



everis

an NTT DATA Company

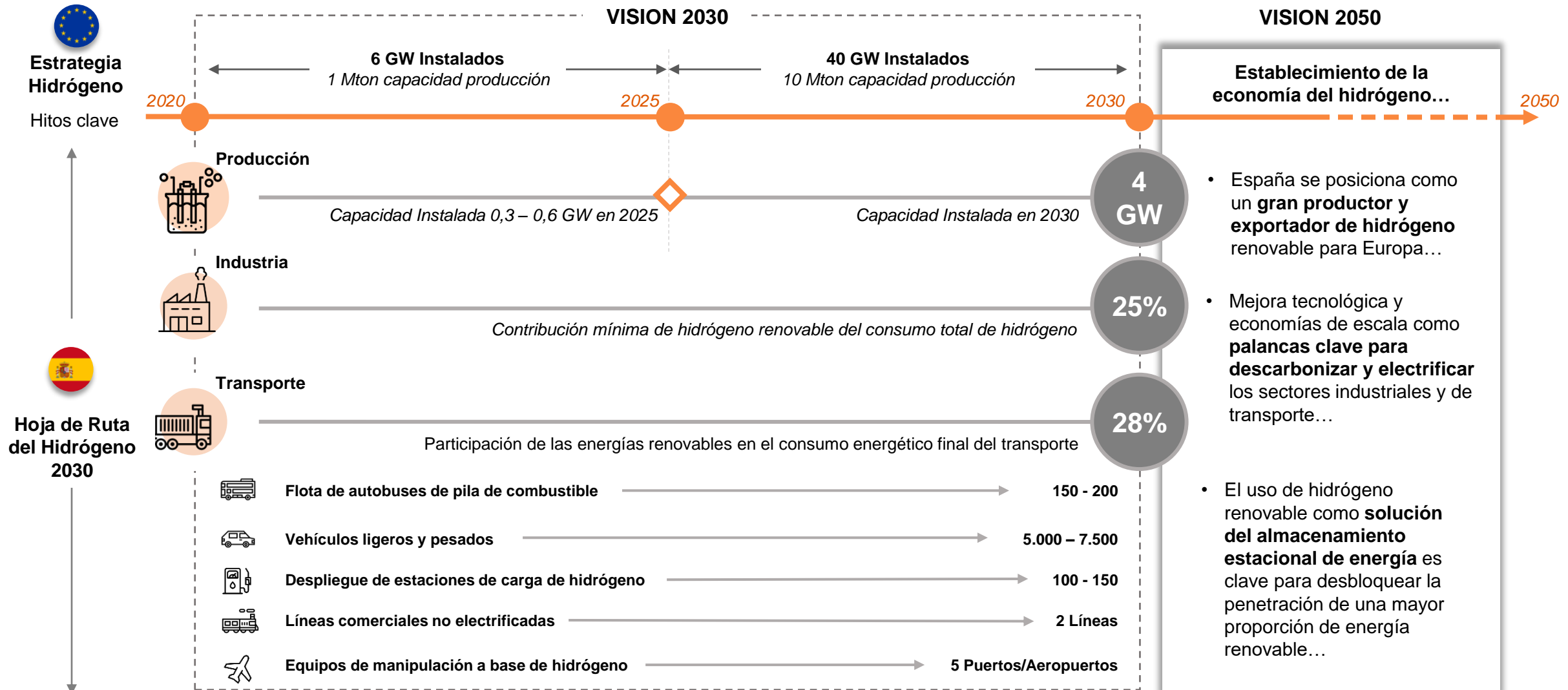


Entendimiento del Mercado del Hidrógeno y sus oportunidades para la Cogeneración

Contexto, situación actual y potenciales usos en cogeneración

Hoja de ruta del hidrógeno

España plantea la Hoja de Ruta del Hidrógeno que movilizará 8.900 millones de euros en inversiones hasta alcanzar los objetivos de 2030.



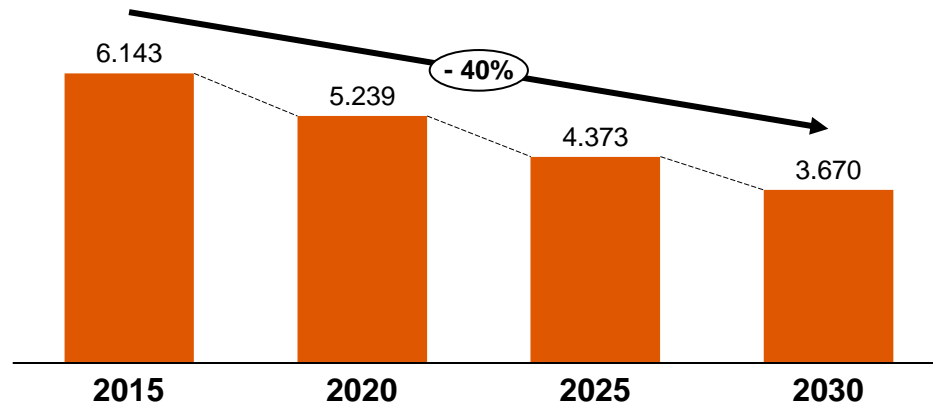
Fuentes: "Hoja de ruta del hidrógeno: un compromiso con el hidrógeno renovable" - Comentario: La Hoja de Ruta española también espera que los proyectos comerciales de hidrógeno estén en funcionamiento en 2030 para el almacenamiento de electricidad y/o el uso de energía renovable excedente según las directrices establecidas en la Estrategia de Almacenamiento.

