEEDINGS	PRIORITY	INDICATOR	2018	2020
4. Impetus to standardisation systems	Participation in AENOR committees	MEDIUM			
	Participation in European and international level initiatives (For example: CENELEC)	MEDIUM	N/A	N/A	N/A

MetroHyVe



Metrology for Hydrogen Vehicles



HYLAW



Identification of legal rules and administrative processes applicable to Fuel Cell and Hydrogen technologies'




HYTECHCYCLING




New technologies and strategies for fuel cells and hydrogen technologies in the phase of recycling and



15NRM03 Hydrogen



Metrology for sustainable hydrogen energy applications



Line of Work: Training and awareness

ACTIONS	PROCEEDINGS	PRIORITY	INDICATOR	2018	2020
1. Studies on social perception and technology dissemination effectiveness	Perception and social acceptance study for companies	HIGH	Degree of acceptance	Hydrogen technologies are known by at least 50% of SMES in the region	Hydrogen technologies are known and accepted by at least 70% of SMES in the region
	Perception and social acceptance studies for society in general	HIGH	Degree of acceptance	Hydrogen technologies are known by at least 20% of the population of the region	Hydrogen technologies are known and accepted by at least 40% of the population of the region



ACTIONS	PROCEEDINGS	PRIORITY	INDICATOR	2018	2020
2. Actions within the WHEC 2016	Competition of ideas on hydrogen and fuel cells technology innovation	MEDIUM	No. of participants	5	NA
	Development of activities in the framework of the "Emprender en la Escuela" Programme	MEDIUM	No. of participants	5	NA
	Demonstration of practical applications close to society presented in the WHEC 2016	MEDIUM	No. of participants	5	NA
	Development of technical visits to projects and entities related with hydrogen in the region	MEDIUM	No. of participants	3	NA



Med-Term Review 2018

07. CONCLUSIONES

El proceso de evaluación intermedia del Plan Director del Hidrógeno en Aragón 2016-2020 constituye uno de los compromisos adquiridos en su redacción y un elemento de impulso de las actividades previstas en un momento especialmente relevante en el que el sector hidrógeno afronta nuevos retos tecnológicos.

La evaluación realizada se ha dividido en tres bloques principales:

- **Resultados por líneas de trabajo, estructurado en las cinco líneas definidas en su redacción.**
- **Resultados en términos globales.**
- **Actualización del Plan Director a mitad de periodo que incluye una propuesta de líneas a trabajar para la fase final del Plan.**

Para ello, el presente informe ha empleado la combinación de un análisis documental de la información disponible y generada en el periodo de vigencia del Plan Director junto con el desarrollo de un intenso proceso de participación a través de mesas de trabajo y entrevistas con responsables de la FHA y organismos representativos en su ejecución.

Las mesas de trabajo contaron con la participación de 30 organismos y empresas que realizaron una labor de análisis de las acciones estratégicas a la vista de los últimos avances tecnológicos y legales. Es destacable por tanto la buena respuesta y alta participación de las empresas y organismos aragoneses que fueron invitados a tomar parte del proceso participativo.

RESULTADOS POR LÍNEAS DE TRABAJO

El análisis y evaluación del desarrollo de las líneas de trabajo, y del cumplimiento de las actuaciones y objetivos establecidos en las mismas, permite extraer las siguientes conclusiones:

- La línea de producción de hidrógeno cuenta con un alto grado de cumplimiento de las actuaciones propuestas. El desarrollo de tecnología de electrólisis y la electrónica de potencia asociada sigue siendo una de las principales líneas de trabajo del FHA y varias empresas de la región. Actualizadas existen 8 proyectos en marcha con actuaciones en este campo.
- Otros procesos de producción de hidrógeno, como la producción a partir de residuos, aún con menor actividad en la región, siguen considerándose de interés y se mantienen como acción estratégica.
- La línea de trabajo de almacenamiento transporte y distribución es la que menor grado de actividad y cumplimiento ha tenido en la revisión realizada. Es una línea que engloba acciones de desarrollo de tecnología que han sido modificadas para adecuarse a la realidad del estado de la tecnología en este campo.
- De manera especial, la distribución de hidrógeno sigue considerándose una línea de prioridad alta debido a que Aragón tiene una ventaja competitiva y además se mantiene el interés de lograr el objetivo de quedar incluida en la red de corredores del hidrógeno a nivel europeo. Aunque los objetivos marcados para este periodo no se han cumplido, debido sobre todo al retraso en la puesta en marcha del proyecto más importante al respecto, H2PiyR, se mantiene con toda su vigencia para la fase final del Plan Director.
- En la línea de aplicaciones del hidrógeno destaca el desarrollo de tecnología de pilas de combustible que en Aragón está liderado por el CSIC y la Universidad de Zaragoza. Las acciones y actuaciones propuestas se han cumplido casi en su totalidad en el periodo.



