

2022

Contexto Laboral y Previsiones de Crecimiento del Hidrógeno Verde



Contenido

INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA	6
CONTEXTO TÉCNICO SOCIOECONÓMICO DEL HIDRÓGENO LIMPIO	8
3.1. Incentivos y marco normativo.	11
3.2 Barreras.....	18
3.3 Estatus actual del sector: Proyectos ejecutados y en construcción	20
3.4 Previsiones de inversión globales.....	22
3.5 Algunos apuntes y perspectivas sobre los precios/costes de generación del hidrógeno	23
3.6 Perspectivas oficiales de demanda laboral ¿Falta personal?	24
RESULTADOS DEL ESTUDIO	27
4.1 Perfiles más demandados y carencias laborales.....	27
4.2 Perfiles más escasos y difíciles de contratar	31
4.3 Habilidades y capacidades que demandará el sector del hidrógeno verde	32
4.4 Necesidades formativas.....	34
4.5 Perspectivas de crecimiento	37
4.6 Una guerra por el talento	39
4.7 Mayor reto que afronta la industria del hidrógeno verde para su crecimiento.....	40
4.8 Impacto de la coyuntura actual en el crecimiento del sector.....	43
CONCLUSIONES	44
ENTREVISTAS A PROFESIONALES DESTACADOS ...	46
Jesús García Martín: Director - EU Energy Solutions & Innovation.....	46
Brais Armíño Franco: Cofundador de AtlantHy y SynerHy	52
AGRADECIMIENTOS	55
REFERENCIAS	56



“

If you want to find the secrets of the universe, think in terms of energy, frequency and vibration.

-Nikola Tesla

01

INTRODUCCIÓN

Todos los pronósticos sobre perspectivas económicas globales saltaron en pedazos el pasado 24 de febrero de 2022.

La invasión de Ucrania por parte de Rusia ha sido la gota que ha colmado un vaso que comenzó a llenarse 2 años antes, con la declaración global de pandemia por parte de la Organización Mundial de la Salud. En este periodo nos hemos encontrado con eventos desconocidos en los últimos 50 años.

El pasado 20 de abril de 2020 el precio de referencia del petróleo crudo en Estados Unidos se desplomó hasta una cifra negativa de \$-37,63 dólares. Es decir, al comprador hubo un momento en el que se le pagaba dinero por adquirir los barriles de petróleo americano¹. Tras 2 años de pandemia, millones de muertos, y empresas quebradas, el precio del petróleo se ha dado la vuelta y llegó a tocar los \$130 dólares por barril en abril de 2022, cerca de su récord histórico de \$140 USD en 2008.

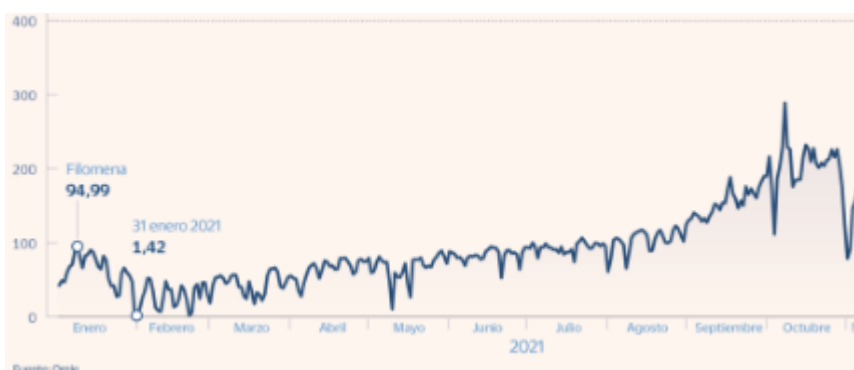
En paralelo a estas fluctuaciones, nos estamos encontrando con un mercado de generación eléctrica con suma volatilidad, tanto a escala global, como en Europa y España. Estas fluctuaciones

de precios están poniendo contra las cuerdas a consumidores y gobiernos. En España se llegó a tener un precio de mercado diario eléctrico (OMIE) de 20 euros por MWh, con mínimas de 1,42€ en 2021. En marzo de 2022 se alcanzó la estratosférica cifra de 545€² por megavatio hora y hubo picos en los que se superaron los 700€.³

Pero sin duda la guerra e invasión de Ucrania ha supuesto un punto de inflexión. A un mercado que ya venía siendo afectado por un desequilibrio entre oferta y demanda de hidrógeno renovable.

Con más importaciones de GNL y gasoductos, podemos sustituir 60 bcm de gas ruso en los próximos 12 meses. Duplicando la producción sostenible de biometano.

También podemos aumentar la **producción e importación de hidrógeno renovable. Un acelerador de hidrógeno desarrollará una infraestructura integrada y ofrecerá a todos los Estados miembros acceso a hidrógeno renovable asequible. 20 millones de toneladas de hidrógeno pueden sustituir a 50 bcm de gas ruso**⁴



Fuente: Omie/Cinco Días.³

La Unión Europea (UE) siguiendo una política que ya se encontraba muy definida, opta por una aceleración hacia mayor independencia energética y una transición energética. Las energías renovables nos hacen más independientes, y son más asequibles y fiables que el volátil mercado del gas y el petróleo, como afirmó Timmermans. Por ello, “tenemos que poner millones de paneles fotovoltaicos más en los tejados de nuestras casas, empresas y granjas...” entre otras medidas.

El pistoletazo de salida ya se ha dado, tenemos la música, falta la letra. Como hemos visto, las renovables y también el hidrógeno bajo en emisiones forma ya parte de la política energética común. Sólo falta avanzar en la mejora de la tecnología, costes e implementación.

Es en esta fase de implementación donde el capital humano y las personas entran en juego. Sobre ellos gira el objeto de análisis de este estudio. Por el momento (aunque no siempre), la mayoría de las actividades económicas son desarrolladas por personas. El sector del hidrógeno limpio no es excepción y va a necesitar de personal muy cualificado y motivado para poder afrontar la demanda de necesidades urgentes.

Partiendo de esta premisa, la consultora Worldwide Recruitment Energy, y su equipo de investigación con el apoyo de la Escuela de Organización Industrial⁵ decidieron afrontar un estudio que aportara algo de luz sobre varias cuestiones, como:

¿Qué perfiles serán los más demandados?, ¿Qué carencias tiene el sector en cuanto a recursos humanos? ¿De dónde vendrán estas personas? ¿Qué impide un mayor crecimiento del sector? Estas son algunas de las preguntas que trataremos de resolver en el siguiente estudio.

Para saber a dónde va este sector y sus necesidades debemos indagar en su realidad. O como dijo el escritor Tony Robbins, “El único viaje imposible es el que nunca se empieza”

Comencemos...



02

METODOLOGÍA

Debido a la escasez de personas y perfiles formados en el ámbito del hidrógeno e hidrógeno con baja huella de carbono, se ha optado por realizar una encuesta y análisis multidisciplinar.

En un principio se decidió realizar una búsqueda en redes sociales y bases de datos (LinkedIn, Twitter, Asociaciones, bases de datos de candidatos, entre otros) de perfiles que ofrecen cierta experiencia o formación en este sector.

En esta búsqueda hemos admitido a personas que declaran contar con experiencia laboral o formación académica en el sector del hidrógeno en general o del hidrógeno verde en particular. En esta categoría entran licenciados, pero también profesionales con diplomaturas o FP.

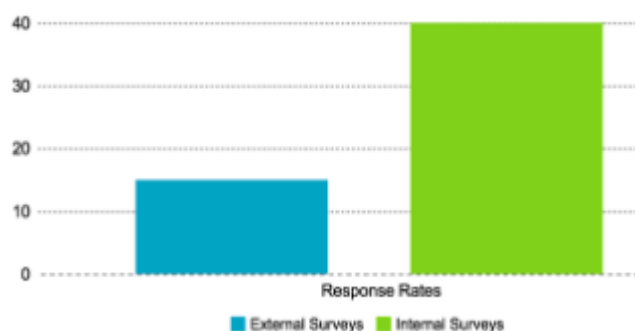
En total han sido 1.089 perfiles identificados a los cuales se ha procedido a realizar el envío de un cuestionario formado por 14 preguntas. Varias de estas preguntas ofrecían un escenario cerrado de preguntas (análisis cuantitativo) y en otras hemos optado por dar libertad al encuestado en sus respuestas (análisis cualitativo).

En la selección de los perfiles se ha optado por buscar dentro de países de Europa, Estados Unidos, América Latina y Oriente Medio, junto con otros como China o Japón. El motivo de elección de estos países no es otro que el hecho de que la grandísima mayoría de los perfiles detectados provienen de estos países. En total se han encuestado a personas de 53 países, aunque la mayoría de las respuestas han provenido de España, Alemania, Francia, Reino

Unido, Dinamarca, Chile y México. No obstante, cuando han aparecido perfiles en países fuera de esta esfera se han incluido igualmente. Contamos con encuestados de Sudáfrica, Kenia, Ucrania, India, China y Tailandia, por poner algunos ejemplos.

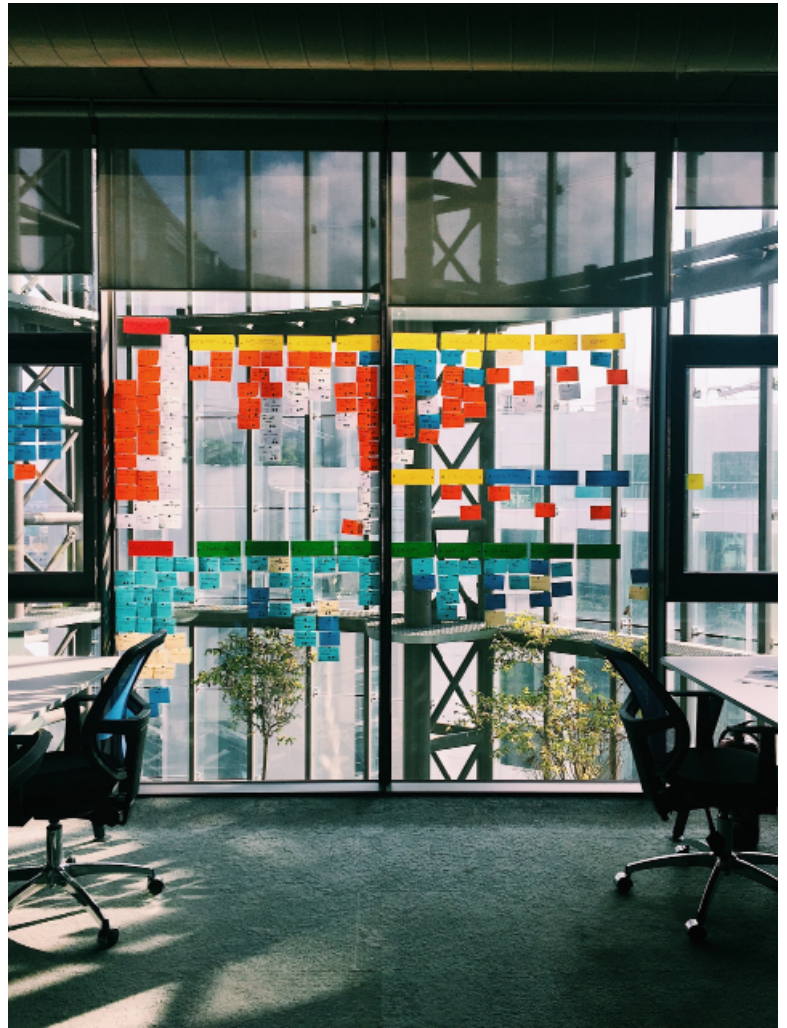
Para los países de habla española se ha realizado el envío de un cuestionario en español. En el resto de los países cuya lengua principal no es el español se ha optado por el envío de un cuestionario en inglés. El reparto de envíos ha sido aproximadamente de un 60% en países de habla española y un 40% en inglés. Entre los países que recibieron más consultas destacamos, Reino Unido, 102, Alemania 83, Dinamarca, 62, Francia, 54, Italia, 52, seguido de Estados Unidos, Noruega, Suecia, Bélgica y Países Bajos como países con mayor número de perfiles identificados.

En principio se han obtenido 170 respuestas completas equivalente a un 16% del total de entrevistados. En base a varias fuentes sectoriales ⁶ consideramos que esta cohorte de entrevistados en encuesta exterior es suficiente para obtener resultados relevantes. Estimamos un margen de error de +-5% en las respuestas.



Fuente: www.genroe.com

La metodología seguida para la investigación se basa en una encuesta y análisis de datos. Combina un análisis de datos cuantitativos (principalmente centrado en las encuestas con respuesta cerrada) y cualitativos (preguntas abiertas y entrevistas). Partiendo de preguntas e hipótesis previas se analizan los resultados individuales de cada cuestión y se llegan a unas conclusiones o tesis finales basadas en el conjunto de resultados.



CONTEXTO TÉCNICO SOCIOECONÓMICO DEL HIDRÓGENO LIMPIO

El hidrógeno es el primer elemento de la tabla periódica. Se trata del elemento químico más ligero que existe, su átomo está formado por un protón y un electrón y es estable en forma de molécula diatómica (H₂).

En condiciones normales se encuentra en estado gaseoso, y es insípido, incoloro e inodoro. Aproximadamente el 75% de la materia conocida del universo está formada por hidrógeno.

El conocido como padre de la química, Antoine Lavoisier, lo bautizó como hidrógeno, del griego “hydros”, “agua”, y “genes”, “creador” o “generador”, porque cuando el hidrógeno se quema, dos átomos de hidrógeno se combinan con un átomo de oxígeno de la atmósfera y forman agua.⁷

Es quizá esta simpleza, la falta de creación de gases efecto invernadero y el potencial universal de esta fuente de generación, una de las razones que han creado un creciente interés en los últimos años dentro del sector energético global.



Cada año se producen en el mundo unos 120 millones de toneladas métricas de hidrógeno con fines industriales o comerciales. El destino de esta producción es principalmente la industria de hidrocarburos y refinado, así como la síntesis de amoníaco y metanol. Hasta la fecha, la producción de este gas se ha realizado en un 95% con base en gas y carbón.⁸ Tan solo un 5% de la producción global proviene de electrolizadores. La producción de hidrógeno con fuentes renovables o con baja intensidad en emisiones de gases efecto invernadero es actualmente insignificante, aunque creciente.

Hasta la fecha, tan sólo se han abierto unas pocas plantas piloto y a escala reducida en varios países. Entre ellas la primera de España es una planta en

Mallorca, inaugurada en marzo de 2022 y con capacidad de producir 300 toneladas de hidrógeno verde al año. El proyecto impulsado por Acciona y Enagás cuenta con un suministro de energía limpia de 2 plantas fotovoltaicas que suman 14 MWP.⁹

Como se puede comprobar en la siguiente imagen 1.1, ofrecida por la agencia Internacional de Energías Renovables IRENA, el potencial energético y de aplicaciones del hidrógeno es muy elevado, pudiendo sustituir algunos de los procesos más intensivos energéticamente y en emisiones que existen actualmente. El grado de madurez y competitividad económica de las aplicaciones es variable, pero el potencial real existe como viene reflejado en la gráfica¹⁰.

La Vicepresidenta Teresa Ribera inaugura en Lloseta (Mallorca) la primera planta industrial de hidrógeno renovable de España

- Han participado en el acto de inauguración la Presidenta del Govern de les Illes Balears, Francina Armengol y el Vicepresidente Juan Pedro Yllanes, y ha acompañado a Teresa Ribera la Ministra de Industria, Comercio y Turismo, Reyes Maroto
- El Proyecto Power to Green Hydrogen Mallorca, liderado por Enagás y ACCIONA Energía y en el que participan también IDAE y CEMEX, ya ha producido las primeras moléculas de hidrógeno en diciembre de 2021
- La planta industrial de hidrógeno verde de Lloseta contribuirá a posicionar a España como el hub del hidrógeno renovable de referencia en el sur de Europa
- El proyecto forma parte de la iniciativa europea Green Hysland, la primera iniciativa de hidrógeno renovable de un país mediterráneo en recibir financiación europea

14/03/2022

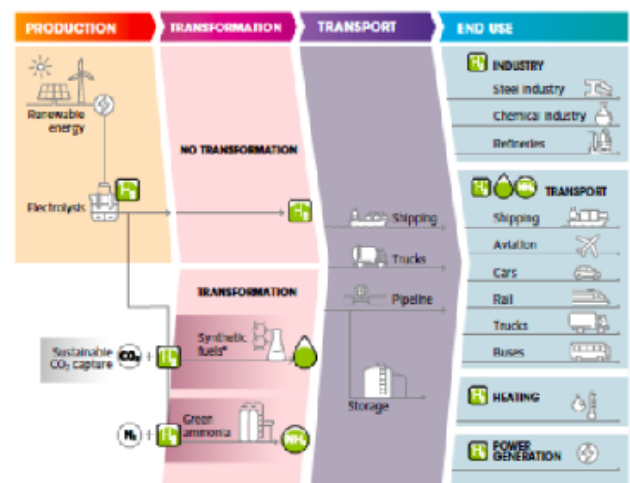
La Vicepresidenta Tercera del Gobierno y Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Teresa Ribera, ha inaugurado en Lloseta (Mallorca) la primera planta industrial de hidrógeno renovable de España, dentro del proyecto Power to Green Hydrogen Mallorca, liderado por Enagás y ACCIONA Energía, con la participación de CEMEX e IDAE.

Han participado en el acto de inauguración la Presidenta del Govern de les Illes Balears, Francina Armengol, el Vicepresidente del Govern de les Illes Balears, Juan Pedro Yllanes, el Presidente de ACCIONA, Jose Manuel Entrecanales, el Consejero Delegado de Enagás, Arturo Gonzalo, y el Director Ejecutivo del



Las autoridades durante la inauguración.

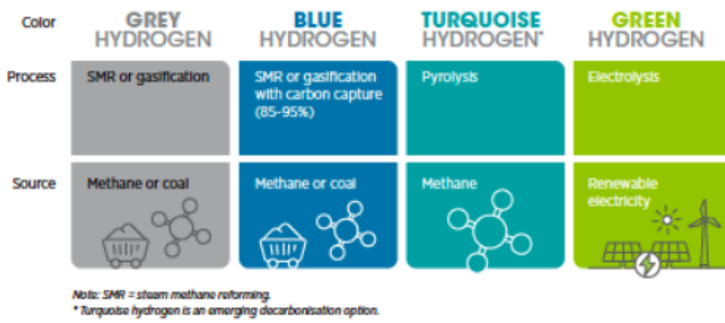
FIGURE 1.1 Green hydrogen production, conversion and end uses across the energy system



Source: IRENA
 * The term synthetic fuels refers here to a range of hydrogen-based fuels produced through chemical processes with a carbon source (CO and CO₂) captured from emission streams, biogenic sources or directly from the air. They include methanol, jet fuel, methane and other hydrocarbons. The main advantage of these fuels is that they can be used to replace their fossil fuel-based counterparts and in this way reduce the main emissions of these fuels. Synthetic fuels produce carbon emissions when combusted, but if their production processes capture the same amount of CO₂, the principle is carbon neutral and zero-carbon emissions.

