

Visión energética y de soluciones para la descarbonización

Industria siderúrgica

Fundación Repsol | Open Room
17 de septiembre de 2026

Cátedra de
transición
energética



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI



repsol
fundación

repsol
Technology Lab

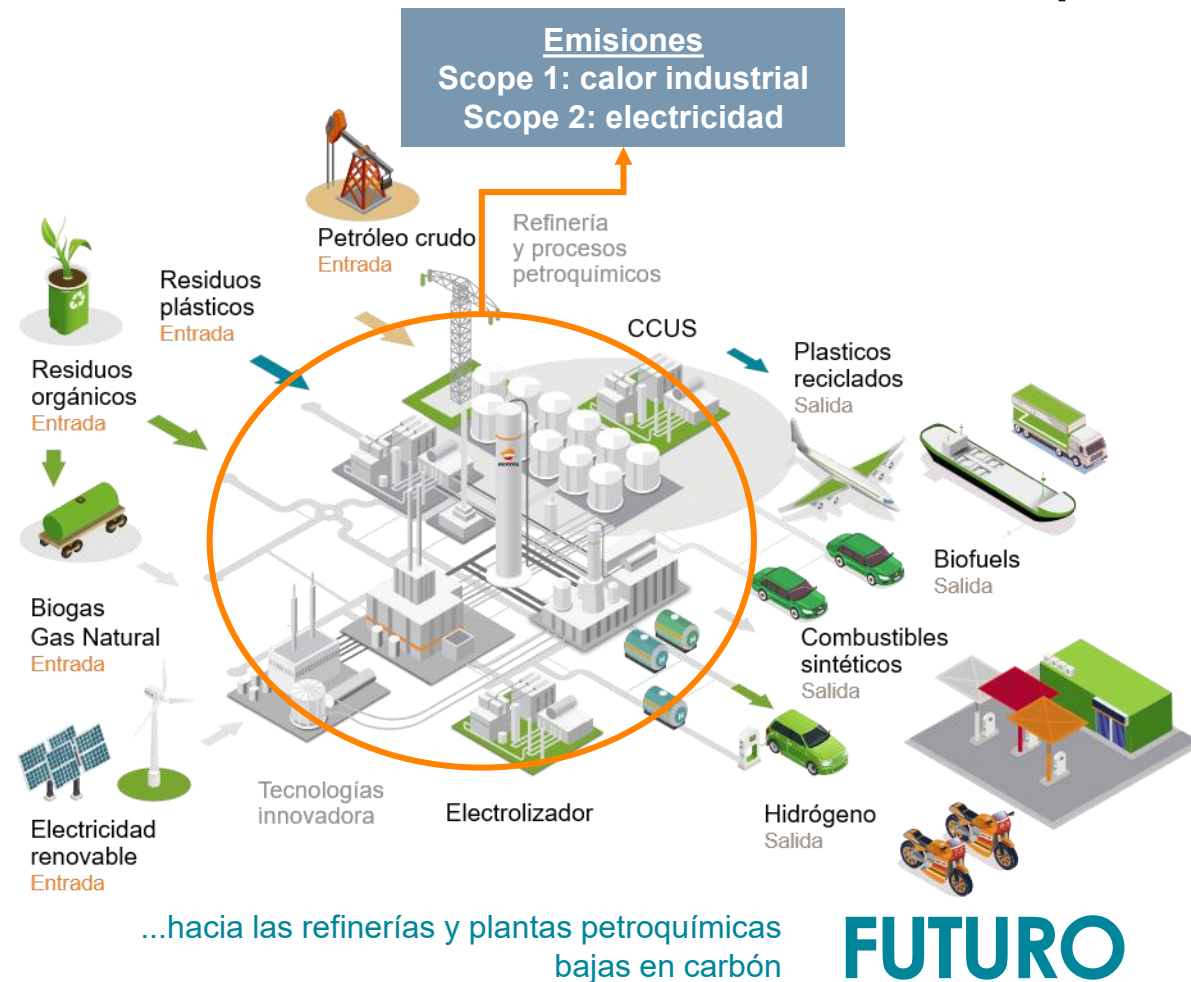
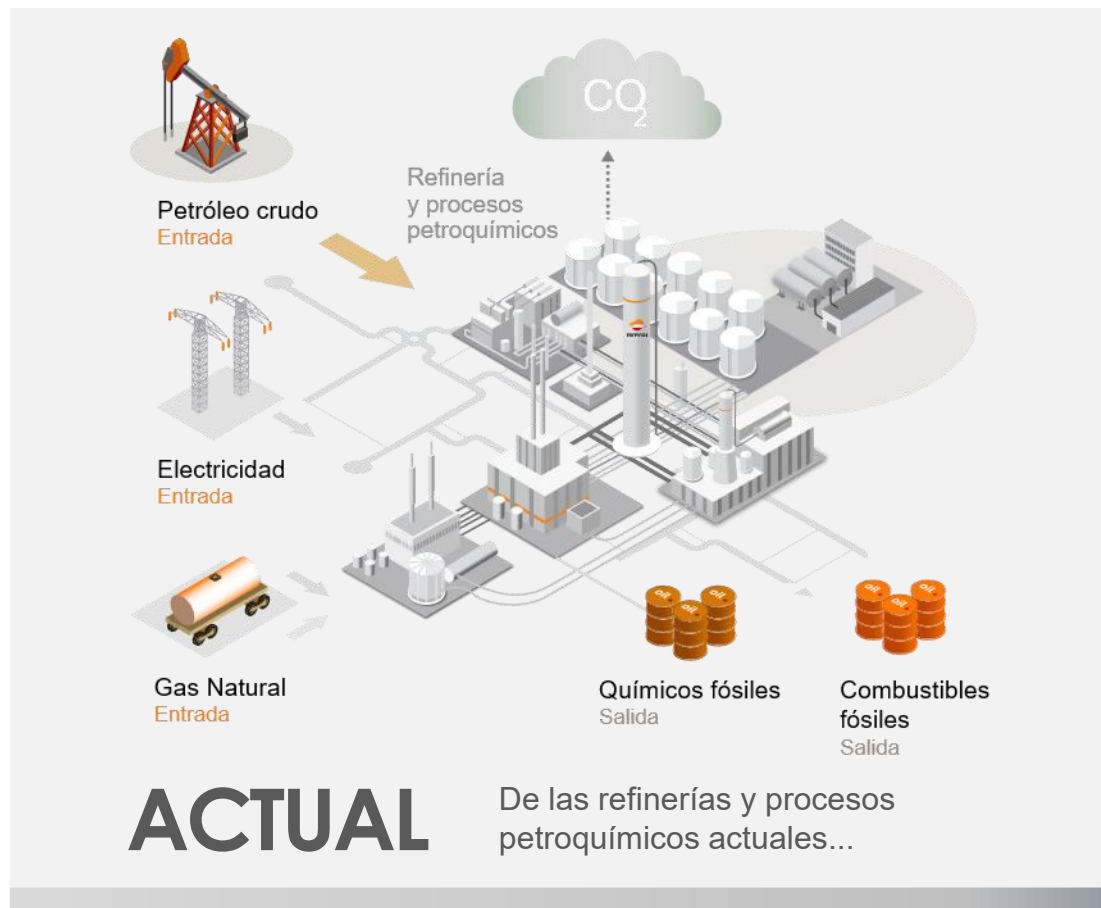