El objetivo a 2020 de una transferencia efectiva de conocimiento que permita tener un know-how establecido en el tejido industrial, aunque se considera ambicioso, se considera interesante de mantener para impulsar las actividades al respecto.

- Otro tipo de aplicaciones del hidrógeno en redes aisladas y aplicaciones nicho como la aeronáutica y los sistemas de Power-to-Gas tienen un grado de desarrollo aceptable a mitad de periodo y se mantienen como acciones estratégicas.
- En general, la línea de aplicaciones del hidrógeno ha sido una de las más dinámicas ya que cuenta con el mayor grado de cumplimiento de todas las líneas estratégicas con un 81 % de acciones iniciadas a mitad de periodo, aunque sólo un 25 % se pueden considerar que han cumplido los objetivos en su totalidad.
- Respecto a la línea de transferencia de tecnología, protección e impacto económico se consideró durante la preparación del Plan Director de importancia estratégica alta y se propusieron acciones muy concretas relativas a acciones de colaboración empresarial, de las cuales se han iniciado más de un 60 % y finalizado el 50 % de las mismas. Los buenos resultados en este ámbito reflejan sobre todo la gran labor de la FHA de cara a la sociedad y tejido empresarial aragonés, como la creación de una nueva empresa y la diversificación de productos/negocio en otras dos.

- Finalmente, la quinta línea de formación y sensibilización se considera de importancia capital y se han realizado muchas actividades durante el periodo con buenos resultados, destacando las realizadas en el Congreso Mundial del Hidrógeno 2016, en Zaragoza. No obstante, en el marco de la presente evaluación ha sido redefinida para contener a futuro toda clase de actividades que puedan realizarse. Fruto del desarrollo de las mesas se concluye que, si bien se había trabajado mucho en este campo, la sensibilización y concienciación de la ciudadanía es de alta importancia, sobre todo ante los cambios de los modelos de transporte y los debates en torno a los nuevos combustibles y nuevas tecnologías. Por ello, en su redefinición continúa teniendo un papel primordial para lograr los objetivos globales del Plan.

Med-Term Review 2018

RESULTADOS EN TÉRMINOS GLOBALES

El Plan Director del Hidrógeno 2016-2020 cuenta con un sistema de seguimiento global que ha sido analizado también en la presente evaluación y cuenta con un conjunto de indicadores que permiten valorar su nivel de avance divididos en tres tipologías:

• **Indicadores de seguimiento: globales y por línea de trabajo.**

• **Indicadores de resultado.**

• **Indicadores de gestión.**

- El hidrógeno constituye un elemento que cada vez suscita un mayor interés. Este factor se refleja en el interés de empresas y organismos aragoneses en el desarrollo de proyectos de hidrógeno, contabilizando además de los integrantes del Patronato de la FHA, 15 organismos que realizan actividades en este campo.
- La composición del Patronato de la FHA ha ido creciendo también paulatinamente, situándose en 70 organismos en el periodo analizado por encima de la media de 66 en el periodo anterior.
- Los profesionales dedicados a las tecnologías del hidrógeno también han crecido de una forma considerable. La plantilla fija de la FHA ha aumentado un 16 % respecto al periodo anterior y la participación en personas/año por parte de las empresas y otros organismos está actualmente en cifras cercanas a los 40.
- Respecto a los indicadores de resultado la cifra de inversión global, cercana a los 10 millones ha superado ampliamente la del periodo anterior, que se encontraba en 8 millones. La financiación recibida en convocatorias públicas se sitúa en casi 7 millones destacando además el éxito obtenido por las empresas con algo más de 2 millones de euros en proyectos de hidrógeno y pilas de combustible.
- Finalmente, respecto a los indicadores de gestión el cumplimiento ha sido muy positivo. El Plan Director cuenta con 21 acciones y 61 actuaciones concretas en las cinco líneas de trabajo establecidas. El porcentaje de actuaciones en marcha en total asciende al 62 % y el de actuaciones que ya han alcanzado los objetivos fijados es del 36 %. Además los indicadores relativos a reuniones de seguimiento, presentación de propuestas y convenios han seguido la senda marcada en su definición.
- En definitiva, los indicadores del sistema de seguimiento globales, así como los de resultado y gestión son adecuados para la correcta monitorización de los objetivos del Plan y por tanto no se han propuesto modificaciones en el mismo en esta etapa intermedia.

