



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

# EL HIDRÓGENO VERDE Y OTROS GASES RENOVABLES EN LA UE

CF DE AECID EN MONTEVIDEO (URUGUAY)

“XXII Encuentro de reguladores energéticos sobre “mecanismos de  
promoción de las energías renovables y la eficiencia energética”

**Ponente: Luis Jesús Sánchez de Tembleque**  
Secretario Ejecutivo de ARIAE y CNMC de España

**Fecha 22 de octubre 2025**

1. Introducción
2. La regulación del hidrógeno y gases renovables en la UE
3. Algunas reflexiones





asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

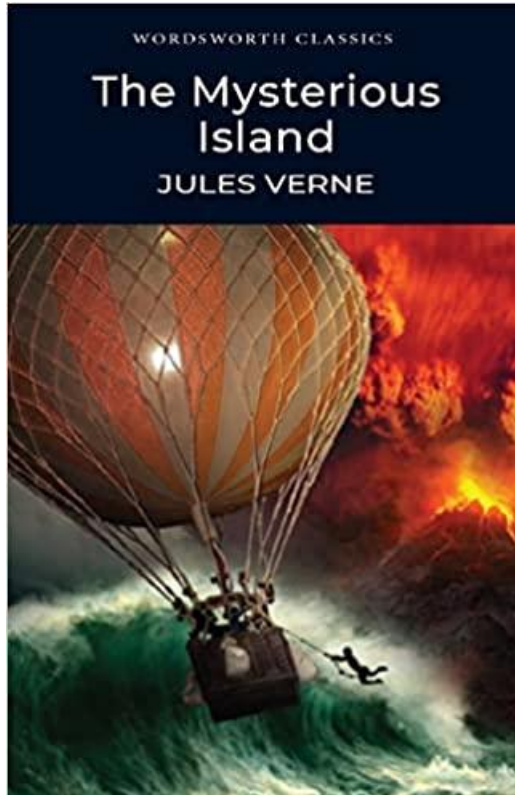
associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

PUNTO

1

*Introducción*

# Introducción. ¿Qué es el hidrógeno?



*"¿Qué es lo que van a quemar en lugar de carbón? Agua, respondió Pencroft. El agua, descompuesta en sus elementos por la electricidad.*

*Creo que un día el **agua** será un carburante, que el **hidrógeno** y el oxígeno que la constituyen, utilizados solos o conjuntamente, proporcionarán una **f fuente inagotable de energía y de luz**, con una intensidad que el carbón no puede; que, dado que las reservas de carbón se agotarán, nos calentaremos gracias al agua. El agua será el carbón del futuro"*

*Julio Verne. La isla misteriosa. 1874*



# Introducción. ¿Qué es el hidrógeno?



asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía  
associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

- **Primer elemento de la tabla periódica y el más ligero que existe:** formado por un protón y un electrón: 14 veces más ligero que el aire
- **Es el más abundante** del universo: el 75% de la masa del universo es hidrógeno. En la tierra es abundante combinado con otros elementos: agua e hidrocarburos
- Inodoro, incoloro, no tóxico
- **Estable** como molécula  $H_2$  en condiciones normales de presión y temperatura
- **Baja densidad:** alto contenido energético por unidad de masa y bajo contenido energético por unidad de volumen
- **Baja temperatura de licuefacción**  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$
- **Muy inflamable** y energía de activación de la combustión muy baja



- No genera CO<sub>2</sub>, su uso como combustible produce únicamente agua (H<sub>2</sub>O);
- Baja densidad: entre 6 y 10 veces **menor** que el gas natural.
  - la misma cantidad másica aporta el doble de energía
  - el mismo volumen aporta una tercera parte de energía
- El coste de la licuación hace inviable el transporte de H<sub>2</sub> líquido a gran escala: requiere retos tecnológicos y gastos energéticos importantes.
- Es menos intercambiable con otros gases en sus aplicaciones para quemadores (índice de Wobbe un 20% inferior al del gas natural)





## Poder calorífico

inferior (PCI/LCV)

33,3 kWh/kg *(térmicos)*

superior (PCS/HCV)

