

CURSO EJECUTIVO TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA 2024

TÍTULO: El Hidrógeno como vector energético y su impacto en la Transición Energética

PONENTE: Beatriz Almena Muñoz
Gerente Desarrollo de Negocio de Hidrógeno en REPSOL



Índice

1. El problema - ¿Por qué necesitamos una transición energética?
2. Soluciones
3. Papel del hidrógeno renovable
4. ¿Qué está haciendo Repsol?
5. Conclusiones

01.

El problema



Cambio Climático

El cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos, pudiendo ser naturales, por variaciones en la actividad solar o erupciones volcánicas grandes.

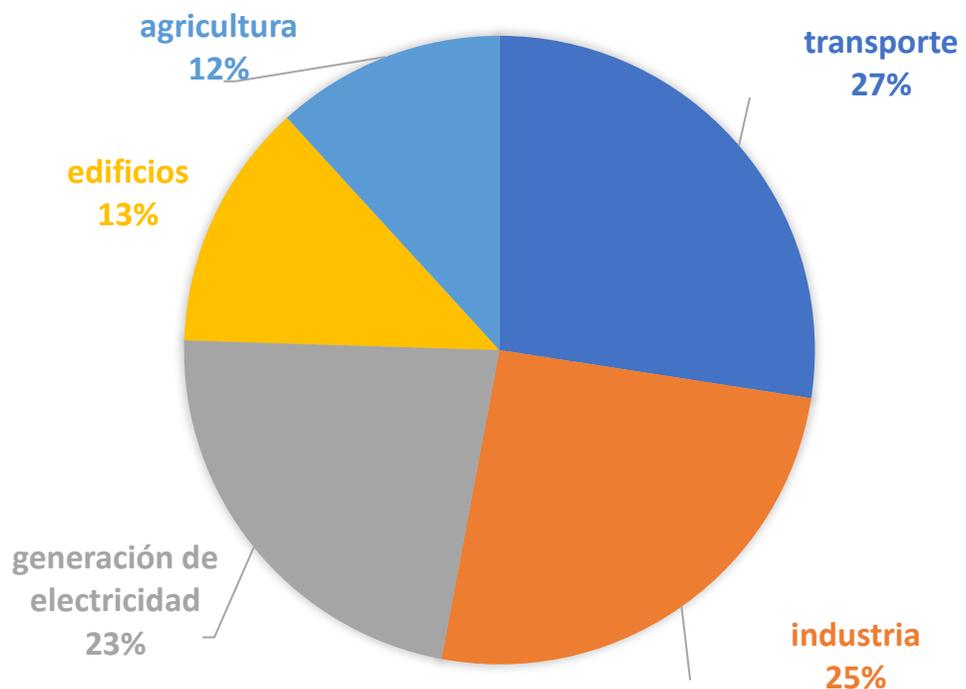
Sin embargo, desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero, que atrapan el calor del sol y elevan las temperaturas.

Efectos del cambio climático

- Elevación de las temperaturas
- Tormentas más potentes
- Aumento de las sequías
- Aumento del nivel del océano y calentamiento del agua
- Escasez de alimentos
- Más riesgos para la salud
- Pobreza y desplazamiento
- Económicos: según el informe Stern, *“un incremento medio de entre 2 y 3 grados centígrados en el calentamiento podría provocar una pérdida de hasta el 3% del Producto Interior Bruto (PIB) del mundo. Si el calentamiento fuera más elevado y oscilara entre 5 y 6 grados centígrados, la pérdida podría alcanzar el 10%”*

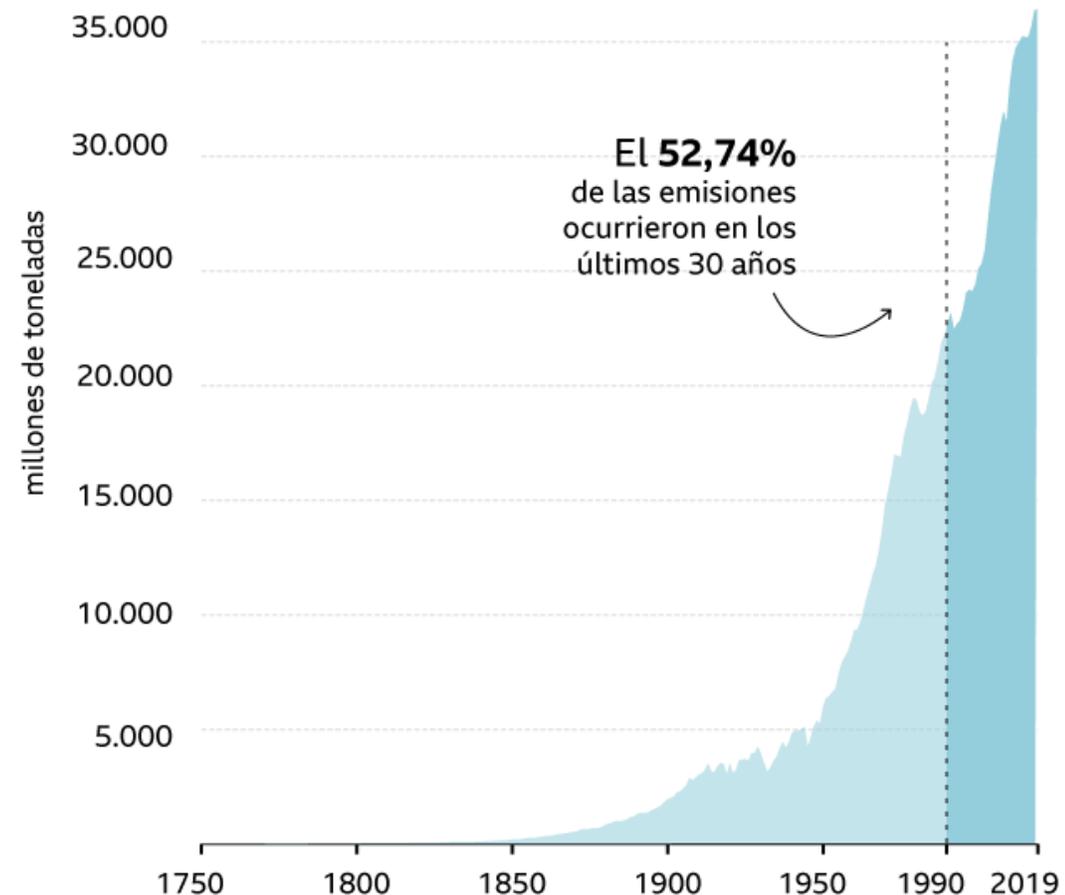


Las emisiones se reparten, sobre todo entre cinco sectores:

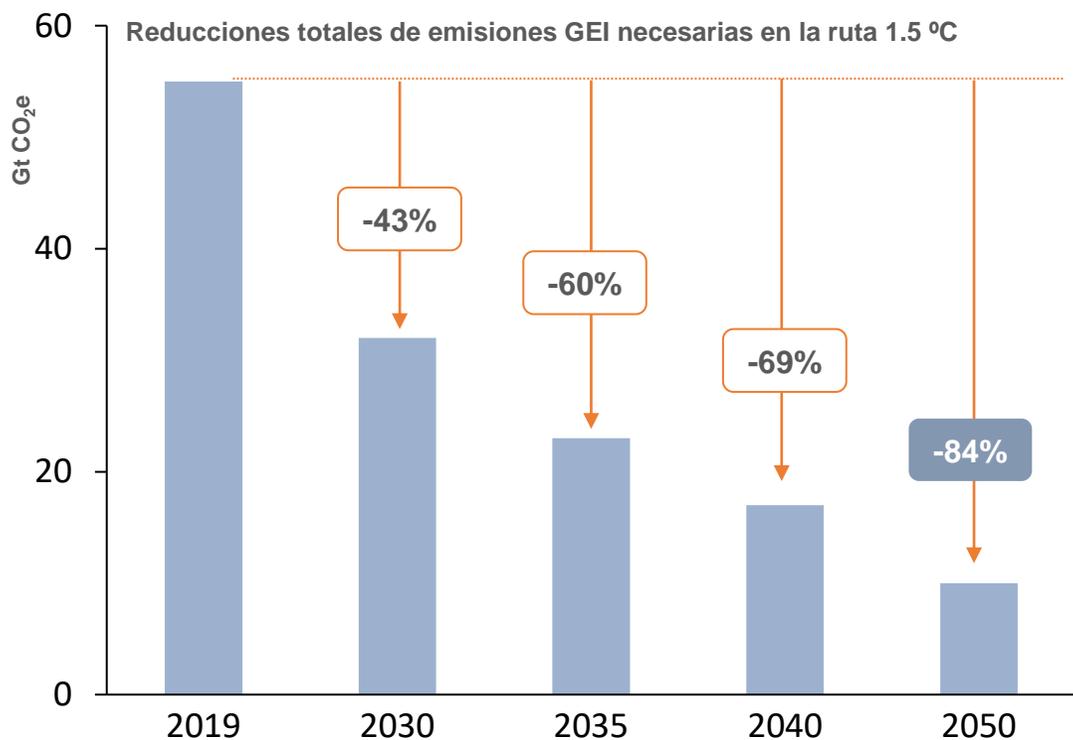


Cada persona (en media) genera 4,4 ton CO2eq/año

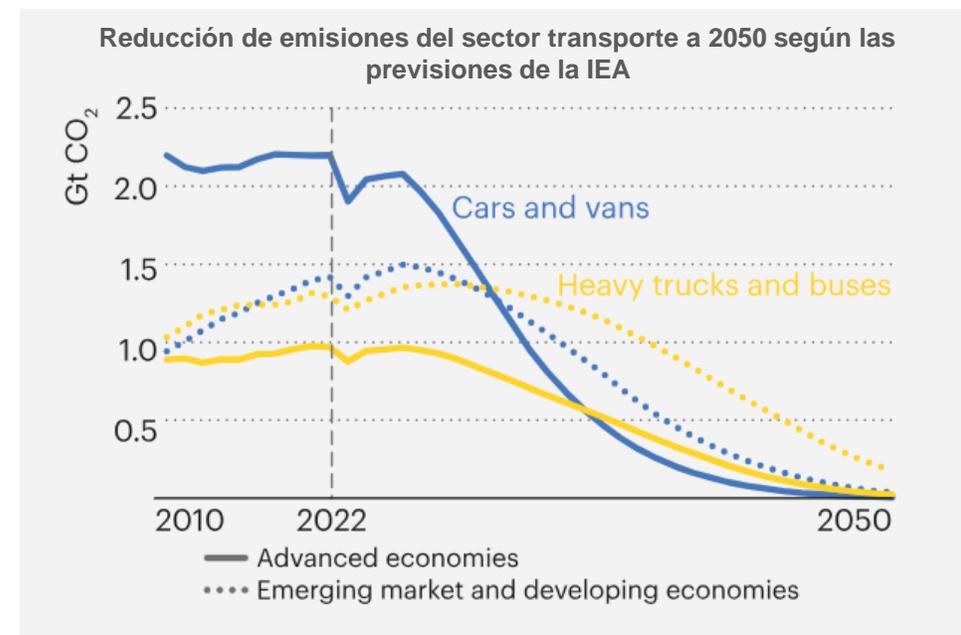
Emisiones totales de CO₂ por año



Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la reducción de emisiones necesaria para alcanzar el objetivo de 1,5°C a 2050 es de 84 % de aquí a 2050, tomando como referencia el nivel de 2019¹



Previsión de la Agencia Internacional de la Energía (IEA) para la reducción de emisiones del transporte por carretera en economías avanzadas y emergentes.



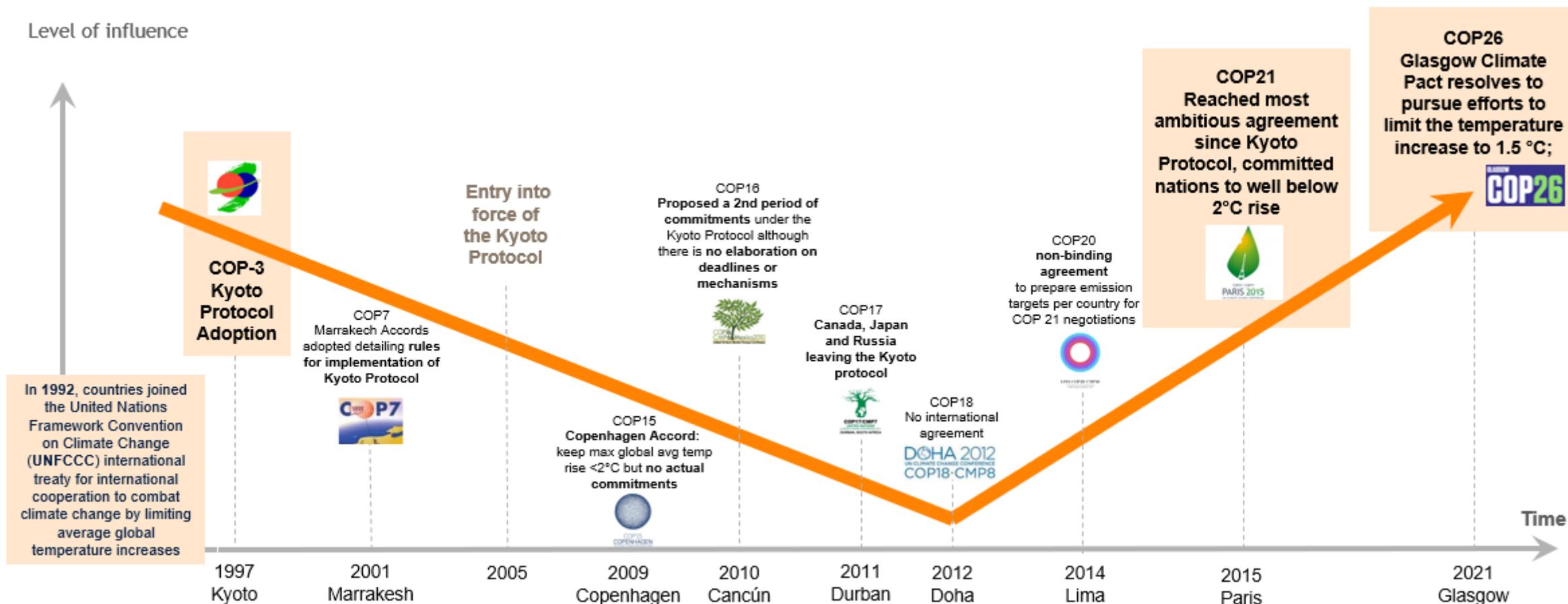
Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, IEA (2023)

02.