El análisis de los indicadores de seguimiento propuestos en el Plan refleja una evaluación intermedia muy positiva del cumplimiento de los objetivos propuestos. Así, durante este periodo, aunque el número de proyectos financiados ha disminuido levemente ha aumentado considerablemente la inversión global y la financiación recibida en total, siendo resultado este hecho de la participación en proyectos de mayor envergadura y con más participación aragonesa. Además, el número de empresas que tienen en marcha proyectos con tecnologías del hidrógeno es mayor que en periodos anteriores, y la financiación obtenida por las empresas triplica a la obtenida en el periodo total del Plan anterior.

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DIRECTOR 2016-2020.

Dentro del proceso de evaluación se ha constatado que el cumplimiento de los objetivos del Plan por línea de trabajo no ha sido uniforme por lo que se ha propuesto en el marco de la presente evaluación una reflexión sobre las causas de esta disparidad y la validez de las acciones y actuaciones propuestas así como de los objetivos fijados.

Para ello además del análisis documental el desarrollo de las mesas de trabajo y entrevistas realizadas ha constituido una valiosa fuente de información para esta revisión.

La realización del proceso de participación a través de las mesas permite concluir que existe un consenso con los participantes para afrontar

las modificaciones incluidas en el Plan Director, la replanificación de alguna línea de acción y el mantenimiento o modificación de los objetivos.

Además, aunque algunos objetivos propuestos se consideran exigentes a la vista de las actuaciones ejecutadas, en la mayoría de los casos se ha optado por mantenerlo en respuesta al espíritu positivo de los participantes en continuar con los desarrollos planteados y a la espera de la mejora del marco económico actual.



Med-Term Review 2018

Las modificaciones más significativas realizadas sobre la revisión del Plan incluyen las siguientes revisiones:

- En la línea de producción de hidrógeno, se ha incluido una diferenciación de tecnología de electrólisis entre PEM y alcalina.
- Respecto a la línea de almacenamiento, transporte y distribución, se incluye de forma específica el seguimiento de diferentes tipologías de almacenamiento quitando la prioridad al almacenamiento mediante hidruros.
- En cuanto a la línea de aplicaciones del hidrógeno se mantiene las acciones generales propuestas.
- Respecto a la transferencia de tecnología, protección e impacto económico, la revisión se ha dirigido en la línea de seguir fortaleciendo este ámbito incrementando la implicación de empresas aragonesas que puedan aprovechar las oportunidades del hidrógeno. Se mantienen las acciones globales propuestas como objetivo, pero se definen actuaciones de manera más amplia para recoger la enorme diversidad de actuaciones que puedan hacerse en este campo.
- En cuanto a la línea de formación y concienciación al igual que en el caso anterior se mantienen las acciones y se incluyen actuaciones menos concretas para incluir la diversidad de las mismas.



Finalmente, en el marco del presente Plan se establecen algunas recomendaciones operativas surgidas del proceso de evaluación que se considera de interés de aplicación de cara a la fase final de la programación 2016-2020:

- Los cambios normativos constituyen un elemento básico en el ámbito de hidrógeno de cara al futuro. Por ello, resulta de interés el establecimiento de elementos de vigilancia en materia normativa y social para que puedan ser incorporados a la estrategia futura de actuación de cada organismo.
- Las mesas de trabajo han permitido evidenciar líneas futuras de trabajo que si bien puede ser prematura su inclusión en este momento es necesario el establecimiento de un protocolo de seguimiento que permita no perder las oportunidades que ofrece el sector para su inclusión en el próximo Plan. Además esta metodología participativa, que ha resultado muy provechosa por parte de los participantes, puede dar lugar a constituir un foro de encuentro de los organismos más representativos que trabajen o busquen trabajar con el hidrógeno y establecer nuevos mecanismos de trabajo conjunto.
- En materia de seguimiento se considera de interés ampliar el seguimiento de los indicadores de resultado para lograr una verdadera cuantificación del impacto que supone la inversión en hidrógeno así como los resultados de la financiación obtenida en diferentes convocatorias europeas sobre la materia.