39,4 kWh/kg *(térmicos)*

## Electrolizadores *(eficiencia 60% vs PCI)*

Electricidad consumida para producir 1 kg de H<sub>2</sub>

55 kWh

Kg de H<sub>2</sub> producidos por electrolizador de 1 MW

160 toneladas/año

## Pilas de combustible *(eficiencia 60% vs PCI)*

Electricidad generada por 1 kg de H<sub>2</sub>

20 kWh

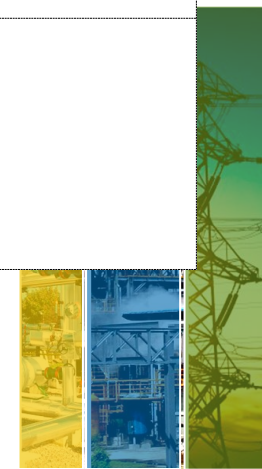
## Factor de conversión - Costes

Coste H<sub>2</sub> transformado en precio gas

1 €/kg = 30 €/MWh *(térmicos)*

Coste H<sub>2</sub> transformado en precio electricidad

**1 €/kg = 50 €/MWh *(eléctricos)***



## Hidrógeno gris/negro

Producido a partir de **combustibles fósiles**, mediante reformado del gas natural o gasificación de carbón. El 99% del H<sub>2</sub> producido actualmente en la UE es de este

## Hidrógeno azul

Producido a partir de **combustibles fósiles**, pero capturando el CO<sub>2</sub> producido para no emitirlo a la atmósfera (principalmente por inyección en pozos geológicos).

## Hidrógeno amarillo

Producido a partir de **electricidad** de la red

## Hidrógeno rosa o magenta

Producido por electrolisis del agua mediante **electricidad** de origen nuclear.