Contexto del hidrógeno en la Cogeneración

Si bien la situación planteada por España, en materia de transición energética, no favorece el desarrollo de la cogeneración, **el hidrógeno renovable podría relanzar la renovación de las plantas de cogeneración e impulsar el sector.**

Situación de la Cogeneración dentro del PNI

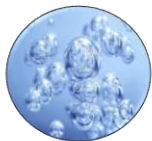
Evolución de la potencia instalada de cogeneración por año (MW)⁽¹⁾



Incertidumbre entorno al futuro de la cogeneración

- ▶ A nivel nacional, el parque de instalaciones de cogeneración **debería adaptar su tecnología y eficiencia**, con un claro marco de renovación en el corto plazo.
- ▶ La **normativa debe ofrecer seguridad jurídica y estabilidad**, de cara a acometer las inversiones necesarias para adaptar el parque de cogeneración y mantener la competitividad.
- ▶ **No existe una apuesta clara del PNI** por la cogeneración, pese a ser más eficiente para el consumo de gases renovables.

Oportunidades de la Cogeneración con el impulso del hidrógeno renovable



Ciertos **cambios regulatorios**, ayudarían a **afrentar la inversión necesaria para adaptar la tecnología y renovar las plantas** para el consumo de hidrógeno, del mismo modo que las **ayudas europeas y nacionales** pueden jugar un papel clave en ello.



El uso del **hidrógeno renovable como combustible sustitutivo o combinativo del gas natural**, ayudaría a reducir la huella de carbono y permitiría que la **cogeneración jugase su papel en los objetivos de descarbonización**.



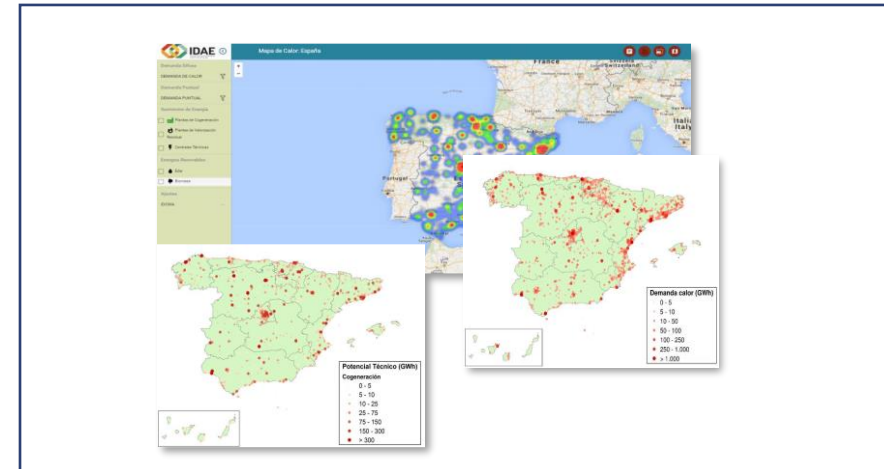
El **aprovechamiento de hidrógeno renovable no consumido** en la planta de cogeneración puede utilizarse como **sistema de almacenamiento de energía renovable a largo plazo (Power-to-power)**, **aportando flexibilidad a la red** ante la previsión de aumento de energías renovables estacionales.

⁽¹⁾Elaborado a partir de datos publicados del PNI 2021 – 2030 (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima)

Contexto del hidrógeno en la Cogeneración – Alternativa para la descarbonización

En este contexto y teniendo en consideración el escenario de demanda de calor nacional así como la dificultad de electrificar ciertos segmentos de la misma (industria calorintensiva) el uso del H₂ en tecnologías como la cogeneración, se presentan como una solución para la reducción de emisiones de estos segmentos.¹

- La **demanda térmica** total a nivel nacional se estima que es de ~ **460.000 GWh¹**, incluyendo los sectores Residencial, Terciario e Industrial.
- Parte de esta demanda, puede ser cubierta por la cogeneración de alta eficiencia aportando un **valor añadido** frente a otras tecnologías como los ciclos combinados:
 - ✓ **Flexibilidad** para el aporte de calor de alta, media y baja temperatura, soportada con sistemas de almacenamiento de calor.
 - ✓ **Muy alta eficiencia**, proporcionando importantes ahorros en energía primaria.
- Sustituyendo sus actuales fuentes de energía por **el hidrógeno verde**, el papel de la cogeneración se verá reforzado, pudiéndose sumar **al proceso de descarbonización** de su actividad y por ende a la del sistema nacional.



Consumo de GN en 2017 en el sector de la industria por rango de temperatura de calor aplicado (TWh/año)²

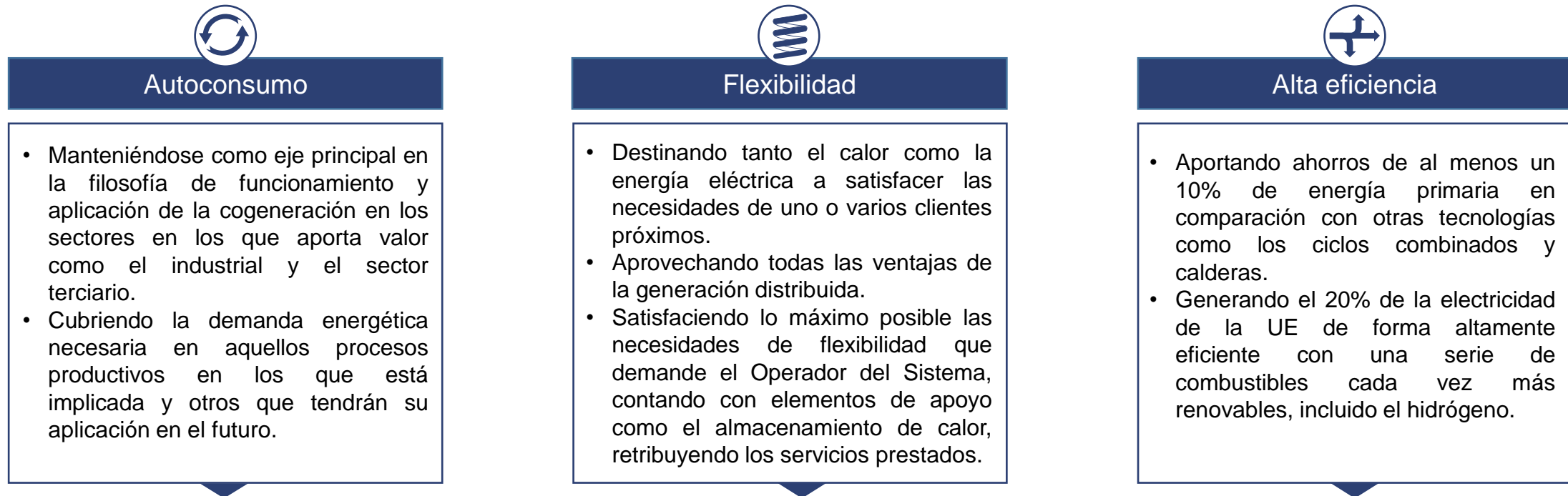
<100 °C (baja)	100-500 °C (media)	>500 °C (alta)	Total
32 (36%)	23 (26%)	33 (38%)	88 (100%)