HR EXCELLENCE IN RESEARCH

1 Introducción

Transformación industrial refino y química

repsol



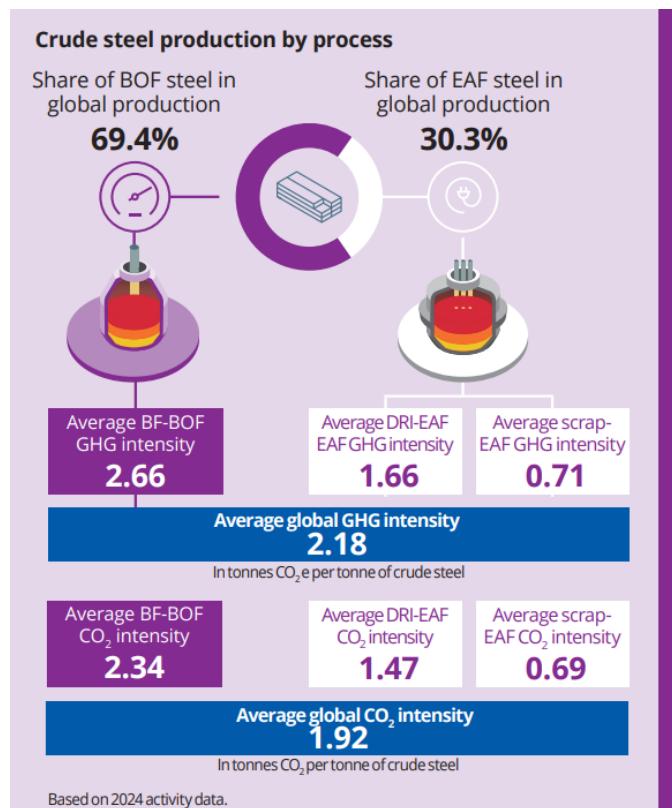
Emisiones netas cero en 2050
Procesos industriales sostenibles
Algunas unidades *hard-to-abate*

¿Conexión con industria siderúrgica?

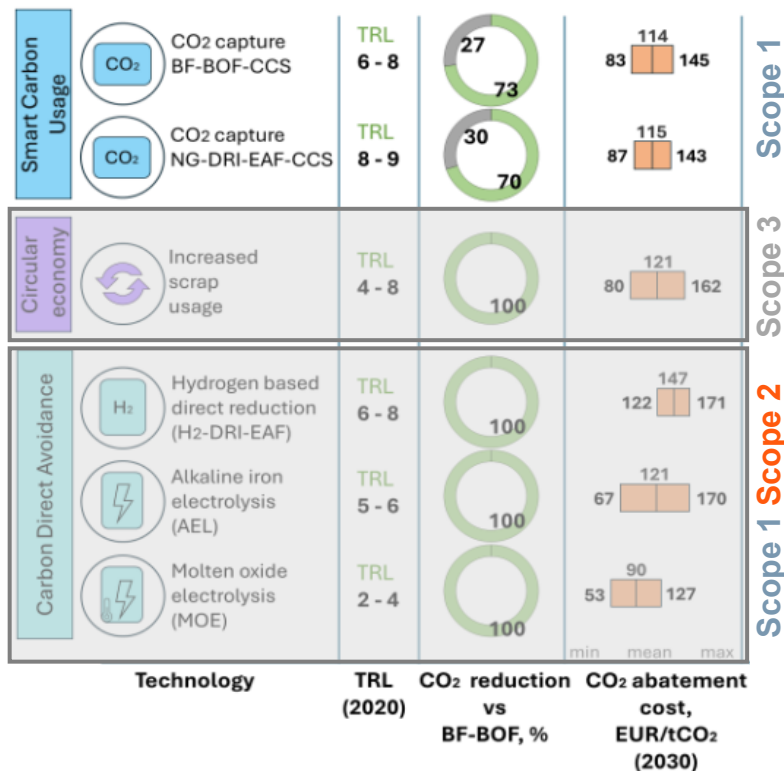


1 Introducción

Transformación industrial sector siderúrgico



Fuente: [2026 World Steel in Figures, World Steel Association](#)



Fuente: [Mapping the transition of the EU steel industry to carbon neutrality, Joint Research Centre, European Commission, 2026](#)