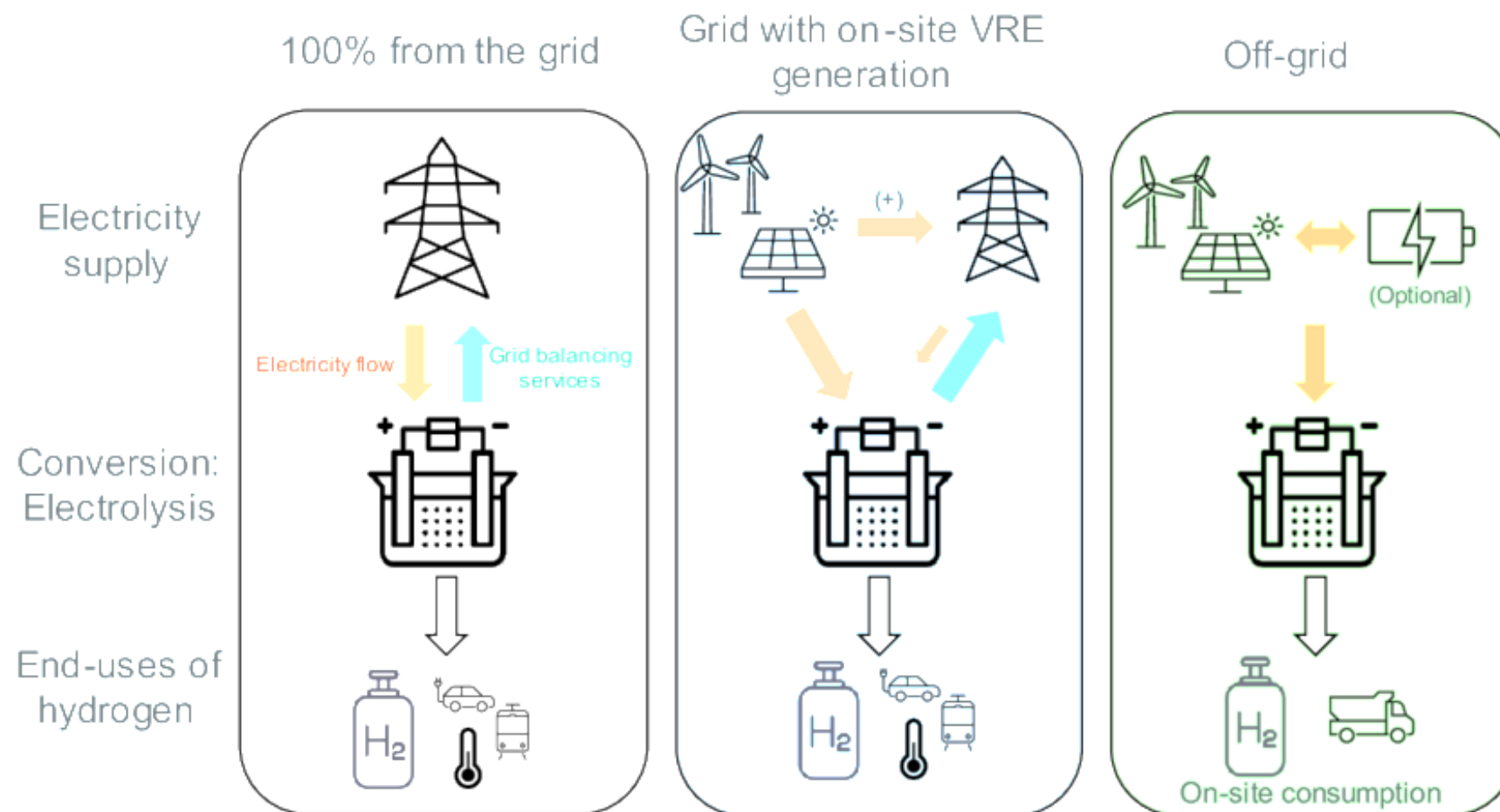
## Hidrógeno verde

Producido con **electricidad** procedente de energías renovables, por electrolisis del agua, o por **reformado de biogás**, etc.

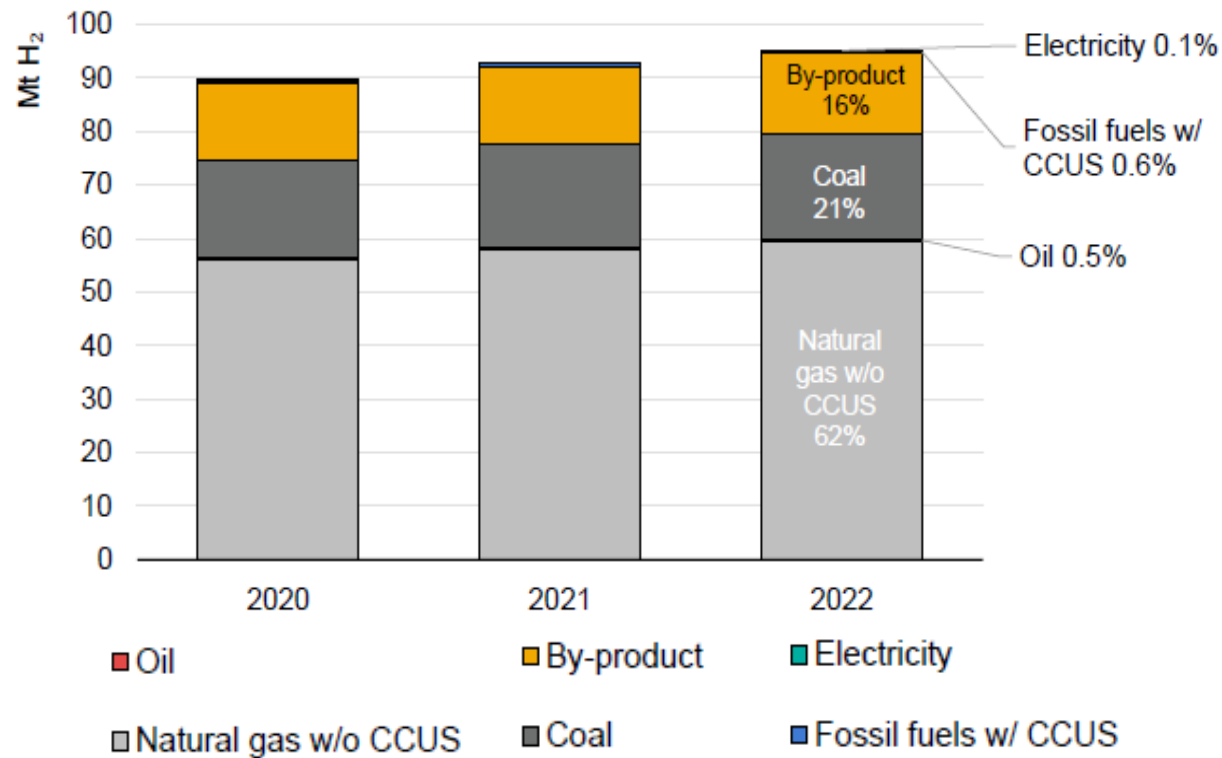




# Introducción. Cadena de valor: producción de H2 amarillo y verde



La **producción mundial** de hidrógeno en 2022 fue de **95 millones de toneladas (Mt)**, casi toda procedente de combustibles fósiles (con unas emisiones asociadas de 900 Mt CO<sub>2</sub>)



