

Transición Energética en la Península Ibérica

PONENTE: Ricardo Orta Asensio

Gerente de Proyectos de Hidrógeno en REPSOL

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

- 01 El problema. ¿Por qué necesitamos una transición energética?
- 02 Soluciones
- 03 Papel del hidrógeno renovable
- 04 ¿Qué está haciendo Repsol?
- 05 Conclusiones



El problema

¿Por qué necesitamos una transición energética?

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: cambios AMOC
- Escasez de alimentos
- Más riesgos para la salud
- Pobreza y desplazamiento.
- Aumento del riesgo de conflictos armados.
- 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%”

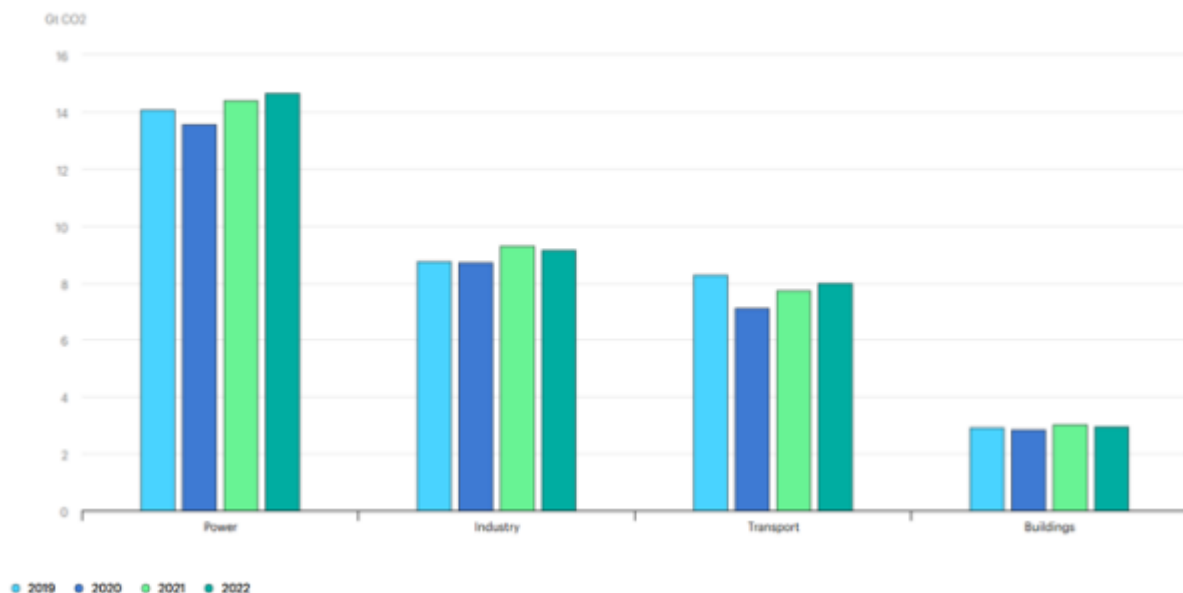


¿Por qué necesitamos una transición energética?

repsol

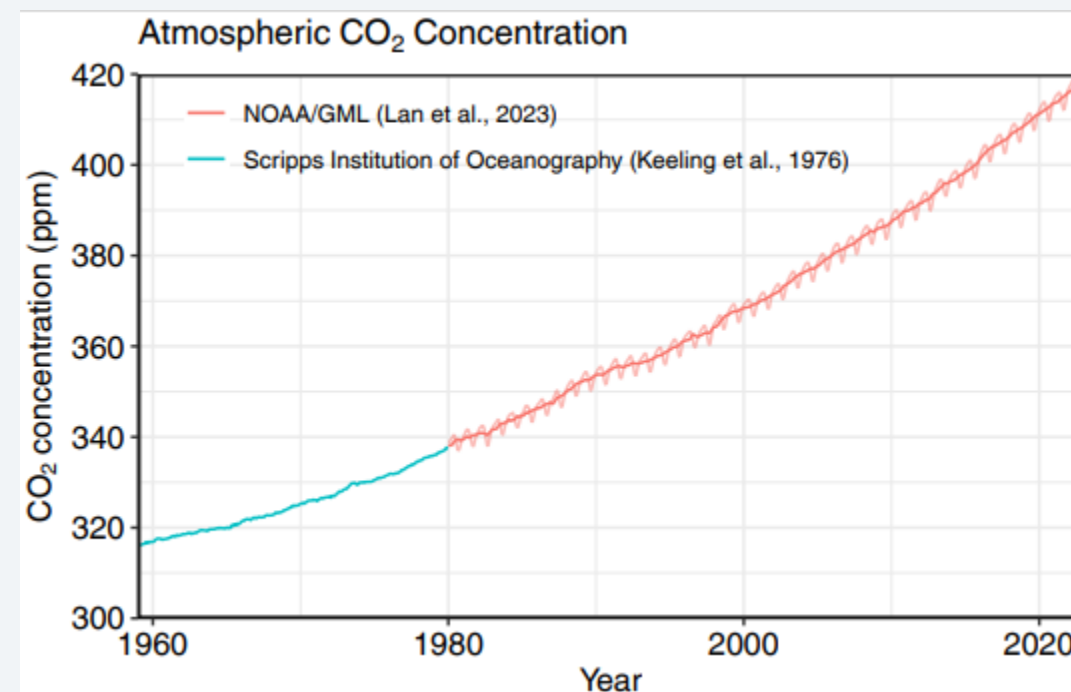
Las emisiones se reparten, sobre todo, entre estos sectores:

Global CO₂ emissions by sector, 2019-2022



Fuente: IEA CO₂ Emissions in 2022

Desde el inicio de la era industrial, la concentración de CO₂ en la atmósfera ha aumentado más de un 50%

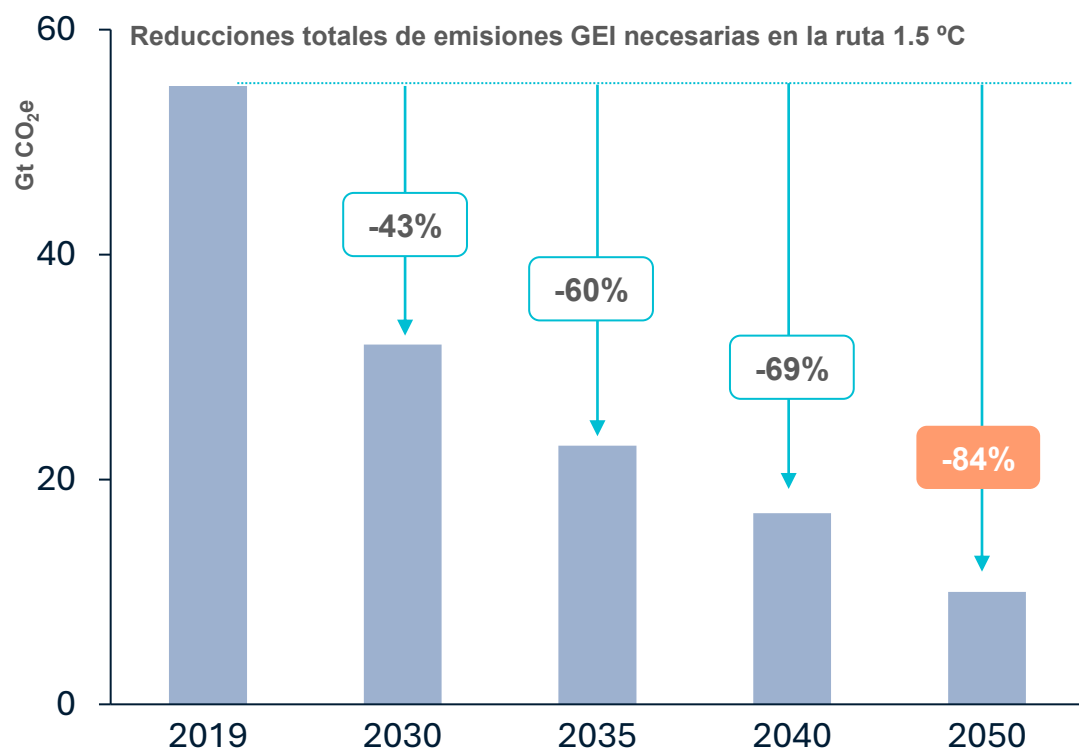


Fuente: Global Carbon Budget 2023

En 2023, cada persona en el mundo emitió en promedio aproximadamente 4,7 toneladas de CO₂ al año.

¿Por qué necesitamos una transición energética?

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



Fuente: IPCC (2023), Synthesis report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6)

Variación de emisiones por sectores desde 1990

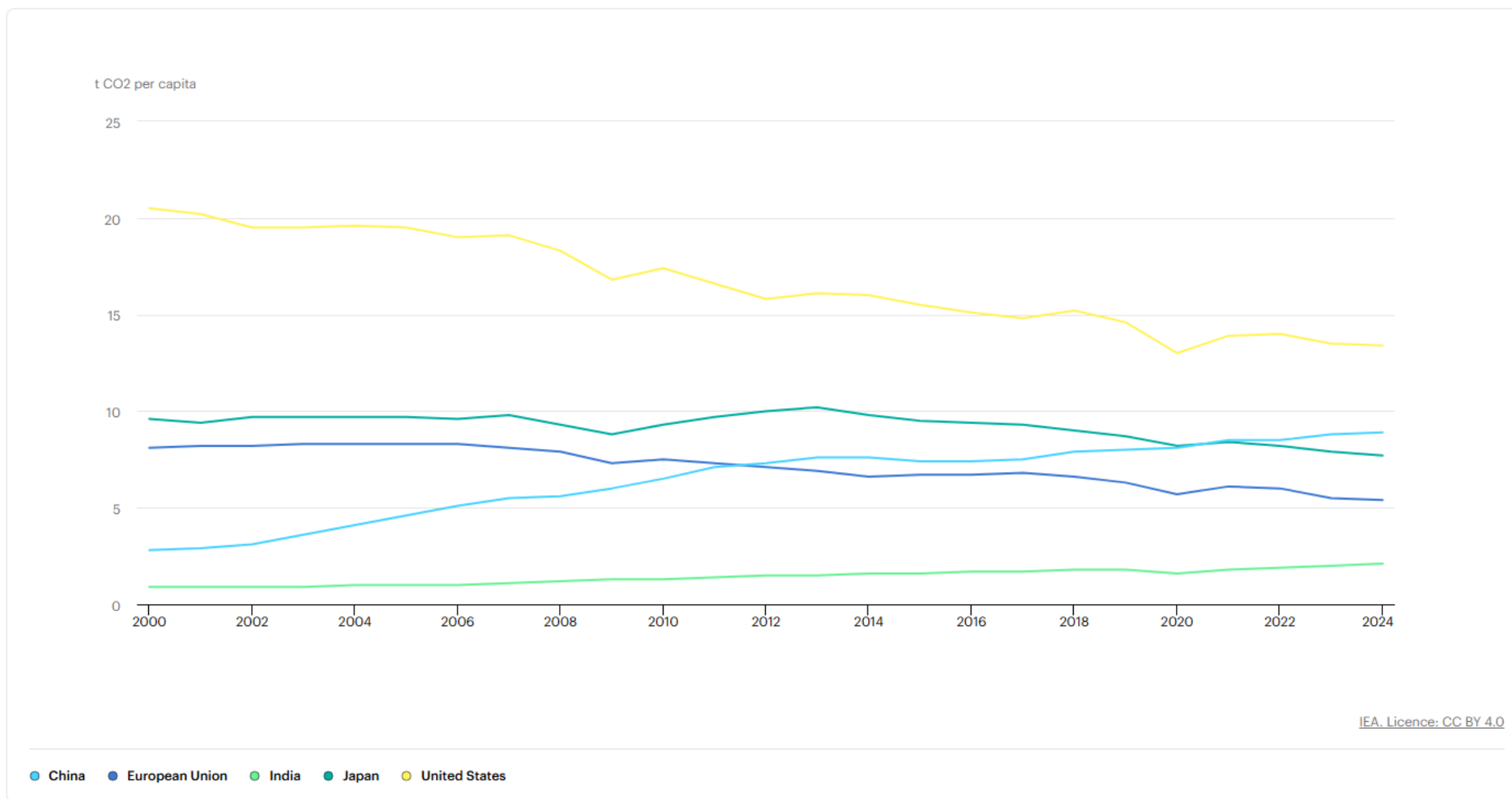
	2024 vs 1990	2024 vs 2005	2024 vs 2023
 Power Industry	 +104%	 +41%	 +2%
 Industrial Combustion and Processes	 +93%	 +43%	 +1%
 Buildings	 -4%	 -2%	 +1%
 Transport	 +79%	 +27%	 +1%
 Fuel Exploitation	 +52%	 +26%	 +2%
 Agriculture	 +25%	 +17%	 0%
 Waste	 +46%	 +27%	 0%
 All sectors	 +65%	 +30%	 +1%