La cogeneración utilizando hidrógeno renovable, podría cubrir una importante parte de la demanda energética nacional desde el punto de vista térmico, ya que a día de hoy su potencial técnico asciende a 10.137 GWh, contribuyendo a la descarbonización del sistema

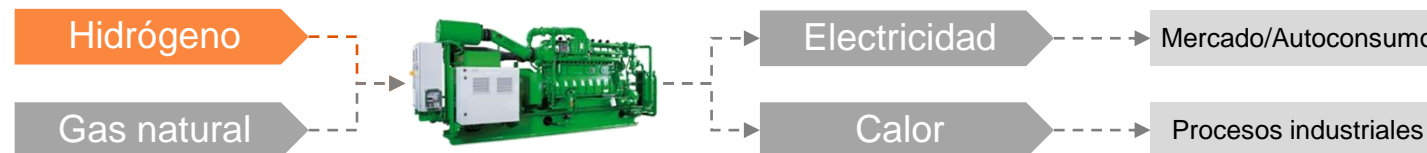
Fuentes: ¹Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2016): Evaluación completa del potencial de uso de la cogeneración de alta eficiencia y de los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración eficientes. Cifras pendientes de ser actualizadas en cuanto se publique una nueva versión del estudio a lo largo de este año 2021. ²AGORA (feb-2021): STUDY | No-regret hydrogen: Charting early steps for H₂ infrastructure in Europe. ³ACOGEN Y COGEN.

Palancas de valor de la cogeneración – El papel de la cogeneración en la transición energética

En aquellos ámbitos industriales donde existe la cogeneración, la incorporación del hidrógeno como fuente primaria de energía, aportaría una ventaja que se suma a las que ya posee con respecto a otras tecnologías.



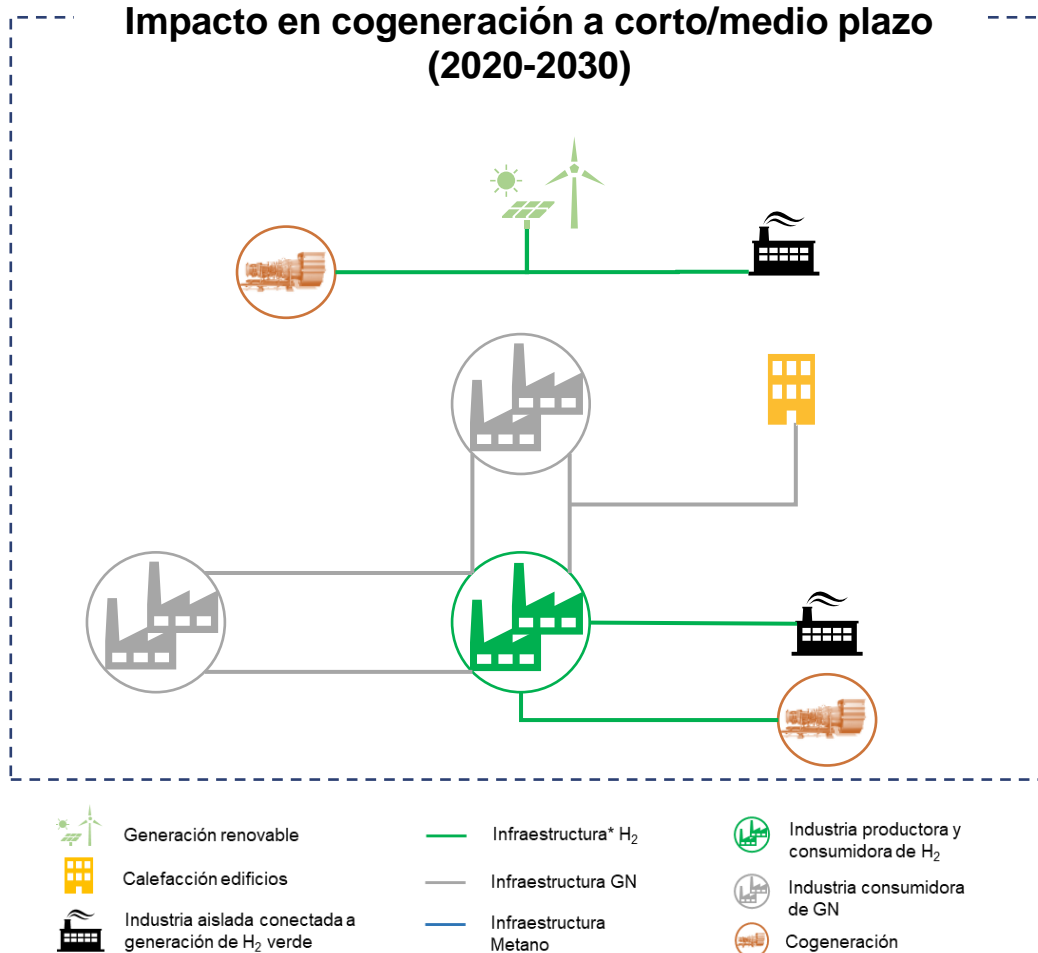
Incorporando el H₂ como ventaja competitiva **renovable**