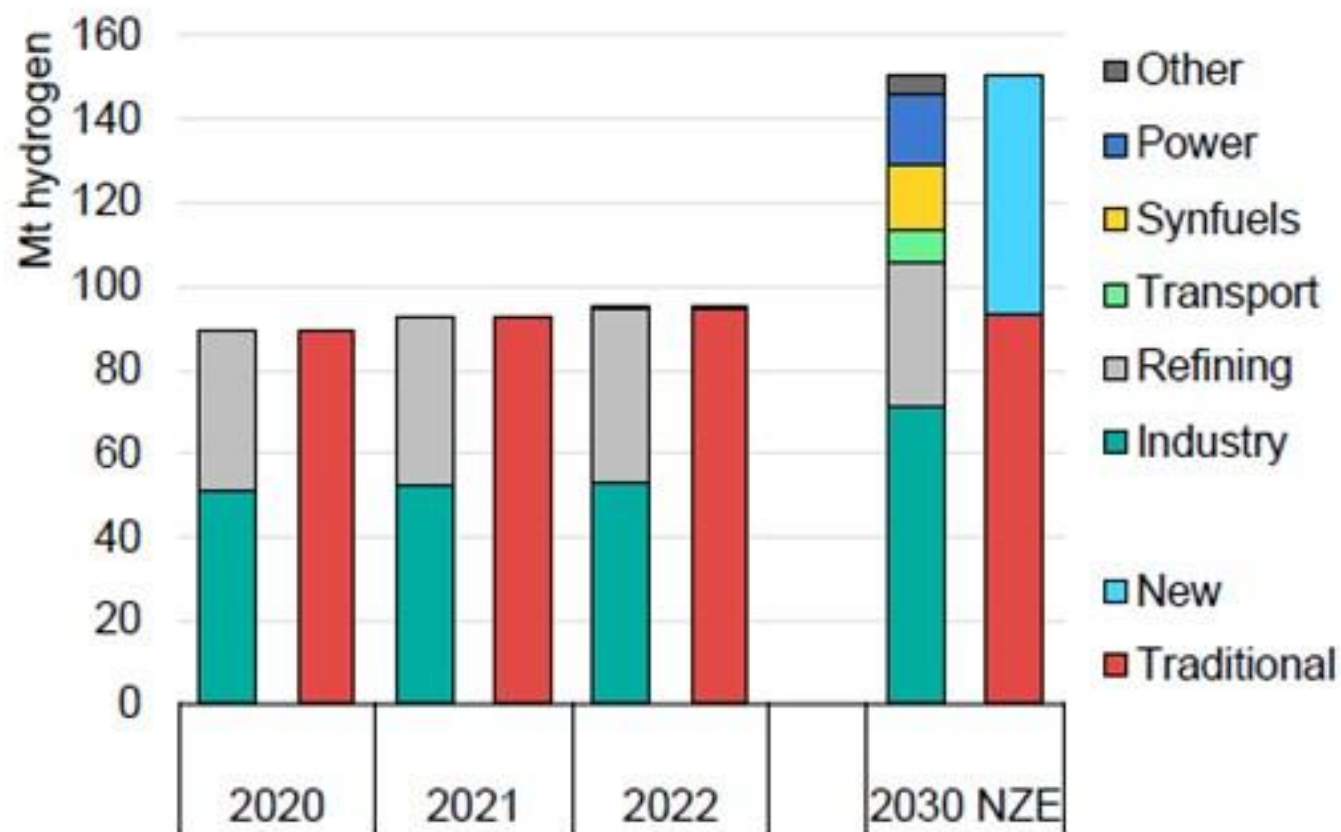
La producción de **hidrógeno sin CO<sub>2</sub>** supone **menos del 1%**:

- El 0,6% a partir de gas natural con captura de carbono (hidrógeno azul)
- El 0,1% por electrólisis a partir de electricidad renovable (hidrógeno verde)

Note: CCUS= carbon capture, utilisation and storage  
Fuente: IEA. Global Hydrogen Review 2023