Como podemos ver, el hidrógeno puede servir tanto como combustible directo para transporte, como combustible para generar calor para la industria y el sector residencial y público. También, es la base de la creación de otros combustibles como el amoníaco que pueden usarse en el transporte y puede generar electricidad directamente en un proceso similar al que utilizan las actuales plantas de ciclo combinado alimentadas por gas natural.

FIGURE 1.2 Selected shades of hydrogen



FUENTE: IRENA.

A T-rainbow of hydrogen colour

	Colour	Fuel	Process	Products
	Brown/Black	Coal	Steam reforming or gasification	H ₂ + CO ₂ (released)
	White	N/A	Naturally occurring	H ₂
	Grey	Natural Gas	Steam reforming	H ₂ + CO ₂ (released)
	Blue	Natural Gas	Steam reforming	H ₂ + CO ₂ (% captured and stored)
	Turquoise	Natural Gas	Pyrolysis	H ₂ + C (solid)
	Red	Nuclear Power	Catalytic splitting	H ₂ + O ₂
	Purple/Pink	Nuclear Power	Electrolysis	H ₂ + O ₂
	Yellow	Solar Power	Electrolysis	H ₂ + O ₂
	Green	Renewable Electricity	Electrolysis	H ₂ + O ₂

FUENTE: IRENA.

Actualmente, la clasificación del origen por el tipo de fuente energética con el que es destilado es muy amplia. Se suele utilizar una taxonomía basada en colores para indicar el origen energético del hidrógeno y su huella en emisiones y contaminación. Según la Agencia Internacional de las energías renovables esta sería una de las clasificaciones más comunes¹¹.

No obstante, esta clasificación, está lejos de ser homogénea. Realmente no existe una taxonomía oficial dictada por una institución regulatoria y se utilizan los colores de una manera quizá excesiva, llegando a apuntarse hasta a un arcoíris de hidrógeno¹².

Para este estudio utilizaremos principalmente el concepto de hidrógeno verde, limpio o con reducidas emisiones de gases de efecto invernadero. Este se genera idealmente con electricidad de origen renovable (solar, eólica, biomasa, y otras). De manera puntual se hará referencia a los colores verde, amarillo, Rosa/rojo y azul como consideración de hidrógeno con reducida huella de carbono. No obstante, y dado que buena parte de los proyectos aún no se han definido ni concretado, haremos también referencia a hidrógeno con huella reducida de Co2 para tratar de englobar una industria que está dando sus primeros pasos y se encuentra en definición y constante adaptación.

3.1. Incentivos y marco normativo.

Para llegar hasta el crecimiento y viabilidad comercial del hidrógeno como alternativa han sido necesarios bastantes pasos. La realidad es que hasta hace apenas 4 años pocos tomaban en serio esta tecnología como alternativa a los actuales combustibles fósiles. No obstante, la creciente necesidad de diversificación, falta de tecnologías que permitan acumular a gran escala y el potencial uso de los excedentes energéticos generados por las renovables, han dado un impulso reciente a este gas.

Si bien nos podemos ir a la Cumbre de Río de Janeiro de 1992 como inicio de este proceso, quizá el acuerdo de París firmado en 2015 ha sido el principal impulso reciente. Este acuerdo impulsado por Naciones Unidas pretende mantener el aumento de la temperatura global promedio por debajo de los 2 °C por encima de los niveles preindustriales, y perseguir esfuerzos para limitar el aumento a 1.5 °C.

En París se estableció por primera vez un mecanismo global, un sistema voluntario de comunicación de objetivos de reducción de emisiones. Si bien es cierto que el tratado no contempla un mecanismo para forzar a un país a establecer un objetivo en su contribución determinada a escala nacional para una fecha concreta, ni la ejecución si no se alcanza, éste crea un mecanismo de “nombre y deshonor”

(name and shame). O, como citó Janos Pasztor, secretario general asistente de la ONU, “Lo que se comprometan no es legalmente vinculante, pero tienen que informar... no es nombrar y avergonzar, es nombrar y animar.”¹³

Fuera del marco internacional liderado por Naciones Unidas, los pasos más decididos se han tomado por parte de la Unión Europea. Junto con la Estrategia Comunitaria del hidrógeno que citaremos posteriormente, el mecanismo más actual se trata del programa “Fit for 55”.

Este paquete normativo ofrece un compromiso por parte de la UE de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en al menos un 55% para 2030. Además, el paquete presenta un plan de acción política sobre cómo alcanzar los objetivos climáticos de Europa, en consonancia con su ambición de convertirse en el primer continente climáticamente neutro para 2050.

Gracias a la legislación vigente en materia de clima y energía, las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE ya se han reducido en Europa en un 24% respecto a 1990. Pero es necesario redoblar los esfuerzos para lograr a tiempo la transición a una economía europea neta cero.



Dentro de esta normativa existe un apartado o adenda en el cual se cita de manera explícita al hidrógeno:

1. Modificación de la Directiva de Energías Renovables (RED II) para aplicar la ambición del nuevo objetivo climático para 2030.¹⁴

Esta modificación aumenta el objetivo de la UE en materia de energías renovables del 32% al 40% para 2030. Se establecen objetivos específicos para el uso de energías renovables en la industria, la calefacción y la refrigeración, los edificios y el transporte. **Además, la enmienda establece nuevos e impresionantes subobjetivos para el uso de combustibles renovables de origen no biológico (RFNBO) para 2030: 50% en la industria y 2,6% en el transporte.** En conjunto, esto supone un total de **cinco millones de toneladas de hidrógeno verde al año para la industria, junto con otros cinco millones de toneladas para el transporte.** Además, la enmienda amplía la certificación de los combustibles renovables en toda la UE para incluir el hidrógeno verde, lo que permitiría a los productores de hidrógeno verde obtener una prima por su producto.

La Coalición por el Hidrógeno Renovable, principal portavoz de la industria del hidrógeno verde en Europa calificó estos objetivos como un “verdadero cambio de juego”.

Asimismo, Europa lanzó en 2020 una **Estrategia Europea del Hidrógeno**¹⁵ que plantea los siguientes objetivos.

Según la Unión Europea, el hidrógeno (verde) “es una prioridad clave para lograr el Pacto Verde Europeo y la transición energética limpia de Europa”. Se considera una tecnología que puede salvar la brecha entre la producción de electricidad a partir de energías renovables y el objetivo de descarbonizar una gran parte del consumo energético de la UE para 2050. Para marcar el camino de cómo puede utilizarse el hidrógeno de esta manera, y dar un primer paso para establecer el marco regulador de un mercado europeo del hidrógeno, el 8 de julio de 2020 la UE publicó su “estrategia del hidrógeno para una Europa climáticamente neutra”¹ (la Estrategia del Hidrógeno de la UE).



Los objetivos de esta estrategia se reparten en 3 fases:

Fase 1 (2020-24): El objetivo es descarbonizar la producción de hidrógeno existente para los usos actuales, como el sector químico, y promoverla para nuevas aplicaciones. Esta fase se basa en la instalación de al menos 6 GW de electrolizadores de hidrógeno renovable en la UE para 2024 y en la producción de hasta un millón de toneladas de hidrógeno renovable. A modo de comparación, en el momento de redactar este artículo sólo se ha instalado aproximadamente 1 GW de electrolizadores en la UE;

Fase 2 (2024-30): El hidrógeno debe convertirse en parte intrínseca de un sistema energético integrado con el objetivo estratégico de instalar al menos 40 GW de electrolizadores de hidrógeno renovable para 2030 y la producción de hasta 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable en la UE. A continuación, el uso del hidrógeno se extenderá gradualmente a nuevos sectores, como la siderurgia, los camiones, el ferrocarril y algunas aplicaciones de transporte marítimo. Seguirá

produciéndose principalmente cerca del usuario o de las fuentes de energía renovables, en ecosistemas locales; y

Fase 3 (a partir de 2030 y hacia 2050): Las tecnologías de hidrógeno renovable deberían alcanzar la madurez y desplegarse a gran escala para llegar a todos los sectores difíciles de descarbonizar en los que otras alternativas podrían no ser viables o tener costes más elevados.

Por otro lado, tras la reciente invasión de Ucrania, Europa ha lanzado una iniciativa denominada **RePowerEU**. El 18 de mayo la Comisión Europea desveló los detalles de su programa RePowerEU para acelerar la desconexión e independencia energética. Por lo que atañe al sector del hidrógeno el nuevo paquete aumentó del 40 al 45% el porcentaje de energías renovables finales para 2030. Igualmente incluyó al hidrógeno verde en la nueva estrategia de compras consultas que permite a la UE como sujeto de derecho comprar de manera unificada y redistribuir a los países miembros. En el Mediterráneo y el Mar del Norte se desarrollarán importantes corredores de hidrógeno.

Igualmente, establece un objetivo de 10 millones de toneladas de producción nacional de hidrógeno renovable y 10 millones de toneladas de importaciones para 2030, para reemplazar el gas natural, el carbón y el petróleo en industrias y sectores de transporte difíciles de descarbonizar. Para acelerar los proyectos de hidrógeno, se reserva una financiación adicional de 200 millones de euros para la investigación, y la Comisión se compromete a completar la evaluación de los primeros Proyectos Importantes de Interés Común Europeo para el verano. RePowerEU plantea los siguientes aspectos:

¿Cómo propone la Comisión eliminar la dependencia de la UE del gas ruso?

Con el objetivo de eliminar nuestra dependencia de los combustibles fósiles procedentes de Rusia mucho antes de 2030, la UE ha propuesto el plan RePowerEU, para aumentar la resistencia de su sistema energético (véase la pregunta 6) y diversificar sus fuentes de suministro de gas mediante un aumento de las importaciones de GNL y de gasoductos procedentes de proveedores no rusos, e impulsar el uso de biometano e hidrógeno renovable.

Ya antes de que termine el año 2022, RePowerEU podría hacer que la demanda de gas de la UE se redujera en volúmenes equivalentes a dos tercios de las importaciones de gas ruso del año pasado.

RePowerEU también crearía un acelerador de hidrógeno, desarrollando infraestructuras integradas, instalaciones de almacenamiento y capacidades portuarias. La Comisión estima que 15 millones de toneladas adicionales de hidrógeno renovable pueden sustituir a los 25-50 bcm anuales de gas ruso importado de aquí a 2030 (10 mt de hidrógeno renovable importado de diversas fuentes y 5 mt más de hidrógeno renovable producido en Europa, además de los 5 mt ya previstos).

Con la aplicación del plan RePowerEU, Europa dispondrá de suficiente electricidad renovable y gases renovables para acelerar la descarbonización de la industria, basada en una electrificación más rápida y en el paso al hidrógeno. Esto dará a las industrias europeas una ventaja competitiva y permitirá una reindustrialización más rápida.¹⁶

Como contrapartida, la ausencia de suministro de gas por parte de Rusia puede dañar a una parte del sector del hidrógeno que pretende incrementar su producción de forma transitoria con cargo al gas natural. Este hidrógeno, también llamado **AZUL**, parece haber salido de la ecuación actual y de parte de los modelos de negocio. Al fin y al cabo, lo más probable es que buena parte del suministro de gas de proveedores alternativos a Rusia se destine a actividades consideradas esenciales como la industria o calefacción de cara al próximo invierno.



Normativas nacionales

Si bien está claro que los principales impulsores han llegado desde el ámbito internacional, varias normativas de derecho interno están concretando estrategias, hojas de ruta e incentivos más específicos.

Según Bloomberg New Energy Finance, en julio de 2021 había 26 países que han publicado o están a punto de publicar hojas de ruta del hidrógeno. Se espera que en 2022 unos 20 países más añadan estas estrategias.¹⁷ Algunos gobiernos han anunciado grandes cifras y volúmenes de inversión, como Alemania, España, Francia y Estados Unidos.

Destacamos algunos de los principales países y sus normativas internas.

- **Primera fase 2020-2024:** Instalación de al menos 6 GW de electrolizadores en la UE y la producción de hasta 1 millón de toneladas de hidrógeno renovable.
- **Segunda fase 2025-2030:** Instalación de 40 GW de electrolizadores para 2030 y la producción de hasta 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable en la UE.

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

Figura 6. Objetivos país a 2030



Hoja de ruta del hidrógeno en España. ¹⁸

- **Producción de hidrógeno renovable:** Según la Hoja de Ruta del Hidrógeno, se prevé la instalación en España de al menos **4 GW de potencia** de electrolizadores que idealmente se localizarán en las proximidades de los lugares de consumo, ya sea industria consumidora de hidrógeno, como para el suministro de hidrogenas y otras aplicaciones, con el propósito de minimizar los costes asociados al transporte y almacenamiento del hidrógeno renovable generado. No obstante, para garantizar el avance en dicha instalación, se estima que para el año 2024 podría alcanzarse un valor total de potencia instalada de electrolizadores de entre 300 y 600 MW.
- **Industria:** Se prevé una contribución mínima

del hidrógeno renovable del 25 % respecto del total del hidrógeno consumido en 2030 en todas las industrias consumidoras de hidrógeno tanto como materia prima como fuente energética, como son las refinerías y la industria química.

- **Transporte:** La Directiva (UE) 2018/2001 establece que la cuota de energías renovables en el consumo final de energía en el sector del transporte sea como mínimo del 14 % en 2030. Asimismo, el PNIEC establece una cuota mucho más ambiciosa, el 28 %. Para contribuir al cumplimiento de estos objetivos, se prevén los siguientes hitos: Flota de al menos 150-200 autobuses de pila de combustible de hidrógeno renovable en 2030 repartidos por todo el territorio nacional, con especial participación en las flotas de autobuses urbanos de ciudades de más de 100.000 habitantes.

- » Parque de al menos 5.000-7.500 vehículos ligeros y pesados de pila de combustible de hidrógeno para el transporte de mercancías en 2030.
- » Red de al menos 100-150 hidrogeneras de acceso público en 2030 para el repostaje de los vehículos antes mencionados. Estas deben situarse en lugares fácilmente accesibles, repartidas por todo el territorio con una distancia máxima de 250 km entre cada una de las hidrogeneras y la hidrogenera que tenga más próxima.
- » 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.
- » Introducción de maquinaria de handling que utilice pilas de combustible de hidrógeno renovable y de puntos de suministro en los cinco primeros puertos y aeropuertos en volumen de mercancías y pasajeros respectivamente.

- **Sector eléctrico/almacenamiento de energía:** Se prevé la existencia de proyectos comerciales de hidrógeno operativos en 2030 para el almacenamiento de electricidad y/o aprovechamiento de la energía renovable excedentaria según las orientaciones establecidas en la Estrategia de Almacenamiento.¹⁹

Alemania:²⁰

La Estrategia Nacional del Hidrógeno se engloba dentro de la estrategia contiene un plan de acción de 38 medidas concretas para iniciar la aceleración del mercado hasta 2023. Las medidas pretenden atraer la inversión privada en la generación, el transporte y el uso del hidrógeno. La siguiente fase comenzará en 2024 y consiste en estabilizar el mercado nacional emergente y moldear la dimensión europea e internacional del hidrógeno.

Alemania, al financiar su estrategia de hidrógeno con bastante más de 10.000 millones de dólares (ya ha comprometido 10.400 millones solo en el marco del Paquete para el Futuro), proporciona probablemente más de una cuarta parte de la ayuda estatal mundial en el marco de una estrategia nacional de hidrógeno.

Figura 2. Características tecnoeconómicas de diferentes tecnologías de electrolizadores. Fuente: The International Energy Agency. The Future of Hydrogen, June 2019

	Electrolizador alcalino			Electrolizador PEM			Electrolizador SOEC		
	Hoy	2030	Largo plazo	Hoy	2030	Largo plazo	Hoy	2030	Largo plazo
Eficiencia eléctrica (% PCI)	63-70	65-71	70-80	56-60	63-68	67-74	74-81	77-84	77-90
Presión de operación (bar)	1-30			30-80			1		
Temperatura de operación (°C)	60-80			50-80			650 1 000		
Vida media del stock (horas de funcionamiento)	60 000 90 000	90 000 100 000	100 000 150 000	30 000 90 000	60 000 90 000	100 000 150 000	10 000 30 000	40 000 60 000	75 000 100 000
Rango de carga (% relativo a carga nominal)	10 - 110			0-160			20-100		
Superficie ocupada (m ² /kW)	0.095			0.048					
CAPEX (\$/kW)	500 1400	400 850	200 700	1 100 1 800	650 1 500	200 900	2 800 5 600	800 2 800	500 1 000

Fuente MITECO

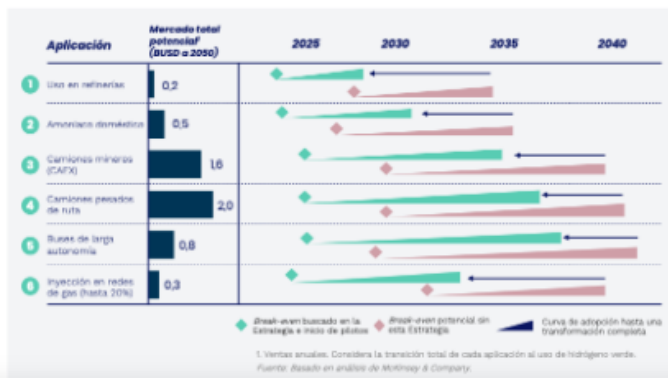
Otros países de nuestro entorno también cuentan también con hojas de ruta para el hidrógeno como Colombia, Chile, Paraguay.

A Continuación indicamos los principales alineamientos de la Estrategia nacional del Hidrógeno Verde de Chile²¹:

Etapa I: 2020–2025 Activar la industria doméstica y desarrollar la exportación

Anticiparemos el despliegue del hidrógeno verde en 6 aplicaciones prioritarias en Chile para construir un mercado local.

Se iniciará una industria local mediante estufas y regulación que incentiven la producción y que formen la demanda de este elemento limpio y sus derivados. El foco estará en las aplicaciones que se encuentren más cerca de mercado y/o que presenten una demanda establecida, concentrada y de gran escala. Así, se generará conocimiento, escala, infraestructura y cadenas de suministro que permitirán a Chile acceder a mercados de exportación.



Etapas II y III: 2025–2030 y 2030+ Escalar para conquistar mercados globales

Etapa II: Apalancaremos la experiencia local para entrar con fuerza en mercados internacionales.