El hidrógeno puede ser utilizado como combustible sustitutivo o combinado con el gas natural para la producción de calor y electricidad, eliminando por completo las emisiones asociadas a la cogeneración actual

Logística del H₂ – Impacto de la logística del H₂ en la cogeneración

En un escenario a corto plazo se plantea un modelo híbrido con presencia predominante de gas natural, aunque con un protagonismo cada vez más creciente de hidrógeno renovable



1 Escenario incipiente de hidrógeno verde en el que industrias puntuales a nivel local consumen H₂ en sustitución del GN, **entre ellas las vinculadas a cogeneración**. Necesidad de conectar núcleos industriales con nuevos puntos de producción de hidrógeno (parques eólicos y parques fotovoltaicos).

Red de **distribución predominante** de **GN** pero con desarrollos locales dedicados a H₂.

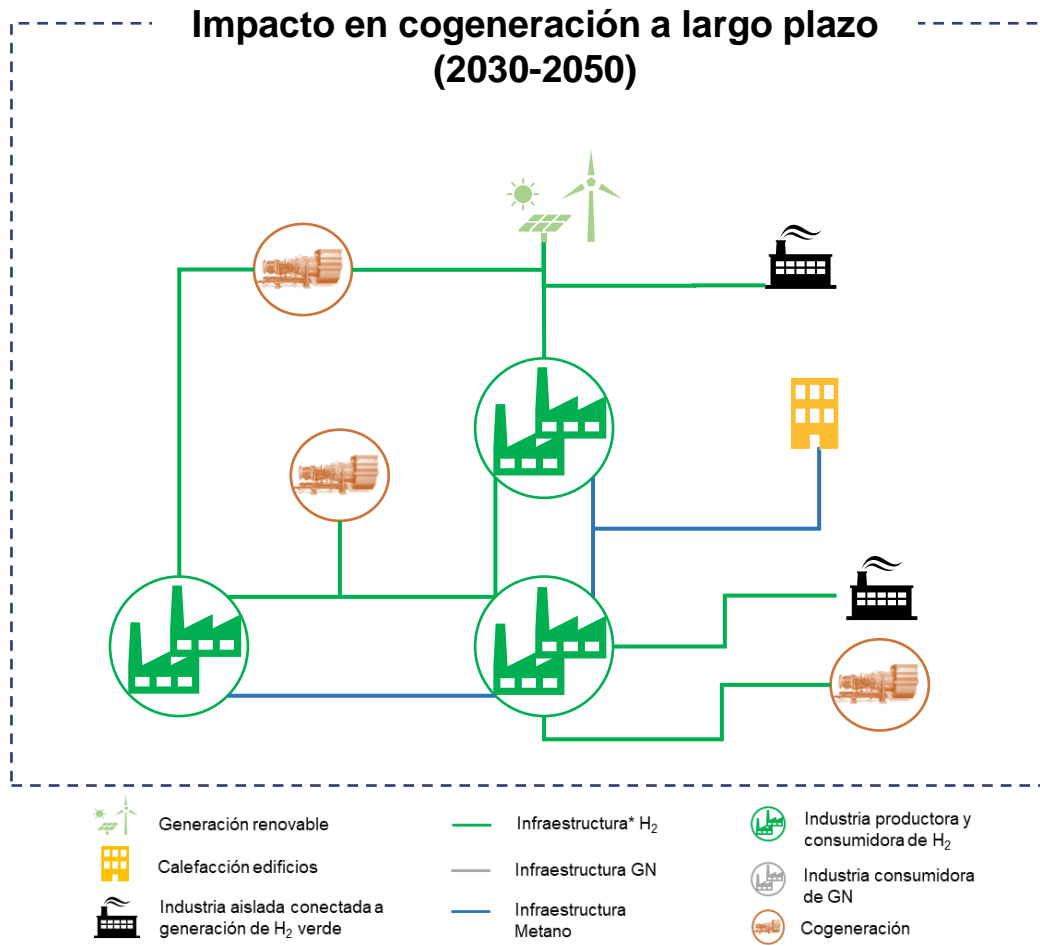
2 Entre **2020 y 2030** se espera que se **desarrollasen infraestructuras de hidrógeno a niveles regionales y/o nacionales**, posiblemente primero en el noroeste de Europa y posteriormente en otras partes de Europa (centro y sur). La planificación de estas infraestructuras debería comenzar durante los primeros años de la década (2020-2030).

3 Puesta en producción de **proyectos de cogeneración con hidrógeno** (mezclado con gas natural) utilizando redes de gas existentes y alguna (local) dedicada que se haya podido desarrollar.

Para 2030, la cogeneración podrá generar de forma rentable el 20% de la electricidad de la UE con combustibles renovables como el H₂, lo que supondría un ahorro adicional de 78 millones de toneladas de energía primaria y una reducción adicional de 350 millones de toneladas de CO₂².