# Introducción. Demanda y usos



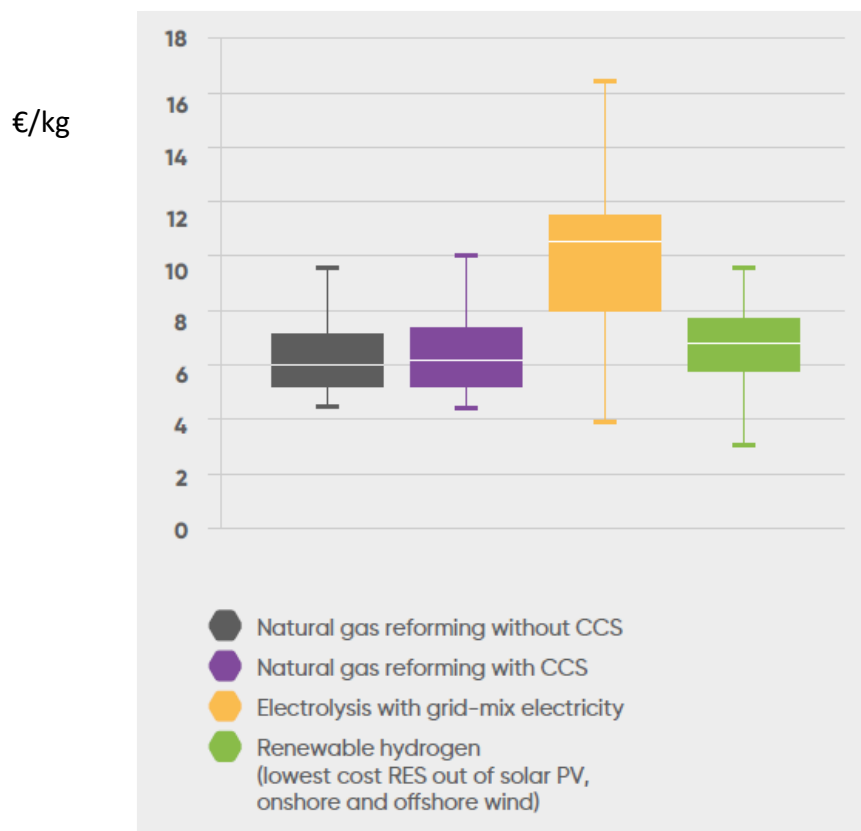
Usos como materia prima en la industria **química y petroquímica**: Refino, amoniaco y fertilizantes, metanol, industrias químicas.

El uso del H<sub>2</sub> **como combustible es residual (<1%)**, por razón de costes



# Introducción. Costes de producción

## Costes medios nivelados (LCOH) de producción del H<sub>2</sub> en la UE



Tipo de hidrógeno

€/kg

€/MWh (térmicos)

H<sub>2</sub> gris

5,7 €/kg

171 €/MWh

H<sub>2</sub> azul

6,0 €/kg

180 €/MWh

H<sub>2</sub> verde con PPAs RES

7,0 €/kg

210 €/MWh

H<sub>2</sub> mix eléctrico

10,3 €/kg

309 €/MWh



- El Hidrógeno se puede mezclar y distribuir por las **redes de gas natural** en pequeños porcentajes
- La Directiva EU establece la **posibilidad de un 2% de volumen H<sub>2</sub> en las interconexiones**, que se puede incrementar por acuerdos entre países fronterizos.
- Este porcentaje tiene **muy poco impacto en la descarbonización del gas**:
  - ✓ Un 25% de adicción de H<sub>2</sub>, descarboniza un 10%.
  - ✓ Un 50% de adicción de H<sub>2</sub>, descarboniza un 24%.
  - ✓ Un 75% de adicción de H<sub>2</sub>, descarboniza un 48%.
- En consecuencia, el **blending no es una opción para ampliar la base de consumo del H<sub>2</sub>**.



El reto es **reducir el coste del hidrógeno renovable para hacerlo competitivo en industria, transporte y almacenamiento de energía eléctrica**

- **Industria (materia prima):** Usa H2 como materia prima y hoy se produce con gas natural (**gris**). Requiere un coste más competitivo (1,5-2 €/kg), que ahora no se da.
- **Transporte pesado y ligero.** Umbral de coste **5-7 €/kg**, pero requiere el despliegue infraestructura de carga y la disponibilidad de modelos (coches, camiones, trenes) *con pila de combustible*.