Se levantará una industria de producción y exportación de amoníaco verde mediante la atracción y promoción de consorcios de escala de GW. Además, se establecerán acuerdos para acelerar el desarrollo de la exportación de hidrógeno.

Etapa III: Explotaremos las sinergias y economías de escala para avanzar como proveedor global de energéticos limpios.

A medida que otros países refuerzan sus iniciativas de descarbonización y se desarrollen nuevas tecnologías, el mercado de exportación escalará y se diversificará. Las nuevas aplicaciones incluirán el uso de amoníaco verde en el transporte marítimo y los combustibles sintéticos en la aviación.



3.2 Barreras

Si bien no hay duda de la enorme expectación que ha levantado el hidrógeno como fuente de generación y alternativa para afrontar problemas geopolíticos y de cambio climático, la realidad es que afronta numerosas barreras de tipo técnico y económico. Este punto se abordará más adelante en los resultados de la encuesta, pero creemos oportuno citar algunas fuentes académicas que nos orienten en esta materia.

Un estudio de la Universidad de Delft²² sobre las barreras existentes para la penetración del hidrógeno verde en Emiratos Árabes Unidos identifica los siguientes datos

Tras la aplicación de esta metodología a las 20 barreras identificadas, podemos destacar las interrelaciones que existen entre las barreras y el orden de prioridad en el que deben ser abordadas para el desarrollo exitoso del hidrógeno verde en los EAU. **“La falta de legislación sobre el hidrógeno, la preferencia por los combustibles fósiles, los elevados costes iniciales y la falta de incentivos, exenciones fiscales y subvenciones son los obstáculos más importantes que requieren atención inmediata. Otros problemas importantes que hay que abordar son: “El elevado nivel de almacenamiento, transmisión y distribución necesario.**



Asimismo, según el siguiente artículo²³ firmado por Stefano Innocenzi Senior Vice-President – de Nuevos Negocio para Siemens Energy. El mayor obstáculo para esta tecnología es sin duda la competitividad:

A largo plazo, el comercio mundial de hidrógeno y combustibles derivados debe sustituir al de los combustibles fósiles. El mayor obstáculo para esta economía del hidrógeno es el coste. Para todas las industrias de extracción, el coste es un factor importante y, en la actualidad, los combustibles fósiles están disponibles a niveles de precio mucho más bajos. Los proveedores de tecnología deben reducir el coste de la producción de hidrógeno a escala industrial, pero para ello es necesario el apoyo de los gobiernos.

El paquete Fit-for-55 incluye cuotas que, una vez negociadas e introducidas definitivamente, impulsarán un fuerte aumento del mercado con costes de incumplimiento hasta 2030. Las cuotas para los combustibles renovables de origen no biológico (RFNBO), que incluyen el hidrógeno y sus derivados, son los instrumentos más eficaces para impulsar el hidrógeno verde y los combustibles derivados, y son necesarios para incentivar las inversiones. Son necesarios a medio plazo para poner en marcha proyectos a escala industrial. Aunque a largo plazo la fijación de precios del carbono será la base para la paridad de los combustibles entre las energías renovables y los combustibles fósiles, no servirá para cerrar la brecha a medio plazo.

Sólo cuando el mercado del hidrógeno limpio esté maduro, la tarificación del carbono sustituirá a los sistemas de financiación y las cuotas como instrumento central de dirección de las inversiones. Si todo va como está previsto, el RCCDE y la DIE pueden hacer que los e-combustibles sean competitivos en cuanto a costes para 2030. **Suponiendo un precio de los derechos de emisión de 80 euros/tCO₂, unos costes de producción del gasóleo fósil de 40 céntimos/litro, y que los e-combustibles tengan un beneficio fiscal frente a los combustibles fósiles de 65 céntimos/litro (como en Alemania), los e-combustibles alcanzarán la paridad de precios con los combustibles fósiles a un nivel de costes de producción de 1,23 euros/litro de e-combustible.** Si Europa tiene éxito con el aumento previsto en su Estrategia del Hidrógeno, las estimaciones indican que los e-combustibles podrán producirse por 1,10-1,50 €/litro a finales de la década.

Por su lado, según el Consejo Europeo del Hidrógeno²⁴, se recomiendan los siguientes pasos para lograr la competitividad

- Apoyo a las inversiones que aumenten la producción y la demanda de hidrógeno renovable y bajo en carbono.
- Mitigación del riesgo tecnológico y financiero a través de la financiación pública y las ayudas estatales (relacionadas con el Opex).
- Un entorno normativo estable que tenga en cuenta la transición que debe realizar la industria.
- Visibilidad de cómo la próxima iniciativa de política de productos sostenibles y las demás disposiciones de la economía circular influirán en las cantidades de productos intermedios y finales que requiere el mercado.



3.3 Estatus actual del sector: Proyectos ejecutados y en construcción

La realidad es que hasta la fecha apenas existen plantas de producción de hidrógeno con fuente renovable a gran escala.

Uno de los pocos proyectos que hemos visto reciente se ha inaugurado en España (Baleares) en abril, por Acciona²⁵ y Enagás, con 2 MW de potencia de generación y una capacidad de producción anual de alrededor de 100 Tm de hidrógeno. Comparado con las previsiones de generación en las hojas de ruta que hablan de millones de toneladas, estamos aún en la fase de proyectos demostrativos, piloto o que sirvan de modelo.

En la Tabla siguiente²⁶ podemos ver un registro de los proyectos registrados hasta la fecha.

Project name	Country	Start	End	Technology
Hygreen	France	2020	2027	Unknown PDX
METHYCENTRE	France	2020	2026	PEM
DEMO ₄ GRID	Austria	2017	2022	ALK
GRHYD (inj in NG grid)	France	2018	2022	PEM
GRHYD (Hythane)	France	2018	2022	Unknown PDX
REFHYNE	Germany	2020	2022	PEM
H ₂ FUTURE	Austria	2017	2021	PEM
STORE And GO, Troia Italy	Italy	2018	2021	Unknown PDX
Jupiter 1000	France	2019	2021	ALK
HAEDLUS	Norway	2019	2021	PEM
Fukushima Power-to-gas Hydrogen Project	Japan	2020	2021	ALK
Rozenburg	Netherlands	2012	2020	PEM
Raglan Nickel mine	Canada	2015	2020	ALK
Emden II Upscaling	Germany	2015	2020	PEM
NEDO kofu city, Yamanashi Prefecture	Japan	2016	2020	Unknown PDX
Haldor Topsoe - El-Oppgraderet Biogas II	Denmark	2017	2020	SOEC
HyBALANCE	Denmark	2018	2020	PEM
REFLEX	Italy	2018	2020	SOEC
SYNFUEL	Denmark	2015	2019	SOEC
ElectroHgena	France	2016	2019	PEM
HPeM ₂ GAS (R&D)	Germany	2016	2019	PEM
Power to flex	Germany	2016	2019	Unknown PDX
Tomakomei	Japan	2016	2019	Fossil
CoSin: Synthetic Natural Gas from Sewage, Barcelona	Spain	2018	2019	ALK
Balance	EU	2019	2019	SOEC
MEFCO ₂	Germany	2014	2018	PEM
MeGa-store Optimising and Upscaling	Denmark	2015	2018	ALK
RejEnKiba, Kirchheimbolanden	Germany	2015	2018	Unknown PDX
Aberdeen, Hydrogen bus project	United Kingdom	2015	2018	ALK
Demonstration of bio-CO ₂ products, Bio economy-	Finland	2018	2018	PEM
Hamburg Hafen City, CEP	Germany	2011	2017	ALK
Don Quichote	Belgium	2012	2017	ALK
Brugg PostBus hydrogen bus	Switzerland	2012	2017	Unknown PDX
Haldor Topsoe - El-Oppgraderet Biogas	Denmark	2013	2017	SOEC
Port Arthur	United States	2013	2017	Fossil
CHOCHCO	France	2014	2017	SOEC
MicroPyros	Germany	2014	2017	Unknown PDX

TABLA X: REGISTRO DE PROYECTOS DE HIDRÓGENO DE LA AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA.

Otros proyectos destacados recientemente inaugurados serían los siguientes:

- Japón abre la mayor planta de hidrógeno verde del mundo cerca de la planta nuclear de Fukushima.²⁷ El Campo de Investigación de la Energía del Hidrógeno de Fukushima (FH2R) utiliza un conjunto solar de 20 MW, respaldado por energía renovable de la red, para hacer funcionar un electrolizador de 10 MW en el emplazamiento de la ciudad de Namie, en la prefectura de Fukushima.



The world's largest facility for producing hydrogen using renewable energy is the Fukushima Hydrogen Energy Research Field (FH2R).

- Mayo de 2021²⁸: La Autoridad de Electricidad y Agua de Dubái (Dewa), en colaboración con Expo 2020 Dubái y la alemana Siemens Energy, ha inaugurado la planta de hidrógeno verde de 50 millones de dólares australianos (14 millones de dólares estadounidenses) en el parque solar Mohammed bin Rashid al-Maktoum (MBR) de Dubái. El proyecto de asociación público-privada (APP) es una empresa conjunta de la empresa estatal Dewa, Expo 2020 Dubai y Siemens Energy. La energía solar diurna del parque MBR permitirá al proyecto piloto producir unos 20,5 kilogramos por hora (kg/h) de hidrógeno a 1,25 MWE de potencia máxima.
- Abril 2022 Oil India Limited (OIL)²⁹ ha inaugurado en Assam la primera fábrica de hidrógeno verde con una pureza del 99,999%. La planta puede producir 10 kilogramos de hidrógeno al día y funciona con una planta solar de 500 kW que utiliza un conjunto de electrolizadores AEM de 100 kW.

- Marzo 2021³⁰ Avacon, miembro del Grupo E.ON, explota siete aerogeneradores de nueva construcción con una potencia total de 30 megavatios en las instalaciones de Salzgitter AG. Salzgitter Flachstahl GmbH ha instalado en su planta dos unidades de electrolizadores PEM de 1,25 megavatios de Siemens, capaces de producir unos 450 m³ por hora de hidrógeno ultrapuro. La producción de acero actual ya aprovecha el hidrógeno para los procesos de recocido, así como en las líneas de galvanizado en caliente. El productor de gas industrial Linde suministra actualmente el gas por camión y seguirá asegurando la cobertura de las necesidades de hidrógeno también en el futuro. Actualmente se está realizando una prueba en todas las instalaciones.

- Asimismo, durante la elaboración de este estudio se produjo la inauguración de la planta de Puertollano³¹ (España) de Iberdrola. La planta de Puertollano (Ciudad Real) Con una inversión total de 150 millones de euros, que incluye tanto las instalaciones de hidrógeno verde como una central fotovoltaica dedicada, la planta de Puertollano podrá llegar a producir hasta 3.000 toneladas de hidrógeno verde anuales y evitar la emisión de 78.000 toneladas de CO₂ al año. Consta de una planta solar fotovoltaica de 100 MW, un sistema de baterías de iones de litio con una capacidad de almacenamiento de 20 MWh y uno de los mayores sistemas de producción de hidrógeno electrolítico del mundo (20 MW). Todo ello a partir de fuentes 100% renovables.

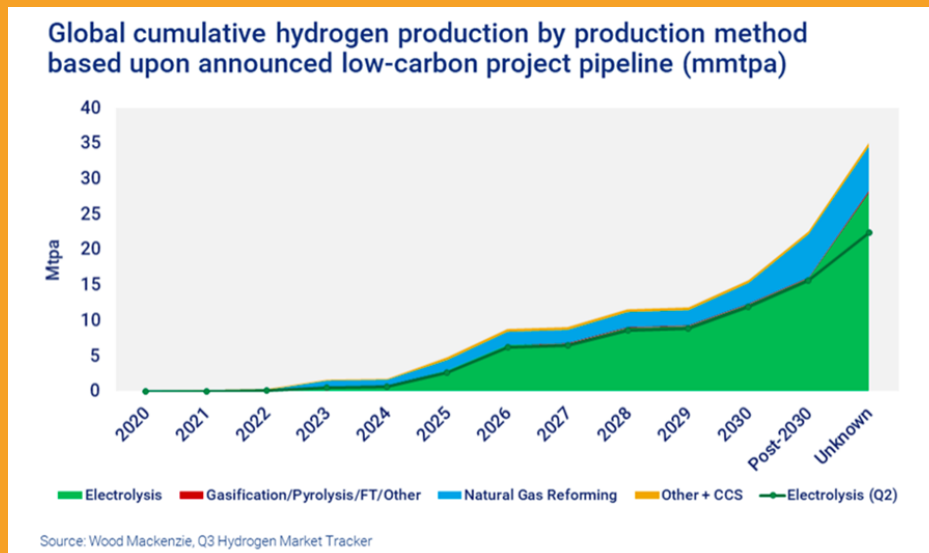


FUENTE: IBERDROLA

3.4 Previsiones de inversión globales

Pese a la dificultad de contar con un registro fiable de proyectos en sus diversas fases de desarrollo, un informe de diciembre de 2021 de la consultora Woodmac³², estimaba que:

Estamos siguiendo más de 560 proyectos de bajas emisiones de carbono en nuestra base de datos con un mínimo de 180 GW de capacidad total de electrolizadores designados. La mayoría de los proyectos están todavía en una fase temprana de desarrollo.



FUENTE WOOD MACKENZIE Q3 2022 HYDROGEN TRACKER.

Según un informe de febrero de 2021 para el Consejo del Hidrógeno³³, en un informe elaborado por la consultora McKinsey, si el total de los estos proyectos fructificasen, las inversiones totales superarán los 300.000 millones de dólares en gasto en hidrógeno hasta 2030, el equivalente al 1,4% de la financiación energética mundial. Sin embargo, sólo 80.000 millones de dólares de esta inversión pueden considerarse actualmente “maduros”, lo que significa que la inversión está en fase de planificación, ha superado una inversión final.

En abril de 2022 otro artículo de la consultora Woodmac³⁴ citaba:

Hidrógeno: la oportunidad de inversión de 600.000 millones de dólares. Con el coste del hidrógeno verde a punto de caer en picado, la demanda se disparará, pero se necesita un apoyo político y una inversión de al menos 600.000 millones de dólares. Hasta la fecha se han anunciado 50 MTPA de capacidad de hidrógeno. Esperamos que el pipeline total alcance unas 80 MTPA en 2022.

En Estados Unidos La secretaria de Energía (DOE) también anunció un programa “Hydrogen Shot”³⁵ para reducir el coste del combustible de hidrógeno. Lanzado el 7 de junio de 2021 -Hydrogen Shot-pretende reducir el coste del hidrógeno limpio en un 80% hasta 1 dólar por 1 kilogramo en 1 década

(“1 1 1”). Asimismo, el Congreso está estudiando la posibilidad de conceder créditos fiscales para el hidrógeno en el marco de la Ley de Reconciliación BBB9. Las actividades del DOE en hidrógeno incluyen varias oficinas y un total de aproximadamente 400 millones de dólares en la solicitud de presupuesto del presidente para el año fiscal 2022. Esto se compara con los aproximadamente 285 millones de dólares relacionados con el hidrógeno en el año fiscal 2021.

Según una estimación de la Secretaría de Energía estadounidense³⁶, la industria del hidrógeno de este país muestra el potencial de reducción del 16% de las emisiones de dióxido de carbono para 2050, así como la creación de 140.000 millones de dólares en ingresos y 700.000 puestos de trabajo para 2030.

3.5 Algunos apuntes y perspectivas sobre los precios/costes de generación del hidrógeno

Actualmente nos encontramos en una fase inicial de creación del mercado de hidrógeno. Apenas hay plantas en operación comercial y aquellas existentes ofrecen economías de escala reducida. Es una tarea compleja extraer señales de precio fiables partiendo de plantas piloto de escala reducida. No obstante, existen algunas fuentes como la propia consultora Woodmac que apuntan a que las inversiones o el capex de los electrolizadores está cayendo rápidamente

Woodmac espera que el coste de los electrolizadores se reduzca considerablemente de aquí a 2025. Los costes se están reduciendo por una serie de factores, como las economías de escala, la entrada de nuevos participantes en el mercado, la mayor automatización y el mayor modularidad.

En el informe se apunta que los impulsores de los costes difieren según el tipo de electrolizador. Las reducciones de los electrolizadores de óxido sólido serán las más drásticas en los próximos 6-8 años, pero se prevé que los costes de los electrolizadores alcalinos y de membrana de polímero (PEM) se reduzcan entre un 35 y un 50% para 2025³⁷.

Según Woodmac, esta combinación de fuerzas significa que el hidrógeno verde será competitivo en 12 mercados -los que tienen las tasas de utilización más altas y los precios más bajos de la electricidad renovable- para 2030. Brasil y Chile están a la cabeza en el aprovechamiento de las energías renovables baratas para producir hidrógeno verde fuera de la red.

Por su parte la Agencia Internacional de Energías Renovables IRENA³⁸ estima que:

El precio de la electricidad obtenida de plantas solares fotovoltaicas y eólicas terrestres disminuyó sustancialmente en la última década. Se espera un descenso similar para los electrolizadores en la próxima década, gracias a la gran cantidad de proyectos de hidrógeno

verde [y añade que] las innovaciones en la tecnología de los electrolizadores son fundamentales para la electrificación inteligente de los sectores de uso final con energía renovable, con el fin de mejorar su flexibilidad y eficiencia al tiempo que se reduce su coste.

El informe³⁹ afirma que, para cumplir con el escenario de 1,5C de IRENA se necesitaría una inversión anual de 133.000 millones de dólares en hidrógeno limpio -incluyendo electrolizadores, materias primas e infraestructura para el H2 verde y azul- entre 2021 y 2030, y 176.000 millones de dólares al año entre 2031 y 2050.

Asimismo, la reciente coyuntura de la invasión de Ucrania⁴⁰ unida al precio creciente de los combustibles fósiles ha permitido que se anuncien algunos titulares muy llamativos respecto a la competitividad actual del hidrógeno. La realidad es que creemos que el rango de precios actual de los combustibles fósiles no debería ser tomado como un baremo fiable para medir esta competitividad. Es necesario una referencia de precios a más largo plazo para establecer premisas o modelos financieros. No obstante, destacamos alguna de estas noticias por su posible relevancia en el corto plazo.