Logística del H₂ – Impacto de la logística del H₂ en la cogeneración

Un horizonte medio y largo plazo, los TSO's gasistas europeos estiman que las redes de hidrógeno serán mucho más maduras permitiendo acceder a las mismas a la industria y otros sectores como el terciario y residencial¹



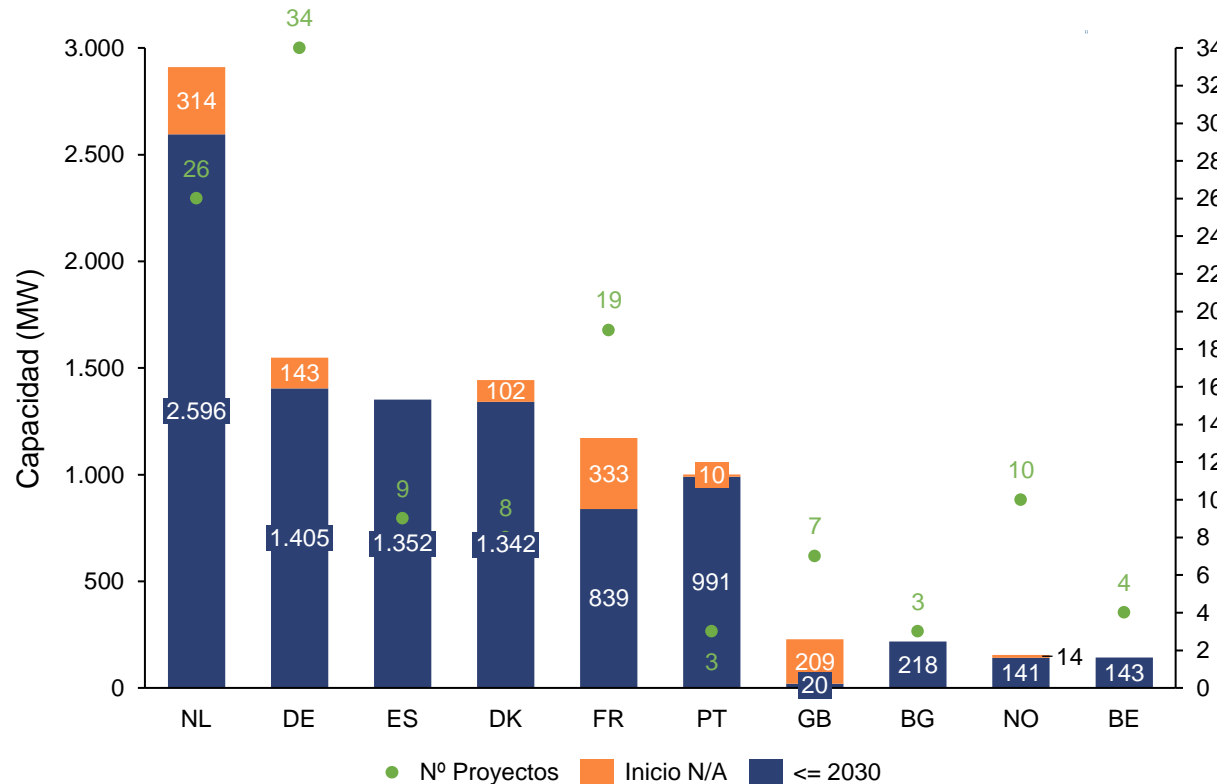
- 1 Para 2050, se estima que algo más de **1.700 TWh de hidrógeno** renovable circularán por las **redes de transporte y distribución de Europa¹**. Actualmente fluyen unos 5.000 TWh de gas natural. Los **núcleos industriales** estarán **más conectados** entre si **mediante redes** locales y nacionales dedicadas de **hidrógeno**. Existirá por tanto **mayor acceso al hidrógeno** por parte de la **cogeneración**, así como la industria que lo utiliza, el sector terciario y residencial.
- 2 **Aumento** de la **cuota** de generación de **electricidad renovable** para la producción de **hidrógeno** verde. El cual podrá ser transportado con mayor facilidad debido a la mayor madurez del estado adaptativo de las redes de gas europeas.
- 3 El **transporte** de toda esta cantidad de hidrógeno **requerirá más capacidad de tuberías** por unidad de energía en comparación con el gas natural, ya que una unidad de energía de hidrógeno tiene aproximadamente 3 veces más volumen que el metano.
- 4 La **cogeneración de alta eficiencia** podrá **generar** entre el **13 y el 16% de la electricidad** y entre el **19 y el 27% del calor total** que se demande en la UE como parte de un sistema energético eficiente, integrado y rentable de energía neta cero. Esto garantizaría un **ahorro de energía de entre 170 y 220 TWh**, apoyando a las **redes eléctricas y asegurando la integración inteligente de las redes de calor, electricidad y gas**. Esto ahorraría entre 4 y 8 mil millones de euros en costes energéticos del sistema en toda la UE².

A corto plazo se seguirán transportando grandes cantidades de gas natural a través de las redes de gas europeas, pero a partir de 2030 su protagonismo disminuirá rápida y progresivamente en detrimento de otros gases renovables como el H₂ o el biometano. Esto facilitará el acceso al mismo para tecnologías como la cogeneración.