**Llenar un coche de hidrógeno cuesta unos 80 euros, una cifra muy similar a un coche de combustión.** BMW (junto a Toyota) ha anunciado que su primer vehículo eléctrico **iX5 de pila de combustible (FCEV)** de producción en serie llegará en 2028

*Coste: Actualmente en Alemania el coste superior a los 10 euros por kg H2. Dentro del **iX5 de hidrógeno**, utilizamos seis kilogramos para 500 kilómetros. Así que, si para llenarlo completamente, el coste sería de 60 a 80 euros. Esto es muy comparable a los motores de combustión actuales. Para compararlo con los vehículos eléctricos de batería, depende mucho de cómo se carga. Si se produce energía en casa, en paneles solares, ... es probable que sea mucho más barato que si se carga de forma rápida en autopista.*





El reto es **reducir el coste del hidrógeno renovable para hacerlo competitivo en industria, transporte y almacenamiento de energía eléctrica**

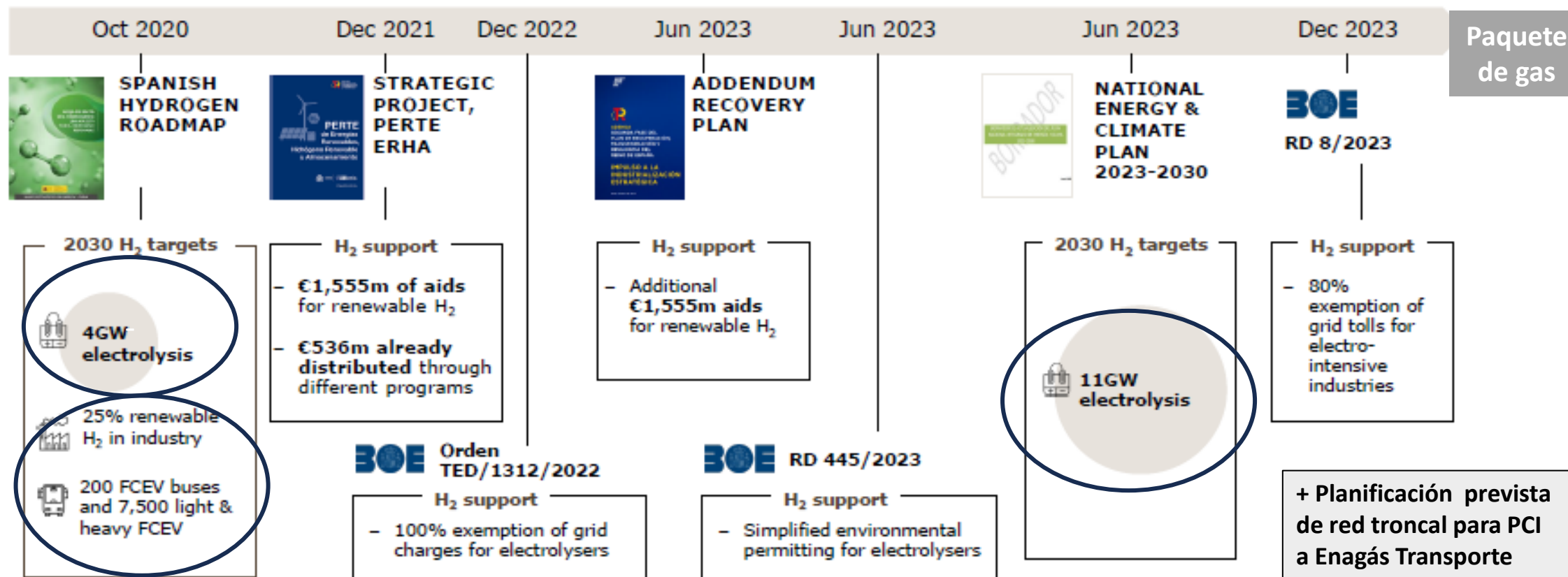
- **Industria (materia prima):** Usa **H2 como materia prima y hoy** se produce con gas natural (gris). Requiere un coste más competitivo (1,5-2 €/kg) que ahora no se da.
- **Transporte pesado y ligero.** Umbral de coste **5-7 €/kg**, pero requiere el despliegue infraestructura de carga y la disponibilidad de modelos (coches, camiones, trenes) con celdas de combustibles.
- **Procesos térmicos de grandes consumidores:** la adopción del H2 exige un umbral de costes de **1-3,5 €/kg** y transportar H2 a clientes industriales con consumo más pequeños. Exige la sustitución de equipos y el rediseño de procesos
- **Sistema eléctrico:** obtención y almacenamiento a costes competitivos (los tanques a presión tienen costes muy elevados). Podría ser una solución para aportar flexibilidad al sistema (obtención H2, almacenamiento H2 y generación MWh).