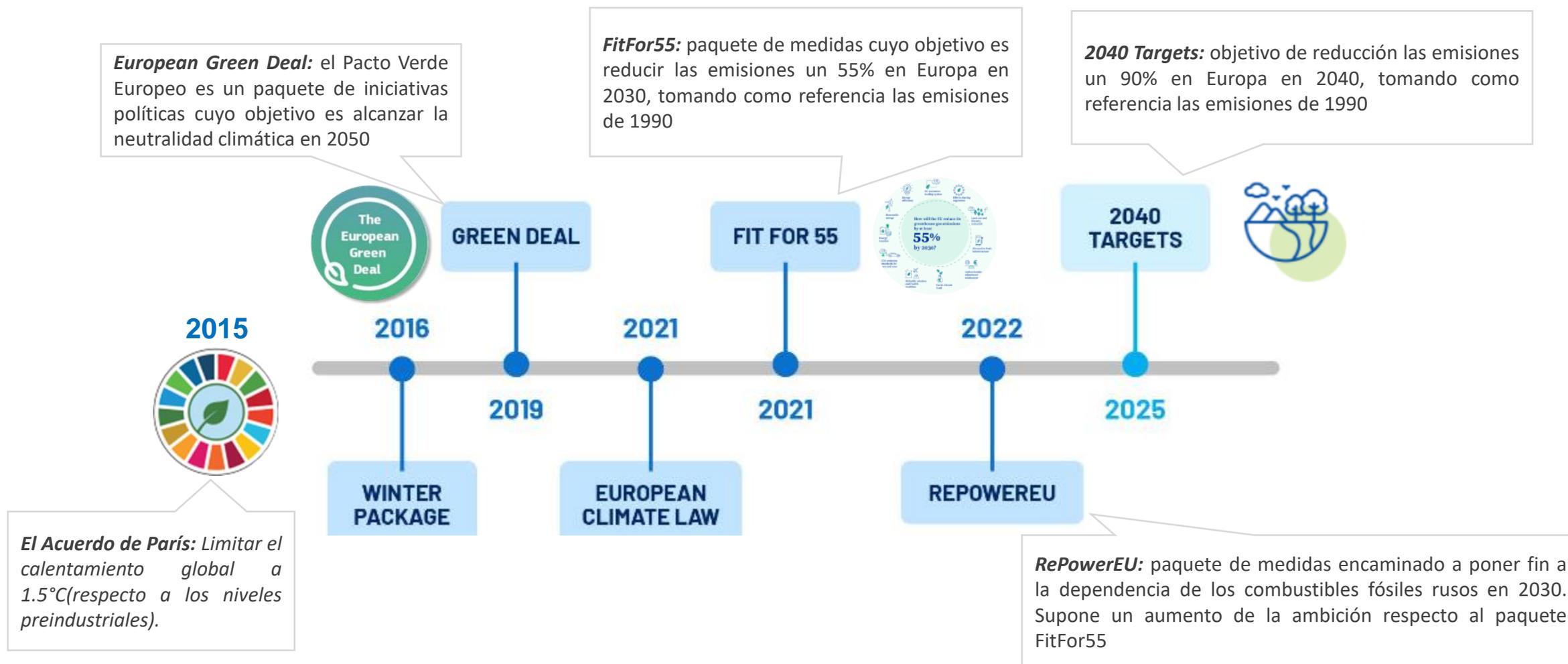
Soluciones



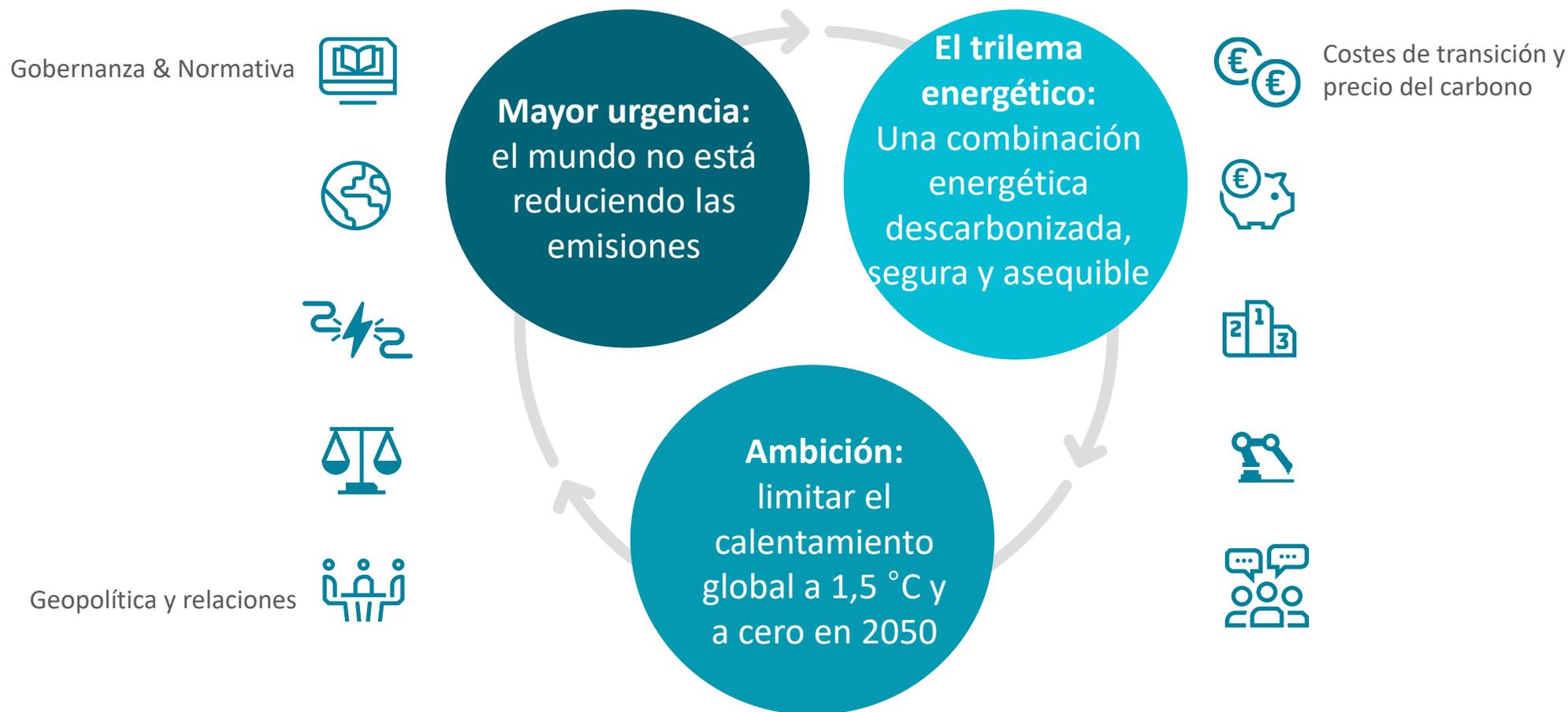
Los compromisos climáticos van más allá de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La COP-26 acuña el lema “net zero, nature positive”



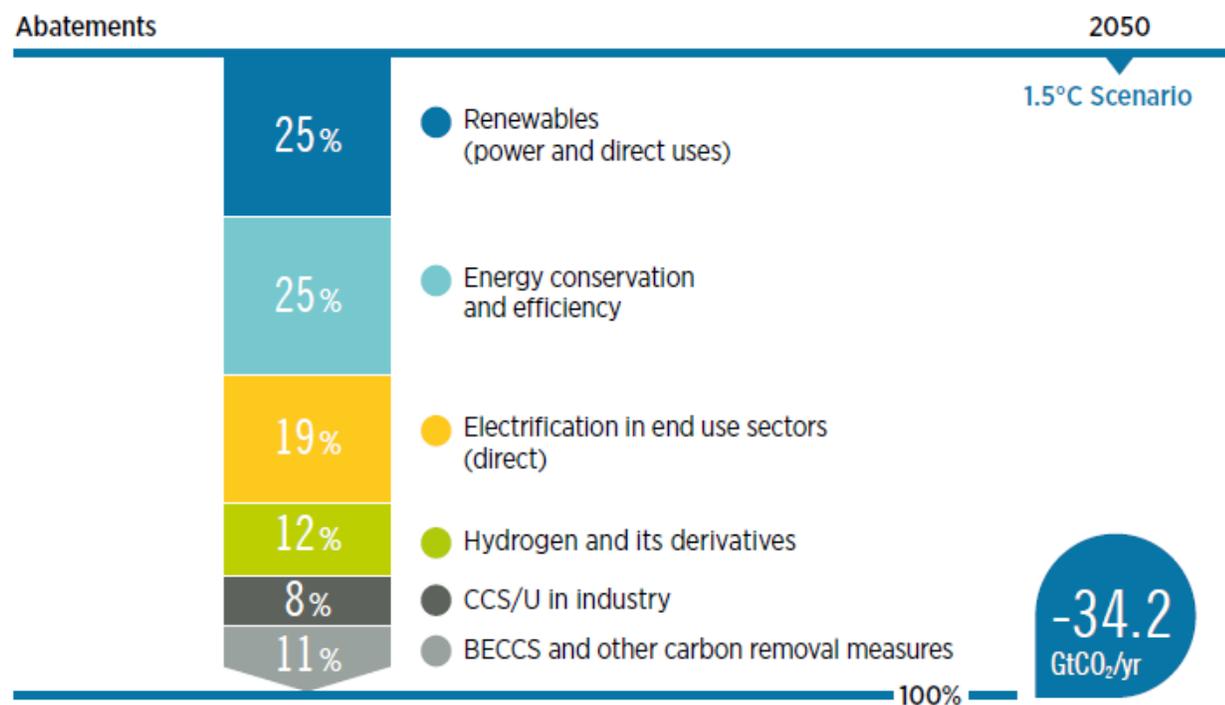
INICIATIVAS REGULATORIAS PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO



La transición energética: un panorama complejo

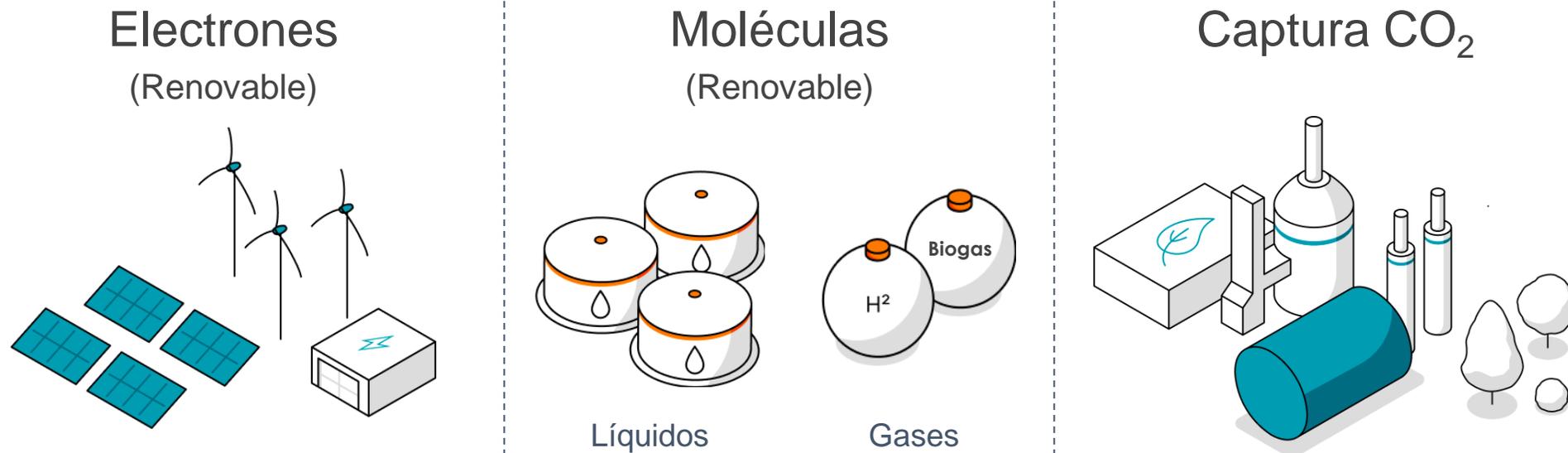


Reducción de emisiones bajo el escenario de 1,5°C en 2050



Notes: BECCS = bioenergy with carbon capture and storage; CCS/U = carbon capture and storage/utilisation; GtCO₂/yr = gigatonne of carbon dioxide per year.