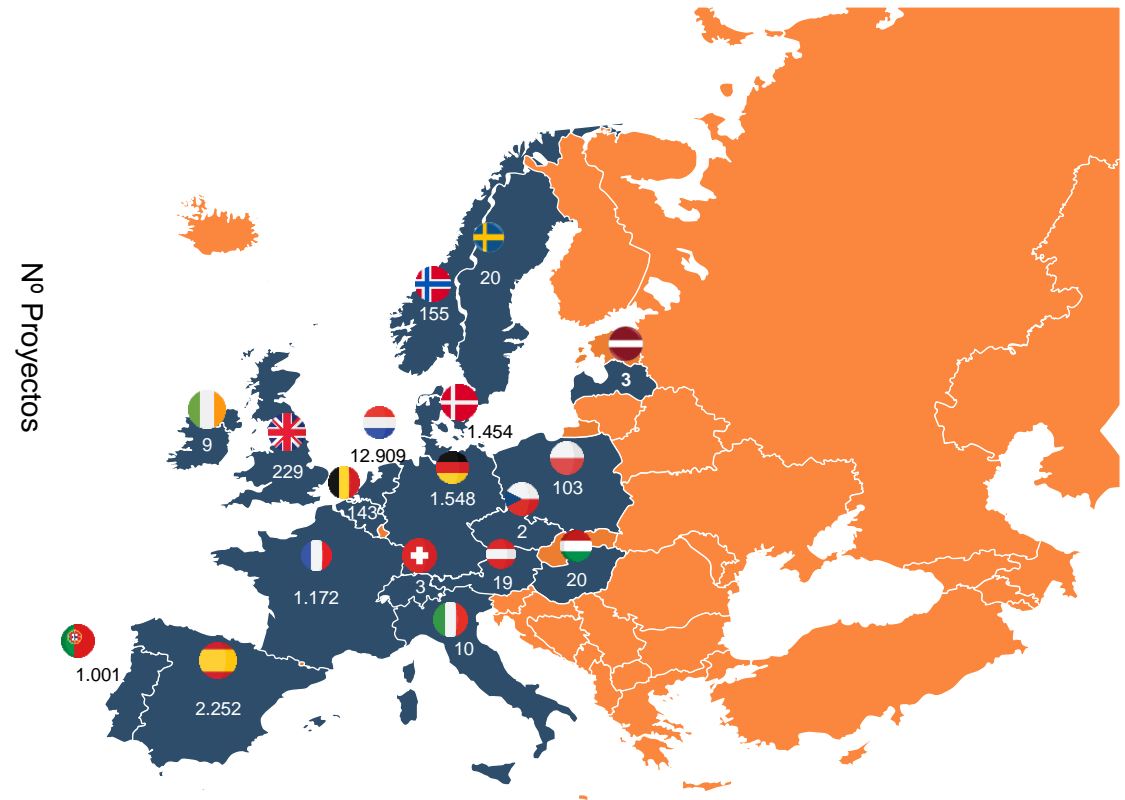
Proyectos europeos de hidrógeno para el horizonte 2020 - 2040¹

A nivel europeo existe un importante impulso por parte de la mayoría de los países para desarrollar nuevas iniciativas de producción de hidrógeno renovable. España se encuentra entre los más comprometidos.

Proyectos “Power to Hydrogen” previstos para 10 países de Europa en el horizonte 2020-2030



Mapa de nuevos proyectos para producir hidrógeno verde por país (MW) (2020-2040)



Seis países tienen previsto instalar mas de 1 GW de producción de hidrógeno hasta el año 2030, entre ellos España

Tecnologías disponibles para la cogeneración con H₂ – Overview

En el contexto tecnológico actual, la cogeneración presenta una hoja de ruta en clara evolución hacia la consecución de la utilización de combustibles 100% libres de emisiones de CO₂. Para ello, el sector está inmerso en un profundo proceso de transformación tecnológica que le permitirá renovarse por completo en el corto y medio plazo

	TECNOLOGÍA	CLAVES PARA EL DESARROLLO	PROS Y CONTRAS
ACTUAL	Permite la incorporación de ciertos volúmenes de H ₂ para su combustión junto con el gas natural, sin requerir cambios o adecuaciones tecnológicas importantes sobre los equipos de cogeneración tradicionales.	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de bajos niveles de H₂ (< 20% Vol.) Viabilidad sobre red de distribución de gas natural. 	<ul style="list-style-type: none"> P Supone mínimos costes adicionales que permiten su utilización inmediata. P Rendimientos de operación similares a los del gas natural. C Limitaciones técnicas de aprovisionamiento y logística (<i>blending</i> < 11% vol. H₂)
MIX GN / H ₂	Contempla la mezcla de H ₂ con gas natural en proporciones mucho mayores mediante la sustitución de elementos adaptados a las propiedades físicas y químicas del H ₂ . Sistemas de combustión, difusores o quemadores adecuados a la inflamabilidad (nº de metano) y las emisiones de NOx de la mezcla.	<ul style="list-style-type: none"> Niveles medios de consumo de H₂ (< 60% Vol.) Sistemas de combustión modificados. Difusores y quemadores adaptados para la operación con H₂. 	<ul style="list-style-type: none"> P Menores niveles de emisiones de gases de efecto invernadero. P Permite la utilización de H₂ producido <i>onsite</i> o suministrado a través de la red actual de GN. C Limitaciones técnicas del <i>blending</i> en la red de GN e impulso a proyectos de producción de H₂ en un contexto nacional.
100 % H ₂	Motores y turbinas de cogeneración diseñadas desde el principio para operar consumiendo hidrógeno como único combustible. Algunas de marcas del panorama actual disponen en la actualidad de esta tecnología, aunque se estima que esté generalizada a lo largo del horizonte 2020-2030.	<ul style="list-style-type: none"> Nueva tecnología de cogeneración. Margen de mejora de la eficiencia y rendimientos. Avances tecnológicos en la próxima década. 	<ul style="list-style-type: none"> P Reducción considerable de los niveles de emisión de CO₂. Contribución directa a la descarbonización de esta tecnología de generación. C Dependencia con el contexto regulatorio del hidrógeno y su mercado, para asegurar suministro estable del combustible.

Principales barreras, beneficios y oportunidades del hidrógeno en cogeneración

Barreras existentes en el mercado del H₂ para la cogeneración

El integrar el H₂, dentro de la cogeneración presenta en la actualidad una serie de barreras y oportunidades, las cuales podemos clasificar en tres grandes grupos:



ECONÓMICAS

- **Coste de Producción del H₂ (LCOH).** Estado actual y perspectivas de evolución de los costes de producción del hidrógeno renovable y su competitividad con los otros tipos de hidrógeno (gris y azul).
- **Coste Nivelado de la energía (LCOE).** Competividad del coste energético frente al producido por diferentes tecnologías de turbinas de ciclo y de cogeneración, empleando gas natural e hidrógeno.