Ukraine war | Green hydrogen 'now cheaper than grey in Europe, Middle East and China': BNEF

The invasion by Russia and the subsequent moves to reduce reliance on its gas means that renewable H2 could already be seen as a viable option over the long term, says analyst

3.6 Perspectivas oficiales de demanda laboral ¿Falta personal?

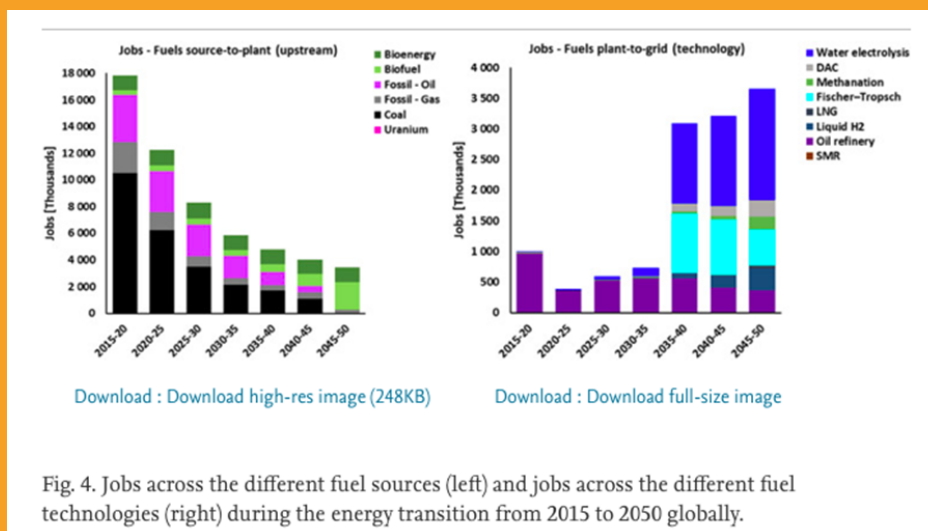
Los resultados de este estudio pretenden aportar algo de luz acerca de la realidad y demanda del mercado laboral relacionado con el hidrógeno de bajas emisiones. No obstante, hasta la fecha la realidad es que han sido escasos los estudios formales que abordan esta temática de manera directa o indirecta.

Los pocos estudios que abordan esta materia suelen estar relacionados con un ámbito más general de creación de empleo en energías renovables, pero incluso en estos el desglose es poco preciso.

Vamos a citar algunas de las aportaciones más recientes al respecto como simple orientación.

El siguiente estudio publicado en Science Direct⁴¹ afirma que:

Al contrario de lo que ocurre con los combustibles fósiles, se espera que los e-combustibles desempeñen un papel fundamental en el futuro sistema energético en los sectores de la electricidad, el calor y el transporte. Como se indica en la Fig. 4, la producción de hidrógeno, gas natural sintético (GNS) y combustibles Fischer-Tropsch contribuye a un número sustancial de puestos de trabajo en la última parte de la transición, con más de 3,6 millones de empleos en 2050. La mayor parte de los puestos de trabajo proceden de los electrolizadores de agua, principalmente para producir hidrógeno. El fuerte aumento de los puestos de trabajo en torno a 2040 es una consecuencia del escenario subyacente, pero puede desencadenarse incluso antes con una aceleración de la industria avanzada.



FUENTE: SCIENCE DIRECT.

Como se indica en la imagen anterior, la producción de hidrógeno, gas natural sintético (GNS) y combustibles Fischer-Tropsch⁴² contribuye a un número considerable de puestos de trabajo en la última parte de la transición, con más de **3,6 millones de empleos en 2050**. No obstante, este estudio es de 2020, lo que en términos de hidrógeno verde supone cierto desfase sobre la realidad actual teniendo en cuenta el dinamismo y crecimiento del sector.

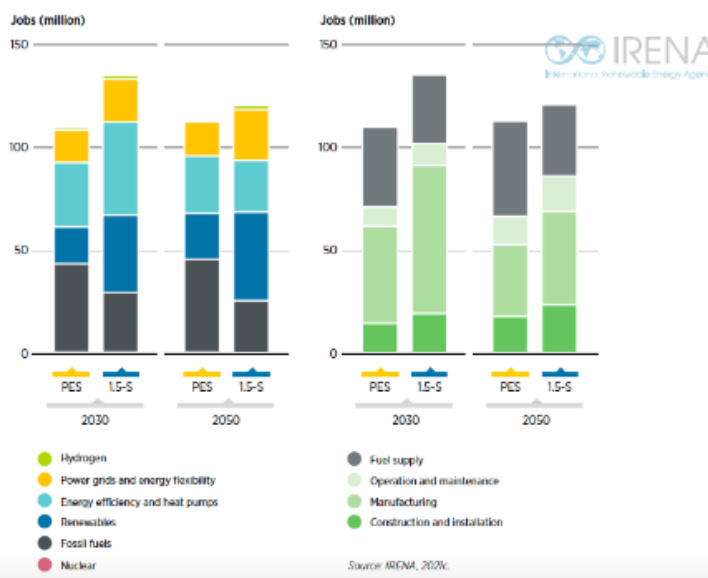
Otro estudio⁴³ elaborado por el Ministerio de Energía juntamente con la Agencia de Cooperación Alemana GIZ realiza una estimación a escala país que puede servir de orientación.



FUENTE: CUANTIFICACIÓN DEL ENCADENAMIENTO INDUSTRIAL Y LABORAL PARA EL DESARROLLO DEL HIDRÓGENO EN CHILE. GIZ GMBH. SEPTIEMBRE DE 2020.

La asociación británica Energy Networks Association (ENA)⁴⁴ Estima que se podrían crear 25.000 empleos en 10 años. “Las empresas de la red crearían hasta 13.300 puestos de trabajo y otros 11.400 a través de los socios de la cadena de suministro en proyectos de todo el país.”

Figure 13: Energy sector jobs by technology (left) and segments of value chain (right) under the PES and 1.5°C Scenario, 2030 and 2050



Por su parte el gobierno coreano espera la creación de 50.000 puestos de trabajo en 2030 con la generación de 3,9 toneladas de H2 en esa fecha.⁴⁵



HYDROGEN jobs, presented in Figure 13, include both electrolyzers and hydrogen infrastructure. In the 1.5°C Scenario they remain stable at around 2 million jobs from 2030 to 2050, while in the PES they decline because of decreasing investment after 2030. In relative terms they represent a small share of all energy jobs, but the introduction of hydrogen in the energy system can have ripple effects throughout supply chains.

Finalmente, una de las fuentes más citadas en el sector es la Perspectiva Laboral 2021⁴⁶ de IRENA. En su última edición de octubre de 2021 cita lo siguiente:

En definitiva, IRENA estima que se producirán unos 2 millones de puestos de trabajo en el sector del hidrógeno verde a partir de 2030. Esta estimación es un tanto laxa y deja la puerta abierta a un mayor crecimiento debido a un posible efecto dominó (ripple effects)⁴⁷ a lo largo de toda la cadena de valor. Es decir, los puestos de trabajo agregados y no directamente relacionados con el hidrógeno verde podrían ser muy superiores.

Another field of growing interest is "green" hydrogen generated from renewable energy to transform hard-to-decarbonise industries such as iron and steel, cement and chemicals. For the time being, the hydrogen economy remains small and heavily based on natural gas, but this could change significantly in coming decades.

The scenarios in IRENA's *World Energy Transitions Outlook* indicate that investment in electrolyzers and other green hydrogen infrastructure could create about 2 million jobs worldwide between 2030 and 2050 (IRENA, 2021c).

A study focused on the **United States** (FCHEA, 2020) projected that by 2030 the hydrogen economy could generate USD 140 billion in revenue per year, with 700 000 jobs along the value chain, expanding to USD 750 billion and 3.4 million jobs by 2050.

FUENTE IRENA

04

RESULTADOS DEL ESTUDIO

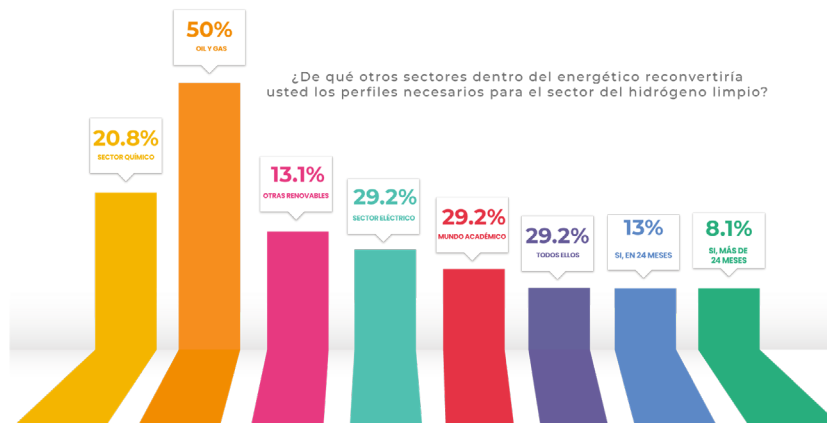


4.1 Perfiles más demandados y carencias laborales

Uno de los objetivos del presente estudio era analizar las carencias actuales y futuras de este mercado: Entre las dudas se planteaba la ausencia de ciertos perfiles adecuados, características de los principales perfiles demandados, así como las habilidades requeridas y el origen y formación de estos profesionales. El resultado de este estudio ha aportado algunas orientaciones.

¿De qué otros sectores reconvertiría usted los perfiles necesarios para el sector del hidrógeno limpio?

Se planteó una evaluación cuantitativa para esta pregunta con lo cual se dejó una respuesta cerrada con 4 opciones elegidas entre los perfiles más observados entre los profesionales encuestados: **Sector químico, Oil & Gas, Otras renovables, o Mundo académico.**



Fuente: Elaboración propia con cargo a los datos de la encuesta.

El resultado no deja lugar a dudas. Más de un 50% optaron por el sector de los combustibles fósiles tradicionales (Oil & Gas) seguido por un 21,3% que citó el sector químico. Otras renovables apenas alcanzan el 12,6%. Se pone de manifiesto la clara vinculación entre el sector de los combustibles tradicionales, (principalmente el gas), y el futuro de este sector.

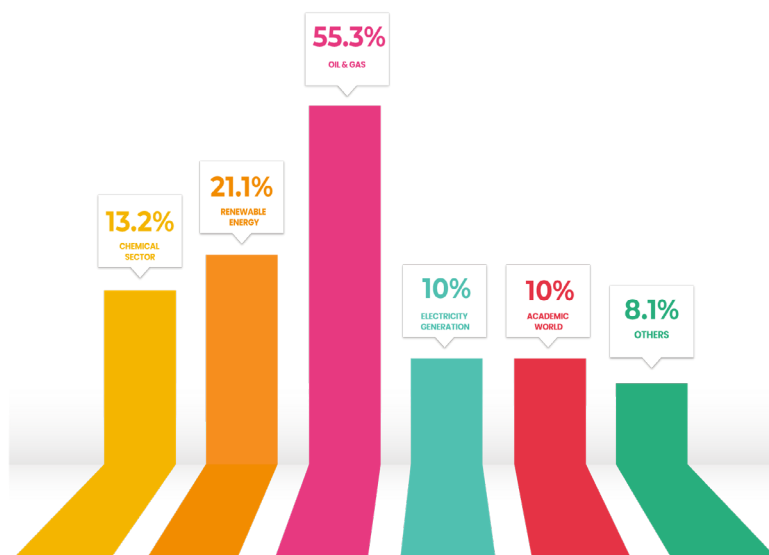
En segunda posición con un 20,9% se destaca el sector químico con todas sus variantes. Finalmente, los profesionales que provengan de “otras renovables” con un 13,2% son también bastante demandados. No en vano las plantas de generación de hidrógeno verde con electrolizadores están incluyendo en muchos casos las propias plantas de generación renovable (eólica, fotovoltaica). Para

ello, se requieren profesionales de un sector que también se encuentra en pleno auge de demanda laboral.

Respecto a los resultados del cuestionario realizado en inglés, en este caso se ha optado por publicarlo de manera independiente pues los resultados muestran diferencias. En este caso se da prioridad en un 55,3% a los profesionales que provienen del sector de los hidrocarburos tradicionales (+5,8% respecto al español)

El resultado también difiere pues otorga un mayor peso, de 21,1%, al sector de las renovables como proveedor de nuevos empleados para este sector. Asimismo, el sector químico representa un 13,2%, lo cual es un 45% inferior respecto al cuestionario en español.

From which other sectors within the energy sector would you reconvert the profiles needed for the Clean Hydrogen Sector?



En general parece existir consenso en que al menos la mitad de los nuevos trabajadores del sector provendrán del sector Oil & Gas. De alguna manera estos resultados pueden sugerir varias hipótesis:

- El tipo de habilidades necesarias para el H2 encajan con las existentes actualmente en el sector de los hidrocarburos
- Buena parte de los encuestados que ahora trabajan o se preparan para trabajar en el sector del hidrógeno están o han estado vinculados al sector del gas y petróleo.
- El sector del gas y petróleo es uno de los principales interesados en el desarrollo del hidrógeno verde como alternativa de negocio

ante un futuro incierto de los combustibles tradicionales.

- Existe una falta de perfiles en otros sectores que se puedan adaptar, el hidrógeno es un insumo de la industria de los hidrocarburos.

En cierto modo este resultado coincide con otros estudios, como el Informe sobre empleo de IRENA⁴⁸ que señala la interrelación clara entre trabajadores del sector energético tradicional y las nuevas energías renovables como la eólica marina o la fotovoltaica. Se observa un trasvase de trabajadores que en el caso de la eólica y la fotovoltaica encaja grosso modo con los resultados de la encuesta.



Table 4: Top trades in oil and gas, wind and solar projects, United States

Top 5 trades most likely to work on oil and gas projects

Trade	Wind	Solar	Oil	Natural Gas
Pipelayer, Plumber, Pipefitter, or Steamfitter (n=276)	14%	20%	74%	79%
Stationary Engineer (n=25)	28%	40%	64%	80%
Operating Engineer (n=156)	28%	46%	67%	72%
Construction Equipment Operator (n=246)	36%	47%	63%	73%
Boilermaker (n=33)	24%	36%	55%	76%

Top 5 trades most likely to work on wind and solar projects

Trade	Wind	Solar	Oil	Natural Gas
Solar Photovoltaic Installer (n=79)	34%	91%	29%	43%
Wireman (n=19)	47%	63%	32%	47%
Roofer (n=14)	43%	64%	36%	57%
Electrician (n=177)	33%	66%	47%	50%
Construction Laborer (n=218)	38%	56%	64%	66%

 60% or more of tradespeople reported having worked in the oil and natural gas industry during their career
 60% or more of tradespeople reported having worked in the renewables industry during their career

Source: NABTU, 2020b.

¿Qué tipo de perfiles cree que serán más demandados por su organización dentro del sector del hidrógeno limpio?

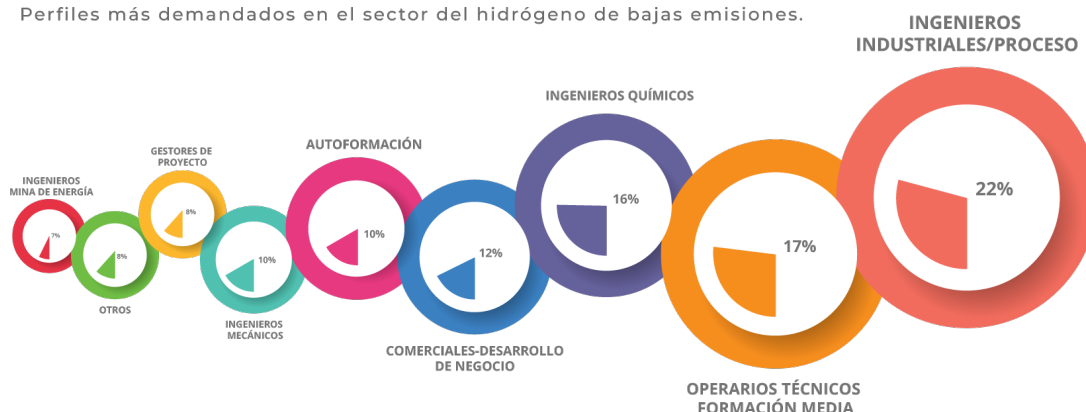
A la hora de diseñar esta pregunta se optó por dejar la opción de respuesta abierta. El objetivo era realizar en este caso un tipo de evaluación cualitativa, dando voz al encuestado y obteniendo nuevas ideas no categorizadas. Buscábamos observar la opinión sincera del encuestado sin sesgos o categorías prediseñadas.

Sistematizar esta pregunta tiene ciertas dificultades. La primera sin duda es la amplitud y

rango de las respuestas. Una respuesta muy común es que harán falta “todo tipo de perfiles requeridos en un nuevo sector”, así como “técnicos”, “gestores”, “ingenieros” y “personal operario”, los cuales pueden encajar en diversas categorías.

El segundo reto es la indefinición de muchas respuestas que indican únicamente perfiles “técnicos” o perfiles de “operarios” sin especificar. Otra respuesta muy común ha sido “personal formado en el sector del hidrógeno”, lo cual más que un perfil laboral es una capacidad o *skill*. Hemos optado por ubicar las respuestas en las categorías

Perfiles más demandados en el sector del hidrógeno de bajas emisiones.



Fuente: Elaboración propia con cargo a los datos de la encuesta.

que hemos indicado en el gráfico y en casos de duda ubicar en “otros”. Al final citamos algunas de las respuestas más sugerentes.

Quizá el resultado más claro de esta encuesta es que más de la mitad de las respuestas (55%) creen que el perfil de ingeniero será uno de los más demandados. Las opciones más elegidas han sido los ingenieros industriales o de procesos (22%) y los ingenieros químicos o químicos (16%). Posteriormente se ubican los ingenieros mecánicos y los de minas y energías que se han ubicado en una misma categoría. Se pone de manifiesto la necesidad de estos perfiles principalmente para la parte de diseño inicial de detalle y operación e implementación de los proyectos.

Después, la segunda categoría más demandada del sector (17%) se centra en operarios, técnicos, especialistas en instalación y operación de equipamientos relacionados con el hidrógeno como electrolizadores, sistemas de transporte y gasificación, etc. En general esta categoría es muy amplia y hace referencia a perfiles con una formación basada principalmente en la formación profesional o diplomaturas técnicas. En muchas de las respuestas esta categoría aparecía como única y muchos encuestados han hecho hincapié en la dificultad de encontrar personal técnico-operario formado y que esté dispuesto a trabajar en el sector.