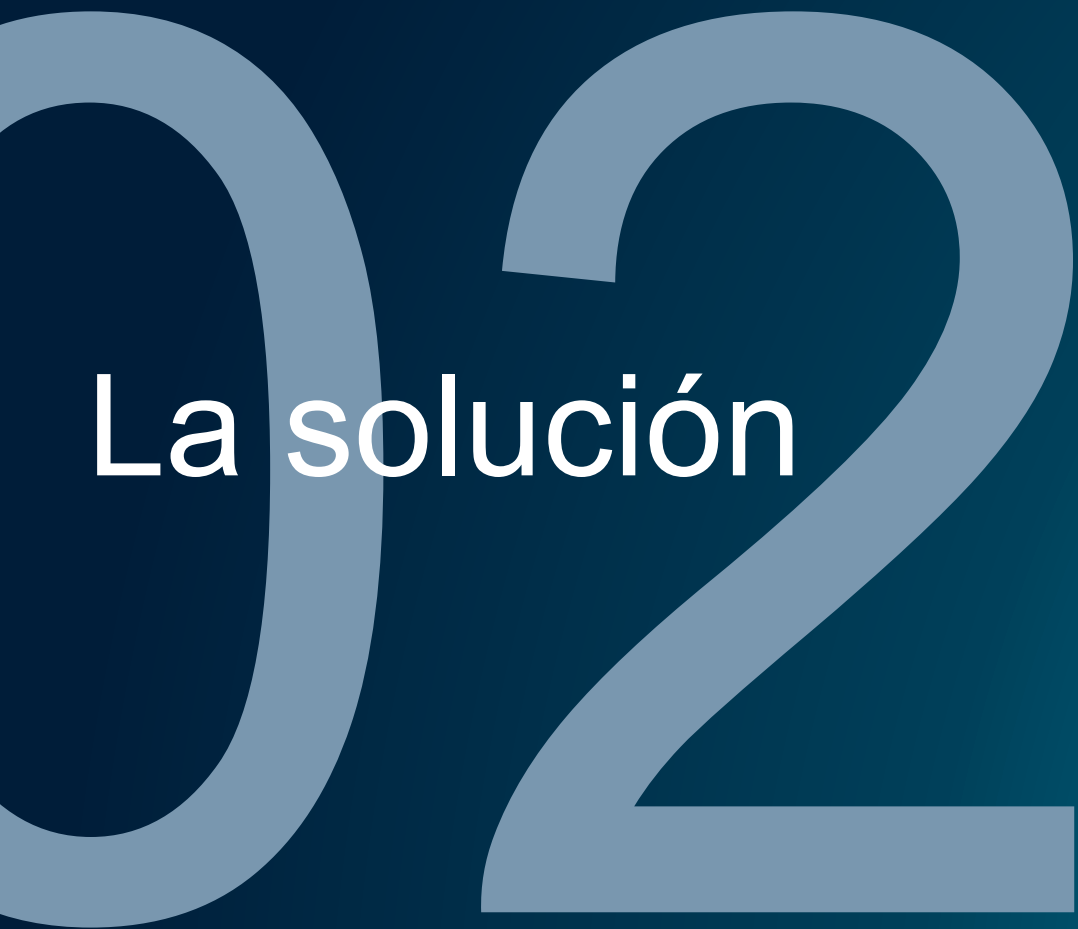
Fuente: GHG Emissions of all world countries – 2025 report (EU).



¿Por qué necesitamos una transición energética?

repsol

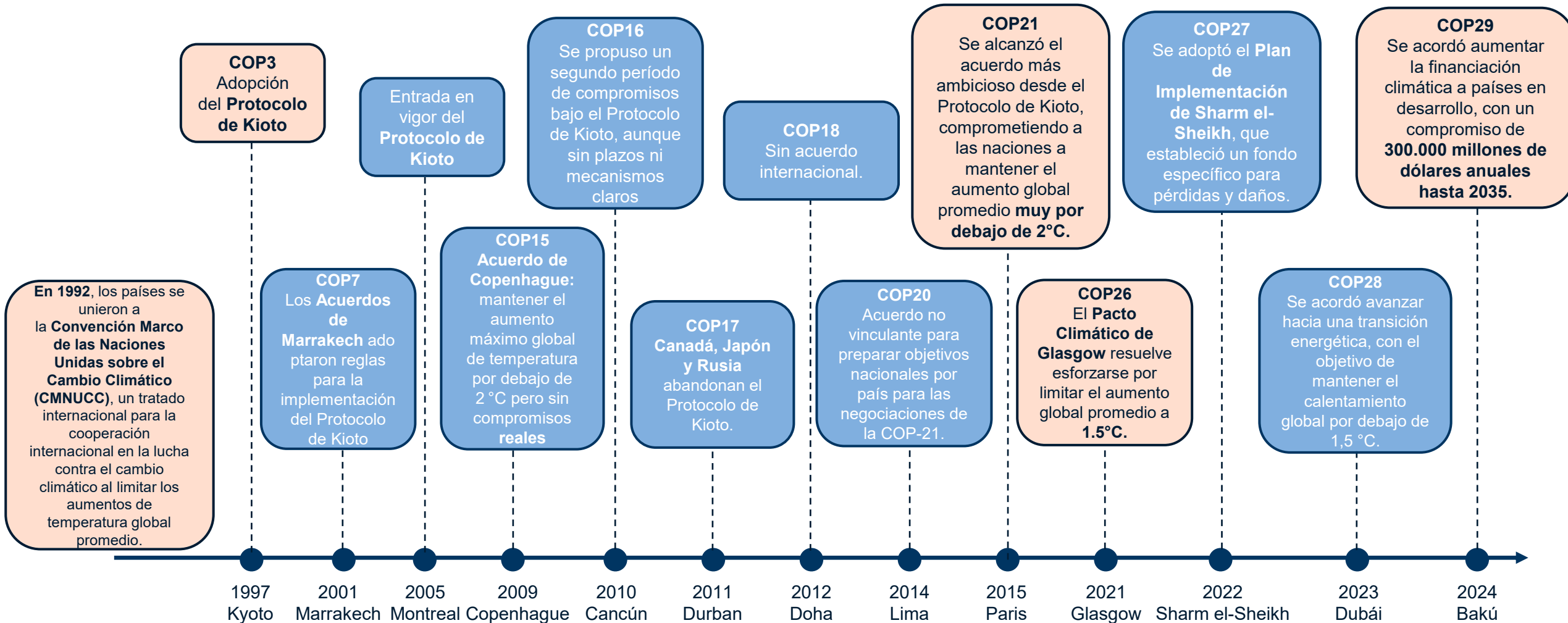




La solución

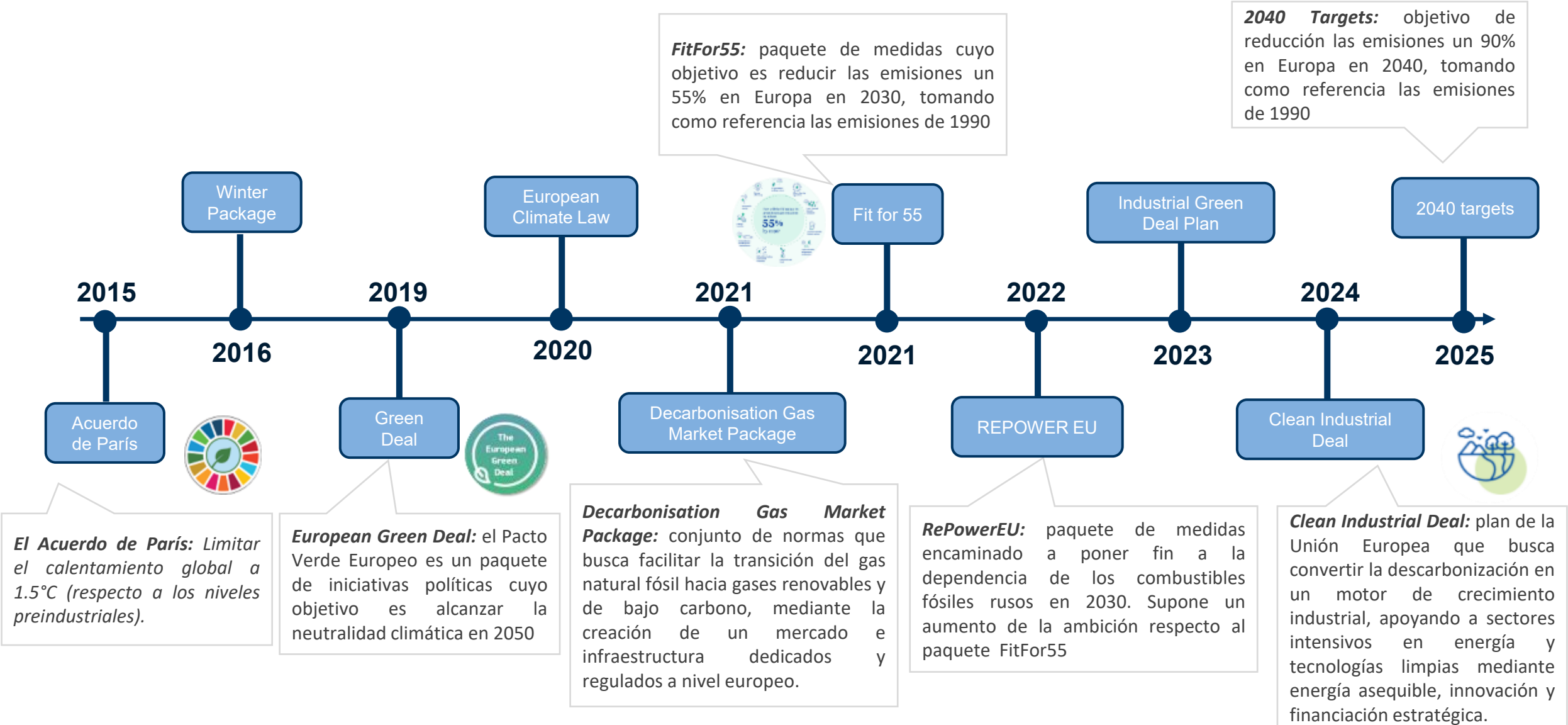
La solución

Los compromisos climáticos van más allá de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
La COP-29 acuña el lema “Solidaridad por un Mundo Verde”