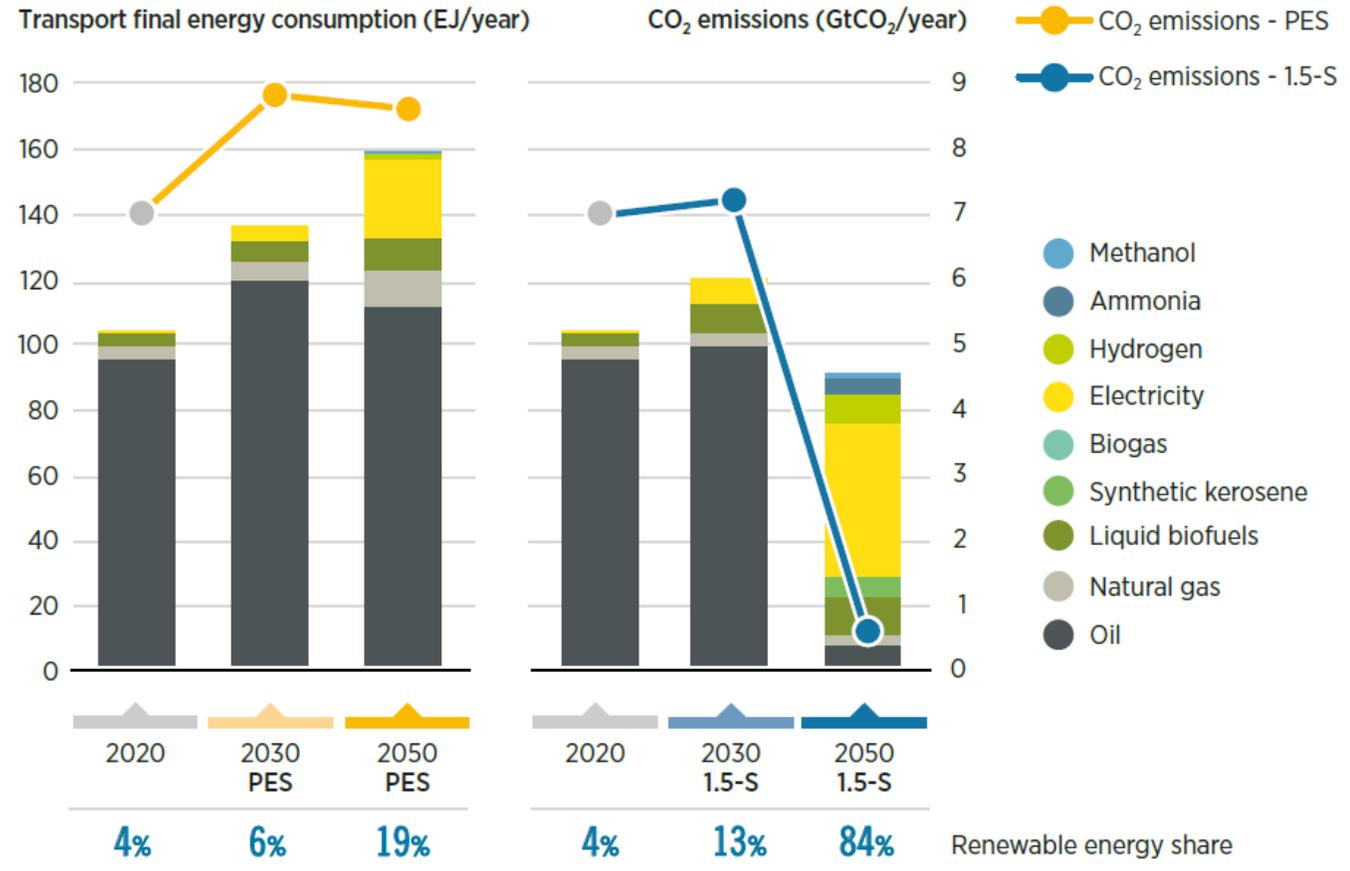
Visión de la transición energética hacia la neutralidad climática



La descarbonización es más que la electrificación

Uso final de la energía en el transporte según el escenario planificado y bajo el escenario 1,5°C y emisiones correspondiente

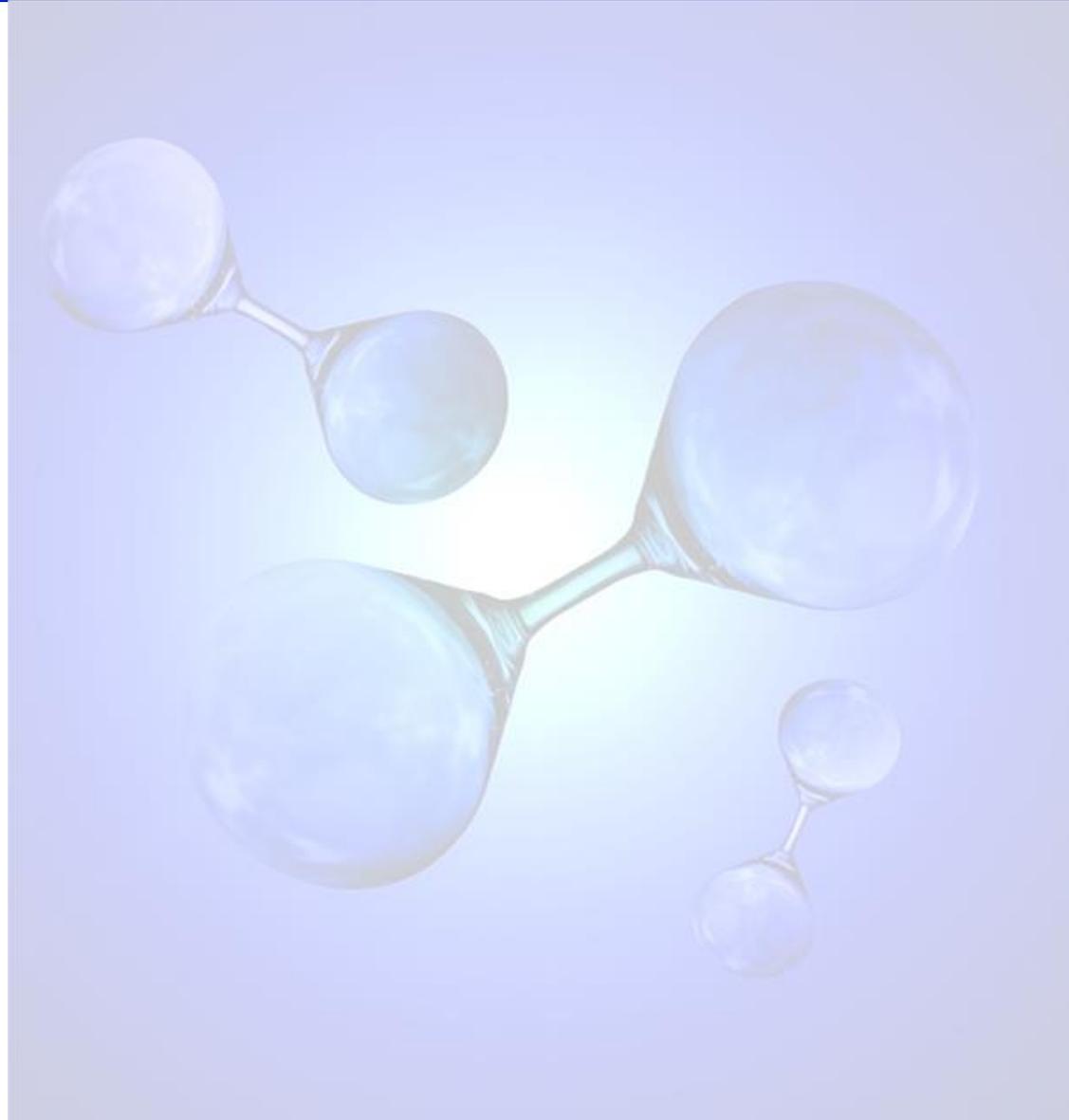
La descarbonización del sector del transporte requerirá una combinación de electrificación, uso de biocombustibles sostenibles, hidrógeno y combustibles sintéticos, mejoras en la eficiencia energética y cambios modales. Además, será crucial promover la adopción de tecnologías bajas en carbono y establecer políticas y regulaciones efectivas para impulsar la transformación hacia un transporte más sostenible y con bajas emisiones de carbono.



Notes: 1.5-S = 1.5°C Scenario; EJ = exajoule; GtCO₂ = gigatonnes of carbon dioxide; PES = Planned Energy Scenario

03.

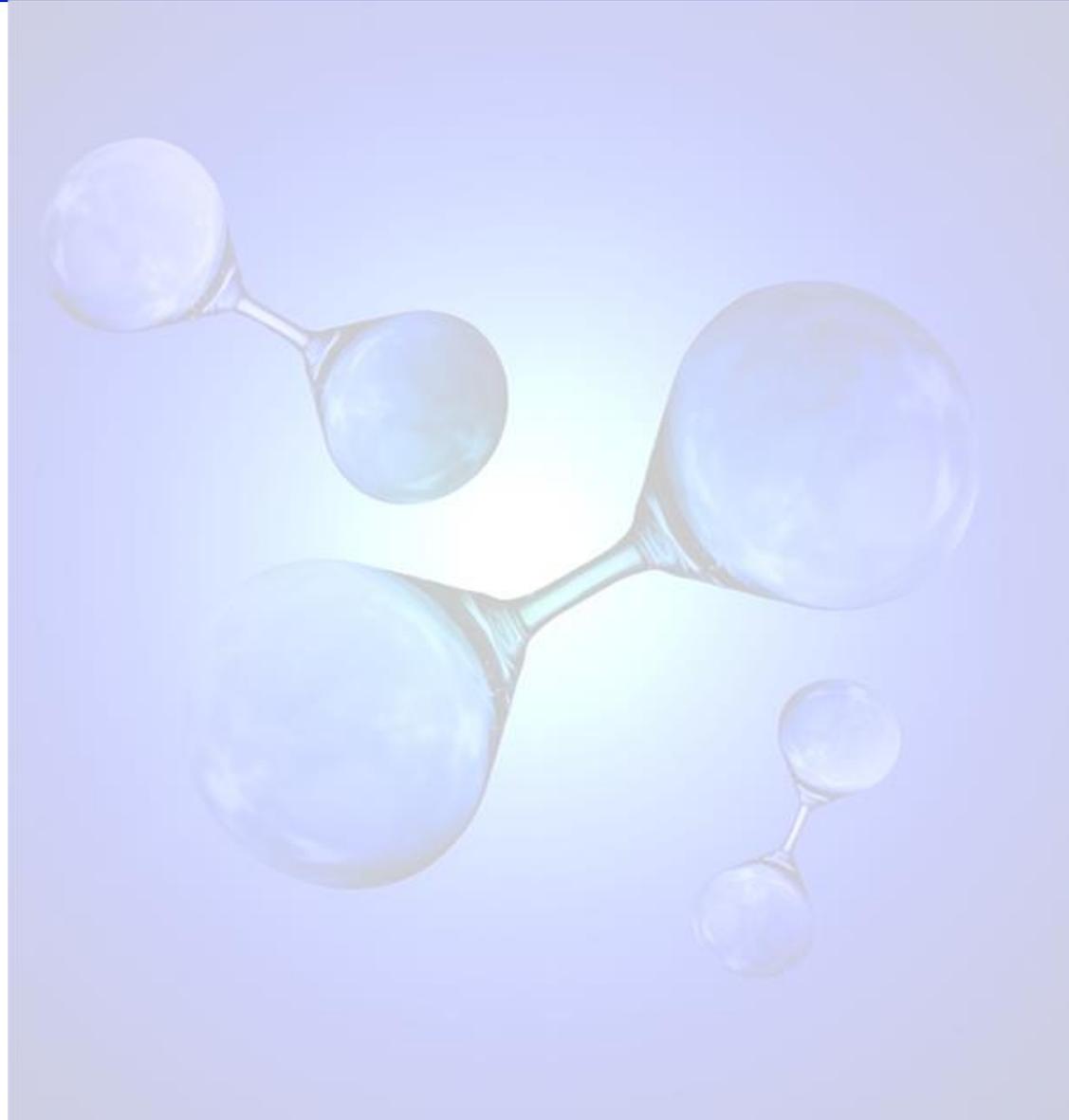
Papel del hidrógeno renovable



03.

Papel del hidrógeno renovable

3.1 Propiedades, métodos de producción de hidrógeno, regulación



¿Por qué hidrógeno renovable?