# La regulación del hidrógeno en la UE: Calendario acciones políticas



asociación iberoamericana de entidades reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades reguladoras da energia



# Introducción. ¿Qué son los gases renovables?

- **Biogás:** proviene de digestión anaerobia de residuos orgánicos: urbanos, ganaderos, agrícolas, depuración de aguas, etc.
- **Biometano:** derivado de la purificación del biogás (se elimina el vapor de agua, el dióxido de carbono e impurezas).

Es completamente *intercambiable* con el gas natural (puede ser transportado, distribuido y consumido sin ninguna modificación en la red de gas natural o en otros equipos).

El *potencial* para biometano es creciente y está en plena fase de expansión (se pasará de 9 plantas a 40 en los próximos dos ó tres años en España).

- **Gas renovable** s/el artículo 2, punto 28, de la **Directiva (UE) 2018/2001**, es el biogás, incluido el biogás que se haya refinado en biometano y los combustibles gaseosos renovables de origen “no biológico” (H2 verde).
- **H2 y gases bajos en carbono:** producidos de fuentes no renovables que reduce la emisión de GEI en al menos un 70%.





asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

PUNTO

2

*La regulación del hidrógeno y los gases  
renovables en la UE*

La **DIRECTIVA** y el **REGLAMENTO** de **2024** sobre normas comunes para los mercados interiores del gas natural, **gases renovables** e **hidrógeno**

Diciembre de 2019: Comisión EU-> **Pacto Verde**: compromiso político para alcanzar la neutralidad climática en 2050.

Se aplica a través del **Paquete “fit for 55”**, de 2021: revisar la legislación relacionada con el clima, la energía y el transporte.

Junio de 2024, se publica **Directiva y Reglamento** gas nat, gas.renov, H2

- **Reglas comunes** para las distintas actividades de instalaciones de gas y para la transición del **sistema de gas natural a un sistema** basado en **gases renovables y bajos en carbono**
- **Reglas comunes** para el **sistema de hidrógeno** y su interconexión progresiva a nivel de la UE
- Condiciones de **acceso a las redes** de gas natural, gases renovables e H<sub>2</sub> (regulado y negociado)





La **DIRECTIVA** y el **REGLAMENTO** de **2024** sobre normas comunes para los mercados interiores del gas natural, **gases renovables** e **hidrógeno**

## Objetivos:

- **Descarbonización** del mercado interior de gas natural (incluye *blending*): la transición exige *nuevas inversiones y costes hundidos*
- Creación de un **mercado interior de hidrógeno**
- **Planificación integrada** de los sectores energéticos
- Refuerzo de la protección de los **consumidores** y la **seguridad** de suministro





La **DIRECTIVA** y el **REGLAMENTO** de **2024** sobre normas comunes para los mercados interiores del gas natural, **gases renovables** e **hidrógeno**

## Reglas generales:

- El mercado del **hidrógeno** estará enfocado a la **eficiencia energética**: para **clientes de sectores difíciles de descarbonizar** y **sin otras opciones eficientes**
- Los EEMM velarán por el **equilibrio entre oferta y demanda**, el comercio transfronterizo y mercados regionales, con libertad para la entrada y salida del mercado, la transparencia, la no discriminación, el acceso a la información, etc.
- Los **comercializadores** podrán fijar libremente el precio
- Todos los **consumidores de gas e H<sub>2</sub>** podrán elegir **comercializador** y tener más de uno. Medidas de protección al consumidor.



La **DIRECTIVA** y el **REGLAMENTO** de **2024** sobre normas comunes para los mercados interiores del gas natural, **gases renovables** e **hidrógeno**

## Reglas generales:

- **Certificación** de combustibles renovables y bajos en carbono s/Directiva UE 2018/2001
- **Separación jurídica** actividades reguladas y libres
- **Operación:** TSO y DSO
- **TSO y DSO** establecerán y publicarán procedimientos transparentes y eficaces para la **conexión no discriminatoria** de nuevas instalaciones de producción de gases renovables y bajos en carbono: Posibilidad prioridad de conexión de instalaciones de **biometano**.