TÉCNICAS

- **Blending o Inyección de hidrógeno en la red de gas natural.** Situación actual de la viabilidad técnica de transportar hidrógeno mezclado con gas natural en las redes europeas para abastecer entre otros a la cogeneración.
- **Transporte y Distribución.** Otras barreras y condicionantes asociadas al transporte y distribución del hidrógeno y sus retos de cara al futuro.



REGULATORIAS

- **Políticas de creación de mercado.** Diferentes mecanismos facilitadores de la penetración del hidrógeno en los mercados energéticos europeos.
- **Regulación sobre infraestructuras.** Iniciativas de regulación que faltan por desarrollarse a nivel europeo y sobre todo nacional.
- **Normas y Certificaciones** que permitan impulsar el hidrógeno renovable poniendo en valor su contribución a la descarbonización del sector energético nacional (Certificados/Garantías de Origen).

Oportunidades y palancas de competitividad

Beneficios de la cogeneración empleando hidrógeno renovable – Beneficios generales

La cogeneración en España puede sacar un partido muy importante al proceso de transformación que se avecina sobre el paradigma energético con la irrupción del hidrógeno verde



Cero emisiones

El hidrógeno renovable permitirá al sector de la cogeneración convertirse en una fuente de producción de energía térmica y eléctrica 100% libre de emisiones de gases de efecto invernadero.



Compromiso con el sistema

Posicionará al sector de la cogeneración en España en su firme compromiso de contribuir en la creación de un sistema energético europeo eficiente, neutro en carbono, resiliente y descentralizado para 2050. Ayudando a cumplir así los objetivos del PNIEC¹.



Renovación del sector

Bajo un paraguas de políticas de incentivos para el impulso del hidrógeno, la cogeneración podrá verse beneficiada de instrumentos de financiación que facilitarán la renovación y transformación del sector.



Protagonismo energético

Reforzará el protagonismo de la cogeneración a la hora de formar parte de sistemas energéticos distribuidos que permitan la integración de comunidades energéticas aisladas.

Modelos de aprovisionamiento de hidrógeno verde

De cara a poder tener una amplia visión acerca de las oportunidades de mercado que pueden existir en la cogeneración, se hace vital entender los distintos modelos de aprovisionamiento que pueden existir para la obtención de hidrogeno renovable



1. Modelo merchant
El hidrógeno es suministrado por un tercero, existiendo un contrato de aprovisionamiento similar al que pudiera existir con el gas natural



2. Compra de energía eléctrica 100% renovable
Un tercero suministra energía eléctrica renovable para que esta a su vez sea transformada en H₂ por el propio cogenerador.

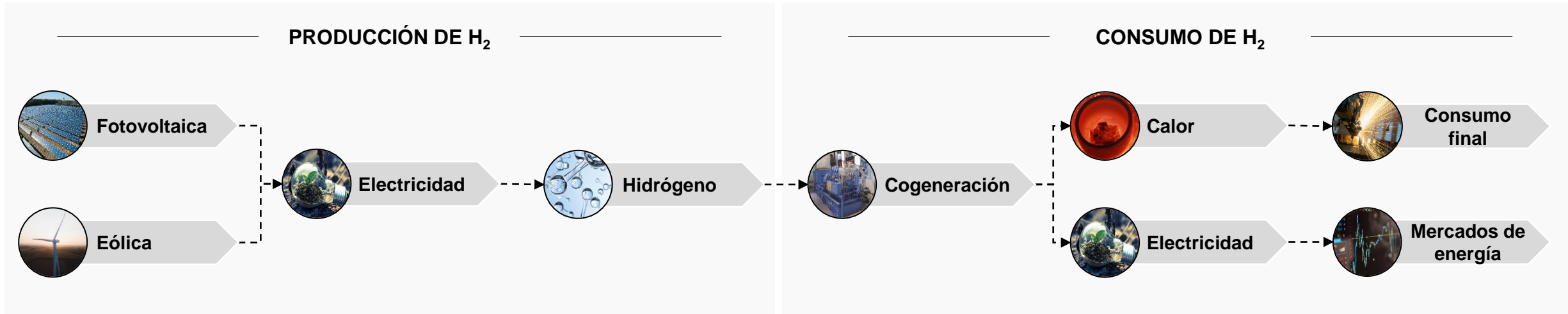


3. Producción local de Hidrógeno renovable
El cogenerador dispone de infraestructura cercana para la generación de energía eléctrica renovable, así como para su transformación posterior transformación a H₂

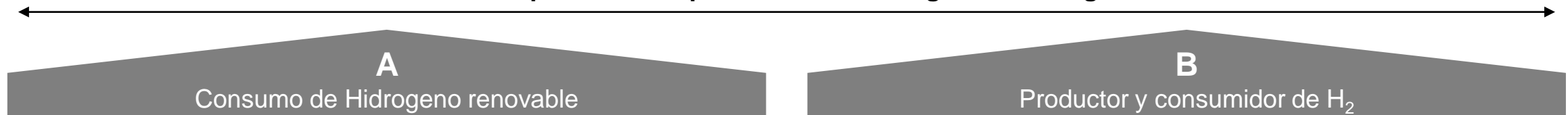


Esquemas de implantación del hidrógeno dentro de la industria cogeneradora

Partiendo de los escenarios de aplicación del H₂, así como de los modelos de aprovisionamiento, se han identificado dos principales oportunidades de negocio que pueden irrumpir en la industria cogeneradora para convertirse así en 100% renovable



Potenciales esquemas de implantación del hidrógeno en la cogeneración



Sustitución de los combustibles actuales para la cogeneración por hidrógeno renovable, de tal manera que todas las bondades que aporta esta tecnología al sistema puedan ser aprovechadas garantizando la transición energética

Instalación de toda la infraestructura necesaria para la producción de hidrógeno renovable que permita su posterior uso para la generación de calor en procesos no electrificables, así como en industrias intensivas en hidrogeno y calor.