Independencia
energética

Cambio
climático

Calidad del
aire

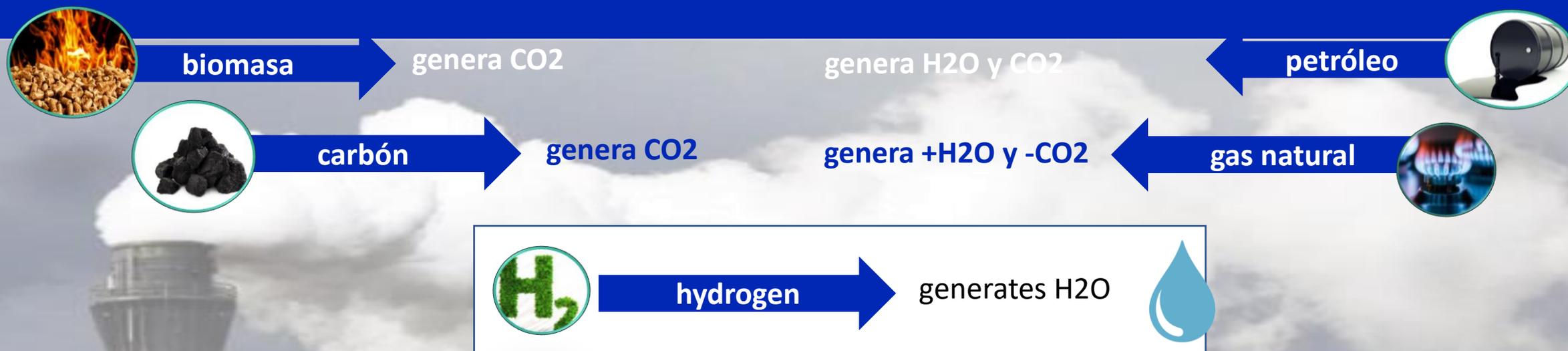
Rendimiento
energético

Continuidad
del uso de los
recursos

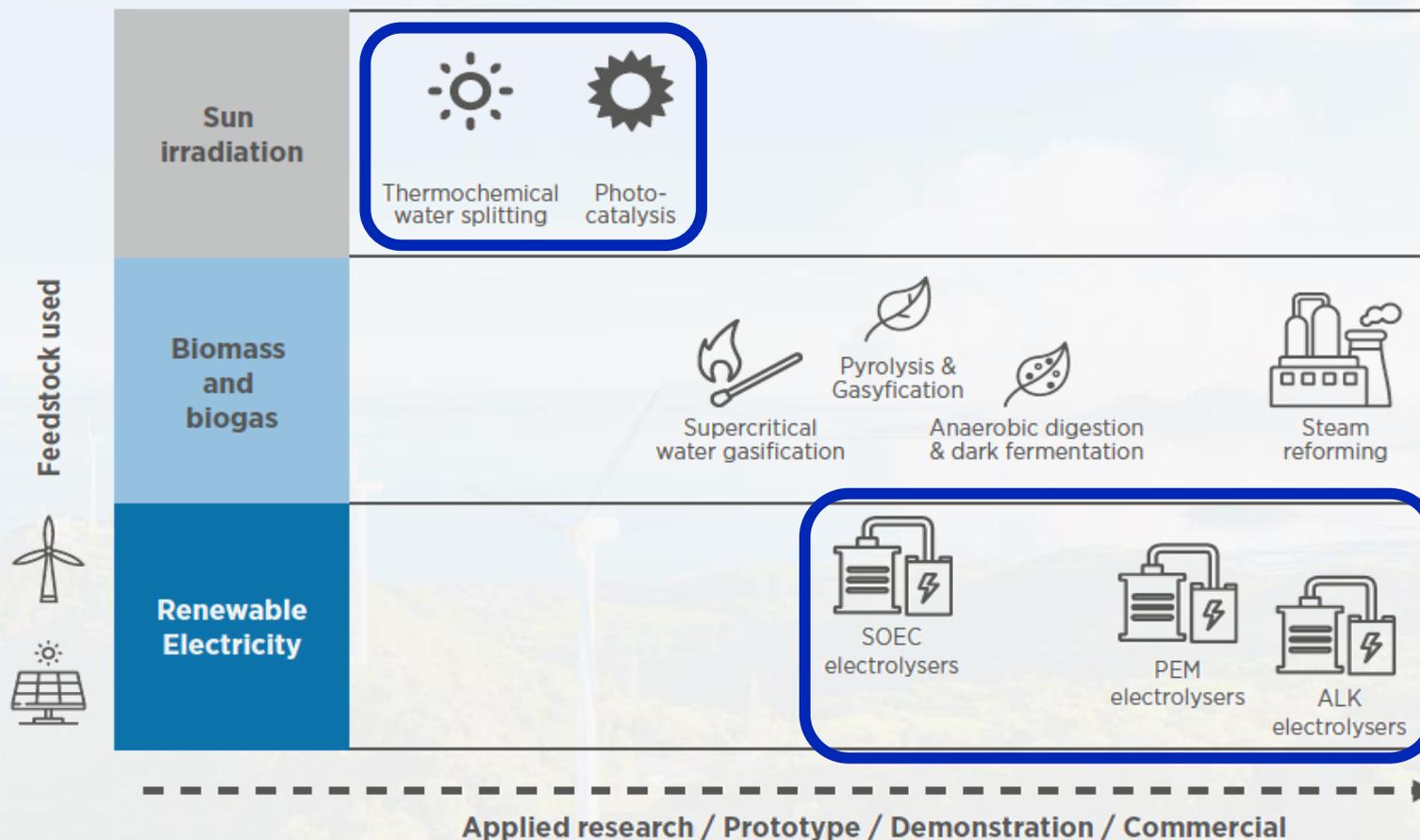
Seguridad
del
suministro

Propiedades del hidrógeno

- ✓ Es el elemento más abundante de la Tierra y constituye aproximadamente el 75% de la materia visible del universo.
- ✓ Es el más ligero de los elementos conocidos.
- ✓ Es el combustible con más energía (por kg).
- ✓ Hay que producirlo. No se encuentra en su forma molecular en la naturaleza.
- ✓ El único combustible cuya combustión sólo genera agua (H₂O).



Principales métodos de producción de hidrógeno. Niveles de madurez – IRENA

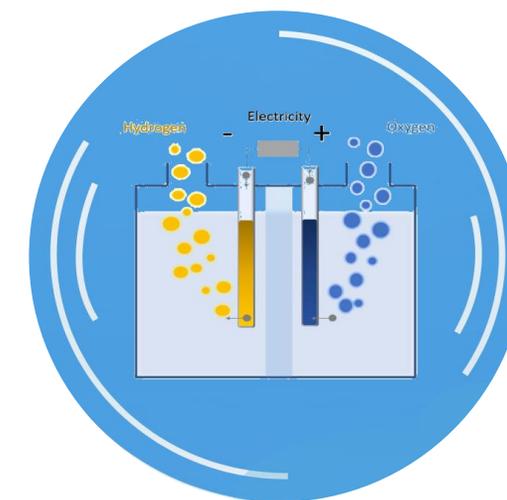
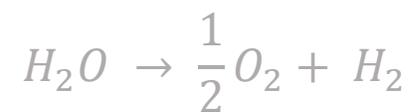
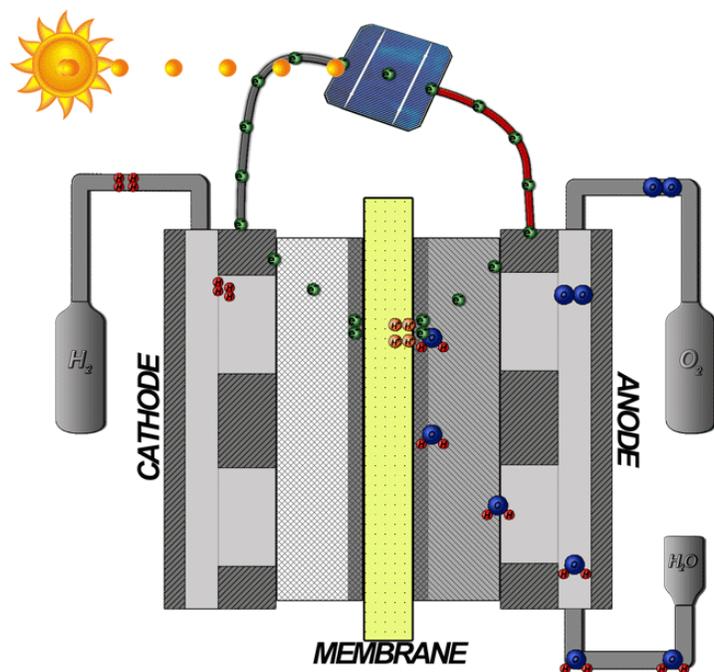


Notes: ALK = alkaline; PEM = proton exchange membrane; SOEC = solid oxide electrolyser cell.

Source: Based on FCH JU (2015), Study on Hydrogen from Renewable Resources in the EU.

Producción de hidrógeno a partir de la vía del agua

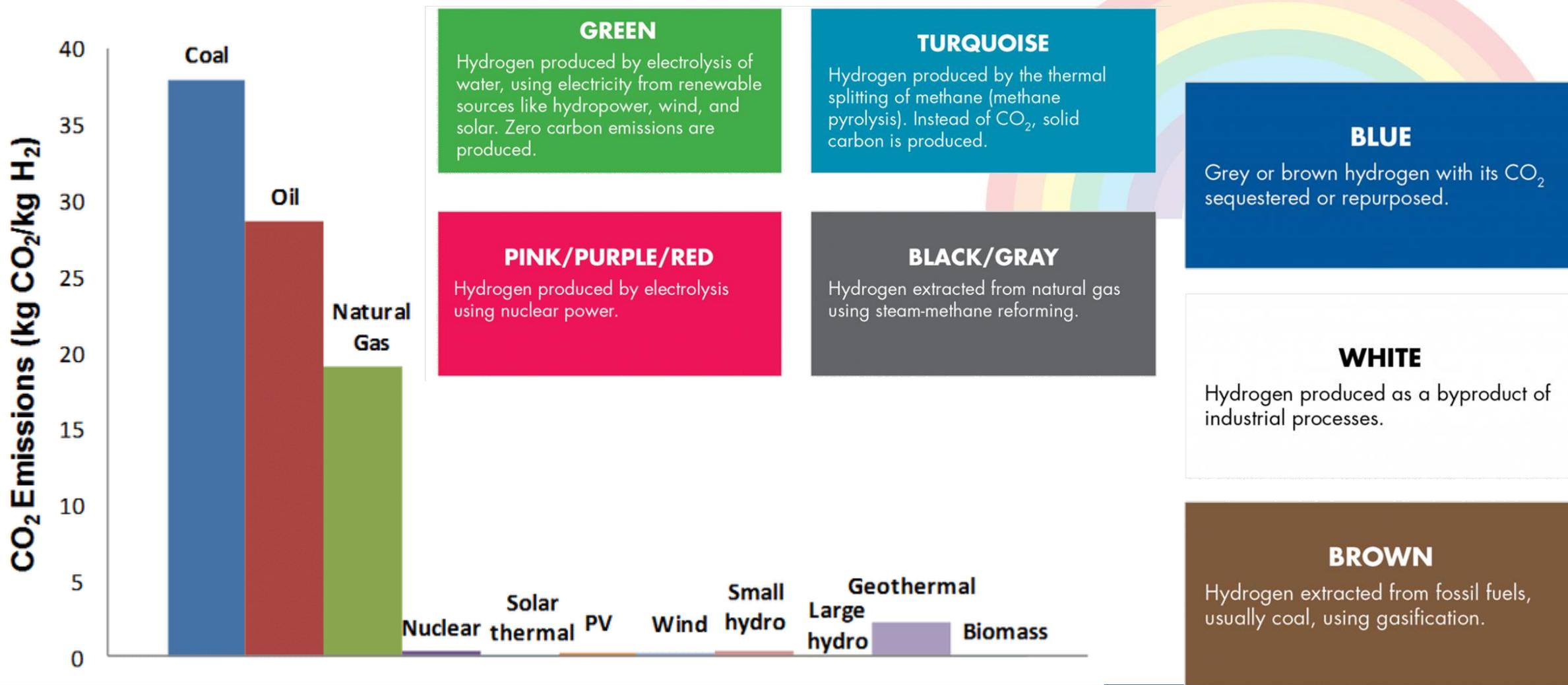
La electrólisis es la descomposición del agua (H₂O) en oxígeno (O₂) y gas hidrógeno (H₂) debido a una corriente eléctrica que pasa a través del agua. El hidrógeno se produce en un electrolizador, necesitando solo agua y electricidad.