- ❑ 5% de las emisiones globales + **hard-to-abate**
- ❑ En **Europa**, en 2022, el acero producido vía BF-BOF tuvo un factor de emisión de **1,81 tCO₂e** por t de acero, frente a **0,24 tCO₂e** por t de acero vía EAF (fuente: [JRC](#)).
- ❑ En la UE, el **68%** de la producción de acero es con **altos hornos** (fuente: [E3G](#)).
- ❑ Alto horno: responsable de **>50%** emisiones Scope 1 y 2 en vía BF-BOF (fuente: [JRC](#)).
- ❑ **CCUS** → paralelismo con EIs (RyQ).
- ❑ Además de las emisiones de proceso y del alto horno → **Emisiones asociadas a utilities.**

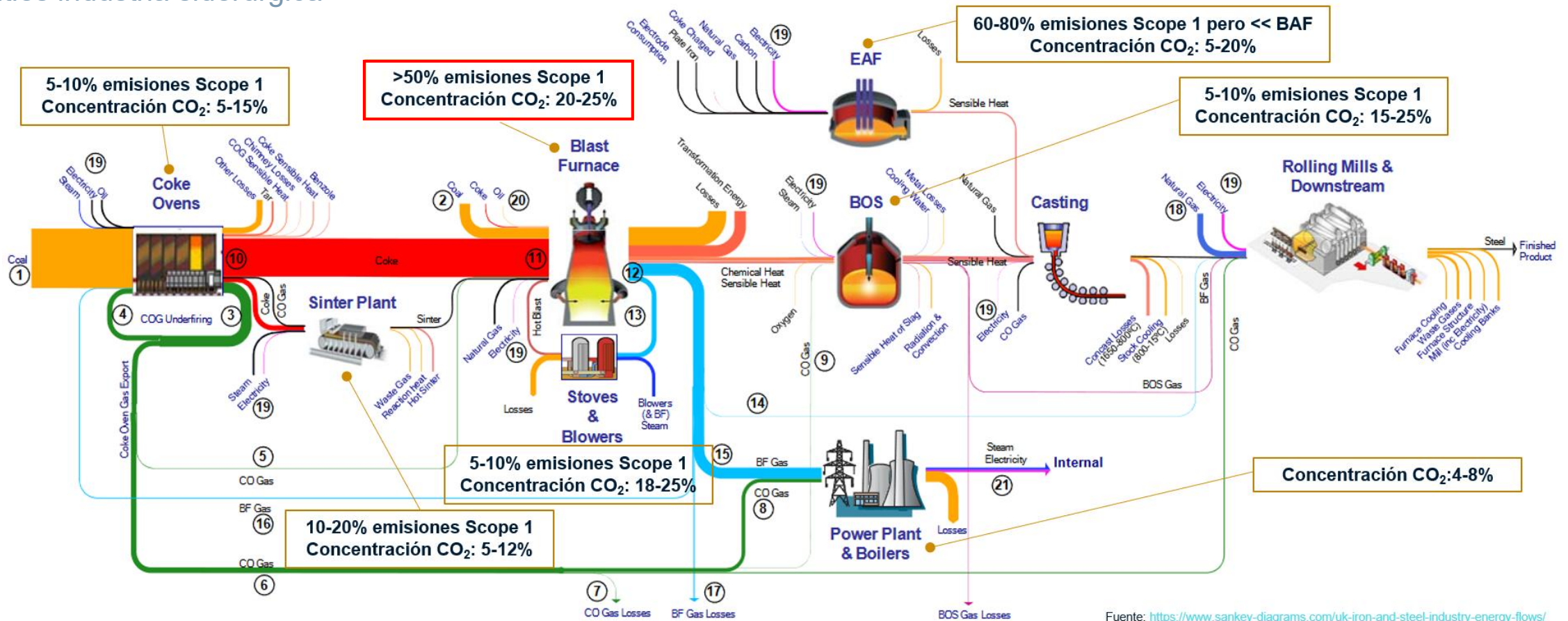
ACTUAL

FUTURO

1 Introducción

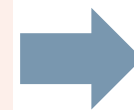
Utilities industria siderúrgica

repsol



Junto con coque y gas natural en hornos de proceso:

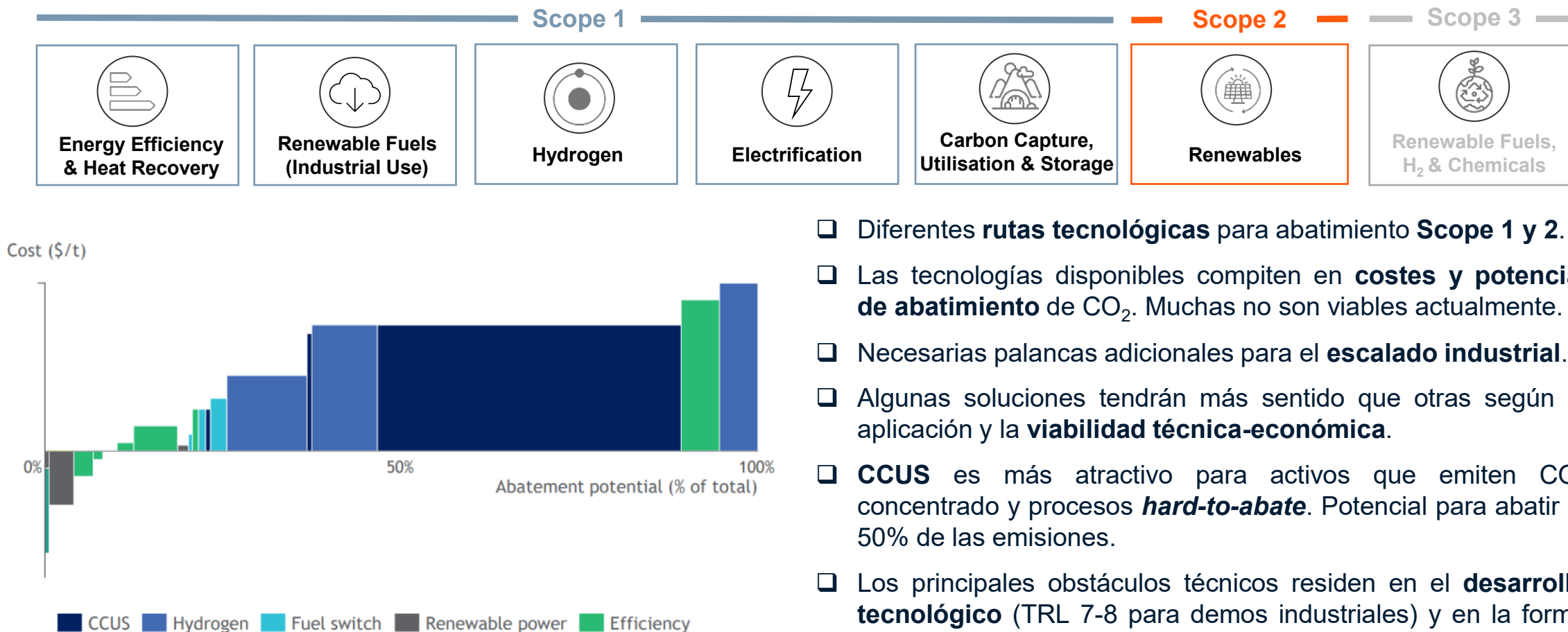
- ❑ Offgases, vapor, electricidad, agua de refrigeración (calor residual)...
- ❑ Hornos, calderas, cogeneraciones, sistemas de refrigeración...



Paralelismos con industrias energéticamente intensivas (EII)

2 Rutas descarbonización

Estado del arte



Typical Technology Abatement Curve. Fuente: Refinitiv, Company Reports, CDP, WEF, BCG.
[Net Zero by 2050 – Analysis - IEA](#)

- ❑ Diferentes **rutas tecnológicas** para abatimiento **Scope 1 y 2**.
- ❑ Las tecnologías disponibles compiten en **costes y potencial de abatimiento** de CO₂. Muchas no son viables actualmente.
- ❑ Necesarias palancas adicionales para el **escalado industrial**.
- ❑ Algunas soluciones tendrán más sentido que otras según la aplicación y la **viabilidad técnica-económica**.
- ❑ **CCUS** es más atractivo para activos que emiten CO₂ concentrado y procesos **hard-to-abate**. Potencial para abatir el 50% de las emisiones.
- ❑ Los principales obstáculos técnicos residen en el **desarrollo tecnológico** (TRL 7-8 para demos industriales) y en la forma en que se integran los **balances energéticos** de las plantas industriales (escenario cambiante con transformación industrial).

