

RESUMEN/ABSTRACT

Mirela Atanasiu

FUEL CELL AND HYDROGEN JOINT UNDERTAKING: A EUROPEAN R&I SUCCESS STORY

La Iniciativa Conjunta de Pilas de Combustible e Hidrógeno (FCH JU) se creó en 2008 como una asociación público-privada institucionalizada, cubriendo todas las etapas del desarrollo de productos desde la investigación de bajo nivel de preparación tecnológica (TRL) hasta grandes proyectos de demostración, en aplicaciones de producción (electrolizadores y otras), tecnologías de distribución y almacenamiento (principalmente hidrógeno comprimido, pero también hidrógeno líquido y aditivos en la red de gas natural) y usos finales en transporte y estacionarios. Para respaldar todos estos desarrollos tecnológicos, se brindó apoyo adicional a cuestiones transversales como el desarrollo normativo, aspectos de seguridad, educación y capacitación.

Palabras clave: FCH JU, asociación público-privada, hidrógeno, I+D, proyectos.

The Fuel Cells and Hydrogen Joint Initiative (FCH JU) was created in 2008 as an institutionalized public-private partnership, covering all stages of product development from low technology readiness (TRL) research to large demonstration projects, in production applications (electrolyzers and others), distribution and storage technologies (mainly compressed hydrogen, but also liquid hydrogen and additives in the natural gas network) and transportation and stationary end-uses. To support all of these technological developments, additional focus was provided to cross-cutting issues such as regulatory development, security aspects, education and training.

Keywords: FCH JU, public-private partnership, hydrogen, R&D, projects.

Antonio González García-Conde

EL HIDRÓGENO EN ESPAÑA: SITUACIÓN Y ESTRATEGIA

En este artículo se destacan los aspectos principales de la situación actual, los retos y las oportunidades que se presentan a nuestro tejido productivo, así como la estrategia gubernamental que va a permitir aprovechar el potencial de España en tecnología del hidrógeno.

Palabras clave: hidrógeno, tecnología, estrategia, España.

This article highlights the main aspects of the current situation, the challenges and opportunities that are presented to our productive system, as well as the government strategy that will allow us to take advantage of Spain's potential in hydrogen technology.

Keywords: hydrogen, technology, strategy, Spain.

Juan Bautista Sánchez-Peñuela Lejarraga

ESTRATEGIAS NACIONALES SOBRE HIDRÓGENO: UNA VISIÓN COMPARADA

El reconocimiento del hidrógeno como un vector energético imprescindible para alcanzar la neutralidad climática lo ha puesto en el centro de las políticas públicas desde comienzos del año 2020. El punto inicial en el diseño de las políticas públicas en hidrógeno en cada país lo marca un documento estratégico, que habitualmente parte de un diagnóstico de situación y potencial, establece objetivos, identifica barreras y propone medidas de mitigación. En este artículo se consideran los documentos estratégicos de los principales actores globales, con especial atención al ámbito comunitario. Por último, se estudia la contribución de las principales organizaciones internacionales especializadas en energía.

Palabras clave: hidrógeno, estrategias nacionales, políticas públicas, geoestrategia.

The recognition of hydrogen as an essential energy vector to achieve climate neutrality has placed it at the center of public policies since the beginning of 2020. A strategic document ushers in the design of public policies on hydrogen in each country, which usually includes an assessment of the situation and potential, establishes objectives, identifies barriers and proposes mitigation measures. This article analyses the strategic documents of the main global players, with a special focus on the European Union. Finally, the contribution of the main international organizations specialized in energy is considered.

Keywords: hydrogen, national strategies, public policies, geostrategy.

Fernando Palacín

EL HIDRÓGENO COMO OPORTUNIDAD REGIONAL: EL CASO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN

El despliegue de la tecnología del hidrógeno y las oportunidades a él asociadas es hoy más que nunca foco de atención internacional. Sin embargo, es en el ámbito nacional y más concretamente en el regional, donde pueden presentarse las mayores ventajas en forma de desarrollo económico y sostenibilidad. La comunidad autónoma de Aragón, que lleva casi dos décadas liderando en Europa y en España la expansión de una economía que permita aprovechar a todos los niveles los avances que este vector energético puede aportar, es un buen ejemplo de ello. Apoyándose en sus centros de investigación y empresas, la región ha trazado una cuidada hoja de ruta plasmada en cuatro Planes Directores del Hidrógeno consecutivos. Esa estrategia tiene como ejes centrales el fortalecimiento del tejido industrial y la descarbonización, y a la Fundación Hidrógeno Aragón como principal instrumento para conseguirlo desde su creación en 2003.