Es parte de una solución acuosa de NaOH o KOH, de modo que hay una alta conductividad iónica

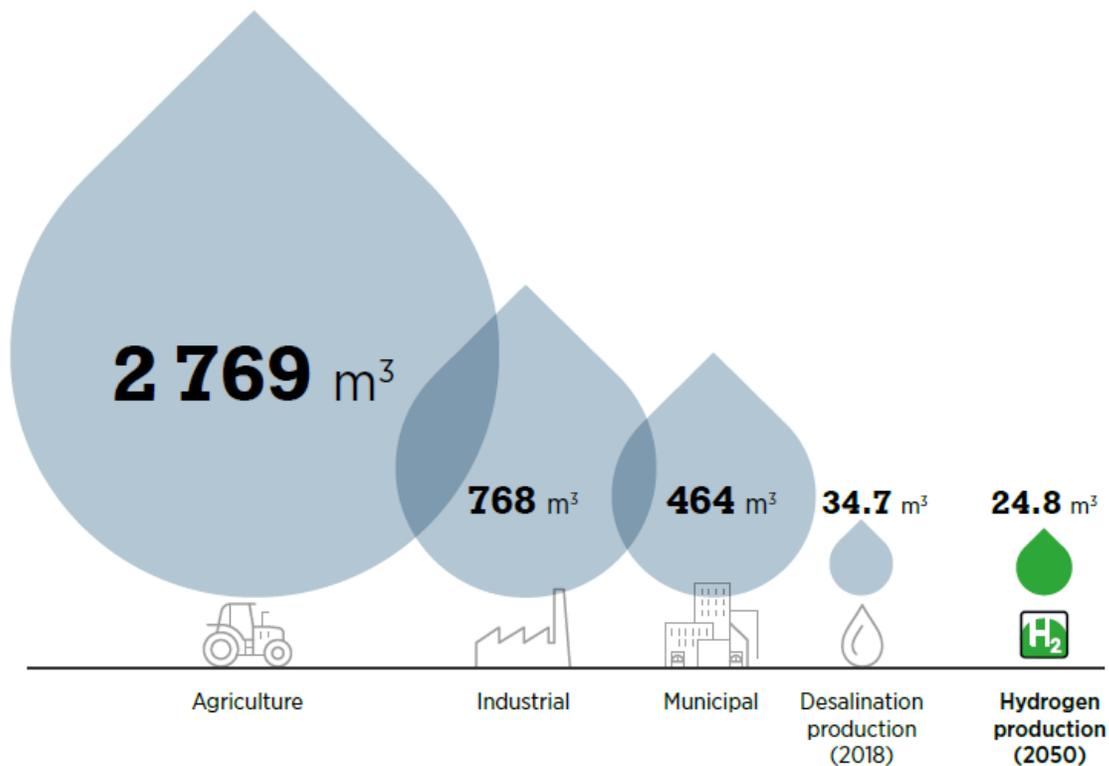
- Cátodo: $2 H_2O + 2 e^- \rightarrow 2 OH^- + H_2$
- Ánodo: $2 OH^- \rightarrow H_2O + \frac{1}{2} O_2 + 2 e^-$
- Global: $H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$

Espectro del hidrógeno

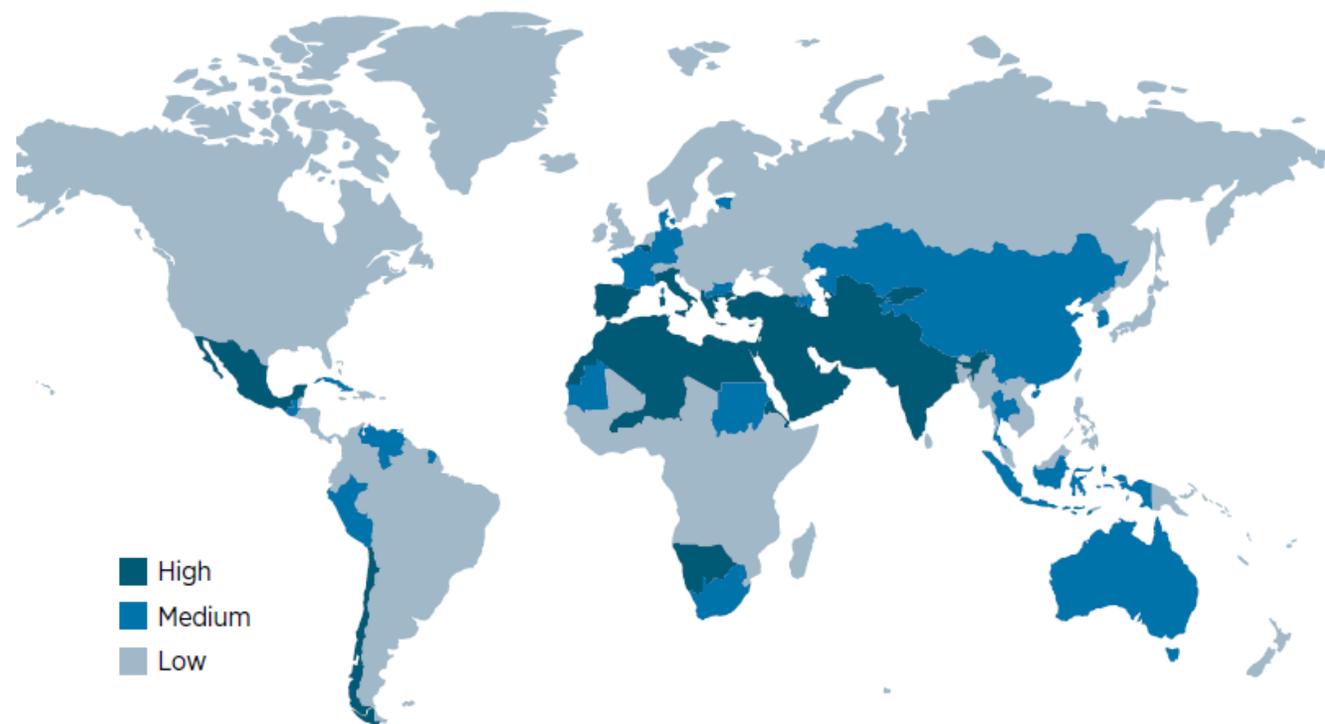


Huella hídrica del hidrógeno renovable

Consumo de agua para producción de hidrógeno en 2050 vs sectores seleccionados en la actualidad (bn m³)



Heat map of water stress levels



Usos del hidrógeno. El H2 renovable no solo es una alternativa para el hidrógeno gris, sino también para la descarbonización de industrias difíciles de abatir



H2 se puede utilizar en diferentes formatos o transportarse a través de un *carrier* de H2



Sin embargo, todavía hay barreras relevantes para el H2

Inmadurez tecnológica

- La tecnología del hidrógeno renovable todavía está en desarrollo, con solo plantas a pequeña escala en operación

Difícil de transportar y almacenar

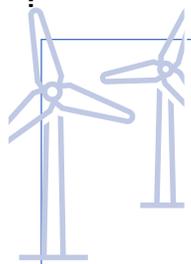
- El hidrógeno es un gas altamente volátil, lo que hace que el almacenamiento y el transporte sean una tarea desafiante y costosa
- Debido a su baja densidad, tiene que ser presurizado o licuado

Coste de producción

- Alto coste actual debido a la eficiencia limitada, la dependencia de la generación de energía renovable y el alto capex

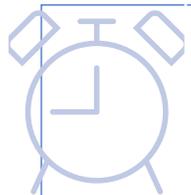
Regulación. Criterios Directiva Energías Renovables RED II

Asegurar que el hidrógeno es producido a partir de energías renovables y que permite ahorros de emisiones del 70% con respecto a su comparativa fósil (94gCO₂/MJ)



Adicionalidad

Los proyectos de producción de H₂ tendrán que añadir la proporción de EERR equivalente a su consumo MWh (exención de 10 años para los proyectos COD antes 2028)



Correlación temporal

Se deberá garantizar que mensualmente hasta 2030 y horariamente en adelante la energía consumida es renovable para los proyectos de H₂



Correlación geográfica

Los proyectos de H₂ solo podrán establecer PPAs en la misma zona de ofertas

Nuevo negocio regulado

Demanda



- La definición de objetivos ofrece a los *players* una visión a largo plazo.
 - Cuotas específicas de consumo de hidrógeno:
 - Cuota combinada en 2030 de biocombustibles avanzados + RFNBO del 5,5% en el transporte, de los que al menos un 1% debe ser RFNBO.
 - 42% de hidrógeno renovable en industria en 2030, y 60% en 2035.
 - Objetivos sectoriales en el transporte, que traccionan a su vez la demanda de hidrógeno:
 - Calendario de penetración de SAF y combustibles sintéticos en la aviación (2025-2050).
 - Calendario de reducción de emisiones en el sector marítimo (2025-2050).
 - Objetivo general de reducción de emisiones (-14,5%) o de penetración de energías (29%) en 2030.
- La reducción de los derechos de emisión de CO2 y el aumento de los precios del RCDE* en la UE estimula la demanda de alternativas bajas en carbono

Oferta



- Los documentos estratégicos de la Unión y España guían a los productores a emprender nuevos proyectos:
 - 40 GW en la UE en el 2030.
 - 4-11 GW en España en el 2030.
- Los fondos concedidos (p.ej. Fondo Europeo de Innovación) apoyan a los productores en el desarrollo de proyectos relacionados con H2 renovable.
- Aplicación del precio del CO2 del sistema de derechos de emisión a los productos importados aumenta la competitividad de las alternativas locales bajas en carbono