La **DIRECTIVA** y el **REGLAMENTO** de **2024** sobre normas comunes para los mercados interiores del gas natural, **gases renovables** e **hidrógeno**

## Reglas generales:

- **Tarifas:** descuentos tarifarios para el uso de la red por el biometano
- **Planificación integrada de redes:** eliminación progresiva del gas natural y sustitución por H2. Incluirán refuerzos para la inyección de gases renovables y bajos en carbono, y posibles flujos inversos, desmantelamiento, reconversión de infraestructuras.



## La DIRECTIVA y el REGLAMENTO de 2024 sobre normas comunes para los mercados interiores del gas natural, gases renovables e hidrógeno

- Planificación integrada de redes:



**H2Med**, es la futura interconexión de hidrógeno que unirá España y Portugal con Francia y Alemania: Abastecer a la UE a partir de 2030, cuando España calcula que tendrá hasta 11 GW de electrolizadores instalada.

La capacidad del **H2Med** será de 2 millones de toneladas: el 10% de la demanda de hidrógeno en la UE.

España consume en la actualidad 0,5 millones de toneladas hidrógeno al año.





asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

PUNTO

3

## *Algunas reflexiones*

- Desarrollo de los **mercados** del hidrógeno
- Prioridad para el **biometano y otros gases descarbonizados** (descuentos tarifarios y prioridad de inyección)
- Protección de los **consumidores**
- Preparación para la **eliminación progresiva del gas natural** (nuevas normas sobre planificación de la red de gas y planes de desmantelamiento)
- **Costes hundidos** (redes de gas obsoletas)



## Estos cambios exigen:

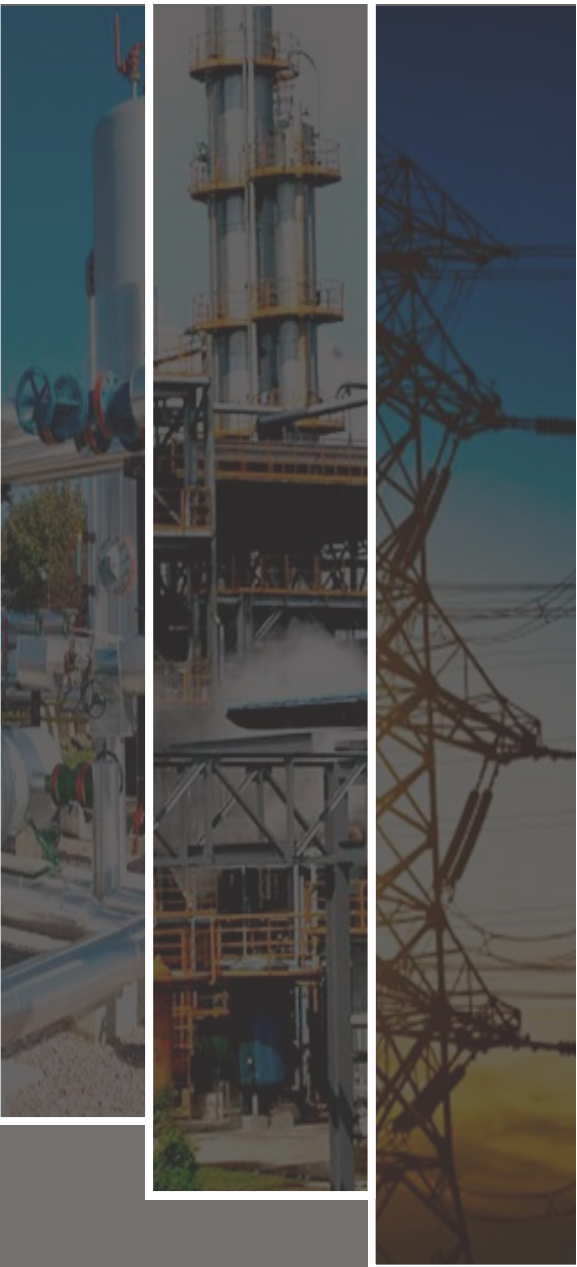
- Prudencia en las inversiones
- Soluciones rentables para las redes de gas
- Orientaciones políticas, legislativas y reglamentarias claras



*En la UE, el paquete de medidas sobre hidrógeno y descarbonización de los mercados del gas nos da las herramientas para planificar y crear en el futuro de los mercados del gas*







asociación iberoamericana de entidades  
reguladoras de la energía

associação iberoamericana de entidades  
reguladoras da energia

**Ponente: Luis Jesús Sánchez de Tembleque**  
Secretario Ejecutivo de ARIAE y CNMC de España