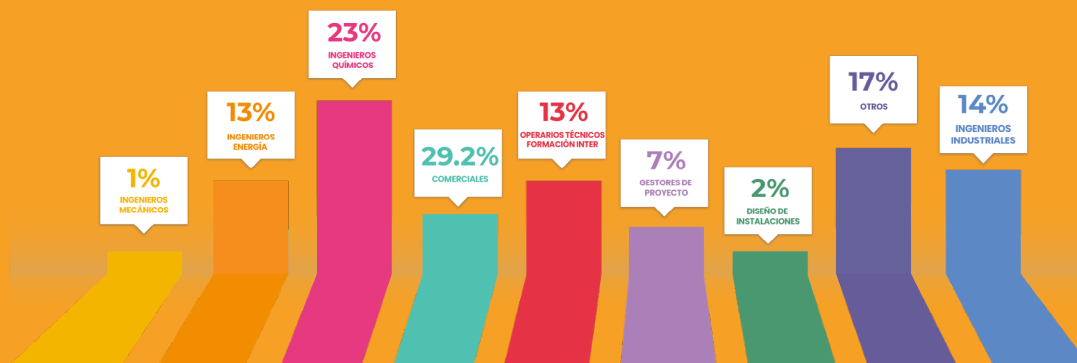
Posteriormente cabe destacar el importante peso que tienen los especialistas (12%) en desarrollo de negocio (con cierto conocimiento técnico).

Aquí englobamos tanto a comerciales como promotores de proyectos, marketing o búsqueda de financiación para los proyectos. Varios de los encuestados han hecho hincapié en la necesidad de encontrar perfiles técnicos como ingenieros o ingenieros técnicos, pero con formación de postgrado comercial o en desarrollo de negocio. De hecho, se repitió de manera recurrente por parte de los encuestados en la necesidad de “vender” estos proyectos y tecnología “ANTES” de la propia instalación o definición del proyecto. De alguna manera se anticipa algo que veremos después y es que la demanda de hidrógeno verde aún está por definir, y es complejo establecer modelos de negocio sin conocer las perspectivas de negocio y ventas. Para poder diseñar e instalar un proyecto se plantea la necesidad de encontrar compradores de hidrógeno lo cual permitirá financiar la construcción de nuevas plantas.

Por último, en el apartado “Otros” (8%), hemos englobado a un amplio rango de demandas. Quizá las más repetidas han sido “investigadores”, “profesores y formadores”, “consultores”, “físicos” y expertos en “IT” o informáticos. Destacamos algunas de las sugerencias minoritarias que han realizado como: ingenieros expertos en tecnologías, Power to X, Biotecnólogos, (diseño ingeniería en detalle y estudios HAZOP⁴⁹/HAZARD/ATEX⁵⁰, automatización de plantas, interacción de procesos), Conocimientos de atmósferas ATEX, expertos en seguridad laboral programadores de PLC⁵¹ (Programmable Logic Controller) o investigadores de mercado.

4.2 Perfiles más escasos y difíciles de contratar

Perfiles más difíciles de ubicar y contratar dentro del sector del hidrógeno de bajas emisiones



De nuevo en esta pregunta hemos tratado de dar la voz al encuestado. Dejamos las opciones de respuesta abierta lo cual genera más trabajo al evaluador, pero por otro lado ofrece indicios que no son tan evidentes a priori. El objetivo es una evaluación más cualitativa que cuantitativa.

Por lo que respecta a los perfiles que los encuestados consideran más difíciles de encontrar o contratar en este momento hay ligeras variaciones respecto a la anterior pregunta. En este caso el porcentaje de demanda de ingenieros es ligeramente menor (un 51% respecto al 55% del total que aparece entre los perfiles más demandados), lo cual sugiere que los ingenieros son los más demandados, pero no los más escasos en términos relativos.

A continuación, los porcentajes de comerciales, operarios o gestores de proyecto son similares a los que se presentaban en el cuestionario previo. No obstante, en este último cuestionario hemos añadido a los diseñadores o proyectistas de plantas los cuales no aparecían previamente como categoría independiente. Esta categoría que podría subsumirse en la categoría de ingenieros se ha optado por separarla dado el elevado número de ocasiones en las que ha aparecido de manera individual, sin estar vinculado a una ingeniería.

Se constata que se ha producido una elevada heterogeneidad en el apartado "otros". En este caso hay una casuística variada y se citan perfiles muy precisos o hacen referencia a habilidades o competencias muy concretas. Pasamos a citar algunos de los ejemplos más repetidos en este apartado como:

- Profesionales de todo tipo que provengan del sector Oil & Gas (La más repetida)
- E&A (Electrical and Automation) Ingenieros.
- Ingenieros electroquímicos
- Perfiles con experiencia en el sector H2
- Especialistas en seguridad y salud, accidentología y logística.
- Ingenieros de software
- Ingenieros especialistas en electrolizadores PEM (Membrana de polímero electrolito)

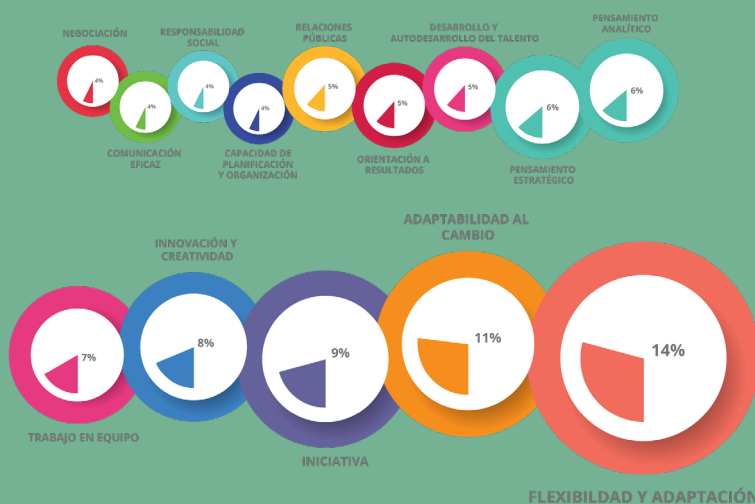
Finalmente, una respuesta que nos ha llamado la atención y que transcribimos en su literalidad:

Gente que está muy cerrada en otros sectores, ejemplo oil and gas o eléctricas no renovables y que no quieren dejar su negocio actual, haciendo que los empleados de esas empresas tengan la misma sensación, que lo fósil perdurará siempre y que el hidrógeno es una burbuja, y créanme que hay empresas de ese tipo.

4.3 Habilidades y capacidades que demandará el sector del hidrógeno verde

Respecto a las habilidades y capacidades que este sector requerirá, la pregunta quedó igualmente abierta con el fin de obtener información nueva y relevante. La variedad y casuística de las respuestas ha sido la mayor sorpresa. En vista de la abundancia de respuestas variadas se optó por sistematizar entre Habilidades Blandas o *Soft Skills* y Competencias o *Hard Skills* de acuerdo con un sistema de clasificación interno.

Habilidades/Soft Skills



Soft Skills o Habilidades Blandas

Se denominan habilidades blandas, competencias blandas, o a menudo *Soft Skills* en inglés, a «las cualidades, deseables para ciertos trabajos e independientes del conocimiento adquirido, como el sentido común, el manejo de personas y una flexible actitud positiva». Así al menos lo define el diccionario Collins⁵².

En general, según Wikipedia⁵³, se las consideran una combinación de habilidades sociales, habilidades de comunicación, rasgos de la personalidad, actitudes, atributos profesionales, inteligencia social e inteligencia emocional, que facultan a las personas para moverse por su entorno, trabajar bien con otros, realizar un buen desempeño y, complementándose con las habilidades duras (*Hard Skills*), conseguir sus objetivos.

En este estudio se han obtenido un total de 113 respuestas con esta categoría, aunque se han obtenido hasta 23 categorías diferentes destacamos las más relevantes.

En primer lugar, destacan flexibilidad y adaptación con un 14% seguido de adaptabilidad al cambio con un 11%, iniciativa con un 9% e innovación y creatividad con un 8%. Estas cuatro primeras respuestas suman un 42% del total de respuestas aportadas. De hecho, las 2 primeras categorías que suman un 25% comparten la habilidad de adaptación y en cierto modo son bastante afines.

Posteriormente, las categorías como trabajo en equipo, pensamiento analítico, pensamiento estratégico, desarrollo y autodesarrollo del talento suman otro 25% conjuntamente. Por otro lado, aparecen 6 categorías cada una con un 4% del total (Orientación a resultados; Relaciones públicas; Capacidad de planificación; Responsabilidad social; Comunicación eficaz y negociación) que suman otro 24%. Se trata en este caso de competencias más genéricas que se están demandando en buena parte de los perfiles actuales por defecto.

Por último, pero no menos interesante está el apartado “Otros”. Éste cuenta con un 10% de las respuestas y 6 categorías. En este apartado suelen aparecer respuestas no tan convencionales que en muchos casos no encajan con otras categorías. En este caso se trata de:

- Liderazgo
- Orientación al cliente interno y externo
- Gestión y logro de objetivos
- Perseverancia en la consecución de objetivos
- Inteligencia emocional
- Temple
- Prudencia
- Responsabilidad

Hard Skills o Competencias profesionales

Según Investopedia⁵⁴, las habilidades duras son capacidades aprendidas que

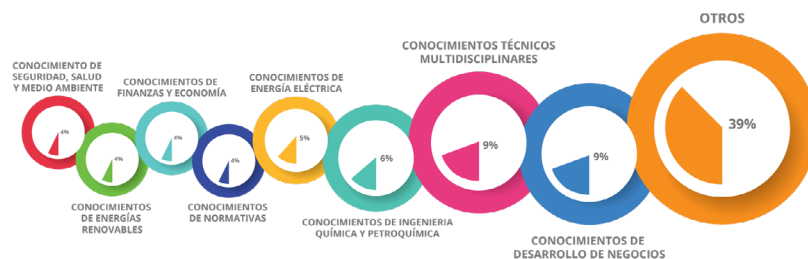
se adquieren y mejoran a través de la práctica, la repetición y la educación. Las habilidades duras son esenciales porque aumentan la productividad y la eficiencia de los empleados y, por tanto, mejoran su satisfacción. Son importantes para el currículum, ya que los empleadores las buscan cuando revisan su solicitud. Sin embargo, las Hard Skills por sí solas no se traducen en éxito empresarial, ya que los empleados también necesitan emplear otras habilidades, como las blandas, que contribuyen a la satisfacción del cliente.

Sin duda esta ha sido la categoría que ha obtenido

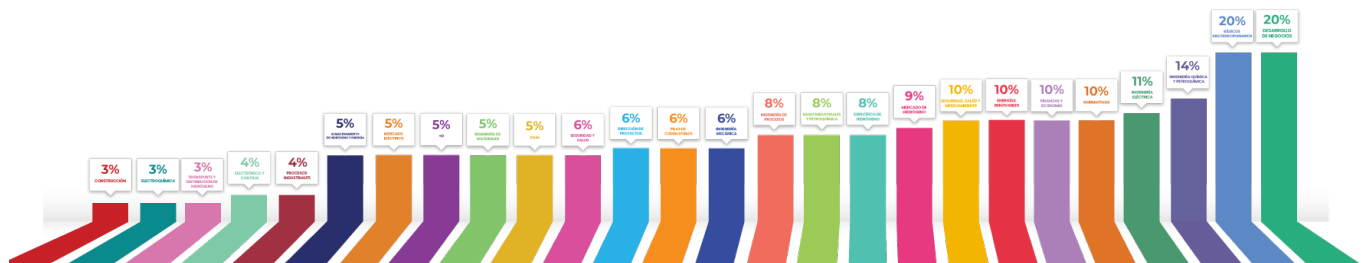
una mayor casuística y variedad de todo el estudio. Un total de 41 categorías diferentes han sido identificadas. Debido al subtotal tan elevado de categorías y la complejidad de mostrar todas en el estudio, hemos optado por incluir 2 tablas, una con el número total de respuestas y otra con porcentajes.

Destaca con un 9% la primera respuesta que se centra en conocimientos de desarrollo de negocio. Es sorprendente que una actividad tan técnica ponga como primera habilidad necesaria la capacidad de vender y comercializar. De alguna

Hard Skills



Competencias / Hard Skills



manera se pone de relieve la necesidad de encontrar fuentes de ingreso incluso antes de llevar a cabo la ejecución técnica de las propias plantas.

En segundo lugar, también con un 9% destacamos los conocimientos técnicos multidisciplinares, una categoría generalista que, sin embargo, coincide con buena parte de las respuestas que hemos recibido. Estas hacen referencia a la necesidad de perfiles con un amplio espectro de conocimientos técnicos que permitan abordar proyectos complejos como los del hidrógeno verde.

Con un 6% la tercera habilidad dura hace referencia a “conocimientos de ingeniería química y petroquímica.” Una vez más los lazos entre la industria del hidrógeno limpio y la tradicional

industria petroquímica se ponen de relieve.

Posteriormente, con porcentajes muy similares, se citan competencias como el conocimiento de energía eléctrica, normativa, finanzas, seguridad y salud y conocimiento específico del hidrógeno.

Una categoría que se ha destacado en otras respuestas es en concreto el conocimiento de ingeniería de procesos, lo cual denota la necesidad de encontrar perfiles que conozcan la cadena de valor técnica completa de este tipo de proyectos.

Finalmente, la categoría “Otros” es muy amplia, prácticamente todas estas respuestas tienen entre un 1% y un 3% del total. A continuación, le enumeramos:

- Conocimientos de ingeniería mecánica
- Conocimientos de tecnología aplicada a electrolizadores y pilas de combustibles
- Conocimientos de dirección de proyectos
- Conocimientos de seguridad y salud
- Conocimientos de O&M
- Conocimientos de ingeniería de materiales
- Conocimientos de I+D
- Conocimientos de mercado eléctrico
- Conocimientos de almacenamiento de hidrógeno y energía
- Conocimientos de procesos industriales
- Conocimientos de electrónica y control
- Conocimientos de transporte y distribución de hidrógeno
- Conocimientos de electroquímica
- Conocimientos de construcción
- Conocimientos de termodinámica
- Conocimientos de programación
- Conocimientos de ingeniería energética
- Conocimientos de financiación de proyectos
- Conocimientos de ESG⁵⁵ (Responsabilidad social corporativa)
- Conocimientos de electrónica de potencia
- Conocimientos de desarrollo de proyectos
- Conocimientos de calidad
- Conocimientos de big data y análisis de datos
- Conocimientos de mercado de gases
- Conocimientos de ingeniería de metalurgia
- Conocimientos de hibridación de tecnología
- Conocimientos de Geopolítica
- Conocimientos de descarbonización
- Conocimientos de logística

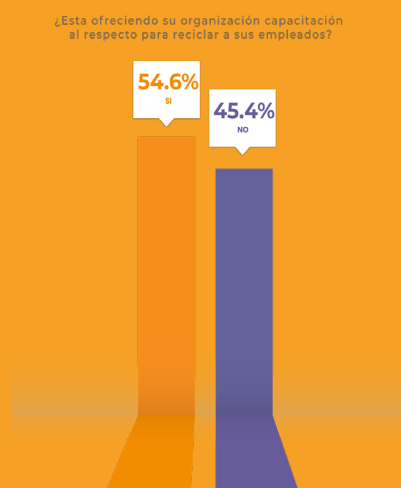
Hace apenas 4 años el hidrógeno limpio o renovable era apenas una más de las tecnologías emergentes y se encontraba totalmente eclipsada por el auge de otras como la fotovoltaica o la eólica. No es

4.4 Necesidades formativas

de extrañar que la formación en ámbitos como el hidrógeno fuera muy puntual y generalmente unida en los temarios a aspectos como los biocombustibles o soluciones térmicas de última generación. Buena parte de las noticias se vinculaban a la industria del transporte y no se citaba al H2 como un vector de generación y acumulación masivo. Por ello, como

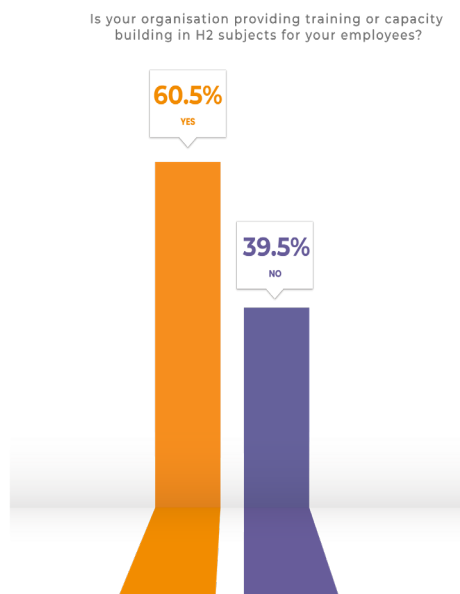
hemos citado, la formación al respecto escaseaba. Actualmente sigue siendo muy reducida la oferta formativa en el mercado.

¿Está ofreciendo su organización capacitación al respecto para reciclar a sus empleados al sector del hidrógeno de bajas emisiones?



Fuente: Elaboración propia con cargo a los datos de la encuesta.

En general entre los encuestados hay una respuesta mayoritaria que indica que más del 53% de las organizaciones a las que pertenecen están ofreciendo a sus empleados algún tipo de formación al respecto. En el caso de las encuestas realizadas en inglés, este porcentaje aumenta hasta el 60,5%



Fuente: Elaboración propia con cargo a los datos de la encuesta.

De algún modo estos elevados índices de demanda de formación con cargo a la compañía pueden sugerir varios escenarios:

- Falta de alternativas de formación fuera de las propias empresas
- Carencia de profesionales formados en este sector con lo cual las propias empresas optan por formar de cero a sus nuevos empleados o investigadores
- Se trata de un sector especialmente emergente e innovador que favorece la formación continua

Asimismo, en el caso del cuestionario en inglés parece que el volumen de formación es mayor entre los encuestados en inglés lo cual puede indicar disponibilidad de mayores recursos para esta formación, falta de alternativas o estar relacionada con aspecto de cultura corporativa.

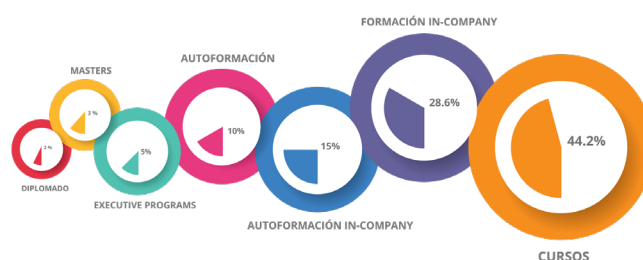
Ya comienza a haber cierta oferta formativa de calidad. Podemos destacar el surgimiento hace 2 años del *Programa Ejecutivo en Hidrógeno renovable de la EOI*⁵⁶, el *Máster Interuniversitario en Tecnologías del Hidrógeno*⁵⁷, o la formación que ofrece la Fundación Hidrógeno Aragón⁵⁸ en España. A escala internacional destacamos el Máster en Célula de

Combustible e Hidrógeno de la Universidad de Birmingham⁵⁹, o la *Especialización en Fuel Cells and Hydrogen Technology (HYTEC)*⁶⁰ de la Universidad de Aalborg en Dinamarca. En el ámbito de formación privada encontramos ejemplos como SEAS⁶¹ Ingeoexpert⁶², o Tecpa⁶³.