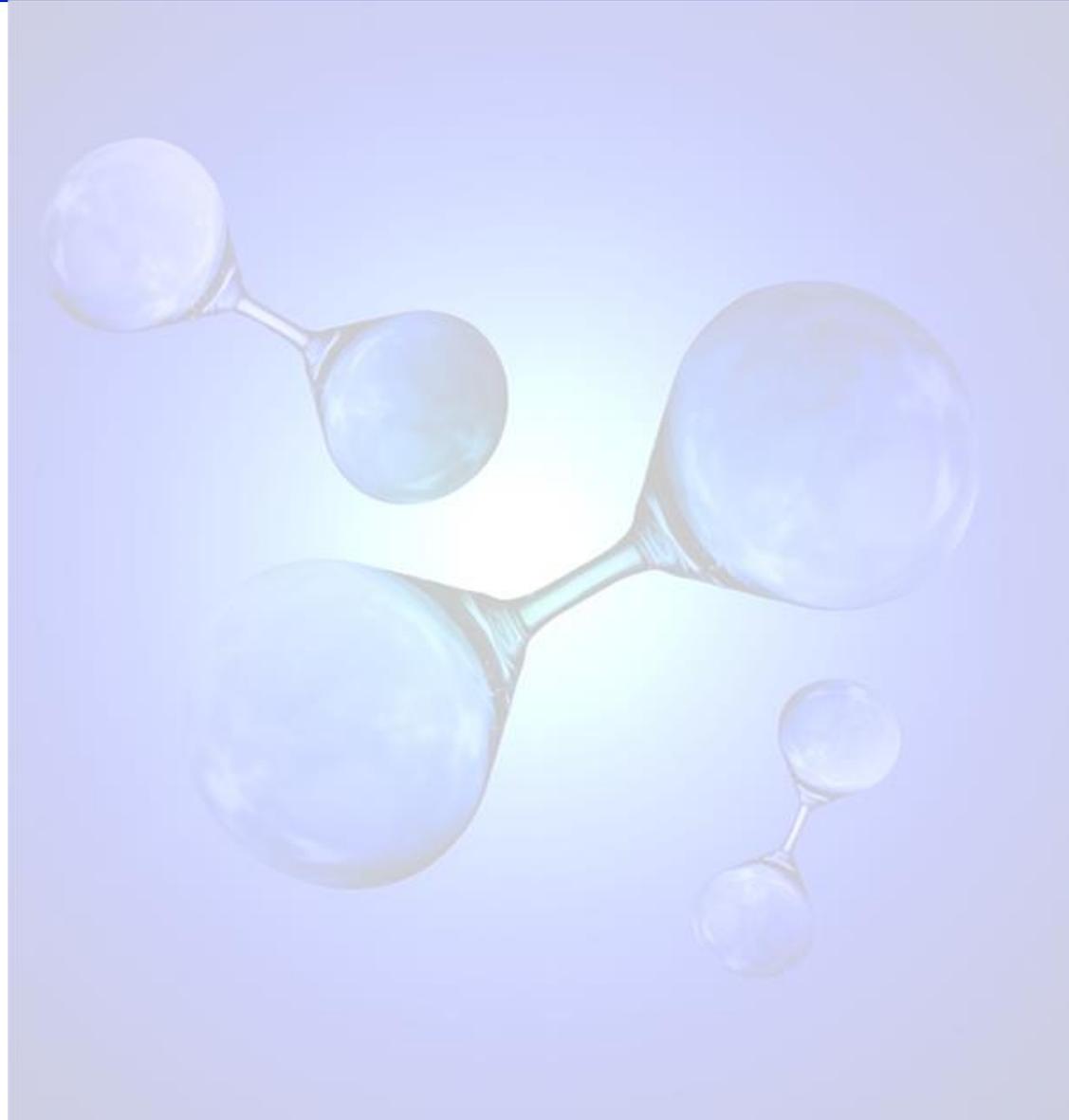
Regulación



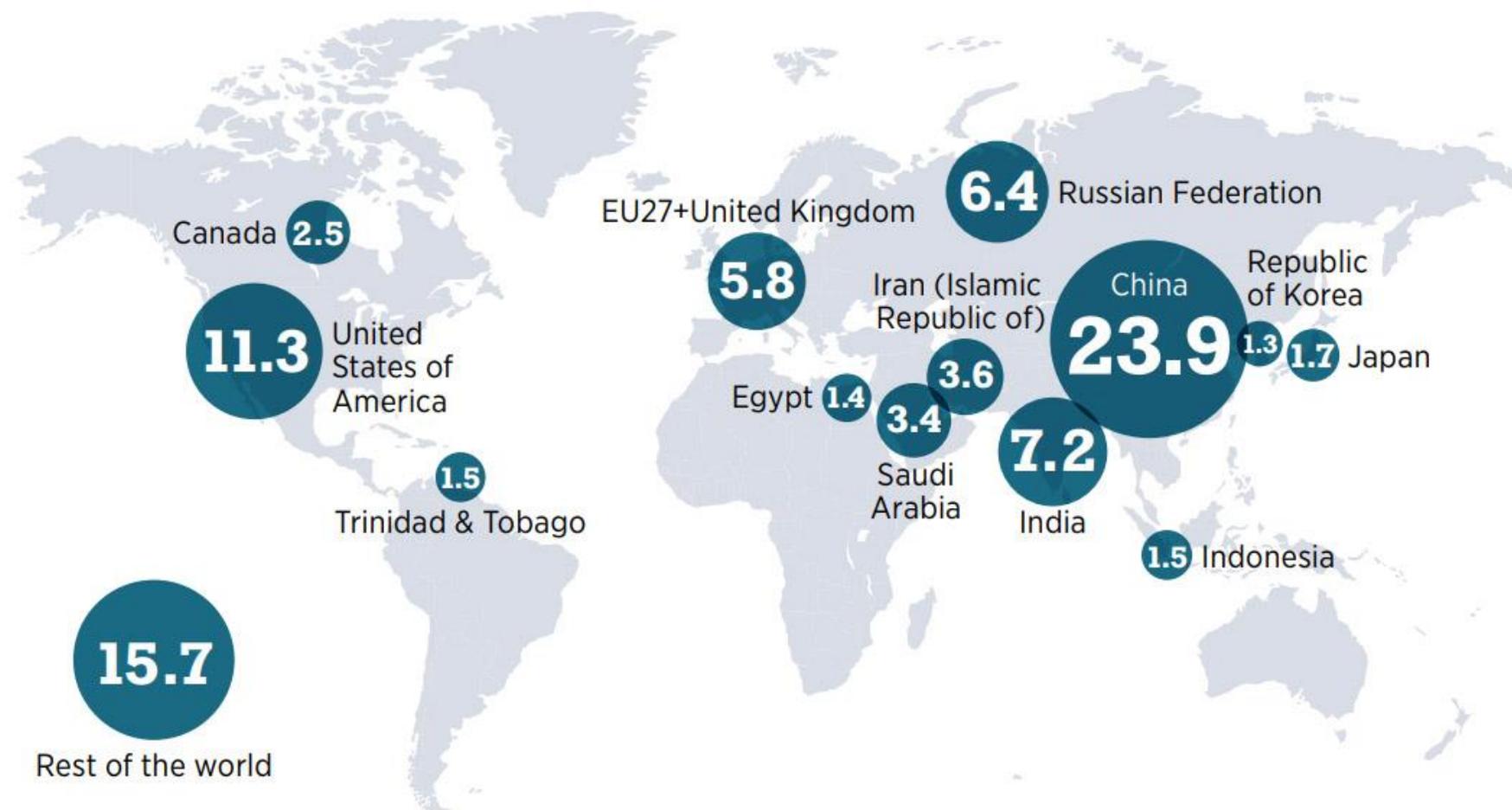
03.

Papel del hidrógeno renovable

3.2 Situación actual y expectativas a futuro del hidrógeno

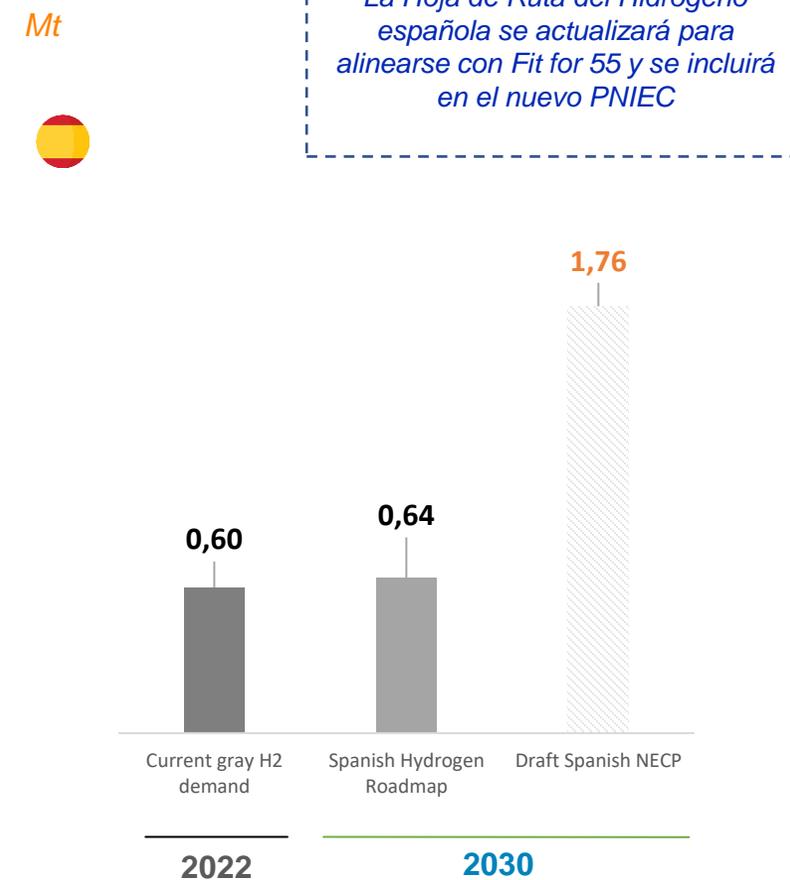
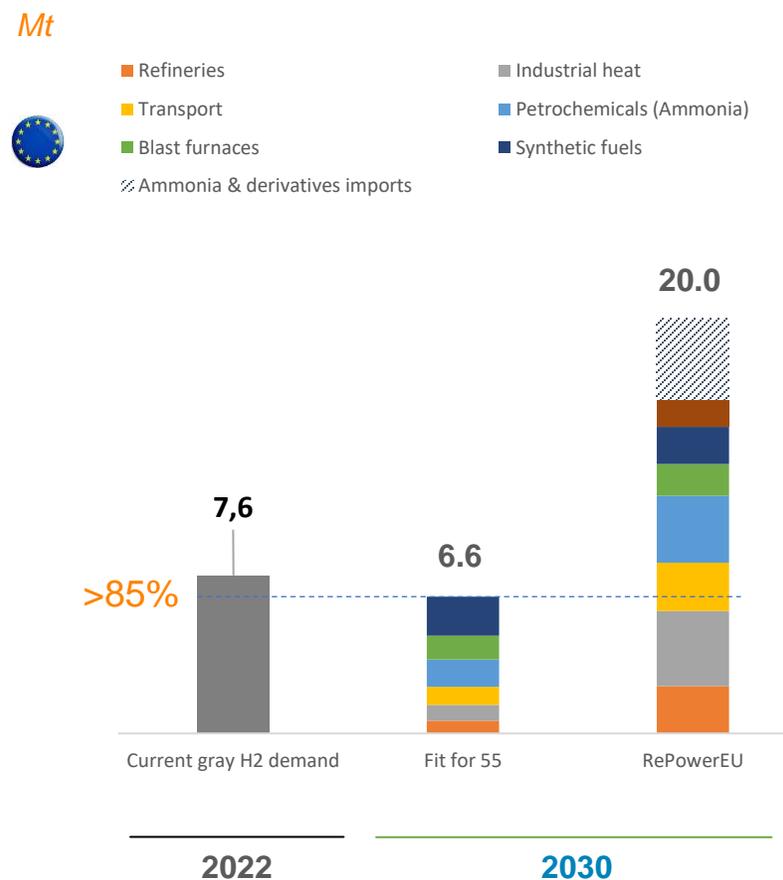
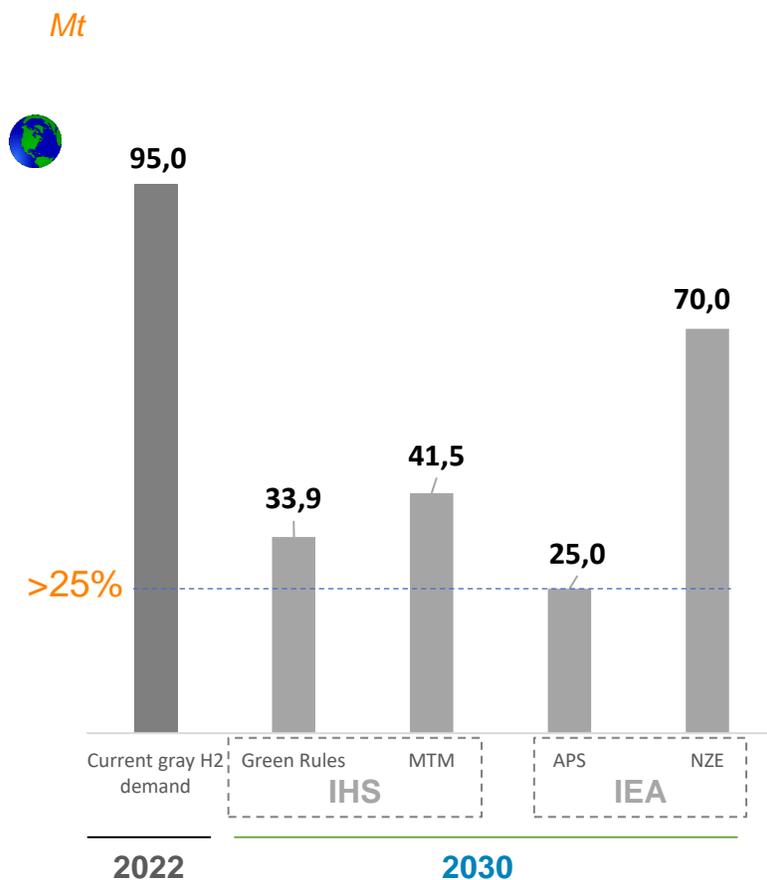


Consumo de hidrógeno a nivel global en 2020



Consumo de H2 gris 2022 vs demanda de H2 de bajas emisiones en 2030 por fuente, uso y geografía

Los analistas prevén que en 2030 más del 25% de la demanda actual de hidrógeno a nivel global se cubra con hidrógeno de bajas emisiones. Mientras, la UE y España aspiran a más del 85%.

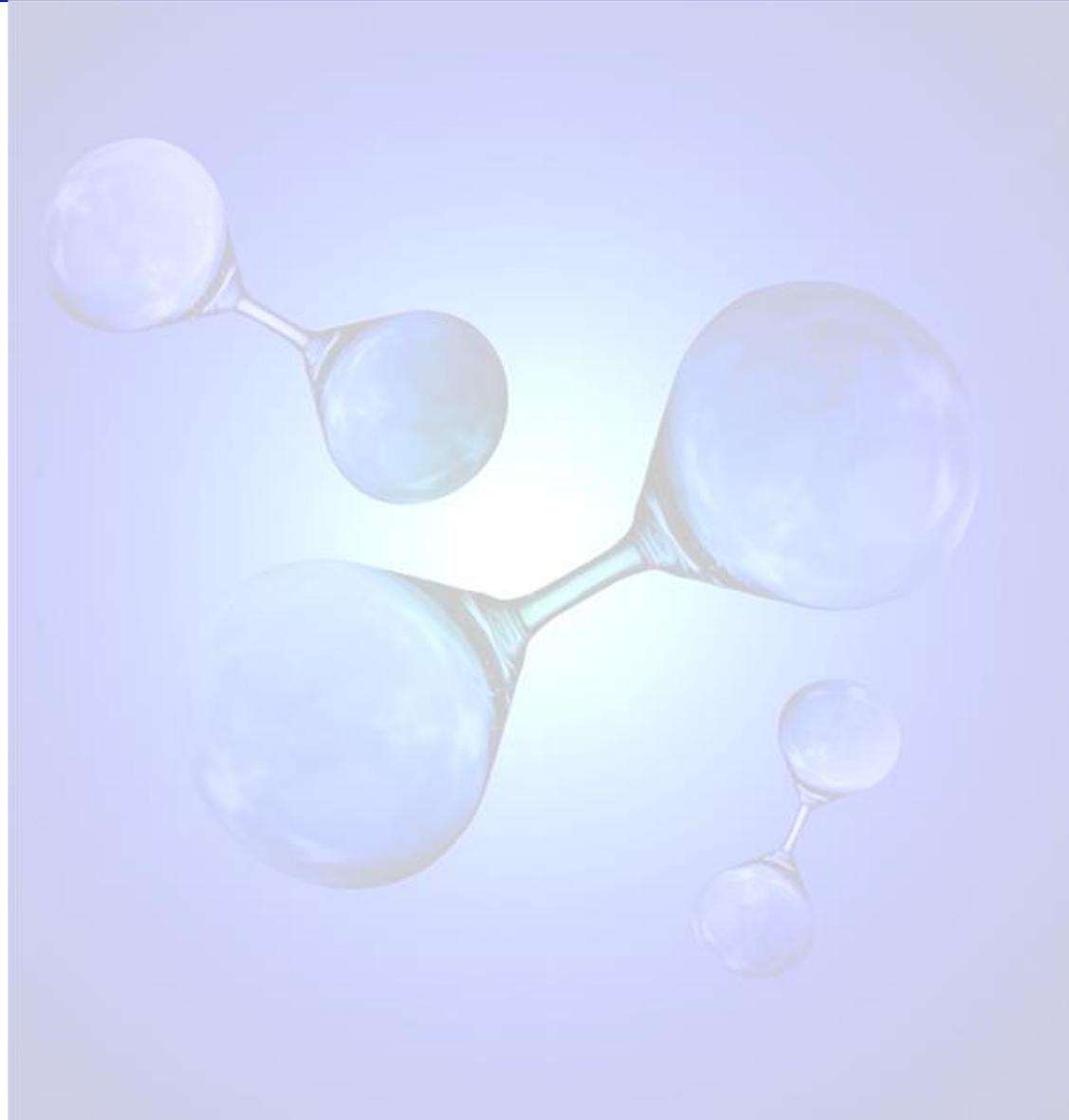


La Hoja de Ruta del Hidrógeno española se actualizará para alinearse con Fit for 55 y se incluirá en el nuevo PNIEC

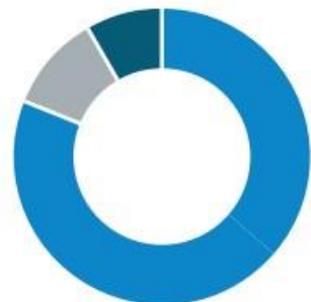
03.