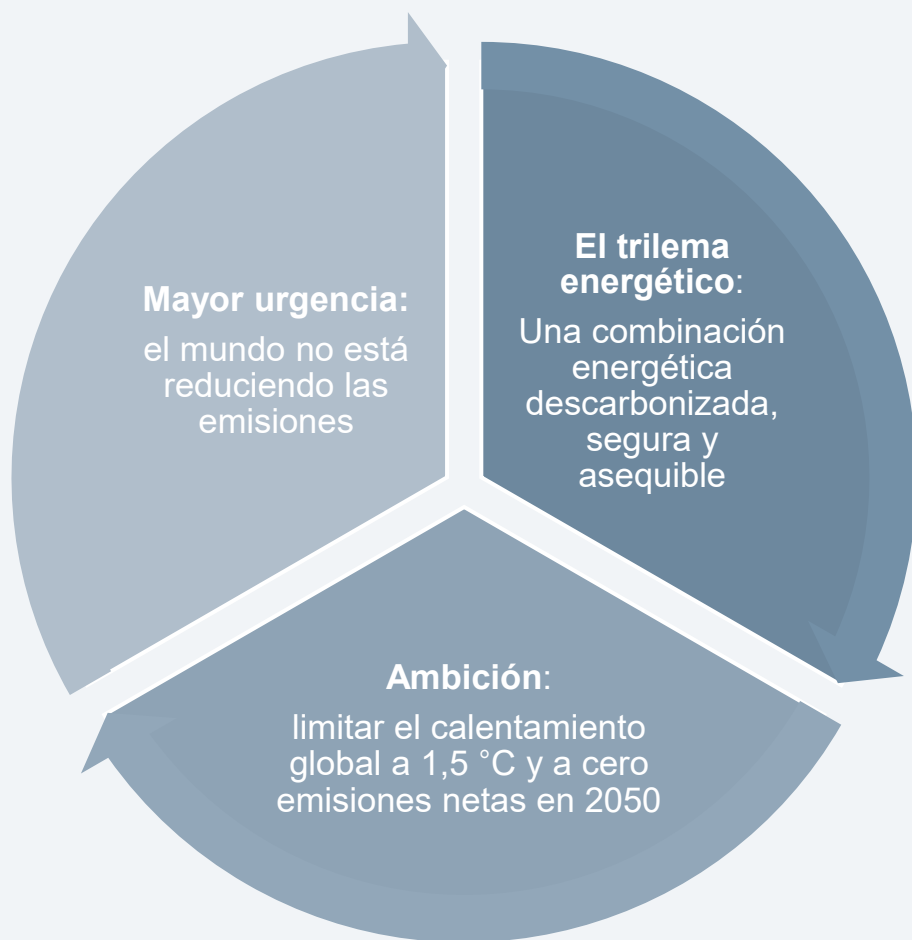
La solución

Iniciativas regulatorias para la mitigación del cambio climático



La solución

La transición energética: un panorama complejo



Sostenibilidad climática



Costes de transición y precio del carbono



Innovación tecnológica



Colaboración internacional



Gobernanza & Normativa



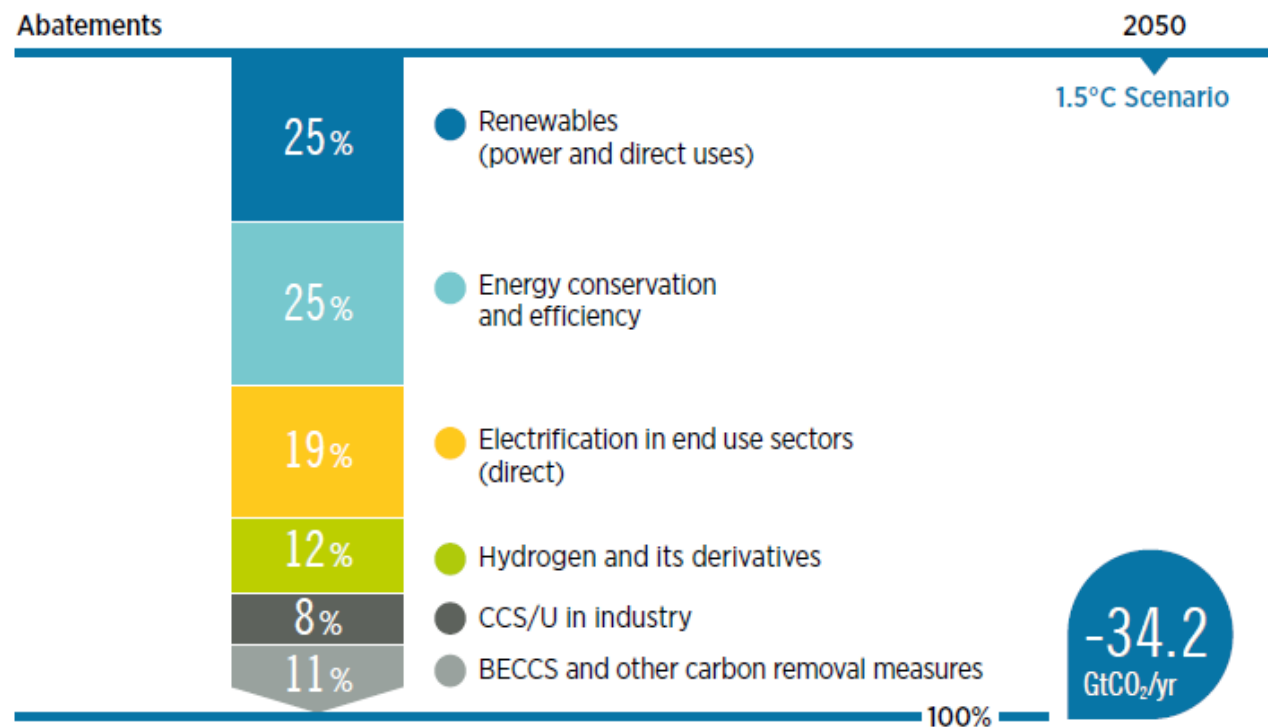
Estabilidad geopolítica



Seguridad energética

La solución

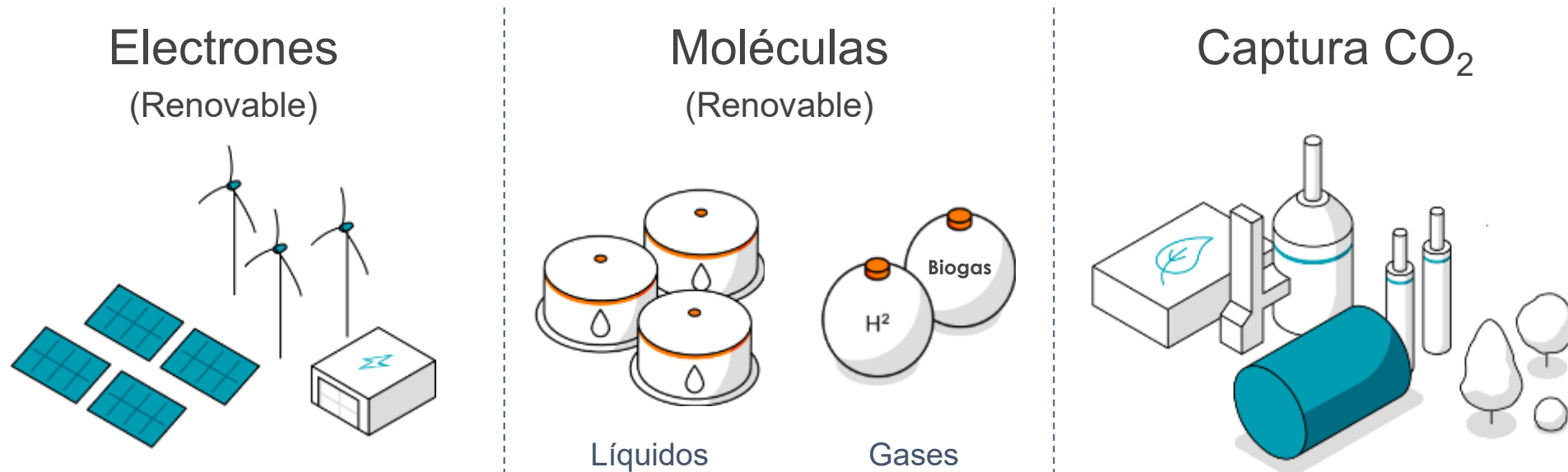
Reducción de emisiones bajo el escenario de 1,5°C en 2050