En caso afirmativo, ¿qué tipo de formación ofrece su empresa/organización?

Respecto a la formación que se está ofreciendo en este momento por parte de la organización o empresa empleadora, la mayoría opta por citar los cursos (43,4%), en general como opción formativa seguido de formación *in-company* (28,9%) o cursos a medida dentro de las organizaciones en esta materia. Vemos que opciones como los másteres (2,6%) o los programas ejecutivos son opciones aún minoritarias y que demuestran que la oferta de estos no parece muy extendida.

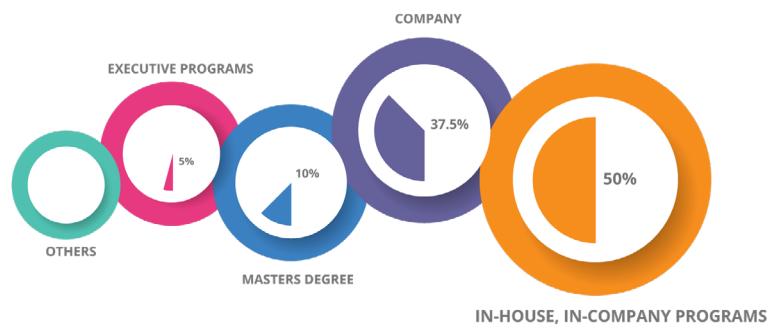
En caso afirmativo. ¿Qué tipo de formación?



De nuevo parece ponerse de relieve la necesidad de una formación a medida por parte de las empresas o asociaciones dada la escasez de oferta formativa reglada.

Por el contrario, en la encuesta realizada en inglés vemos que la opción elegida por el 50% de los encuestados ha sido la formación In-Company seguido de los cursos con un 37,5%. No obstante, cabe destacar que la opción de los másteres alcanza un 8% de las respuestas afirmativas. Esto sugiere varios escenarios. Por un lado, sugiere que las empresas y organizaciones en los países encuestados en inglés demuestran una mayor proactividad a la hora de ofertar formación dentro de la empresa. Asimismo, esto podría indicar, entre otras opciones, que en los países en los que sea respondido el cuestionario en inglés existe una mayor oferta de postgrados y másteres.

If yes, what type of training?



¿Cómo puede un profesional reconvertirse al sector del hidrógeno de manera más eficiente?

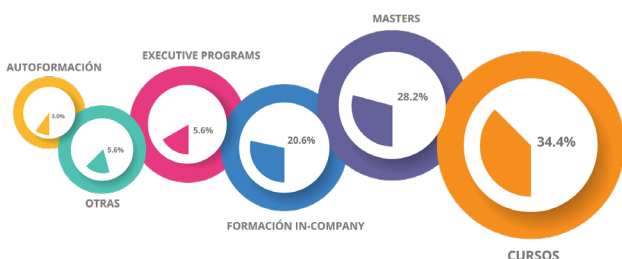
En el origen de esta pregunta se buscaba conocer la opinión de los encuestados sobre una formación de éxito y cómo transitar de un medio a otro de una manera eficiente. Algo que se solucionaría mediante la opción formativa más específica en otro sector, aquí no es tan obvio dada la ausencia de alternativas.

En esta respuesta, quizá la diferencia más llamativa se encuentra en cuanto al porcentaje de respuestas que afirman que un máster o posgrado (20.8%)

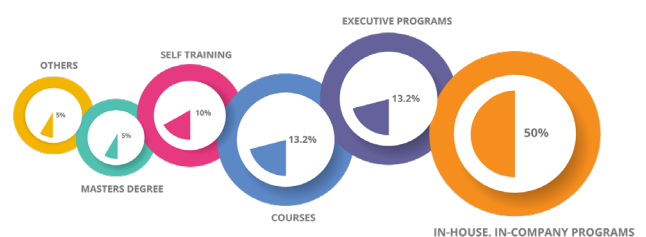
sería la formación más eficiente que permitiría readaptarse a este mercado. La realidad es que en España sólo existe disponibilidad de un máster y en Europa hay muy pocos ejempls.

Si se tiene en cuenta que solo un 2,6% de los encuestados afirman que su organización ofrece formación a través de máster, de alguna manera esto sugiere la existencia de un potencial de demanda amplia para estudios de postgrado. En resumen: la demanda de másteres podría ser 20 veces mayor en el caso de que todos los que están interesados en dicha opción optaran por hacerlo. Hay un claro desfase entre oferta y demanda.

¿Cómo puede un profesional reconvertirse al sector del hidrógeno de la manera más eficiente?



How can a professional convert to the Clean Hydrogen sector in the most efficient way?



4.5 Perspectivas de crecimiento

¿Crees que tu empresa espera ampliar el número de empleados en el sector del hidrógeno verde?

Quizá una de las conclusiones más llamativas extraídas del presente estudio se obtuvo a la hora de evaluar la potencial demanda de nuevos trabajadores en este sector emergente. Preguntados sobre la posibilidad de incremento de la plantilla, **un 88,4%** afirmaron que se producirán contrataciones en un futuro próximo

Respecto al periodo en el que se realizarían dichas contrataciones un **66%** estima que se producirán en el próximo año y un 22,4% a partir del primer año. Es destacable la inmediatez de dichas contrataciones teniendo en cuenta que el periodo de 0-6 meses es el que espera mayor volumen de contratación, con un 36,4%. Se pone

de manifiesto una demanda importante en el corto plazo de puestos de trabajo y sobre todo que una gran mayoría de las empresas espera contratar de inmediato, algo que puede contrastar con la actual oferta de perfiles existentes y posible escasez que se evaluará posteriormente.

De manera complementaria, el cuestionario realizado en inglés confirma esta fotografía e incluso se magnifica. En este caso, **un 71,1% de las respuestas afirman que su organización contratará en los próximos 12 meses**. Por añadidura a estas cifras se espera que un 23,7% contrate más allá del periodo de un año. Las empresas que afirman que no contratarán a nadie apenas suponen un 5,3% del total. El **94,7%** sí esperan contratar en un momento determinado.



En caso positivo, ¿qué número de trabajadores cree que serán necesarios en los próximos 12 meses?

Teniendo en cuenta que más de un 94% de los encuestados esperan ampliaciones de plantilla, o al menos necesidad de contratación, a la hora de realizar el estudio el equipo de redacción se planteó evaluar el volumen de contratación en términos cuantitativos. Se establecieron opciones de 1-2, de 3-10. De 11-50 y de más de 50 empleados. En este caso, las respuestas también han obtenido resultados inesperados por parte de

los investigadores.

Quizá el dato más interesante sea que un **70,7% de las empresas esperan llevar a cabo una contratación de entre 1-10 empleados en los próximos 12 meses**. De ellos, la opción más elegida es el rango de 3-10 empleados con un 44,7%. En el rango alto destacamos que un 8,1% de los encuestados esperan la contratación de más de 50 empleados en los próximos 12 meses. En términos absolutos sólo esta última respuesta, respecto al número de encuestados,



Por su parte, el cuestionario en inglés arroja números de contratación aún más elevados pues sugieren que un 39,5% de las empresas contratarán más de 11 empleados incluyendo un 15,8% que esperan superar los 50 empleados en 12 meses. Esto supone casi un 90% más que en las respuestas en el cuestionario en español. La demanda de empresas grandes que requerirán más de 50 empleados es un 100% superior en el cuestionario realizado en inglés. Se pone de manifiesto el mayor volumen de demanda por parte de las empresas cuestionadas en inglés.

¿Cuál es la mayor motivación que puede hacer que un candidato del sector del hidrógeno entre a trabajar en su empresa?

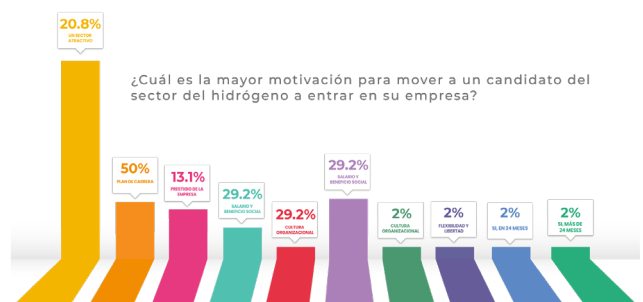
En esta pregunta se optó por 6 categorías principales con el fin de obtener una valoración cuantitativa más concreta.

Respecto a los resultados, las principales motivaciones por parte de los trabajadores para cambiarse a este sector revelan que **la motivación principal es entrar en un sector creciente y atractivo como es el del hidrógeno verde**. Esta es la opción elegida por el 68% de los encuestados en

español. Las siguientes opciones son:

- Plan de carrera, 9,4%
- Flexibilidad de horarios y libertad en el trabajo 7,8
- Prestigio de la empresa 6,3%
- Salarios y beneficios sociales 3,9%
- Cultura Organizacional 0,8%

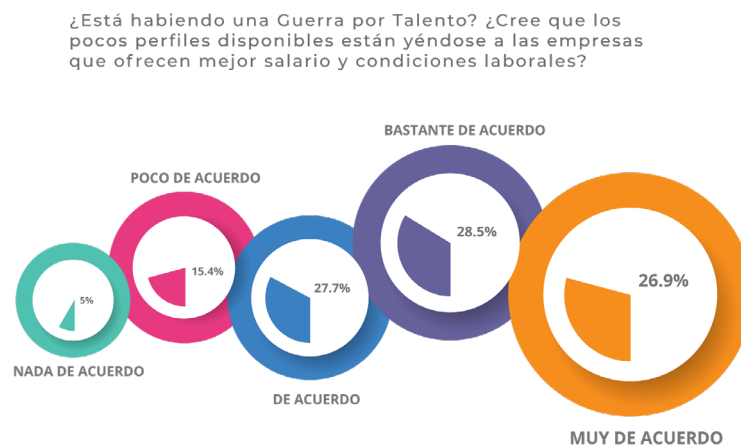
De alguna manera se establece que este es un sector con un fuerte componente vocacional y que tiene un atractivo intrínseco por su novedad y potencial de crecimiento. Las motivaciones monetarias o de estabilidad laboral y personal no aparecen reflejadas en las primeras posiciones.



4.6 Una guerra por el talento

La respuesta a la pregunta **¿existe actualmente una guerra por el talento?** ha dado también un resultado contundente. Un 83,1% se muestran en mayor o menor medida de acuerdo con que existe una competencia o “guerra” por obtener los mejores perfiles de cara a este sector. Si nos vamos a los que están bastante o muy de acuerdo este porcentaje es del 55,4%. Por el contrario, sólo un 16,9% están poco a nada de acuerdo con esta afirmación.

Entre la cohorte de encuestados para este estudio hemos obtenido un porcentaje bastante equilibrado de empleadores, autónomos y empleados de aproximadamente un 60, 20 y 20% respectivamente. **La respuesta casi unánime a esta pregunta indica que esta escasez de talento es percibida tanto por empleadores como por empleados y trabajadores por cuenta propia.**

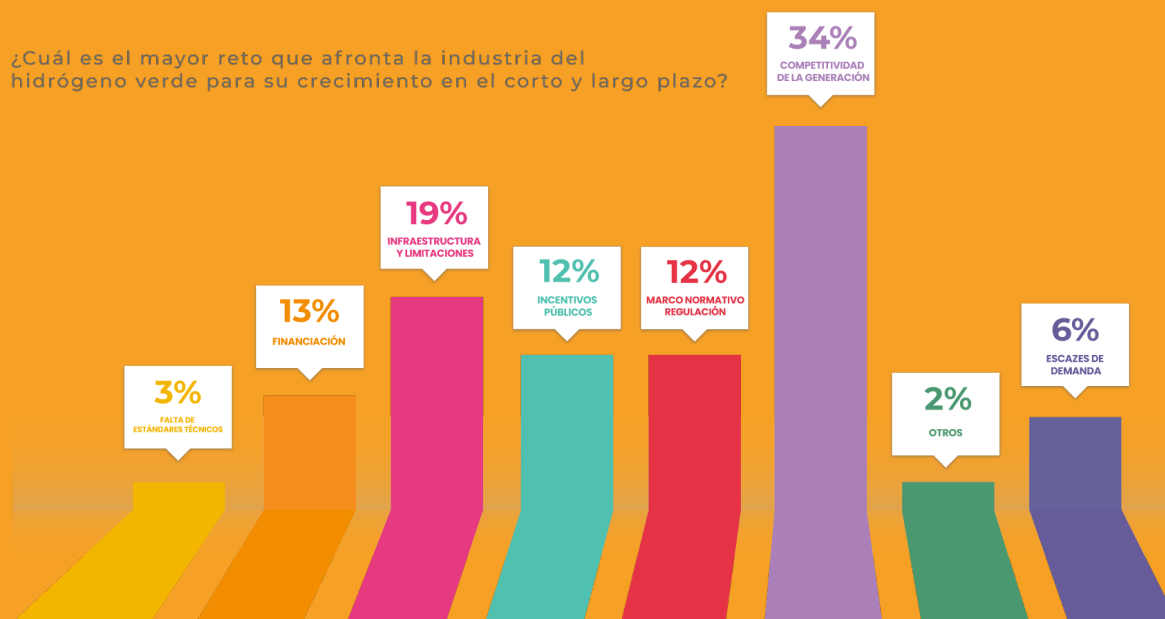


Por su parte el cuestionario en inglés arroja datos algo más equilibrados; un 71,1% de los encuestados (respecto al 83,1% del formulario en español) está de acuerdo con esta definición. No obstante, un 28,9% de los mismos está poco o nada de acuerdo con la misma (16,9% en castellano). **El resultado de la encuesta en inglés puede sugerir varios escenarios:**

- Una menor demanda de estos perfiles en otros países
- Una mayor abundancia de perfiles disponibles para trabajar en otros mercados
- Menor “hype”, burbuja, humo o sobreexpectación en otros mercados respecto a los cuestionados en el formulario en español.



4.7 Mayor reto que afronta la industria del hidrógeno verde para su crecimiento



En este caso se optó de nuevo por una valoración cualitativa mediante el formato de pregunta abierta. **¿Cuál es el mayor reto que afronta la industria del hidrógeno verde para su crecimiento en el corto y medio plazo?**

Sin duda la respuesta que ha tenido mayor consenso está relacionada con los costos de la tecnología, costos de generación y precios finales de la energía producida. En general en esta pregunta se ha englobado todo lo relacionado con el ámbito económico y financiero. Esto de alguna manera posibilita la entrada de esta tecnología en un mercado competitivo en costos con otras fuentes de generación.

Este apartado referente a costos no es del todo homogéneo y entre las respuestas hemos encontrado varios subgrupos entre los que destacamos:

- Coste de los electrolizadores
- Economía de escala de la producción de electrolizadores para reducir costo.
- Costo de la energía eléctrica

- Reducción de CAPEX⁶⁴ (electrolizadores, compresores, almacenamiento a alta presión)
- Precio de H₂ más competitivo con los fósiles tradicionales
- Costos nivelados Competitivos
- Precio Final por debajo de 6€ Kg H₂
- Costes de la infraestructura de almacenamiento y transporte.

El siguiente apartado que se ha citado con mayor frecuencia son **la falta de infraestructura o limitaciones tecnológicas**. En este apartado las respuestas más comunes han sido:

- El incremento del rendimiento de las pilas o los electrolizadores
- Necesidad de utilización de materiales que no dependan de condiciones geopolíticas
- El transporte y distribución del H₂ a un coste competitivo.
- Desarrollo de sistemas de almacenamiento a gran escala competitivos
- Necesidad de suministro abundante de agua
- Falta de suministro renovable

Curiosamente en estas respuestas se produce una polarización. **Un elevado porcentaje de los que han respondido que la clave está en los costos citan que la tecnología está madura y que la competitividad de esta es una cuestión de escala y producción masiva.** Por su parte, otras respuestas relacionadas con las limitaciones hacen énfasis en la necesidad de una tecnología más madura sobre todo en transporte y almacenamiento y no citan directamente el apartado de costos y competitividad económica. De alguna manera parece que los perfiles técnicos estuvieran muy seguros de la madurez de la tecnología y pusieran el énfasis en los costos de la tecnología. Por otro lado, los perfiles de negocio, emprendedores o financieros ponen el acento en la necesidad de incrementar la eficiencia tecnológica frente a la escasez de recursos.

En comparación, un 24% han citado a la falta de normativa, legislación e incentivos públicos como la principal carencia del sector. En este sentido **se hace patente aún la falta de normas claras o incentivos a la producción que de alguna manera permitan establecer modelos de negocio transparentes y convincentes para los inversores.** Aunque algunas respuestas citan que se están dando pasos en este sentido un porcentaje muy elevado considera que hay que progresar en apartados como:

- Concreción de los fondos europeos
- Adecuación de la normativa de usos y aplicación del hidrógeno
- Normativa clara que permita tramitar instalaciones
- Apuesta decidida por parte de las instituciones.
- Marco normativo nacional claro (en España)

Igualmente, aparece de manera relativamente frecuente el apartado de financiación (8%). En la realidad la mayoría de las respuestas que citan esta financiación, vienen unidas a comentarios relacionados con el marco normativo y la madurez tecnológica. En pocos casos (4) aparece la financiación como única limitante para el desarrollo del sector y viene unida a otras respuestas

A continuación, un apartado que se repite con un 6% de frecuencia es el de la escasez de demanda. Estamos ante el famoso dilema del huevo y la gallina. Varios encuestados citan la

necesidad de que exista una demanda, pero para ello es necesario la existencia de una oferta y una madurez tecnológica. Algunos de los encuestados citan concretamente:

- “Incentivar la demanda interna de los países productos para permitir su posterior escalamiento”
- “Incrementar la demanda dando apoyos a la industria para descarbonización acelerada”
- “Proyectos viables basados en demanda real”

Posteriormente con un 3% hemos considerado oportuno destacar la opinión de un número relevante de encuestados que cita la falta de estándares y normativa de regulación técnica de los equipos. Los comentarios más comunes en este sentido son:

- Falta de estandarización de los electrolizadores de gran capacidad
- Falta de estándares de calidad que permitan hacer bancables los proyectos.

Finalmente, en el apartado **Otros**, se plantea un amplio abanico de opciones como...:

- Falta de personal capacitado en hidrógeno (uno de los más citados)
- Burbuja mediática, y exceso de proyectos

no viables.

- Adaptabilidad de la intermitencia de las renovables a la producción de H2 y Amoniaco u otros derivados
- Fuerte dependencia de los combustibles fósiles
- Creación de una red de infraestructuras (Valles del Hidrógeno)⁶⁵
- Diseñar nuevos estándares de seguridad
- Casar demanda con oferta de producción
- Precio de materiales concretos como el platino.