Papel del hidrógeno renovable

3.3 Retos y oportunidades



Principales retos percibidos para el desarrollo de estrategias y políticas de hidrógeno



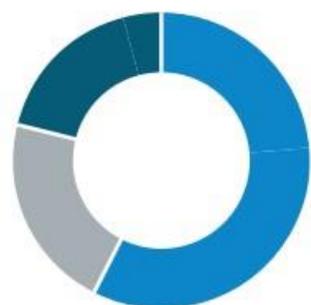
High costs of low carbon hydrogen production



Lack of dedicated infrastructure



Climate concerns
(regarding current fossil fuel based H₂ production)



Technology limits

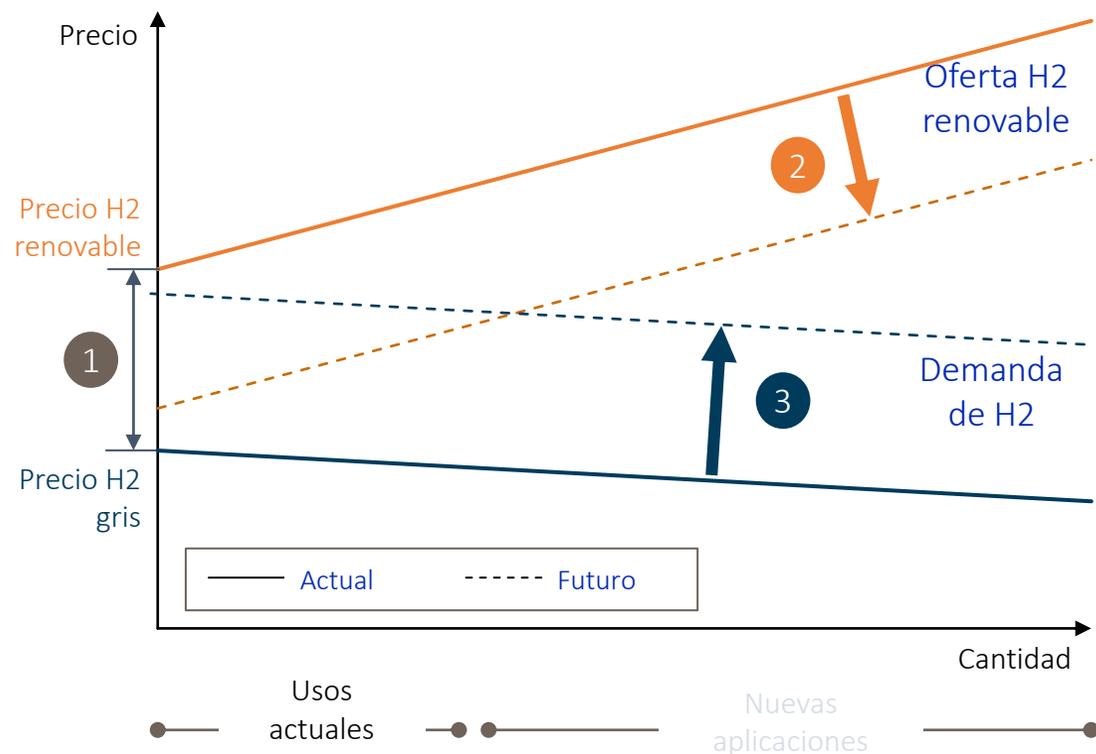


Lack of access to capital and investment incentives



El H2 renovable requiere apoyo regulatorio y desarrollo tecnológico para ser competitivo vs H2 gris

Suministro de H2 renovable – dinámica de demanda



Superar la brecha de competitividad actual del H2 renovable requiere desarrollos tanto en la oferta como en la demanda

- 1 **Brecha de competitividad actual**
 - Los costes de producción del H2 renovable son actualmente entre 3 y 3,5 €/kg superiores a los costes de producción del H2 gris
- 2 **Generando oferta de H2 renovable**
 - El desarrollo tecnológico (reducción de costes de electrolizadores y precio de la energía) es insuficiente para que el H2 renovable sea competitivo en 2030
 - Se requiere incentivar inversiones mediante subvenciones
 - Apoyo del mercado mediante un WACC reducido para inversiones en el campo de la sostenibilidad
- 3 **Impulsando la demanda de H2**
 - Apoyo regulatorio (p.ej. mayores requisitos de reducción de CO2 / precio de CO2, establecimiento de cuotas de consumo de H2 bajo en carbono y derivados en aplicaciones principales, etc.)
 - Objetivos de descarbonización de empresas privadas

Cuatro oportunidades clave para expandir el hidrógeno para 2030

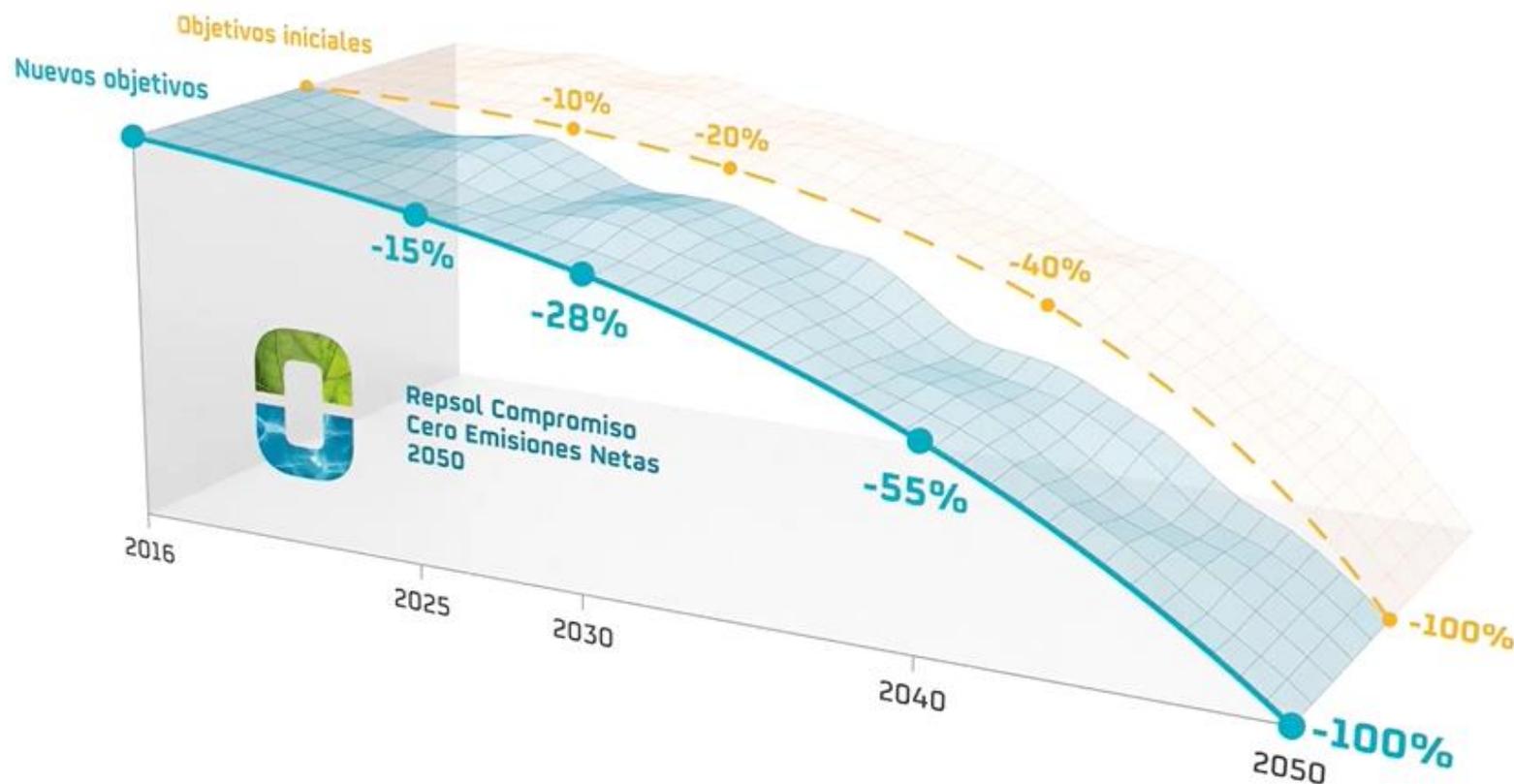


04.

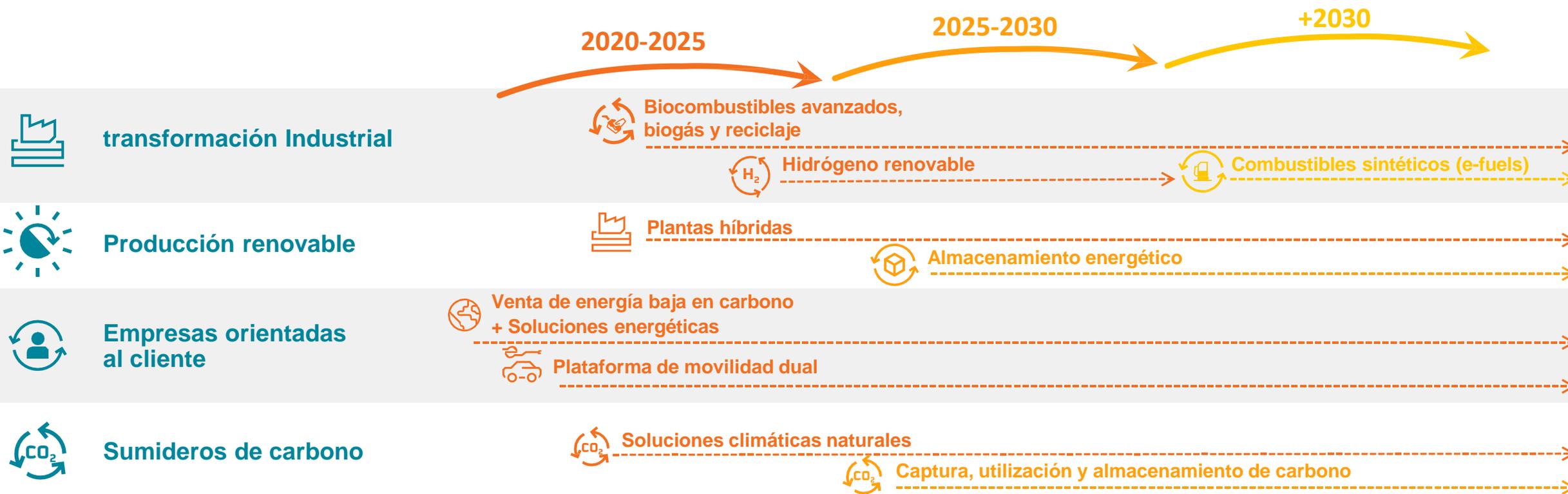
¿Qué está haciendo Repsol?

Cero emisiones netas en 2050

El principal propósito es ser una compañía cero emisiones netas en 2050, en línea con los objetivos establecidos en el Acuerdo de París. Para alcanzar este objetivo nuestra compañía se ha fijado una exigente hoja de ruta



Visión de la transición energética hacia la neutralidad climática



Todas las tecnologías son necesarias y complementarias para afrontar los retos del sector energético y garantizar la autonomía estratégica

Europa debe proteger sus puntos fuertes tecnológicos e industriales y desarrollar nuevas capacidades para poder acelerar esta transformación sin perder empleo ni competitividad

La descarbonización es más que la electrificación

Los combustibles renovables son una solución real, eficiente y complementaria para la reducción de emisiones del transporte



SOSTENIBLE

- Emisiones netas cero en su uso
- Desde un 65% a un 110% reducción GEI
Vs combustible fósil en análisis del pozo a la rueda
- Cadena de valor auditada por terceros

COMPATIBLE CON...

- Flota existente
- Infraestructura existente

UNA SOLUCIÓN PARA...