Principales Conclusiones del Estudio

Principales conclusiones extraídas - Generales

A modo resumen, se muestran a continuación las principales conclusiones del estudio:

1 H₂: MERCADO EN CLARA EXPANSIÓN

- España es actualmente el 5º país de Europa en consumo anual de H₂ con 500 kt. Se prevé que con la apuesta por el hidrógeno como vector para la descarbonización de la industria, transporte, sector terciario, etc., éste vaya en aumento.
- Con la capacidad de energía renovable prevista para 2030, tanto como on-grid como off-grid, el hidrógeno se postula como candidato firme para su aprovechamiento bajo la fórmula de Power-2-Gas.

2 ESPAÑA Y LA UE APUESTAN POR EL H₂ COMO VECTOR HACIA LA DESCARBONIZACIÓN

- España apuesta fuertemente por el desarrollo del hidrógeno con unas inversiones previstas de 8.900 millones de euros hasta 2030.
- Establece un objetivo de 4 GW de potencia instalada de electrolizadores, que es el objetivo marcado por la hoja de ruta del H₂ para 2030 y el 10% del objetivo marcado por la UE en el mismo horizonte de tiempo.
- En este sentido, España gracias a su recurso eólico y solar, su situación geográfica y infraestructura de red gasista actual, tiene la oportunidad de convertirse en Hub de H₂ Renovable, no solo para su consumo interno sino para su exportación a otros países de la UE.

3 DESCARBONIZAR LA INDUSTRIA NO ELECTRIFICABLE

- Teniendo en consideración los objetivos de neutralidad climática o la proyección de precios de CO₂, el uso del uso del H₂ u otros gases renovables en tecnologías como la cogeneración, se posiciona como un sustituto de otros combustibles más contaminantes, a la hora de descarbonizar la industria intensiva en demanda de calor nacional .

Principales conclusiones extraídas - Generales

A modo resumen, se muestran a continuación las principales conclusiones del estudio:

4 LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO RENOVABLE ESTÁ EN CONSTANTE EVOLUCIÓN

- La tecnologías de producción de hidrógeno están en constante evolución. Gracias a las líneas de investigación públicas y privadas, se espera que los sistemas sean más económicos, resistentes y duraderos. Esto redundará en una mayor competitividad del H₂ verde en el futuro.

5 REGULACIÓN

- El disponer de un marco normativo y regulatorio favorable será clave para el desarrollo del H₂ en el ámbito nacional. En este sentido es clave el establecer políticas de creación de mercado (como, por ejemplo, las cuotas mínimas de mezcla), el uso y capacidad de las infraestructuras, en términos de mezcla y seguridad, el desarrollo de normativa que no bloquee ningún modelo de negocio o la estructura de funcionamiento de los certificados de origen del H₂ renovable.

6 COSTES ELEVADOS AUNQUE EN DESCENSO

- Se prevé que a lo largo de la década en la que nos encontramos, los costes de producción del H₂ renovable se reduzcan hasta los 1,5-2 €/kg frente a los 3,5-5 €/kg en los que se sitúa en la actualidad.
- Sus palancas principales de competitividad girarán en torno a una mejora de la tecnología, eficiencias operativas, economías de escala y el precio del CO₂.

Principales conclusiones extraídas – Uso del H₂ en la cogeneración.

A modo resumen, se muestran a continuación las principales conclusiones del estudio:

7 H₂ Y COGENERACIÓN, VIABLE TÉCNICAMENTE

- El hidrógeno es una de las alternativas de mayor futuro para la renovación de las plantas de cogeneración actuales, las cuales terminan su vida útil y que serán necesarias, según el PNIEC, para mantener la gestionabilidad del sistema eléctrico
- La adaptación tecnológica de la cogeneración al consumo de hidrógeno es una realidad, contando con una amplia variedad de proveedores capaces de proporcionar motores y turbinas aptas para el consumo de H₂.
- Las limitaciones a su consumo vienen de la mano de la capacidad de adaptación de las redes de transporte y distribución de gas natural existentes (mezcla de hasta un 11% en volumen).

8 EXISTEN MODELOS DE NEGOCIO PARA LA COGENERACIÓN Y EL HIDRÓGENO

- Basados en la producción de calor y electricidad libre de emisiones, para satisfacer las demandas futuras de la industria y el sector terciario, manteniendo sus valores orientados al autoconsumo, alta eficiencia y flexibilidad.
- La cogeneración será clave para la integración eficiente del sistema energético a nivel local, complementando la electrificación y la descarbonización de la calefacción/refrigeración industrial y residencial.

9 COMPETITIVIDAD, FLEXIBILIDAD Y ESTABILIDAD A LA RED

- La cogeneración aporta ventajas competitivas ya demostradas y confluentes con objetivos por las directivas europeas, como la alta eficiencia (aportando ahorros de al menos un 10% de energía primaria en comparación con otras tecnologías), el autoconsumo industrial o la generación distribuida.
- Esto cobra especial relevancia en un escenario de alta penetración renovable, donde la será necesario tecnologías de generación convencionales como la cogeneración para mantener la estabilidad en la red.
- La cogeneración a su vez aportará capacidad para servir como balance al sistema eléctrico bajo un esquema de generación distribuida, satisfaciendo lo máximo posible las necesidades de flexibilidad que demande el Operador del Sistema.



an NTT DATA Company