Como curiosidad apuntamos esta singular respuesta: “Interrumpir la bien establecida relación entre los poderes públicos y los propietarios de las industrias de combustibles fósiles”

Entre los siguientes apartados, ¿cuáles considera más relevantes para que se produzca dicho crecimiento?

En referencia a las citadas barreras se optó por otra pregunta de tipo cerrada en la cual se seleccionan 4 categorías principales:

- Recursos Humanos
- Costes de generación de la tecnología
- Infraestructura de transporte
- Marco jurídico e incentivos.



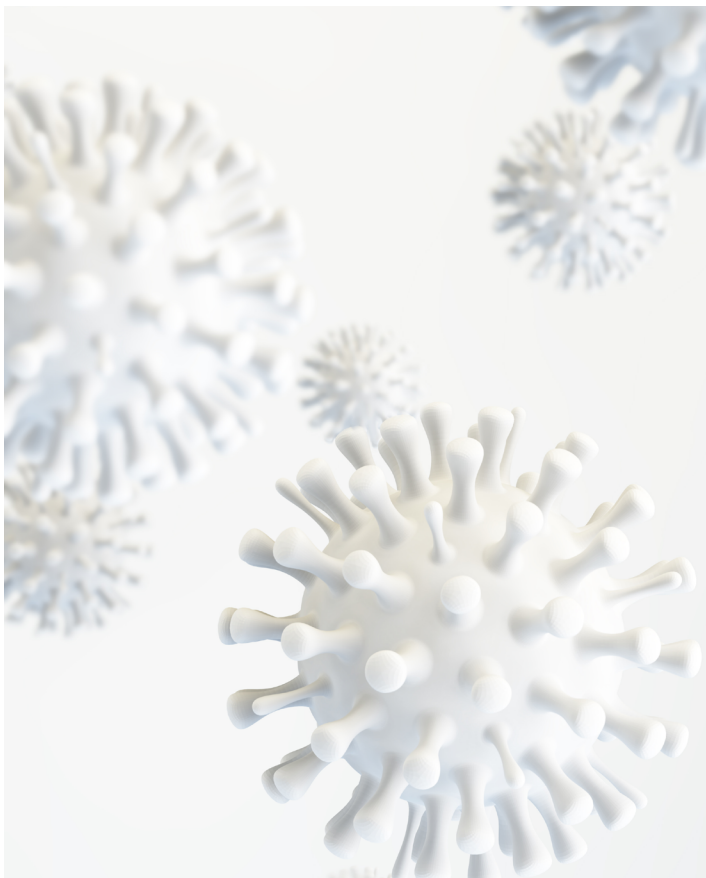
Se observa que las opciones que tuvieron una mayor respuesta fueron de nuevo los costes y el marco jurídico e incentivos. Es más, el apartado que apunta a “muy relevante” fue especialmente destacado en el caso de estas últimas dos categorías. Posteriormente, la categoría de infraestructura de transporte aparece como tercera opción.

En cuarta categoría, la escasez de perfiles y recursos humanos es considerada muy relevante por 27 encuestados. Por otro lado, 46 encuestados la consideran relevante y 21 la consideran poco relevante. De alguna manera se sugiere que **el apartado laboral es una cuestión importante pero secundaria respecto a otras necesidades del sector en general.**

4.8 Impacto de la coyuntura actual en el crecimiento del sector

Con respecto a la coyuntura geopolítica global, se consideró oportuno incluir una cuestión ligada a los últimos eventos globales que están de alguna manera compartidos por la mayoría de las naciones, más en concreto la pandemia de la COVID 19, la posterior inflación y alza de tipos de interés, y en última instancia la guerra e invasión de Ucrania por parte de Rusia la cual conlleva múltiples implicaciones en el sector energético (urgencia por substituir suministro de Rusia, necesidad de fomentar fuentes locales de generación, incremento de la demanda de renovables y presión política y social por reducir las emisiones de CO2).

Al plantearnos esta pregunta. El equipo de redacción esperaba que, dadas las sombrías expectativas por parte de algunos analistas, la respuesta reflejara un impacto negativo en la demanda y la instalación de proyectos. Una urgencia como la actual de alguna manera podría conllevar un mayor impulso a otras tecnologías más consagradas que el hidrógeno bajo en emisiones. No obstante, la respuesta ha sido bastante unánime. **Un 84,6% cree que tras los recientes eventos el crecimiento del sector será igual o mayor, apenas un 15,4% cree que se producirá un menor crecimiento.**



En el formulario planteado en inglés se aprecia una respuesta en el sentido anterior pero más acentuada aún. Un 92,1% considera que se producirá un crecimiento igual o mayor, siendo la opción de mayor de un 70,8%. El optimismo respecto al futuro de la tecnología de los no hispanohablantes es un 10% superior. Es más, **los encuestados en inglés son un 42% menos propensos a creer que el crecimiento del sector se reducirá.**

05

CONCLUSIONES

El sector del hidrógeno limpio está en su infancia. La tecnología que lo conforma (electrolizadores PEM, plantas de generación, entre otras) está más o menos madura técnicamente. Sin embargo, se mantienen abiertas las cuestiones sobre costes de generación y falta de infraestructura. Varios medios de comunicación⁶⁶ hablan abiertamente de “hype”, humo, moda pasajera o sobre expectativa en el sector.

INNOVATION

The hydrogen hype: a bubble or a game changer in decarbonization?

Could the climate crisis be mitigated by using hydrogen produced with wind and solar power, creating renewable energy where the only emission is drinkable water? Here we explore the possibilities of hydrogen as a tool to fight climate change.



Nick van Mead
23 February 2022

7 minute read



No obstante, **la realidad es que gracias principalmente al impulso de instituciones europeas los recursos financieros están fluyendo y los primeros proyectos reales están viendo la luz.** Aunque aún es pronto para sacar conclusiones duraderas en el tiempo, gracias a este estudio hemos obtenido algunas conclusiones parciales que creemos que pueden aportar algo de luz a los profesionales y personas de este sector:

- Los costes de generación y precios de la tecnología se perciben como la mayor barrera técnica para el crecimiento de esta tecnología. Le siguen en importancia los incentivos, ayudas y marco normativo y la infraestructura. La falta

de capital humano es relevante, pero en una segunda instancia.

- El sector de los hidrocarburos muestra una clara sinergia y traspaso de trabajadores con el del hidrógeno bajo en emisiones. El segundo proveedor de trabajadores para este segmento sería el sector químico y el de “otras renovables”.
- Más del 50% de las empresas y organizaciones de los encuestados están ofreciendo formación y capacitación en esta tecnología
- A falta de nuevas titulaciones y másteres, la opción más elegida por los actuales trabajadores para reconvertirse al sector del hidrógeno limpio son los cursos y la formación a medida dentro de las propias empresas. Los másteres muestran un alto potencial de demanda que no está actualmente cubierta.
- Más del 90% de los encuestados estiman que su empresa contratará personal relacionado con el hidrógeno limpio en los próximos meses.
- El perfil más demandado en la actualidad por las empresas es el de ingeniero en sus diversas variantes, seguido de operarios y técnicos con experiencia en el hidrógeno. En tercer lugar, están los expertos en desarrollo de negocio.
- El perfil más complejo de obtener es el de ingeniero químico o químico. Aunque en general faltan todo tipo de técnicos con experiencia en el sector o que puedan tener una visión global de la tecnología.
- Los “*soft skills*” más demandados son flexibilidad y adaptación, adaptación al cambio e innovación.
- Respecto a los “*hard skills*”, destacan los conocimientos de desarrollo de negocio,

conocimientos técnicos multidisciplinares y conocimientos en química y petroquímica. Estas tres categorías suman un 25% del total de hard skills comunicados.

- Un 58% de empresas que esperan contratar entre 3 y 50 empleados en 12 meses
- Un porcentaje significativo de las empresas (+10%) espera contratar a más de 50 empleados en los próximos 12 meses.
- La principal motivación para acceder a este sector es entrar en un sector atractivo con potencial de crecimiento, seguido del plan de carrera y flexibilidad laboral.
- Se percibe de manera masiva una “guerra por el talento” que se resuelve a base de mejoras radicales en las condiciones laborales o el salario. No obstante, esta percepción parece desigual geográficamente.
- La actual coyuntura político-económica (COVID, Inflación, guerra) es mayoritariamente (70%) percibida como un acelerador o impulsor al crecimiento del sector.



ENTREVISTAS A PROFESIONALES DESTACADOS

Jesús García Martín: Director - EU Energy Solutions & Innovation⁷⁰



Con más de 36 años de experiencia trabajando en el sector energético, Jesús García ha sido testigo de la gran evolución que ha experimentado el sector energético: fin de los monopolios eléctricos, descarbonización y digitalización del sector. García ha sido responsable de innovación de Iberdrola y ha trabajado 15 años en Bruselas representando a esta empresa ante la Comisión. Se trata de una de las pocas personas en el sector que pueden afirmar que llevan más de 20 años vinculados al sector del hidrógeno y sus implicaciones energéticas.

Desde hace años imparte clases en la Escuela de Organización Industrial EOI donde imparte una especialización basada en el hidrógeno.

¿Cuál es el mayor reto que afronta la industria del hidrógeno verde para su crecimiento en el corto y medio plazo?

Principalmente creo que hay un problema de conceptualización y de conocimiento social y política para eliminar barreras no tecnológicas. Los ingenieros ya estamos lidiando con las barreras tecnológicas y ha habido un evidente avance. No obstante, en temas de conciencia social sucede que aceptan la tecnología del hidrógeno, pero en paralelo

la desconocen. Los políticos no tienen ni idea. En España se mueve todo por la influencia económica que viene de Europa, pero los políticos internos no tienen ni idea de la tecnología. En el momento en el que la conciencia social se forme, los políticos la irán incluyendo en su discurso.

Por otro lado, la parte regulatoria no está desarrollada para el hidrógeno como energía, no hay una regulación específica. El tema de los costes está claro que va a influir, pero es la tercera o cuarta barrera.

¿Cómo está evolucionando la formación para afrontar las demandas del sector del hidrógeno?

Está habiendo una explosión. Yo llevo más de 20 años en el sector y en concreto en el hidrógeno, donde comencé en 2001. Durante años hemos dado un módulo en la EOI donde se hablaba del hidrógeno. De repente en 2019 todo explotó y empezamos a dar 3-4 al año, empezaron a verse otros cursos que surgieron como setas; cursos y cursillos on-line con mala calidad, y apenas recientemente se creó el primer máster. **Hay una demanda brutal y la oferta educativa está muy lejos de cubrirla.**

¿Qué tipo de perfiles cree que serán los más demandados dentro del sector del hidrógeno limpio?

Creo que va a haber 4 perfiles principales que van a ser los más demandados. Primero un **perfil comercial básico con conocimientos técnicos**. Luego, un perfil más específico que gestione temas como **aspectos legales, logísticos o de compras**. Posteriormente y por grado de demanda, hará falta **un perfil más técnico en desarrollos**. Ingenieros o Ingenieros técnicos con especialidad en operaciones de plantas de hidrocarburos. Se buscarán perfiles con experiencia en plantas H₂, pero en España no creo que haya más de 10 personas con este tipo de experiencia.

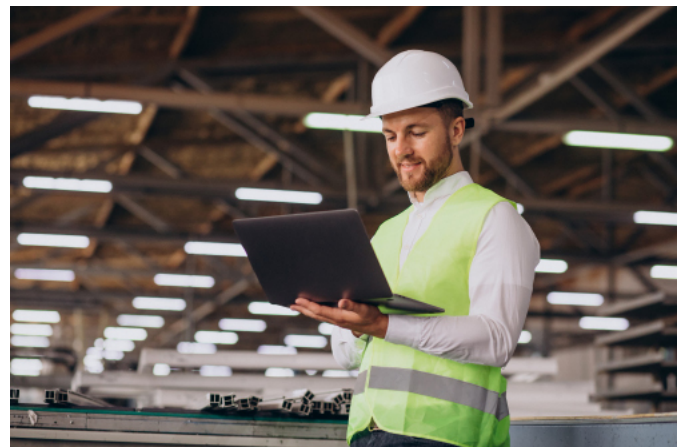
Finalmente creo que **el perfil más demandado y a la vez clave, serán los técnicos; ingenieros que tengan capacidad de diseño de plantas**. Deben tener conocimientos de ingeniería, equipamientos y capacidad de formarse en algo nuevo. Apenas existen estos perfiles y se están formando o reciclando internamente en este momento.

¿Cuáles considera que son los perfiles clave más difíciles de obtener para el sector H₂?

Sin duda el último que he citado (Ingeniero de diseños), luego estarían los técnicos en operaciones. **La realidad es que son tan escasos que muchas veces se los están llevando a otros países de Europa a base de multiplicar los salarios y las condiciones laborales**. Prácticamente se están robando profesionales unas empresas a las otras.

¿Qué tipo de habilidades y capacidades (Skills) son las que demandará el sector del hidrógeno verde?

Fundamentalmente una **capacidad de visión de mercado energético**. Esto involucraría a la gente que está en el mercado de las Energías Renovables. También a los que vienen de la industria y los que son ingenieros y tienen capacidad de reciclarse. Los ingenieros industriales, de caminos, químicos tienen cierta ventaja al respecto.



¿Cómo puede un profesional reconvertirse al sector del hidrógeno de la manera más eficiente?

Depende de cada uno. Va a depender de si el reciclado lo va a hacer una compañía en función de la tecnología que va a incorporar. Hay empresas que tienen ingenieros químicos y con un curso avanzado se reciclan, si lo que quieren es algo más complejo van a tener que ir a cursos *in-house*, u optar por cursos ejecutivos o máster.

¿Cuál es la mayor motivación puede mover a un profesional para entrar en este sector?

Yo creo que el gancho es percibir que te metes en una energía de futuro y que es una energía limpia. Esta es nuestra oportunidad. **Se trata de una moda, pero tiene futuro e incorpora un planteamiento energético y ambiental muy atractivo.**



¿Cómo cree que impactará en el futuro próximo la actual coyuntura económica y política en la demanda de perfiles para el sector del hidrógeno (COVID, Inflación, Guerra en Ucrania)?

Todos esperamos que la guerra termine. Si parara ahora nos encontraríamos con un par de años malos. No obstante, si la situación perdura en el tiempo, nos podemos encontrar con una recesión grave. Creo que esto puede ralentizar el desarrollo de la tecnología. Puede haber un periodo transitorio en el que haya que volver a abrir centrales incluso de carbón. Pero Rusia no es el único suministrador de gas. Europa puede migrar hacia el H2, pero la velocidad de migración sin infraestructuras y perfiles es lenta. **Creo que existe una ruta paralela de hidrógeno junto con la recuperación de tecnologías medio abandonadas como la nuclear o las térmicas.** Va a haber un periodo de transición y de búsqueda de estas tecnologías, la comisión ya está con ello.

También creo que la consolidación del sector del hidrógeno verde va a estar condicionado por la disponibilidad financiera. En Alemania o Dinamarca van a acelerar más rápido que en España. Ahí sí que se va a ver una reacción clara para temas de aceleración de hidrógeno (valles del hidrógeno, clústeres, y otros) nosotros vamos a ir más despacio pues no tenemos ni suficientes recursos financieros ni técnicos, vamos a ir al arrastre de estos países. Cuando haya suficiente gente preparada se podrá incrementar el ritmo de despliegue en España.



Marcos López-Brea: Economista y Doctor en Ingeniería Medioambiental

Es economista y doctor en ingeniería medioambiental por la Universidad Autónoma de Madrid. Desde 2011 también es profesor de la Escuela de Organización Industrial, dónde dirige el programa Ejecutivo en hidrógeno renovable. Es también

profesor de la Universidad Europea.

Con 25 años de experiencia profesional es actualmente director General de DH2 Energy⁶⁷, una de las empresas pioneras en el desarrollo de plantas de producción de hidrógeno renovable a gran escala. López-Brea es un convencido de esta tecnología, aunque cree que puede haber importantes cuellos de botella en cuanto a carencias de personal especializado.

¿Cuál es el mayor reto que afronta la industria del hidrógeno verde para su crecimiento en el corto y medio plazo?

El primer reto es conseguir que el hidrógeno renovable sea competitivo respecto a otras alternativas energéticas como el gas natural. El segundo reto es conseguir el desarrollo de plantas de gran producción y superficies grandes asociadas a plantas fotovoltaicas y eólicas. Hay un reto por parte de la sociedad y su impacto ambiental para que se acepten estos proyectos que ocupan superficies bastante grandes. Es necesario que tengan aceptación social.



Otro reto fundamental es el agua. No es tan evidente que en todas las zonas haya agua y disponibilidad de recursos hídricos. El cuarto sería el transporte y almacenamiento, se tienen que construir conductos y capacidad de almacenamiento a gran escala que apenas existe ahora.

Perspectivas de crecimiento. ¿Crees que tu empresa espera ampliar la plantilla de perfiles para el sector de hidrógeno verde?

Estamos contratando desde hace 2 años y hemos pasado de ser 5 personas a ser 35 en este periodo. Para el futuro inmediato la perspectiva de crecimiento no es tan fuerte, pero seguimos contratando. Creo que seguiremos creciendo en torno a un 25% de incremento anual de plantilla.

¿Existe una burbuja en este sector?

Es cierto que hay mucho ruido por la llegada de las ayudas europeas y muchas empresas se han lanzado a anunciar proyectos que no existen, esto ha generado cierto calentamiento. Yo creo que una burbuja real no hay, pues la verdad es que proyectos grandes en desarrollo no hay tantos. Muchos dicen

que tienen proyectos, pero no son reales. Hay exceso de información, burbuja de información, pero no una burbuja económica.

¿Qué tipo de perfiles cree que serán más demandados por su organización dentro del sector del hidrógeno limpio?

Sobre todo perfiles técnicos, gente que sepa entender el mundo de la energía, que tenga una visión de conjunto. En general, 9 de cada 10 perfiles que esperamos contratar son ingenieros. Los proyectos ahora necesitan ingenieros más que gente que los opere. Otros perfiles que hemos contratado son de apoyo en la parte legal y económica. También hará falta ingenieros que conozcan temas de agua, eléctricos o químicos.



En general la gente que contratamos no viene de centros de investigación, sino que provienen principalmente del sector de los hidrocarburos o de alguna gran eléctrica.

¿Cuáles considera que son los perfiles clave más difíciles de obtener para el sector H2?

Lo más complicado es encontrar a alguien que tenga una visión general del hidrógeno renovable. Que tenga una visión de principio a fin de toda la cadena. No hay casi nadie que tenga esta visión global. Estamos hablando de que solo llevamos 4

años promoviendo este tipo de proyectos.