Palabras clave: hidrógeno, estrategia, desarrollo regional, Aragón.

The deployment of hydrogen technology and the opportunities associated with it is today more than ever the focus of international attention. However, it is at the national level and more specifically at the regional level, where the greatest advantages can be presented in the form of economic development and sustainability. The autonomous community of Aragon, which has been leading the expansion of an economy in Europe and Spain for almost two decades that allows the advances that this energy vector can contribute to be taken advantage of at all levels, is a good example of this. Relying on its research centers and companies, the region has drawn up a careful roadmap embodied in four consecutive Hydrogen Master Plans. This strategy has as its central axes the strengthening of the industrial fabric and decarbonization, and the Aragón Hydrogen Foundation as the main instrument to achieve this since its creation in 2003.

Keywords: hydrogen, strategy, regional development, Aragon.

Macarena Larrea Basterra, Jorge Fernández Gómez y Jaime Menéndez Sánchez

EL HIDRÓGENO EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO: OPORTUNIDADES TECNO-INDUSTRIALES Y MEDIOAMBIENTALES

El hidrógeno está posicionándose como uno de los pilares para la descarbonización de la economía, en especial de sectores industriales y otras actividades dependientes de los combustibles fósiles. Asimismo, puede actuar como impulsor de actividad económica y de innovación en las empresas de las cadenas de valor asociadas, suponiendo una oportunidad para el desarrollo tecnológico e industrial del territorio. En ambos casos, es necesario superar las barreras y los riesgos asociados. Este artículo aborda estas cuestiones presentando el caso del País Vasco (su *mix* energético, estrategia de hidrógeno, principales proyectos planteados y participación empresarial y retos de futuro).

Palabras clave: hidrógeno, industria, transición energética, colaboración tecnológica, País Vasco.

Hydrogen is positioning itself as one of the pillars for the decarbonization of the economy, especially in industrial sectors and other activities dependent on fossil fuels. It can also act as a driver of economic activity and innovation in firms in associated value chains, providing an opportunity for an economy's technological and industrial development. In both cases, it is necessary to overcome certain barriers and risks. This article addresses these issues by presenting the case of the Basque Country (its energy mix, hydrogen strategy, main projects that are being proposed and business participation and future challenges).

Keywords: hydrogen, industry, energy transition, technological collaboration, Basque Country.

Emilio Nieto

TECNOLOGÍAS DE LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

El hidrógeno constituye una de las soluciones tecnológicas clave para la descarbonización y electrificación, pero no es la única. Existen opciones eléctricas como las baterías, transiciones intermedias como el gas natural, y otras opciones que a buen seguro se desarrollarán en los próximos años y que permitirán definir el *mix* energético futuro para llegar a ser cero emisiones en 2050. En este artículo se revisan los distintos procesos y tecnologías para la producción de hidrógeno, centrándose en el proceso de electrólisis, así como las tecnologías de pilas de combustible para transformarlo de nuevo en energía.

Palabras clave: hidrógeno, tecnología, electrificación, electrolisis, pilas de combustible.

Hydrogen constitutes one of the key technological solutions for decarbonisation and electrification, but it is not the only one. There are electrical options such as batteries, intermediate transitions such as natural gas, and other options that will undoubtedly be developed in the coming years and that will allow defining the future energy mix to become zero emissions in 2050. This article reviews the different processes and technologies for hydrogen production, focusing on the electrolysis process, as well as fuel cell technologies to transform it back into energy.

Keywords: hydrogen, technology, electrification, electrolysis, fuel cells.

Javier Brey

LA ELECTROLISIS COMO UNA HERRAMIENTA CLAVE DE LA DESCARBONIZACIÓN DEL SIGLO XXI

La economía del hidrógeno se perfila, hoy en día, como una alternativa real a la economía basada en los combustibles fósiles. Se plantea la posibilidad de producir "hidrógeno verde" desde energía renovable, y emplearlo como combustible alternativo para los sectores de movilidad, industria y residencial, y también para gestionar esa energía eléctrica de origen renovable. Y, en medio de todo este esquema, está la electrólisis, la posibilidad de separar la molécula de agua en oxígeno e hidrógeno mediante electricidad de origen renovable. En este sentido, actualmente se consideran varias tecnologías, en diferente grado de madurez, para el desarrollo de electrolizadores.

Palabras clave: hidrógeno, tecnología, descarbonización, electrolisis.