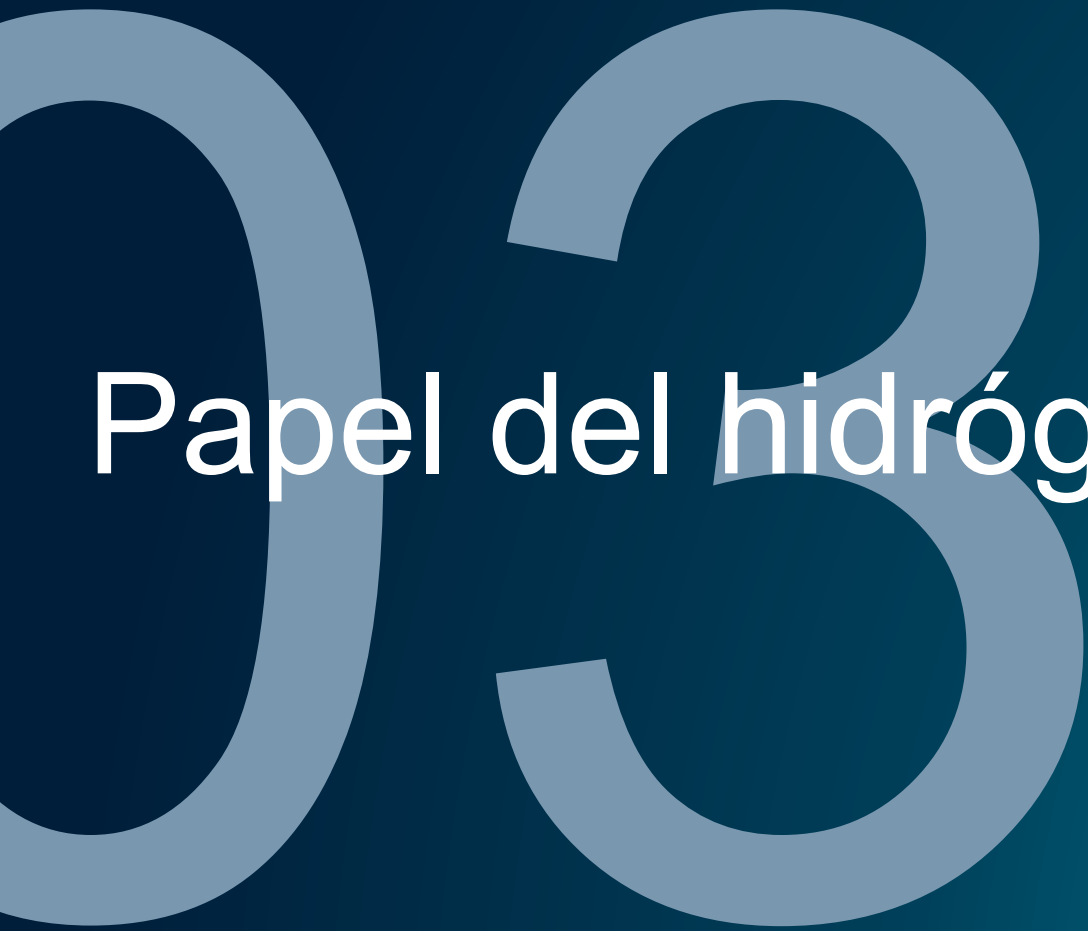
Notes: BECCS = bioenergy with carbon capture and storage; CCS/U = carbon capture and storage/utilisation; GtCO₂/yr = gigatonne of carbon dioxide per year.

La solución

Visión de la transición energética hacia la neutralidad climática



La descarbonización es más que la electrificación



Papel del hidrógeno renovable

3.1 Papel del hidrógeno renovable

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

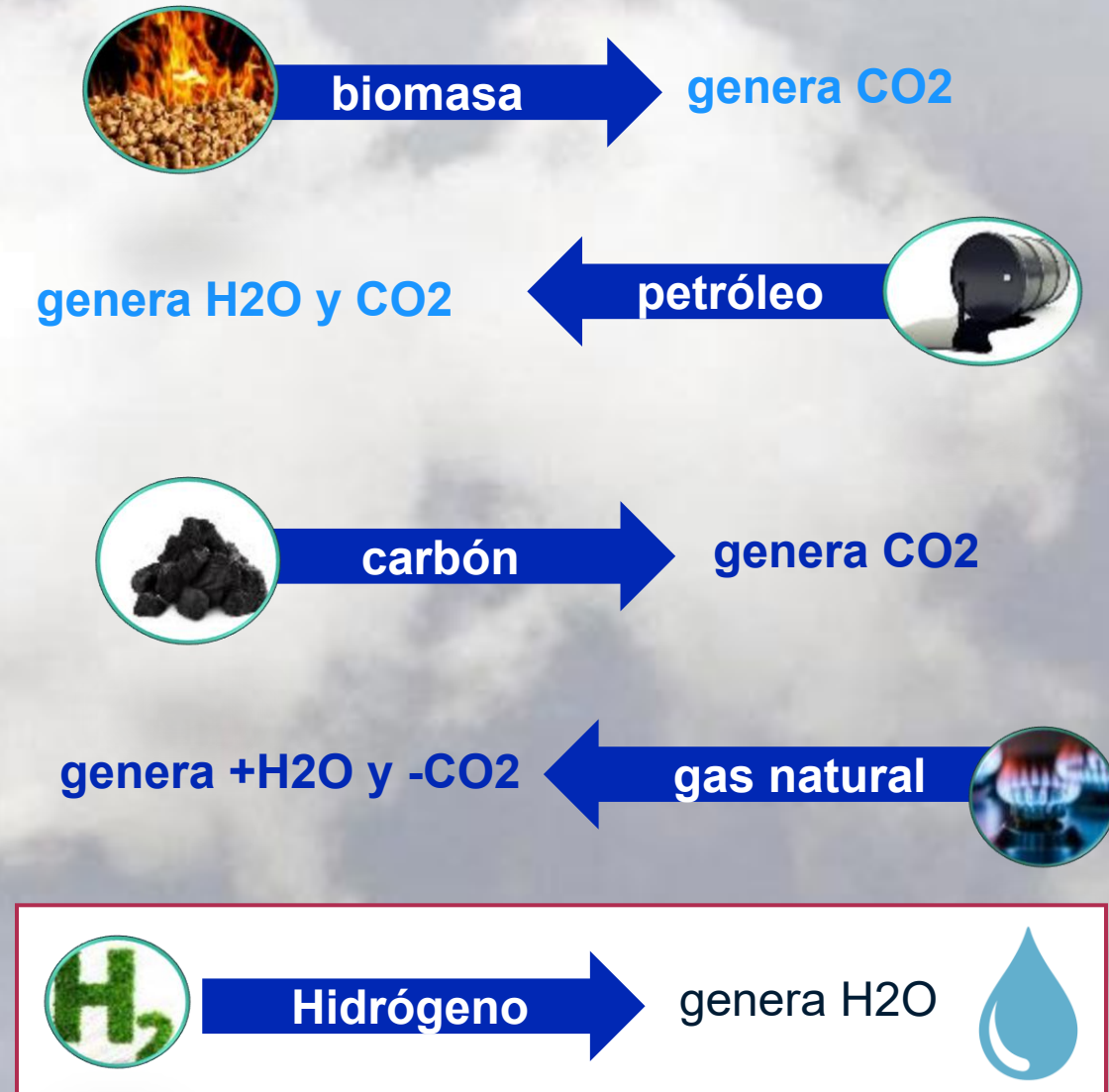
Seguridad del
suministro

Papel del hidrógeno renovable

repsol

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 contenido energético por kg.
- Hay que producirlo. No se encuentra en su forma molecular en la naturaleza.
- El único combustible cuya combustión sólo genera agua (H₂O).



Papel del hidrógeno renovable

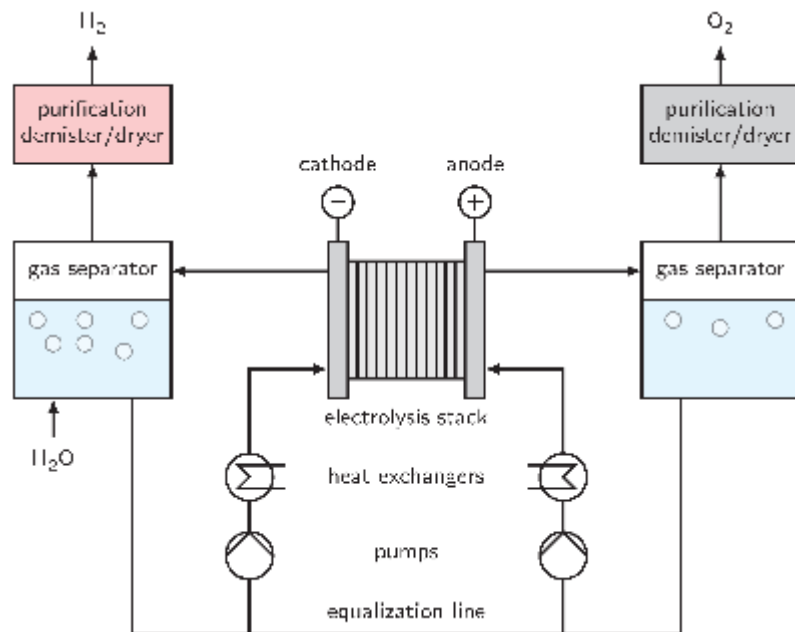
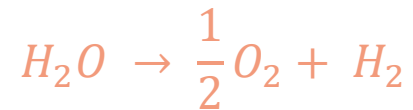
Rutas de producción de hidrógeno de baja huella de carbono y renovable

	Materia Prima	Tecnología	TRL	Descripción
Baja huella de carbono	 Hidrocarburos ligeros	Reformado con vapor + CCUS	8-9	Reformado de gas natural u otra fuente de hidrocarburos con vapor (SMR) acoplado a captura de CO ₂ y almacenamiento / uso.
		Pirólisis de metano	5	Descomposición de metano procedente del gas natural u otra fuente de hidrocarburo a alta temperatura con generación de hidrógeno y carbón sólido
Hidrógeno renovable	 Biomasa	Conversión bioquímica	8-9	Descomposición o digestión de biomasa en ausencia de oxígeno para producir biogás (metano+CO ₂). El biometano produce hidrógeno por SMR.
		Gasificación	8	Reacción de biomasa con vapor o por combustión parcial para producir gas de síntesis (CO+H ₂) a T>700°C. Reacción RWGS: CO + H ₂ O → CO ₂ +H ₂ .
		Pirólisis	6	Reacción de biomasa a alta temperatura (500-750°C) en ausencia de oxígeno, produciendo carbón sólido, hidrocarburo líquido y gas de síntesis (CO+H ₂).
		Electrólisis Alcalina	9 (8 a escala industrial)	Electrólisis de baja temperatura (70-90°C) que emplea electrodos sumergidos en un electrolito líquido alcalino.
	 Agua + electricidad renovable	Electrólisis PEM	8	Electrólisis de baja temperatura (50-80°C) que emplea una membrana de intercambio de protones como electrolito.
		Electrólisis SOEC	5-7	Electrólisis de alta temperatura (700-850°C) que emplea un electrolito de óxido sólido.
		Electrólisis AEM	3-5	Electrolizador de baja temperatura (40-60°C) que emplea una membrana de intercambio aniónico como electrolito.
		Ciclos solares termoquímicos	5	Proceso en dos pasos para la conversión de energía solar térmica en energía química.
	 Agua + energía solar	Fotoelectrocatalisis	4-5	Conversión directa de la radiación solar (fotones) en energía química en una celda fotoelectroquímica que contiene un fotoelectrodo.
		Fotocatálisis	3-4	Conversión directa de la radiación solar (fotones) en energía química mediante el uso de un fotocatalizador

Papel del hidrógeno renovable

Producción de hidrógeno a partir de la vía del agua

La electrólisis es una reacción química de descomposición del agua (H₂O) en oxígeno (O₂) y gas hidrógeno (H₂) activada por una corriente eléctrica.