- Complementaria en carretera
- Sectores difíciles de electrificar
- Gestión de residuos – Economía Circular

Residuos y Materias Primas >

Conversión Primaria >

Conversión Secundaria >

Productos >

Usos Finales



- Aceites Vegetales Sostenibles
- UCO
- Residuos Lipídicos
- Residuos Sólidos Urbanos e Industriales
- Residuos Plásticos
- Residuos de la industria forestal, agrícola, ganadera y de alimentación
- CO₂



Nuevas Unidades

Conversión de residuos en aceites sintéticos + Pretratamiento

Deslocalizado (Nacional & Internacional)
Distribuido Integrado



Refinería actual

Eficiencia Energética
Energía Renovable
y captura de carbono



Materias primas renovables y circulares



Combustibles líquidos y Gases Renovables

Materias primas para la industria petroquímica



Combustibles renovables para transporte por carretera



Combustibles renovables para aviación



Combustibles renovables para transporte marítimo

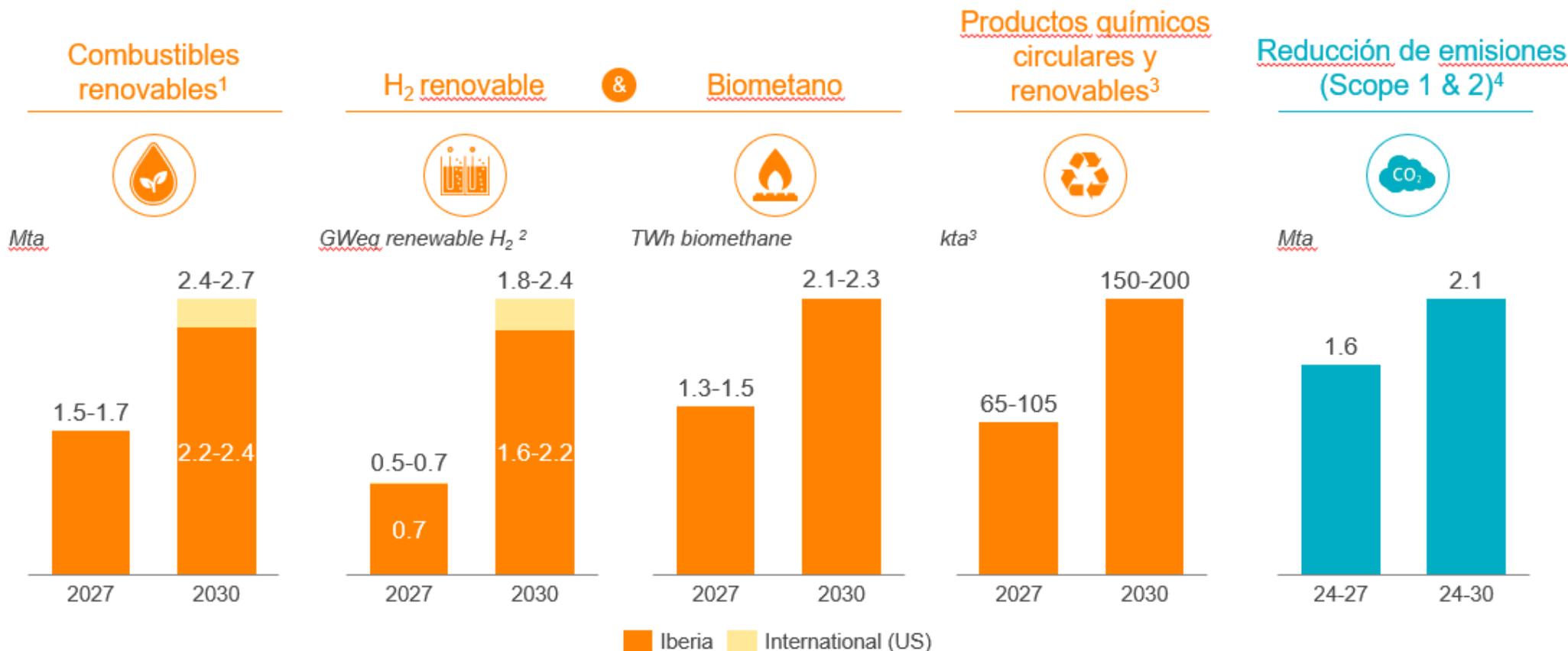


Materiales renovables y circulares



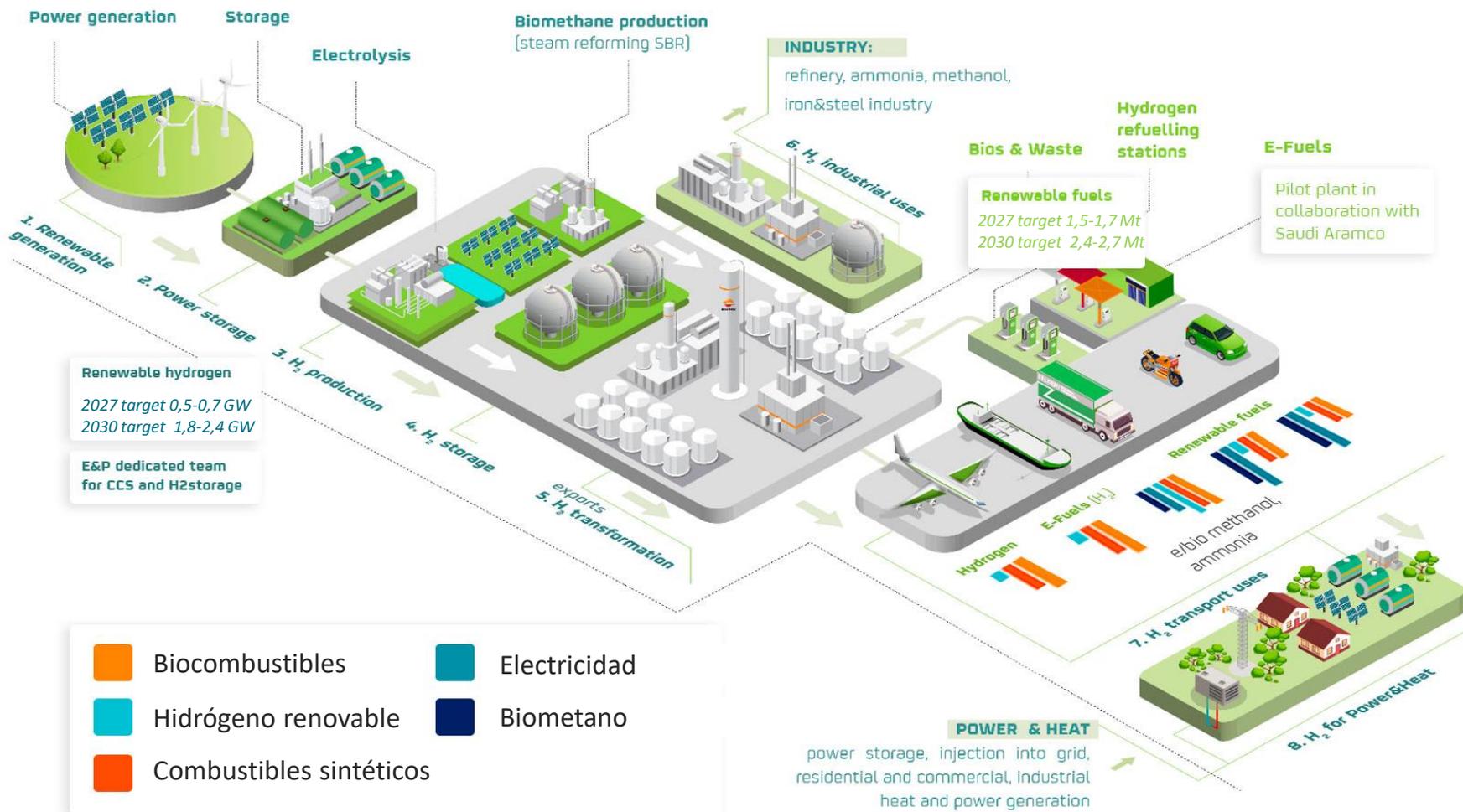
Generación eléctrica, calefacción, industria, residencial

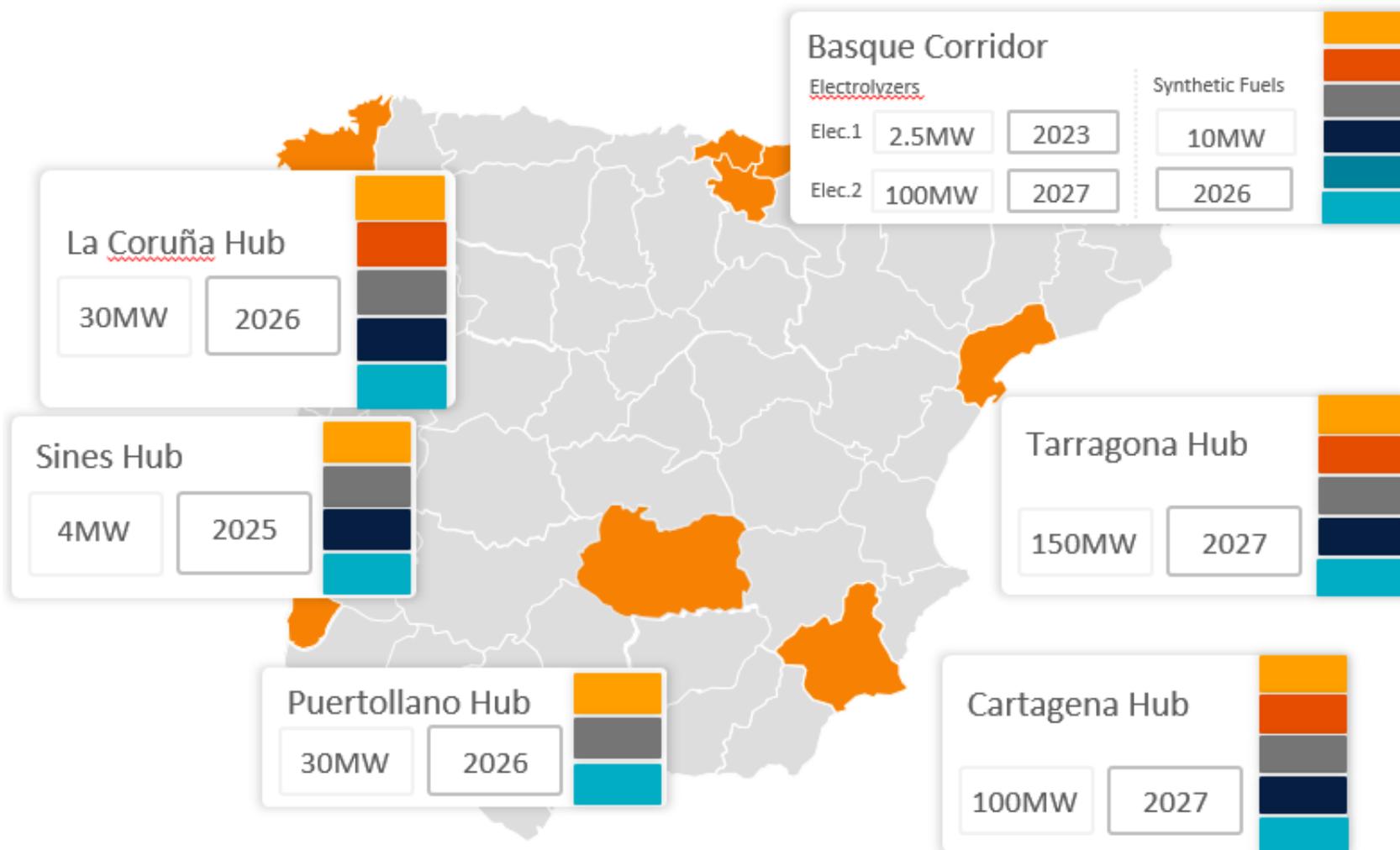
Crecimiento de negocios *low carbon* y progreso en sostenibilidad



1. Includes bioETBE and H2 as intermediate 2. Includes 0.2 GW equivalent capacity of biomethane SMR from 2025 3. Range between production and sales 4. Includes refining and chemicals facilities

Repsol está presente en toda la cadena de valor del hidrógeno





Phase I

Multi-production technology approach

- Electrolyzers
- Renewable H2 from waste
- Industries
- Port
- E-Fuels
- H2 refueling stations

Gross capacity COD

SHYNE

Spanish Hydrogen Network

La alianza SHYNE está formada por más de **30 entidades**, desde grandes empresas hasta pymes, centros de investigación y universidades.

SHYNE reúne a organizaciones de diferentes sectores con el objetivo de promover el H2 renovable en toda la cadena de valor en España considerando una variedad de aplicaciones.



MISIÓN

Impulsar la cadena de valor del **H2 renovable** fomentando la descarbonización de la **economía española y fortaleciendo a España** como actor relevante del H2.



OBJECTIVOS

- ✓ Impulsar la **creación de proyectos** de hidrógeno renovable
- ✓ Generar un ecosistema que conecte **iniciativas regionales y nacionales** en torno al hidrógeno renovable
- ✓ Hablar con **una sola voz** sobre temas críticos para el desarrollo del H2 en España



ALIANZA

- ✓ Advocacy
- ✓ Apoyo a la consolidación de los valles H2
- ✓ Comunicación de hitos relevantes



ASOCIACIÓN

- ✓ Plataforma habilitadora de proyectos
- ✓ Creación de mejores prácticas y estándares comerciales
- ✓ Generación de capacidades: necesidades de empleo y formación
- ✓ Comunicación de desarrollo de hitos y posición sobre temas críticos.
- ✓ Desarrollo de contactos externos con valles de H2, foros internacionales, etc.

Miembros de SHYNE

A través de sus miembros, SHYNE cubre gran parte de la cadena de valor, con empresas y entidades de diferentes tamaños que comparten los mismos objetivos.

Promotores



Colaboradores, beneficiarios y participantes



05.

Conclusiones y mensajes clave

Mensajes clave

1

Construir un nuevo sistema basado en recursos renovables e hidrógeno como nuevo vector energético es un desafío para el mundo y para la UE. La descarbonización es más que la electrificación: los **combustibles renovables** son una alternativa real, eficiente y complementaria para reducir emisiones en el transporte.

2

El **hidrógeno renovable** para España es una **oportunidad** de ganar un nuevo protagonismo en el sector energético europeo gracias a su gran disponibilidad de recurso renovable.

3

Repsol está preparado para ser un **actor relevante en el desarrollo de la economía del H₂ en Europa**, alineado con los objetivos nacionales y europeos.

4

La colaboración público-privada es necesaria para apoyar los proyectos de valles y los Hubs y así **alcanzar** los objetivos de producción y demanda.

5

Las **iniciativas privadas y la alianza SHYNE** liderando las colaboraciones son los **instrumentos adecuados para desarrollar la cadena de suministro del hidrógeno y alcanzar economías de escala.**





¡MUCHAS GRACIAS!