Hydrogen economy is emerging today as a real alternative to the economy based on fossil fuels. The possibility of producing "green hydrogen" from renewable energy is being considered, and the use of this hydrogen as an alternative fuel for the mobility, industrial and residential sectors, and also to manage the renewable power. And, in the middle of this whole scheme, electrolysis is located: the possibility of separating the water molecule into oxygen and hydrogen using electricity from renewable sources. In this sense, several technologies with different degree of maturity are currently considered for the development of electrolyzers.

Keywords: hydrogen, technology, decarbonization, electrolysis.

Juan Álvarez y Ángel Martínez

ULPHE-PEMFC: UNA PILA DE COMBUSTIBLE DE ÚLTIMA GENERACIÓN

Este artículo describe un proyecto de cooperación para el desarrollo experimental, la evaluación y la introducción en el mercado de tres prototipos pre-comerciales de un nuevo sistema de generación de energía eléctrica basado en tecnologías del hidrógeno, denominado HYCOGEN (Sistema Híbrido y Compacto de Generación de Energía Limpia), que integra una nueva generación, propia y totalmente nacional, de pilas de combustible de membrana polimérica (PEM) denominadas ULPHE-PEMFC.

Palabras clave: hidrógeno, energía limpia, sistemas híbridos, generación eléctrica compacta, pila de combustible de membrana polimérica.

This article describes a cooperation project for the experimental development, evaluation and market introduction of three pre-commercial prototypes of a new electric power generation system based on hydrogen technologies, called HYCOGEN (Hybrid and Compact Generation System of Clean Energy), which integrates a new generation, proprietary and totally national, of PEM fuel cells called ULPHE-PEMFC.

Keywords: hydrogen, clean energy, hybrid systems, compact electric power generation, PEM fuel cell.

José M^o López, Ángel Martín, Enrique Alcalá, M. Nuria Flores y Víctor del Pozo

VEHÍCULOS CON PILA DE COMBUSTIBLE

Una reducción importante de los gases de efecto invernadero en el transporte por carretera sólo se podrá alcanzar mediante un incremento significativo del rendimiento de los sistemas de propulsión. En este sentido, los vehículos híbridos, eléctricos y de pila de combustible se posicionan como candidatos prometedores para un sistema de transporte sostenible. Los sistemas de propulsión eléctrica, como es el caso de los vehículos con pila de combustible alimentada con hidrógeno, tienen buen rendimiento, robustez y mantenimiento limitado, así como flexibilidad en el control del par y de la velocidad. La gran ventaja del vehículo con pila de combustible es su funcionamiento cero emisiones, reducido ruido, además de unas emisiones de gases de efecto invernadero nulas si la energía eléctrica empleada para la generación del hidrógeno proviene de fuentes renovables.

Palabras clave: transporte por carretera, sostenibilidad, hidrógeno, vehículos con pila de combustible.

A significant reduction in greenhouse gases in road transport can only be achieved by significantly increasing the efficiency of powertrain. In this sense, hybrid, electric and fuel cell vehicles are positioned as promising candidates for a sustainable transport system. Electric traction, such as hydrogen fuel cell vehicles, has good performance, robustness and limited maintenance as well as flexibility in torque and speed control. The great advantage of the fuel cell vehicle is its zero emissions operation, reduced noise and zero greenhouse gas emissions if the electrical energy used to generate hydrogen comes from renewable sources.

Keywords: road transport, sustainability, hydrogen, fuel cell vehicles.

Elena Hernando y María Jaén

ESPAÑA COMO HUB DEL HIDRÓGENO VERDE

En la búsqueda de la neutralidad climática resulta clave el desarrollo de modelos híbridos de gases renovables para sectores no electrificables y de difícil descarbonización como son el transporte pesado o la industria energívora. Desde esta perspectiva, en este artículo se explican las ventajas y aplicaciones del hidrógeno verde, haciendo especial mención al papel que jugarán las infraestructuras gasistas existentes en el despliegue de este nuevo vector.

Palabras clave: descarbonización, neutralidad climática, hidrógeno verde, gases renovables, infraestructuras gasistas.

In the search for climate neutrality, the development of hybrid models of renewable gases for sectors that cannot be electrified and that are difficult to decarbonise, such as heavy transport or the energy industry, is key. From this perspective, this article explains the advantages and applications of green hydrogen, making special mention of the role that the existing gas infrastructures will play in the deployment of this new vector.

Keywords: decarbonisation, climate neutrality, green hydrogen, renewable gases, natural gas infrastructures.