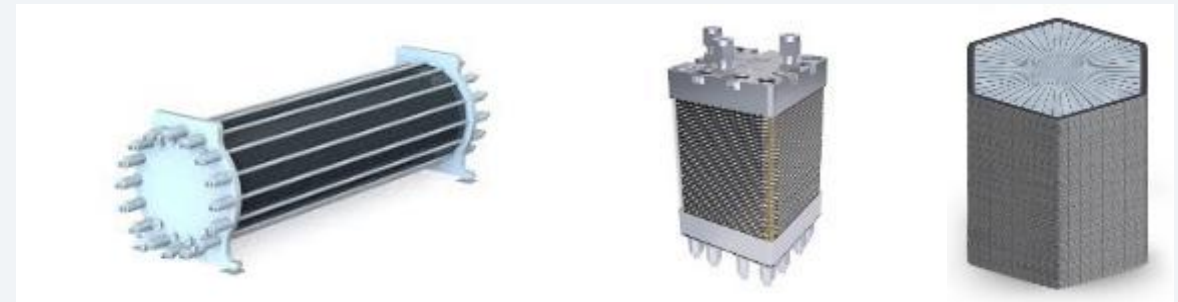


Celda electrolítica:

Electrodos: ánodo y cátodo, en contacto iónico a través del electrolito. En contacto con el agua, cuando se aplica una corriente eléctrica entre los electrodos, se forma hidrógeno en el cátodo (HER) y oxígeno en el ánodo (OER).

Tecnologías (con TRL's altos):

Alcalina – PEM - SOEC



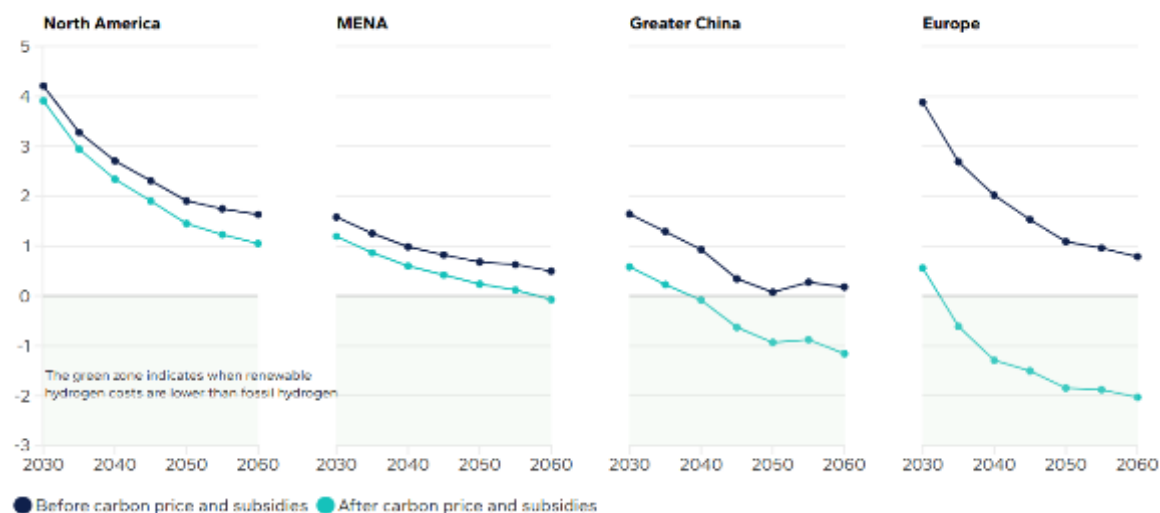
Papel del hidrógeno renovable

¿Como compara el H2 renovable con el gris?

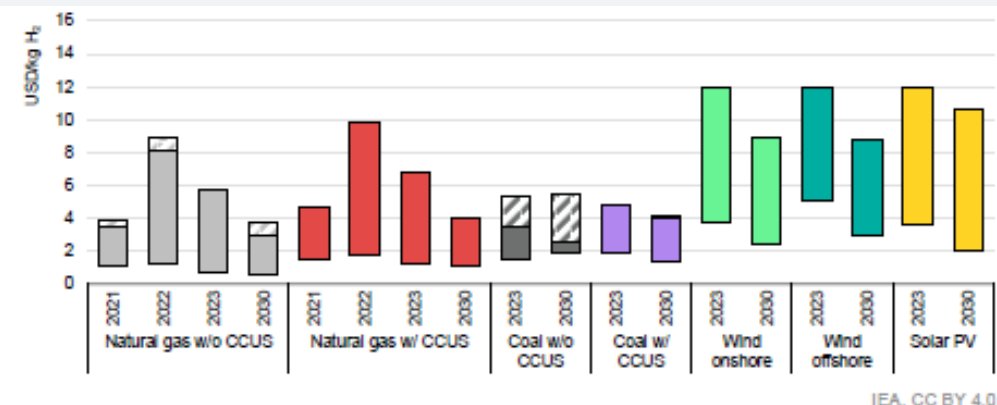
El hidrógeno producido con gas natural sin captura de carbono es actualmente una de las opciones más baratas.

Para 2030, se espera que el hidrógeno renovable (solar y eólico) reduzca sus costes.

Cost gap between fossil and renewable hydrogen (USD/kg)



Comparación de la Agencia Internacional de la Energía (IEA) del coste de producción de Hidrógeno en 2023 y el escenario NZE en 2030.



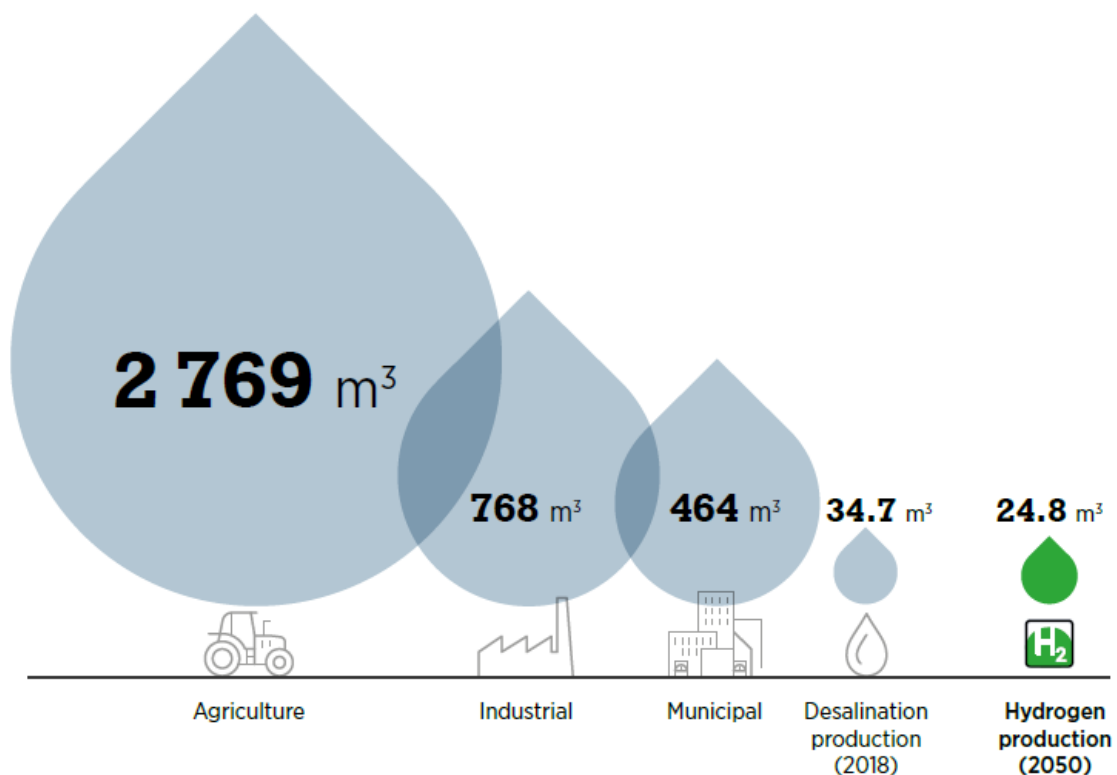
Notes: CCUS = carbon capture, utilisation and storage; w/ = with; w/o = without. Cost ranges reflect regional differences in fossil fuel prices, renewable costs, CO₂ prices, technology CAPEX and OPEX as well as cost of capital. Natural gas price is USD 5-21/MBtu for 2021, USD 6-51/MBtu for 2022, USD 3-35/MBtu for 2023 and USD 1-15/MBtu for 2030 NZE. Coal price is USD 9-270/t for 2023 and USD 1-120/t for the NZE Scenario in 2030. The levelised production cost of solar PV electricity is USD 20-120/MWh for 2023, USD 14-90/MWh for the NZE Scenario in 2030, with capacity factor of 12-35%. Onshore wind electricity levelised production cost is USD 23-110/MWh for 2023, USD 22-100/MWh for the NZE Scenario in 2030, with a capacity factor of 15-53%. The offshore wind electricity levelised production cost is USD 55-230/MWh for 2023, USD 36-145/MWh for the NZE in 2030, with a capacity factor of 32-67%. Electrolyser CAPEX is USD 950/kW for the NZE Scenario in 2030 and includes the electrolyser system, its balance of plant and EPC, installation cost and contingencies; electrolyser capacity factor assumed to be the same as the renewable power plant. The cost of capital is 6-20%. The dashed area represents the CO₂ price impact, based on USD 15-140/t CO₂ for the NZE Scenario. Renewable-based hydrogen production costs are capped at USD 12/kg H₂. Water cost is not included. Other techno-economic assumptions are included in the Annex.

Sources: Based on data from McKinsey & Company and the Hydrogen Council; [NETL \(2022\)](#); [IEA GHG \(2017\)](#).