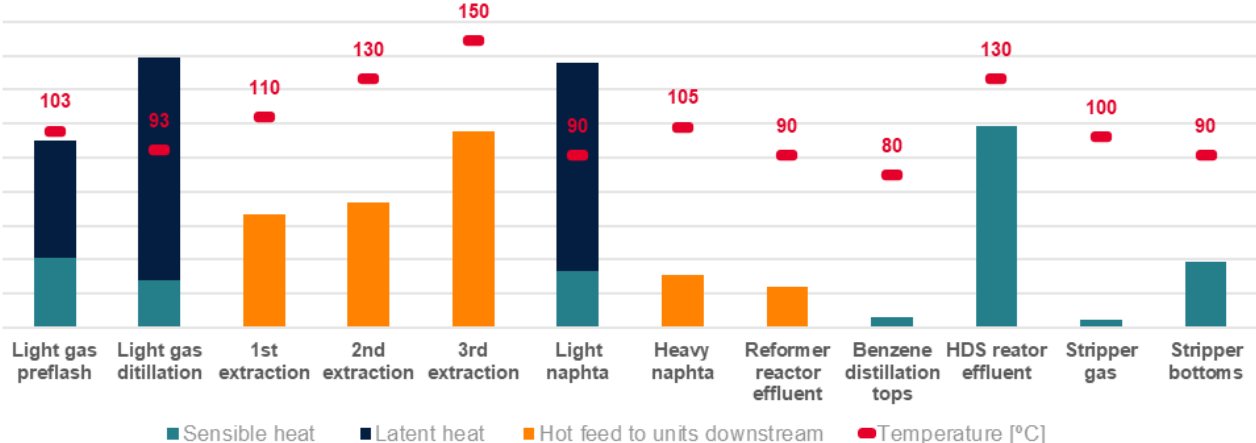
3 Tecnologías

Eficiencia energética y recuperación de calor residual

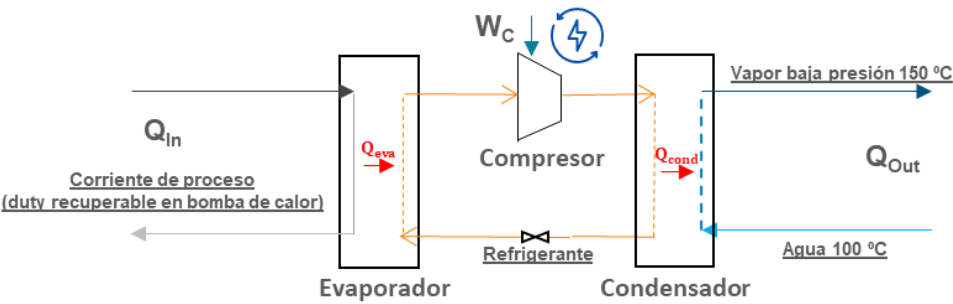
CASO BASE DE CALOR RESIDUAL DISPONIBLE EN REFINERÍAS

- 1 Calor total unidades de proceso: **15 MWt** a temperatura de agotamiento de 70 °C.
- 2 67% de este calor tiene una calidad de **90-110 °C**, para el que el máximo rendimiento teórico (Carnot) es de alrededor del **20%**.
- 3 Extrapolando este potencial al sistema de refinó de la UE (ponderadas por Solomon CWT), el calor total asciende a **25 GWt**.
- 4 La recuperación de 3 MWt tiene un potencial de reducción estimado de **7,5 ktCO2/año** (frente a la combustión de gas natural).
- 5 La integración permite el **ahorro de energía primaria y agua** en los sistemas de refrigeración.