Representing the interests of European regions and cities active in the field of hydrogen, fuel cells and electro mobility



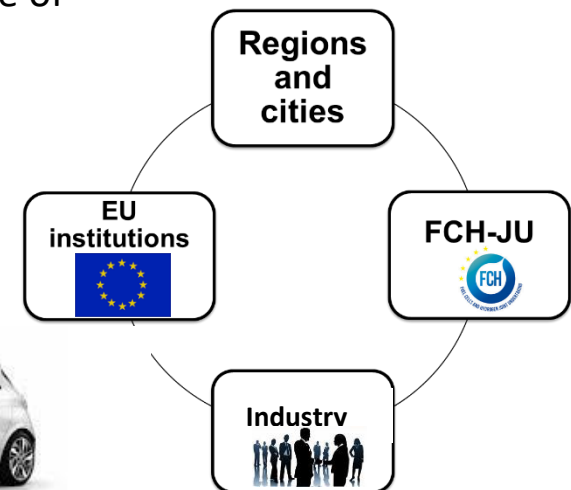
- Membership based network / political organisation
- 16 members in 10 countries (02.2018)
- **Aim:** help our members to develop their hydrogen and electro-mobility activities



Enabling the share of knowledge



Bridging the gap



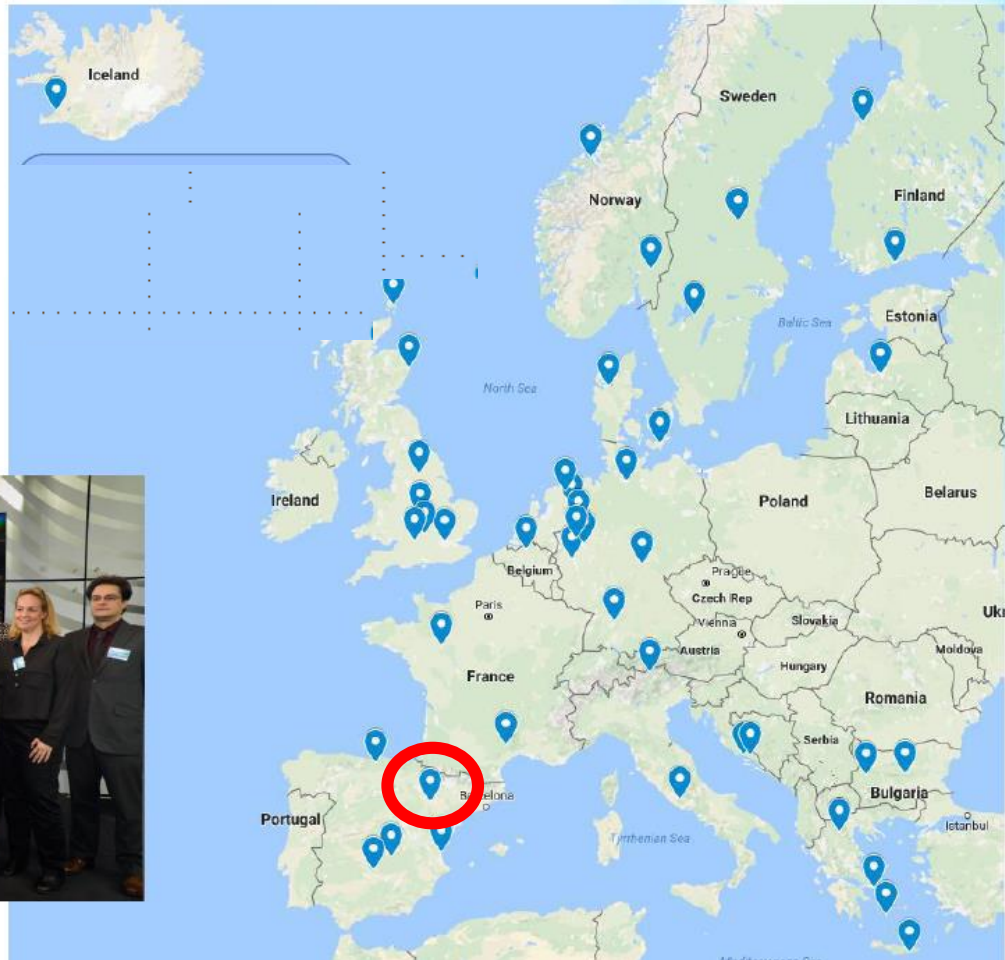
New initiative:

>50 Cities & Regions signed an MOU with the FCH - JU

Opportunity to participate in a large study:

- Defines business cases for Hydrogen & Fuel Cell based products the Cities & Regions are seeking for.
- Put Cities & Regions in direct contact with the Industry
- Help to find best financing schemes

At no cost to the Cities & Regions
(other than their own time and travel costs)



Signing ceremony 23rd Nov. 2016

European Hydrogen Initiative



The Foundation for the Development of New Hydrogen Technologies in Aragon is a private, not-for-profit entity, **created to promote the use of hydrogen as an energy vector.**

Key instrument for **the promotion of strategic projects** around the hydrogen, renewable energy, electric vehicles, energy efficiency. With the purpose of generating, storing and transporting hydrogen, for its use in fuel cells, in transport applications or for the generation of distributed energy. In this way it aims to foment research, technological development, cogeneration and industrial adaptation, contributing to industrial modernization and improved competitiveness.



Created: December 23rd 2003

First meeting of Board: May 25th, 2004

ADMINISTRACIONES PÚBLICAS



CORPORACIONES Y ASOCIACIONES



ENERGÍA



Class management



INMOBILIARIA Y OBRA CIVIL



AUTOMOCIÓN



INDUSTRIA QUÍMICA



METAL MECÁNICO



INVESTIGACIÓN, ENSEÑANZA E INNOVACIÓN



INGENIERÍA Y CONSULTORÍA



SEGURIDAD Y HOMOLOGACIÓN



OCIO Y TURISMO



ASOCIADO



TRANSPORTE



FINANZAS



NOMINATIVO

Carlos Javier Navarro

DE HONOR

Jeremy Rifkin
 Víctor Manuel Orera
 Emilio Domingo



Projects and Collaborations

Industrial Development Level



Agreements / Collaborations



Projects (Among Others)

<p>EVERYWH2ERE</p> <p>Making hydrogen affordable to sustainably operate Everywhere in European cities</p>	<p>BIG HIT</p> <p>Building Innovative Green Hydrogen Systems in Isolated Territories</p>	<p>DEMO4GRID</p> <p>Demonstration of 4 MW Pressurized Alkaline Electrolyser for Grid Balancing Services</p>	<p>QualyGridS</p> <p>Standardized qualifying tests of electrolysers for grid services</p>	<p>HYLAW</p> <p>Identification of legal rules and administrative processes applicable to Fuel Cell and Hydrogen technologies'</p>
<p>HYTECHCYCLING</p> <p>New technologies and strategies for fuel cells and hydrogen technologies in the phase of recycling and</p>	<p>ELY4OFF</p> <p>PEM ElectroLYsers FOR operation with OFFgrid renewable installations</p>	<p>ELYNTEGRATION</p> <p>Grid Integrated Multi Megawatt High Pressure Alkaline Electrolysers for Energy Applications</p>	<p>HYTETRA</p> <p>Hydrogen Technology Transfer</p>	<p>HYPROFESSIONALS</p> <p>Training Tomorrow's Hydrogen Professionals</p>
<p>HYUNDER</p> <p>Assessing the potential, actors and business models of large scale underground hydrogen storage in Europe</p>	<p>KNOWHY</p> <p>Improving the Knowledge in Hydrogen and Fuel Cell Technology for Technicians and Workers</p>	<p>FLUMABACK</p> <p>Fluid Management component improvement for Back up fuel cell systems</p>	<p>ELYGRID</p> <p>Improvements to Integrate High Pressure Alkaline Electrolysers for Electricity/H2 production from Renewable</p>	



Departamento de Economía,
Industria y Empleo

Thank you very much for your attention

C. Javier Navarro Espada
jnavarro@aragon.es

www.aragon.org

www.hidrogenoaragon.org