¿Cuál es la mayor motivación que puede mover a un candidato del sector del hidrógeno a entrar en su empresa?

Es un sector que se está creando que no existe y estamos aprendiendo continuamente. Es como hacer un máster práctico sobre la marcha; engloba muchos temas distintos, técnicos, ambientales, tramitación... No hay apenas plantas en funcionamiento y los primeros que pongan una planta van a aprender muchísimo. Además, está la motivación de que estás desplazando al gas natural y otros combustibles fósiles y tiene una parte de impacto en emisiones de CO2. A la gente le motiva el hecho de que puedan aportar algo real en la transición energética y la descarbonización.

¿Está habiendo una Guerra por el Talento? ¿Cree que los pocos perfiles disponibles están yéndose a las empresas que ofrecen mejor salario y condiciones laborales?



Sí, está habiendo una “guerra” total por el talento. No hay perfiles disponibles. Hay perfiles técnicos que están en centros de investigación, pero no hay perfiles de gente que haya gestionado o tramitado proyectos de hidrógeno reales. Se están

produciendo ofertas a “degüello”. Nos encontramos con profesionales que pasan de ganar 40.000€ a 120.000€ de golpe. Sobre todo, las grandes empresas energéticas o fondos de inversión están cuadruplicando los sueldos a algunos de estos empleados. Su razonamiento es que la alternativa es contratar estudios a las grandes consultoras (Mckinsey, Woodmac, entre otras) que van a cobrar parecido a lo que me cuesta un profesional. Por el mismo precio tengo a alguien en plantilla que me gestiona de manera interna lo necesario.

¿Cómo cree que impactará en el futuro próximo la actual coyuntura económica y política en la demanda de perfiles para el sector del hidrógeno (COVID, Inflación, Guerra en Ucrania)?

La Realidad es que si este sector ya tenía inercia fortísima hace 6 meses, con el incremento del precio del gas (que ya era previo a la guerra) y unido al incremento del precio del CO2 hay muchísimos más argumentos para que Europa sea independiente. Si queremos independencia energética real no hay alternativa, hay que incluir al hidrógeno en la producción de sectores clave como el papel, acero, etc. El conflicto actual tiene un efecto muy fuerte en cuanto a la aceleración del sector. **La inflación es la parte negativa, pero está sobre compensada por el mayor impulso que está recibiendo el sector.**

¿Qué recomendarías a un profesional o estudiante que quiera desarrollar su carrera en este sector?

Que se forme en algo relacionado con el hidrógeno y que se documenten y entiendan de verdad. Muy pocos entienden el sector y los que lo hagan van a tener un futuro laboral muy interesante. También les recomiendo que vayan a eventos, conferencias, o hablar con gente del sector. Una manera de formarse es cursando el Programa Ejecutivo en Hidrógeno Renovable de la EOI.



Brais Armiño Franco: Cofundador de AtlantHy y SynerHy



Su perfil social resume su pasión “Ayudo a desarrollar proyectos de hidrógeno verde”. Brais es cofundador de 2 empresas: AtlantHy⁶⁸ y SynerHy⁶⁹. Ambas fomentan el crecimiento de proyectos de hidrógeno y ofrecen soluciones técnicas y de mercado para viabilizar proyectos de esta tecnología.

Brais es copresentador junto con Javier Pollos en “El Podcast del Hidrógeno”; una de las pocas referencias específicas de este sector en el ámbito de la comunicación. Pese a su juventud se ha convertido en una de las figuras más destacadas e influyentes del mundo del H2.

Hay mucho anuncio de proyectos, pero por el momento apenas hay plantas en funcionamiento. Estamos ante el dilema del huevo y la gallina. ¿Hace falta que se genere una demanda de H2 verde o hace falta que haya plantas para que se genere una industria?

Hay muchísimos anuncios y pocos proyectos reales en este sector. Mi comentario es que en este sector no se pagan emisiones y por eso hay tanta gente vendiendo humo. Realmente no hay conocimiento, hay muchísimas empresas que se atreven a anunciar proyectos a ver si suena la flauta, pero a la hora de la verdad y de poner el dinero no se atreven. **Falta un planteamiento serio con respecto a las directivas europeas para que el hidrógeno que se presenta en los proyectos pueda categorizarse como hidrógeno verde.**

Respecto a la demanda, ésta ya existe. Hoy en día hay 500.000 toneladas de demanda de hidrógeno anuales. **Hace falta que se instalen más plantas que permitan bajar el coste de los electrolizadores por volumen o escala y volver más competitiva esta industria.** Si se habla con un productor de electrolizadores le puedes convencer para que produzca 500MW con un cliente grande como Repsol o Enagás. Pero difícilmente le convencerás

si tu cliente es una hidrogenera pequeña. Hay gallina, pero hay que enseñarla a poner el huevo. El gobierno está apoyando a las empresas, pero los proyectos reales son los que generan demandas masivas de hidrógeno para un usuario final.

¿Cuánto le falta a esta tecnología realmente para ser competitiva en costes?

Ayer se filtraba un borrador sobre el plan RePowerEU en el que se hablaba de aumentar la demanda de hidrógeno hasta los 20 millones de toneladas en 2030 (supone multiplicar por 20 la oferta actual). En este borrador se citaba la necesidad de limitar las declaraciones de impacto ambiental en las plantas renovables con el fin de agilizar su tramitación. **En este sector la competitividad de una planta de hidrógeno depende entre un 60 y un 80% de los precios de la electricidad.** ¿Cuándo será competitivo este sector? Cuando el hidrógeno sea barato y rentable o cuando la electricidad baje.

El problema es que **no hay renovables suficientes, las que hay venden su electricidad al mercado y no se está desarrollando suficientemente rápido como para que exista suministro fuera del sector eléctrico.** Por otro lado, los requerimientos ambientales para la eólica son tan elevados que las empresas optan por la solar. Las renovables están un 30% más caras que hace un año.

El precio de producción que hay que alcanzar es de 1,5€ el kilo de H₂. A esto hay que añadir el transporte que supone una barrera importante. Para alcanzar este rango hay que lograr un precio de suministro que se encuentre por debajo de los 25€ MWh. No me parece un precio descabellado. Hace 1 o 2 años las empresas nos daban precios de 27-30€MWh. La realidad es que estamos sufriendo un repunte de precios que ha alejado este objetivo temporalmente. Estoy seguro de que se reducirá, pero mientras hay proyectos que se van a retrasar.

Perspectivas de crecimiento de empleo. ¿Crees que tu empresa espera ampliar la plantilla de perfiles para el sector de hidrógeno verde?

Principalmente trabajamos con colaboradores que trabajan por proyecto. Cuando hay un proyecto, agrupamos el conocimiento a esos colaboradores y los dedicamos a ello. Es un modelo que está funcionando bien. Da libertad al trabajador y a nosotros nos evita gastos recurrentes. Creo que en el futuro próximo vamos a necesitar gente para hacer los proyectos y para hacer la ingeniería, tenemos abiertas varias opciones, además de subcontratar parte del trabajo, o incorporaremos personal propio.



La realidad es que actualmente no hay nadie especializado que haga ni ingeniería ni en mantenimiento de plantas de H₂. Hay una carencia generalizada de conocimiento que puede generar muchos cuellos de botella.

Me contacta mucha gente preguntándome por cursos y muchas veces no sé qué decirles, falta también oferta. Más allá de cursos genéricos de H₂ están los executive másteres que no son baratos pero que tienen un programa bastante atractivo.

¿Qué tipo de perfiles cree que serán más demandados por su organización dentro del sector del hidrógeno limpio?

Lo primero es ser capaz de convencer al cliente. Cualquier proyecto de hidrógeno nace en cuanto existe una oportunidad que genere negocio. Es muy importante contar desarrolladores de negocio, comerciales etc.



Una vez que embarquemos al consumidor de hidrógeno la siguiente tarea es desarrollar técnicamente esos proyectos. Hará falta perfiles con ingeniería técnica y creo que **el Ingeniero de Procesos va a tener mucho éxito junto con las ingenierías eléctricas, civil, industrial**. Además, hay que unir la generación renovable con la parte de los electrolizadores, necesitamos gente con experiencia en el sector de las renovables.

Lo que sí puedo asegurar es que la facilidad de conectar y olvidarse que tienen algunos desarrolladores de renovables no va a suceder en nuestro caso. Con el hidrógeno y nuestros proyectos esto no va a existir pues hará falta mantener a este cliente satisfecho y atendido en el tiempo.

¿Existe una burbuja en este sector?

El 80% de los proyectos anunciados en España son humo. ¡Se han anunciado hasta 70GW de hidrógeno en desarrollo! Hay tal cantidad de proyectos que no tienen ningún sentido, muchos se caen. Muchos proyectos son malos, pero también hay muchos que son buenos. Empresas como Iberdrola y Enagás están haciendo bien las cosas. Muchas otras han visto esto como la gallina de los huevos de oro y han anunciado proyectos como si los tuviera terminados pero que en realidad se van a caer. ¿Por qué? porque no tienen base ni fundamento. Hay una burbuja enorme.

No obstante, aunque solo un porcentaje de los proyectos anunciados salga adelante estamos hablando de mucho volumen y un crecimiento brutal. El crecimiento va a ser gigantesco, pero no inmediatamente. Faltan muchos aspectos que no se están teniendo en cuenta. Por ejemplo, no hay camiones que permitan transportar el hidrógeno entre otras cosas.

¿Cómo cree que impactará en el futuro próximo la actual coyuntura económica y política en la demanda de perfiles para el sector del hidrógeno (COVID, Inflación, Guerra en Ucrania)?

Los últimos acontecimientos creemos que pueden frenar en el corto plazo a parte de los proyectos en desarrollo, se han encarecido los costes y esto está haciendo mucho daño en los costes de los proyectos. Por ejemplo, tenemos algunos proyectos de 30 MW muy serios, pero de repente los tanques de almacenamiento son el doble de caros, la electricidad sube un 30% y tenemos que esperar para que los suministros mejoren sus precios.

No obstante, las nuevas demandas de Europa van a ser crecientes. Parece que va a haber subsidios para esta tecnología y al mismo tiempo Europa está dejando claro que el hidrógeno no es solo una herramienta energética y de sostenibilidad, sino también geoestratégica. Estos eventos hacen que cambie el paradigma. ¿Por qué vamos a ser tan tontos perdiendo el dinero cuando podemos generar aquí? Se nos han abierto los ojos y no hay marcha atrás. En el corto plazo se frena. Pero la realidad es que el sector está dando pasos atrás para coger impulso renovado. Con precios de energía competitivos no va a haber quien frene al sector del hidrógeno verde.

Si pudiera pedir un deseo al Gobierno Español o a la Comisión Europea ¿Cuál sería?

Si me lo permites voy a pedir 2 deseos: primero que sean muy serios a la hora de dar el dinero público porque se les va a presentar mucho humo. Segundo, que fuercen el despliegue de las renovables en masa de manera masiva y decidida. Por cada MW de capacidad de generación de hidrógeno hacen falta 1,5 MW de renovables. Nos está pasando que no podemos sacar adelante proyectos de H2 porque no tenemos proyectos de renovables disponibles para suministrar. Debe haber un despliegue renovable masivo y ágil.



07

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de corazón el apoyo recibido por todo el equipo de Worldwide Energy Recruitment, en especial Rafael López, y Daniel Reyes. Igualmente, a todos los entrevistados y encuestados y particularmente a Jesús García de la EOI por su incomparable visión y conocimiento de un sector apasionante y en crecimiento.

Gracias a todos.



ALEJANDRO ROSELL

Profesor EOI

Autor

CONOCE A NUESTRO EQUIPO



DANIEL REYES

Director Global Operations



HÉCTOR LATORRE

Business Development Director



RAFAEL LÓPEZ

Director Executive Search



energy.worldwiderecruitment.org
Gran Vía 4, Utopicus, Madrid, España
+34-647-462-396

REFERENCIAS

Notas al final

- 1 BBC News. <https://www.bbc.com/news/business-52350082>
- 2 OMIE <https://www.omie.es/es/market-results/daily/daily-market/daily-hourly-price>
- 3 Cinco días. https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/03/07/companias/1646654517_550139.html
- 4 Comisión Europea https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/speech_22_1632l
- 5 EOI <https://www.eoi.es/es/cursos/35748/programa-ejecutivo-en-hidrogeno-renovable-madrid>
- 6 <https://www.appjetty.com/blog/acceptable-response-rate-for-online-surveys/> <https://www.genroe.com/blog/acceptable-survey-response-rate-2/11504>
- 7 <http://etimologias.dechile.net/?hidro.xido>
- 8 <https://elpais.com/economia/2021-05-23/hidrogeno-verde-el-combustible-eterno-que-alumbra-una-nueva-era.html>
- 9 https://www.enagas.es/enagas/en/Comunicacion/NotasPrensa/14_03_2022_NP_Inauguración_planta_de_Hidrógeno_Mallorca_ENG
- 10 IRENA <https://www.irena.org/energytransition/Power-Sector-Transformation/Hydrogen-from-Renewable-Power>
- 11 IRENA <https://www.irena.org/energytransition/Power-Sector-Transformation/Hydrogen-from-Renewable-Power>
- 12 <https://rail.ricardo.com/news/opinion-decoding-the-hydrogen-t-rainbow>
- 13 <https://www.cbsnews.com/news/cop21-climate-change-conference-final-draft-historic-plan/>
- 14 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52021PC0557>
- 15 https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0241_ES.html
- 16 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511
- 17 <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-10-predictions-for-2022/>
- 18 https://energia.gob.es/es-es/Novedades/Documents/hoja_de_ruta_del_hidrogeno.pdf

- 19 https://energia.gob.es/es-es/Novedades/Documents/hoja_de_ruta_del_hidrogeno.pdf
- 20 <https://www.csis.org/analysis/germanys-hydrogen-industrial-strategy>
- 21 https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf
- 22 <http://resolver.tudelft.nl/uuid:eea88459-b4dd-423d-9934-aad7034eb825>
- 23 <https://www.h2-view.com/story/barriers-to-the-hydrogen-economy/>
- 24 <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021-Report.pdf>
- 25 [https://www.miteco.gob.es/eu/prensa/ultimas-noticias/la-vicepresidenta-teresa-ribera-inaugura-en-lloseta-\(mallorca\)-la-primera-planta-industrial-de-hidrógeno-renovable-de-españa/tcm:35-538114](https://www.miteco.gob.es/eu/prensa/ultimas-noticias/la-vicepresidenta-teresa-ribera-inaugura-en-lloseta-(mallorca)-la-primera-planta-industrial-de-hidrógeno-renovable-de-españa/tcm:35-538114)
- 26 <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-projects-database>
- 27 <https://www.rechargenews.com/transition/japan-opens-worlds-largest-green-hydrogen-plant-near-fukushima-disaster-site/2-1-769361>
- 28 <https://www.power-technology.com/comment/dubai-hydrogen-plant/>
- 29 <https://economictimes.indiatimes.com/industry/renewables/oil-india-limited-commissions-indias-first-99-999-pure-green-hydrogen-pilot-plant/articleshow/90963593.cms?from=mdr>
- 30 <https://www.fch.europa.eu/press-releases/inauguration-europe's-largest-pem-electrolysis-plant-refhyne-project>
- 31 <https://www.iberdrola.com/sala-comunicacion/noticias/detalle/su-majestad-el-rey-inaugura-planta-hidrogeno-verde-puertollano>
- 32 <https://www.woodmac.com/news/opinion/can-green-hydrogen-compete-on-cost/>
- 33 <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021-Report.pdf>
- 34 [https://www.woodmac.com/news/opinion/hydrogen-the-us\\$600-billion-investment-opportunity/](https://www.woodmac.com/news/opinion/hydrogen-the-us$600-billion-investment-opportunity/)
- 35 <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-shot>
- 36 <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-shot>
- 37 <https://www.woodmac.com/news/opinion/can-green-hydrogen-compete-on-cost/>
- 38 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_Hydrogen_breakthrough_2021.pdf?la=en&hash=40FA5B8AD7AB1666EECBDE30EF458C45EE5A0AA6
- 39 <https://www.irena.org/publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>
- 40 <https://www.rechargenews.com/energy-transition/ukraine-war-green-hydrogen-now-cheaper-than-grey-in-europe-middle-east-and-china-bnef/2-1-1180320>
- 41 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221019381>
- 42 https://www.quimica.es/enciclopedia/Proceso_Fischer-Tropsch.html
- 43 <https://www.4echile.cl/publicaciones/cuantificacion-del-encadenamiento-industrial-y-laboral-para-el-desarrollo-del-hidrogeno-en-chile/>
- 44 <https://www.climateaction.org/news/hydrogen-investment-set-to-create-25000-green-jobs-in->

britains-industrial-h

- 45 <https://energynews.biz/korea-plans-50000-jobs-in-the-hydrogen-industry/>
- 46 https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Oct/IRENA_RE_Jobs_2021.pdf
- 47 https://en.wikipedia.org/wiki/Ripple_effect
- 48 <https://www.irena.org/publications/2021/Oct/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2021>
- 49 <https://hazop.eu>
- 50 <http://www.atmosferasexplosivas.com/index.php/normativaatex>
- 51 https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
- 52 <https://www.collinsdictionary.com/es/diccionario/ingles/soft-skills>
- 53 https://es.wikipedia.org/wiki/Soft_skills
- 54 <https://www.investopedia.com/terms/h/hard-skills.asp>
- 55 <https://www2.deloitte.com/es/es/blog/sostenibilidad-deloitte/2021/que-son-criterios-esg-para-que-sirven.html>
- 56 <https://www.eoi.es/es/cursos/35748/programa-ejecutivo-en-hidrogeno-renovable-madrid>
- 57 <https://www.mondragon.edu/cursos/es/master-tecnologias-hidrogeno>
- 58 <https://hidrogenoaragon.org/es/formacion/>
- 59 <https://www.birmingham.ac.uk/postgraduate/courses/taught/chemical-engineering/fuel-cell-hydrogen-technologies.aspx>
- 60 <https://www.en.aau.dk/education/master/energy-engineering/specialisations/fuel-cells-and-hydrogen-technology/>
- 61 <https://www.seas.es/quienes-somos/somos-seas>
- 62 <https://ingeoexpert.com/nosotros/>
- 63 <https://www.tecpa.es>
- 64 <https://es.wikipedia.org/wiki/Capex>
- 65 <https://www.fch.europa.eu/page/mission-innovation-hydrogen-valleys-platform>
- 66 <https://journeytozerostories.neste.com/innovation/hydrogen-hype-bubble-or-game-changer-decarbonization#c041cb32>
- 67 <https://www.dh2energy.com>
- 68 <https://www.atlanthy.es>
- 69 <https://www.atlanthy.es>
- 70 <https://euenergysolutions.com>