Millán Nolasco García-Tola Monpín

HIDRÓGENO VERDE PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

La descarbonización del planeta propone para 2050 un mundo más accesible, eficiente y sostenible, impulsado por energías limpias como el hidrógeno verde, lo que resalta la importancia de la generación eléctrica renovable y el desarrollo de nuevos modelos de negocio como los que se describen en este artículo.

Palabras clave: hidrógeno verde, descarbonización, transición energética, electricidad renovable, modelos de negocio.

The decarbonization of the planet proposes a more accessible, efficient and sustainable world by 2050, driven by clean energies such as green hydrogen, which highlights the importance of renewable electricity generation and the development of new business models such as those described in this article.

Keywords: green hydrogen, decarbonization, energy transition, renewable electricity, business models

Tomas Malango, Javier Aríztegui y María Deryugina

ENERGÍA DE HIDRÓGENO: EL COMIENZO DE UN LARGO VIAJE

Este artículo describe algunas grandes iniciativas basadas en hidrógeno renovable que, aunando la inversión y la colaboración público-privada, favorecen los proyectos a largo plazo y abren oportunidades para la comercialización internacional de nuevas tecnologías y combustibles basados en este vector energético sostenible.

Palabras clave: hidrógeno, tecnología, petroquímica, refinería, combustibles.

This article describes some major initiatives based on renewable hydrogen that, combining investment and public-private collaboration, favor long-term projects and open up opportunities for the international marketing of new technologies and fuels based on this sustainable energy vector.

Keywords: hydrogen, technology, petrochemical, refinery, fuels.

Félix Gómez Cuenca

EL PAPEL DE LA LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

En este artículo se describe el rol del sistema logístico de hidrocarburos líquidos en la transición energética basada en vectores químicos, incidiendo en aspectos clave de neutralidad tecnológica, ciclo de vida de productos y vectores energéticos, y el máximo aprovechamiento de infraestructuras y equipamientos existentes.

Palabras clave: hidrógeno, ecocombustibles, logística, infraestructura, hidrocarburos líquidos, transición energética, economía circular.

This article describes the role of the liquid hydrocarbon logistics system in the energy transition based on chemical vectors, focusing on key aspects of technological neutrality, the life cycle of products and energy vectors, and the maximum use of existing infrastructure and equipment.

Keywords: hydrogen, ecofuels, logistics, infrastructure, liquid hydrocarbons, energy transition, circular economy.

Juan José Alba Ríos, Julián Barquín Gil, Mónica Díaz-Otero Núñez, César Martínez Villar y Eduardo Moreda Díaz

EL HIDRÓGENO COMO VECTOR PARA UN SISTEMA ENERGÉTICO RENOVABLE

En este artículo se discute el papel que es previsible que el hidrógeno juegue en una futura economía descarbonizada. El hidrógeno jugará varios papeles fundamentales. Primero, como base de un mecanismo de balance estacional en un sistema eléctrico descarbonizado. Segundo, como combustible para el transporte marítimo y aéreo. Y tercero, como materias y fuentes de energía de diversos procesos industriales.

Siendo renovable, su principal origen será electrolítico. Todo esto implica fuertes sinergias entre todas estas aplicaciones, lo que requiere un enfoque regulatorio coherente. Por otra parte, no cabe esperar que el sistema resultante sea una versión actualizada del presente sistema de gas natural.

Palabras clave: hidrógeno, transporte, industria, sistema energético, regulación.

This paper discusses the likely hydrogen role in the future decarbonized economy. Hydrogen will be salient in several fields. Firstly, in a seasonal balancing role for a decarbonized electricity system. Secondly, as maritime and aviation fuel. Lastly, as raw material and energy source for the industry. Being renewable hydrogen, most of it will be electrolytic hydrogen. Therefore, strong synergies will arise among all the former applications. So, a coherent regulatory approach is required. On the other hand, it is not to be expected that the future hydrogen system strongly resembles current natural gas system.

Keywords: hydrogen, transportation, industry, energy system, regulation.

Los índices y abstracts de Economía Industrial se incluyen en las bases de datos e índices on line de la **American Economic Association** y en su publicación especializada **ECONLIT**, editada por el **Journal of Economic Literature**. A la consulta de sus 200.000 registros, entre los que se encuentran 300 revistas —100 fuera de Estados Unidos—, recurren estudiantes, investigadores y profesores de todo el mundo económico.

Los contenidos de Economía Industrial también están disponibles en la red Internet, en la dirección

www.economiaindustrial.es