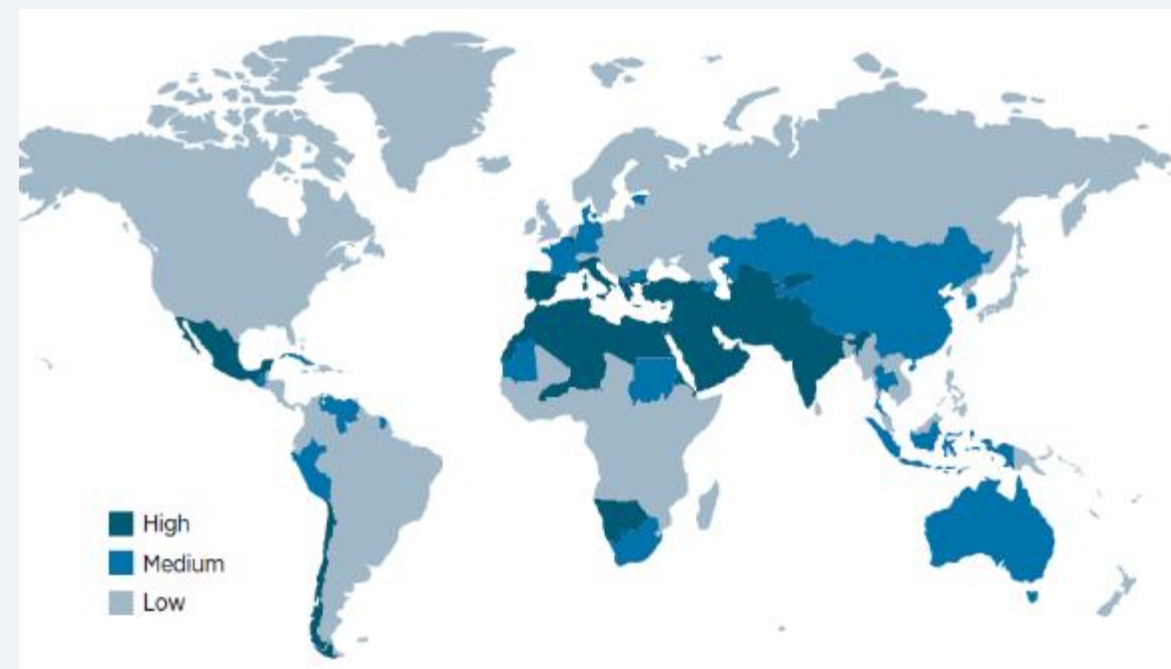
Papel del hidrógeno renovable

Huella hídrica del hidrógeno renovable

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



Mapa térmico de los niveles de estrés hídrico



Papel del hidrógeno renovable

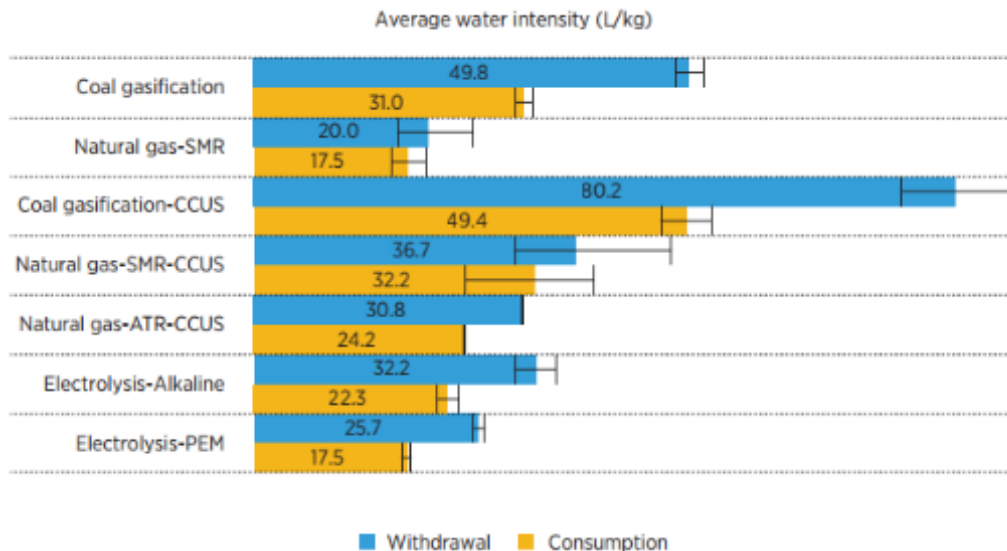
Huella hídrica del hidrógeno renovable - soluciones

Plantas con alto consumo de agua

Producción de hidrógeno: 10 kg H₂O ultrapura por kg de Hidrógeno producido. Según la calidad del agua de alimentación 15 kg a 20 kg de agua por kg de H₂.

Proceso requiere un consumo elevado de refrigeración.

Degradación del electrolizador puede llegar a doblar las necesidades de refrigeración al final de su vida útil.



Fuentes alternativas de suministro de agua

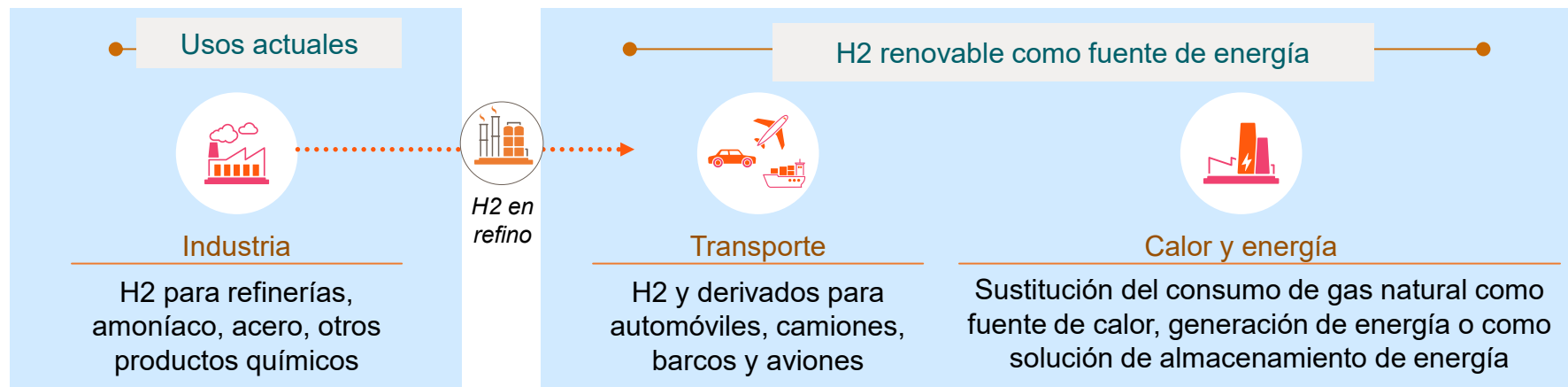
Agua regenerada industrial y revalorización de aguas residuales. Maximizar recuperación de rechazos.
Desalación de agua (*)

Rediseño del sistema de refrigeración

Refrigeración con agua de mar. Maximizar refrigeración por aire.
Integración con otras instalaciones. Evaluar incorporación de bomba de calor

Papel del hidrógeno renovable

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.



Sin embargo, todavía hay retos relevantes para el H2

Inmadurez tecnológica

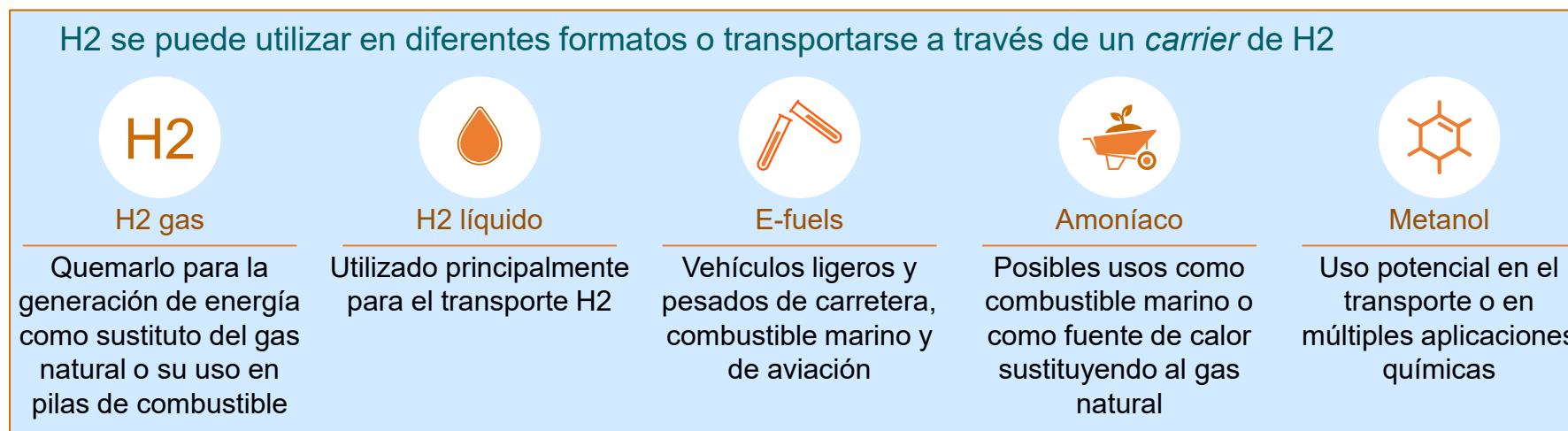
- La tecnología del hidrógeno renovable todavía está en desarrollo, con solo plantas a pequeña escala en operación

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



Papel del hidrógeno renovable

Nuevo negocio regulado

Demanda



- Transporte:
 - 1% de la energía suministrada al transporte debe ser RFNBO en 2030.
 - Los biocombustibles avanzados + RFNBOs deberán representar el 5,5% de la energía suministrada al transporte en 2030.
 - Objetivo general de reducción de emisiones (-14,5%) o de penetración de energías renovables (29%) en 2030.
- Aviación
 - Calendario hasta 2050 para la penetración de SAF e e-SAF (desde el 1,2% hasta el 35%)
- Marítimo
 - Calendario de descarbonización hasta 2050 hasta alcanzar una reducción de emisiones del 80%
- Industria
 - Requisito de consumo de un 42% de RFNBO en el H2 suministrado a la industria en 2030 y 60% en 2035.
- 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
- 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

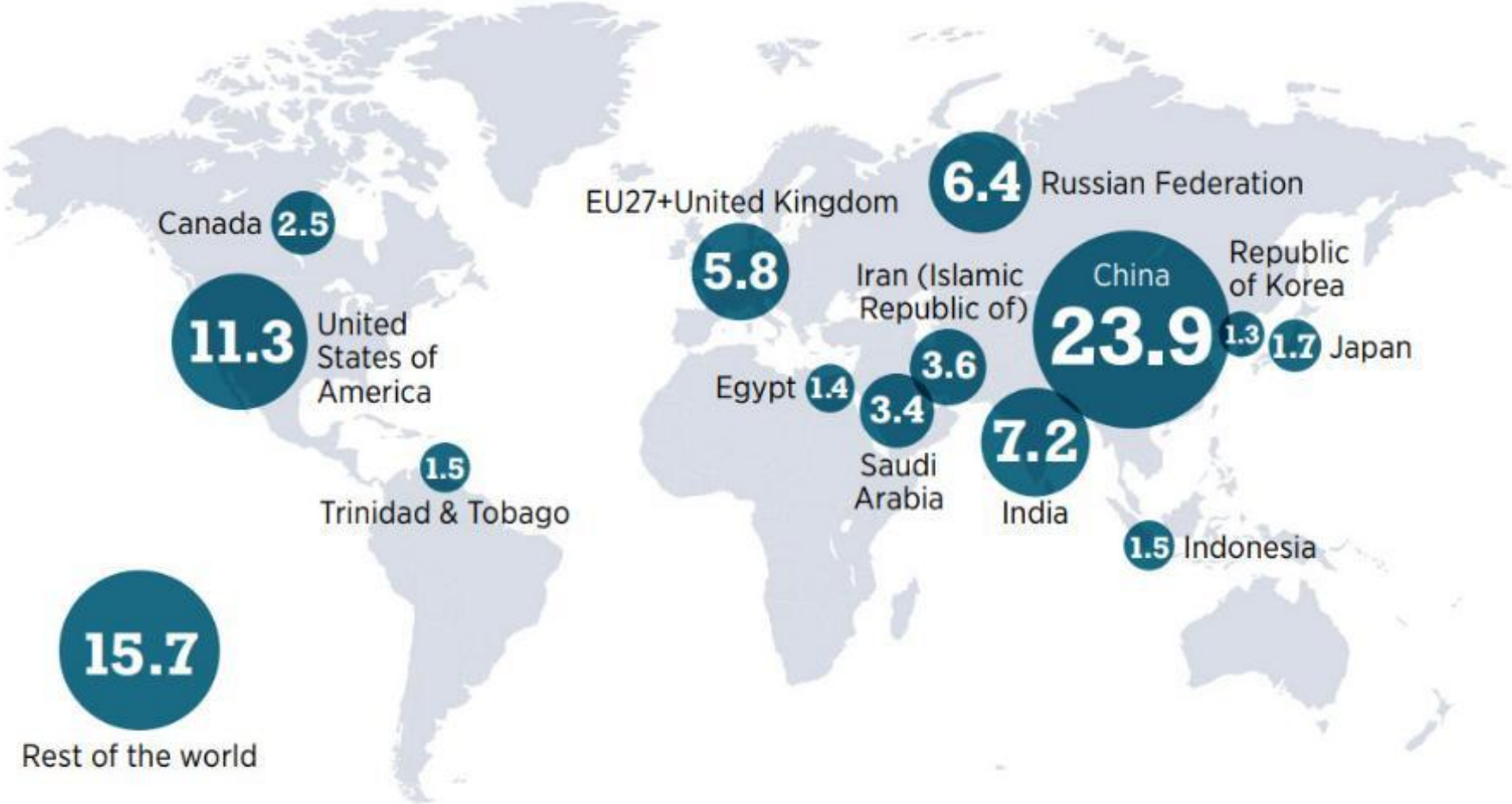


3.2 Papel del hidrógeno renovable

Situación actual y expectativas a futuro del hidrógeno

Papel del hidrógeno renovable. Situación actual

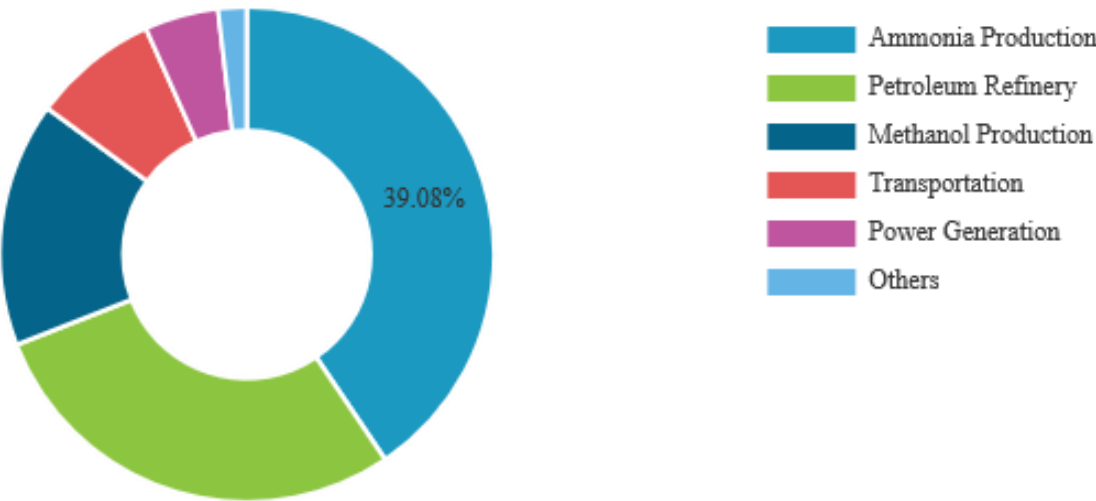
Consumo de hidrógeno a nivel global en 2020 (millones ton/año)



Papel del hidrógeno renovable. Situación actual

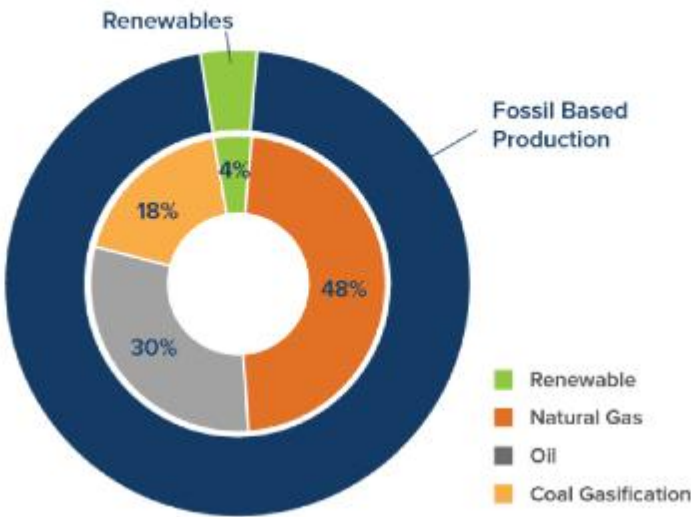
Consumo de hidrógeno por sectores y producción por fuentes

Global Hydrogen Generation Market Share, By Application, 2026



www.fortunebusinessinsights.com

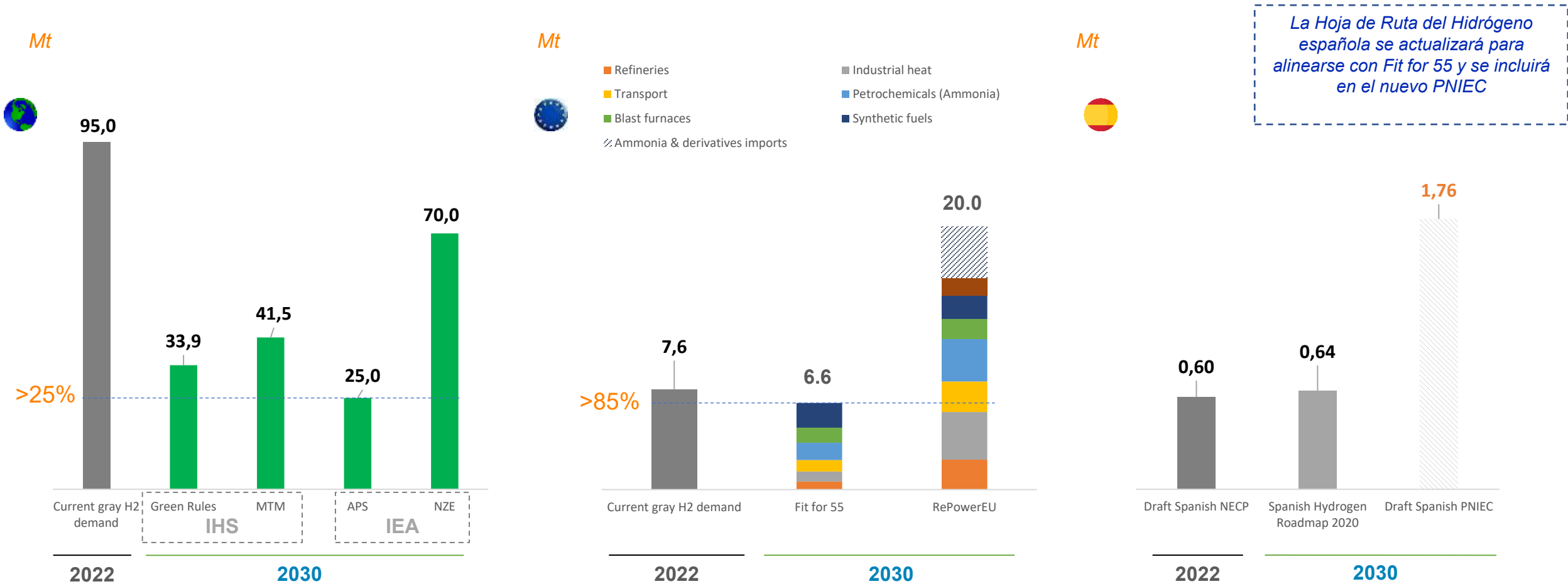
Hydrogen Production as % of Total Metric Tonnes



España: 500 a 600 kta
70% consumo en industria de refino.
Fuente: mitego.Gob.es

Papel del hidrógeno renovable

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%.

3.3 Papel del hidrógeno renovable

Retos y oportunidades

Papel del hidrógeno renovable

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



High costs of low carbon hydrogen production



Lack of dedicated infrastructure



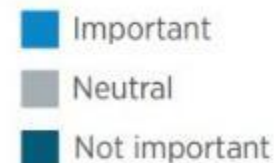
Climate concerns
(regarding current fossil fuel based H₂ production)



Technology limits



Lack of access to capital and investment incentives



Papel del hidrógeno renovable

Cuatro oportunidades clave para expandir el hidrógeno para 2030



04

¿Qué está haciendo Repsol?

Repsol Cero Emisiones Netas en 2050

2030
-28%

Objetivos de reducción del Indicador de Intensidad de Carbono (ICC)

2040
-55%

2050

Cero Emisiones Netas en 2050

- Primera compañía del sector en anunciar su compromiso de alcanzar las **cero emisiones netas en 2050**
- 2024-2027: **+35% de las inversiones netas** destinados a iniciativas bajas en carbono
- Posición de liderazgo en los principales ratings y clasificaciones ESG

Contamos con nuestro ICC para fijar nuestros objetivos de reducción de emisiones y monitorizar nuestro avance en su consecución

¿Qué hacemos?

repsol

Repsol puede satisfacer todas las necesidades energéticas de los clientes en el hogar y la movilidad, con una visión de futuro basada en la innovación, la eficiencia, el respeto y la creación de valor para el progreso de la sociedad.

Obtenemos energía de distintas fuentes:



Hidrocarburos

- Exploración
- Producción



Energías renovables

- Eólica
- Eólica flotante
- Fotovoltaica
- Hidroeléctrica

Y la transformamos en productos y servicios para nuestros clientes:



Movilidad

- Combustibles tradicionales
- Combustibles renovables
- Servicios de movilidad
- Movilidad eléctrica
- AutoGas y GNV



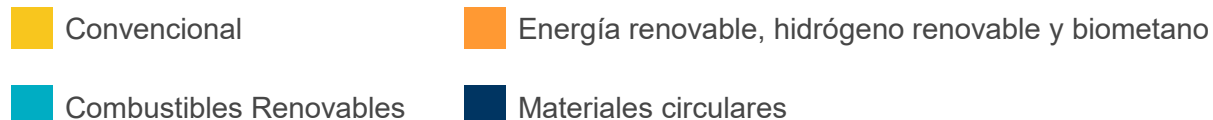
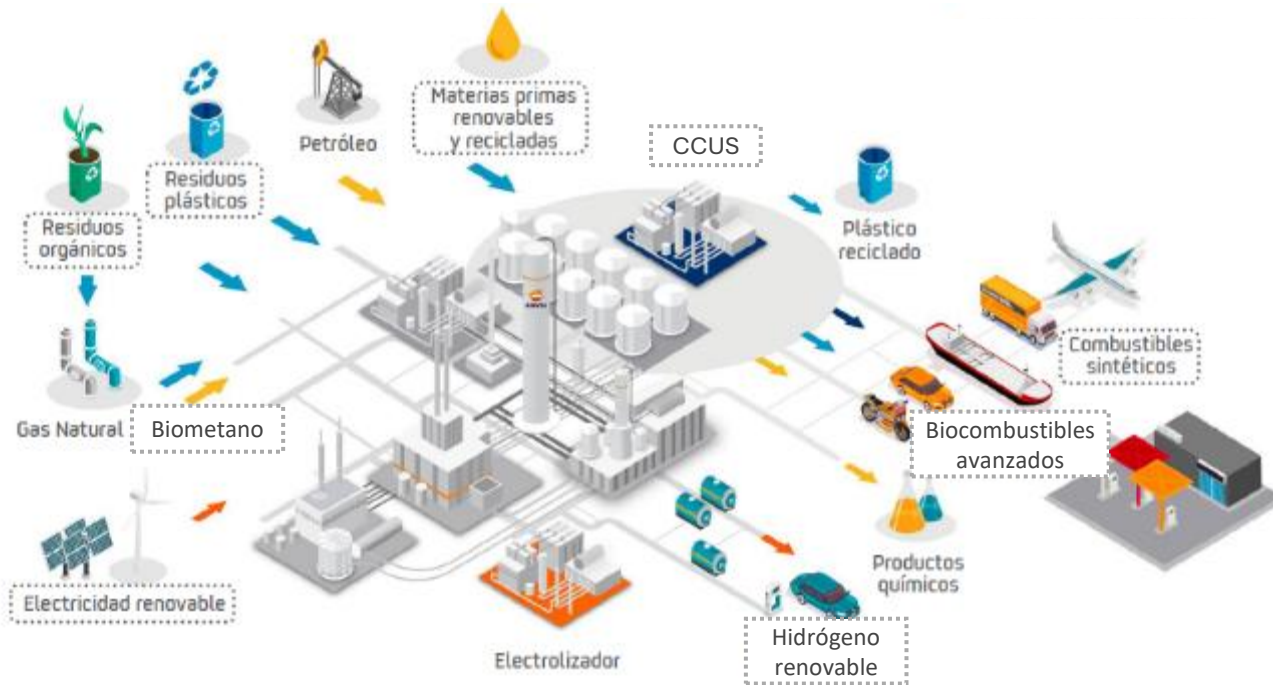
Hogar

- Electricidad y gas
- Servicios de valor añadido de electricidad y gas
- Autoconsumo y Generación distribuida
- GLP
- Gasóleos y fuelóleos

Integración en la cadena de valor

repsol

Transformando los sites de Repsol de Iberia en plataformas de combustibles renovables, donde la economía circular juega un papel fundamental y donde ya se incorporan nuevos vectores energéticos



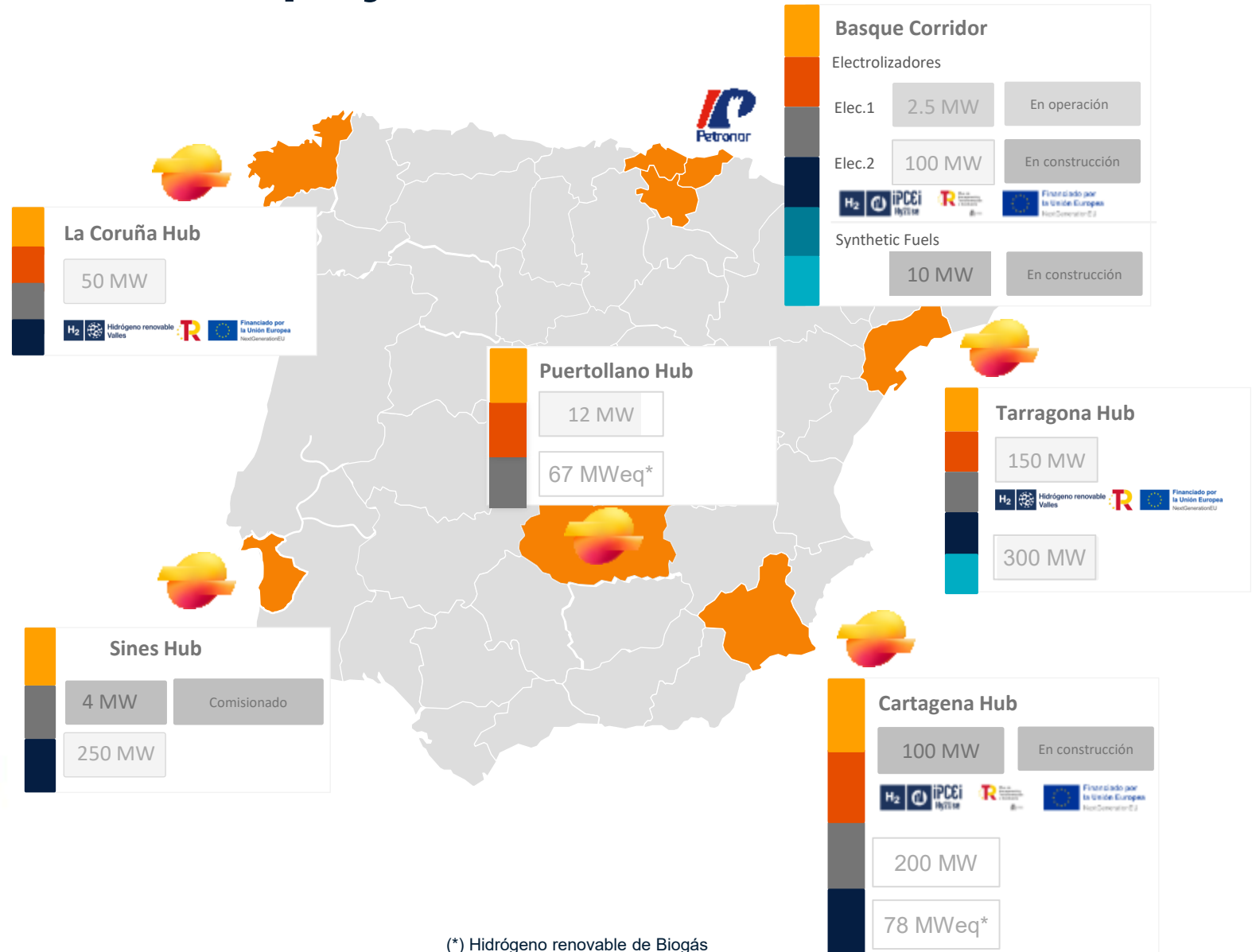
- 1 **Hidrógeno renovable** de electrólisis o **biometano** para la producción de combustibles líquidos de bajo carbono o uso directo como combustible gas.
- 2 Residuos urbanos, forestales, agrícolas e industriales y plásticos usados como materia prima para **biocombustibles avanzados** o plásticos circulares.
- 3 CO₂ capturado de los procesos existentes utilizado como materia prima con hidrógeno renovable para **combustibles sintéticos**
- 4 Electricidad renovable y combustibles de bajo carbono como plataforma dual para una **movilidad descarbonizada**.

Repsol está desarrollando proyectos de hidrógeno renovable en todos sus complejos industriales en Iberia

Multi-production technology approach

- Electrolyzer
- Renewable H2 from biomethane
- Industries
- Port
- E-Fuels
- H2 refueling stations

Gross Capacity



(*) Hidrógeno renovable de Biogás

Estrategia hidrógeno renovable de Repsol

Repsol visualiza el desarrollo del hidrógeno a través de una hoja de ruta en tres fases.



Fase I (2027–2030)
Descarbonización



Sustitución del hidrógeno gris por alternativas renovables

Fase II (2030+)
Combustibles



Escalado de la producción de combustibles sintéticos y consumo directo

Fase III (2035+)
Conectar los mercados



Habilitación del comercio de hidrógeno e integración en el mercado

Aprovechando los bajos costes marginales de la producción de hidrógeno renovable a gran escala, **surgirán nuevas aplicaciones.**



Movilidad



Calor industrial



Flexibilidad del sistema eléctrico

Ambición de hidrógeno renovable

repsol

Aprovechando las capacidades industriales y alianzas de Repsol

Repsol está desarrollando nuevas oportunidades y creando nuevos negocios, de acuerdo a regulación y tendencias de mercado

Planta de e-fuels para fortalecer la posición de hidrógeno de Repsol e incrementar cuota en un mercado altamente sinérgico a largo plazo

Participación en **proyectos piloto con terceros** para desarrollar posicionamiento y *know-how* en nuevas aplicaciones



Despliegue de capacidad de **electrolizadores en nuestras refinerías** para desarrollar experiencia y escala. La ambición está bajo revisión para considerar actualizaciones regulatorias

Portafolio de opciones de **combustibles alternativos equilibrado**, para cumplir con la regulación para reducir la huella de carbono

Volúmenes de terceros para cubrir necesidades industriales adicionales

La Red Española de Hidrógeno SHYNE

repsol

Repsol actúa como promotor de la Asociación, colaborando con otras empresas españolas de referencia



Asociación multisectorial de España.

El compromiso y la suma de sus capacidades situarán a España a la vanguardia tecnológica, como una de las potencias en la economía del hidrógeno renovable en Europa.

Objetivos de SHYNE



- Fomentar la creación de proyectos de hidrógeno



- Generar un ecosistema que conecte iniciativas interregionales y nacionales, agregando a los principales actores de la cadena de valor del H₂ y situando a España como país referente



- Hablar con una sola voz sobre temas específicos y críticos de acuerdo con los intereses de sus socios, influenciando en la regulación, políticas y estrategia del hidrógeno

PROMOTERS



PARTICIPANTS AND COLLABORATORS



05

Conclusiones y 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 Hidrógeno** 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!