HEAT BY PRODUCT @ TEMPERATURE



Bomba de calor de alta temperatura



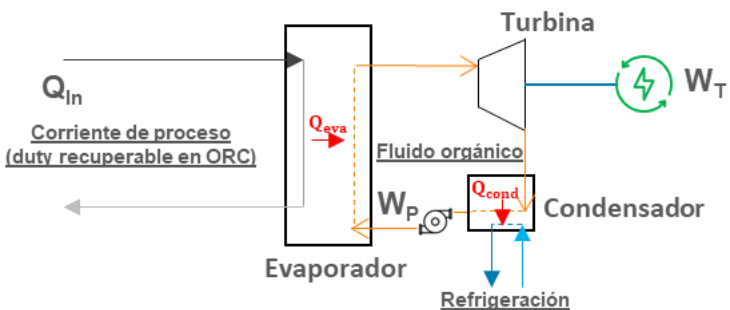
StreamStep
StreamStep Project

CirQlar
Proyecto CirQlar

Co-funded by the European Union

Funded by the European Union
Emissions Trading System
Innovation Fund

Ciclo orgánico de Rankine



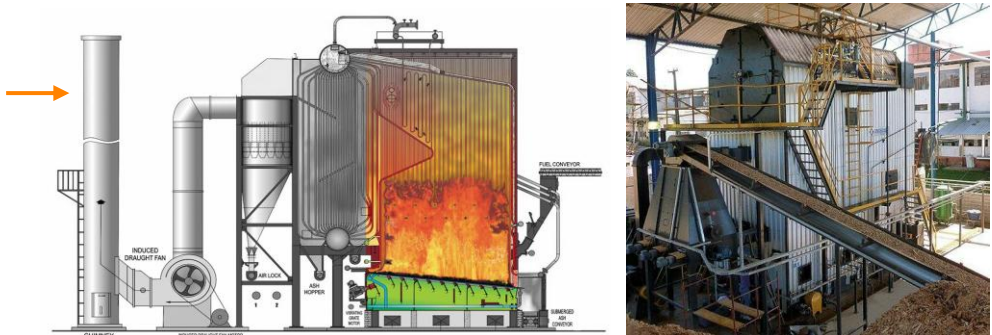
Recompresión de vapor, ciclo absorción, ciclo sCO₂...

3 Tecnologías

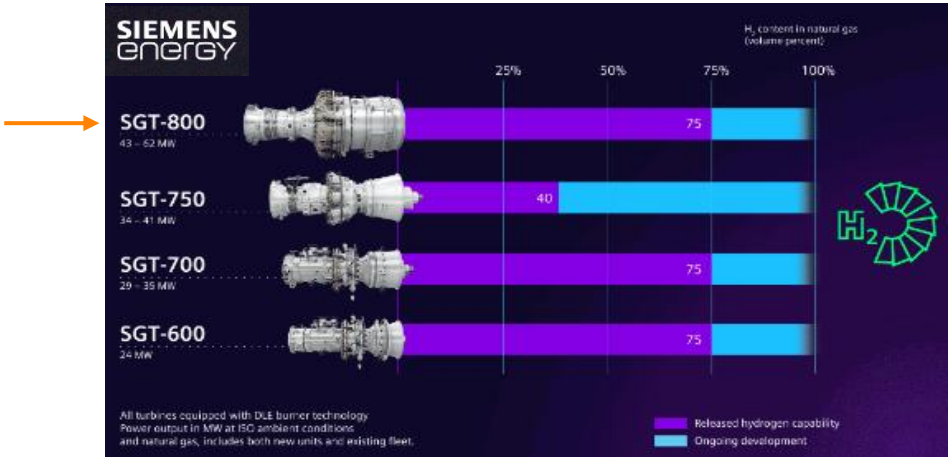
Combustibles renovables

❑ Alternativa a los combustibles fósiles en hornos, calderas y turbinas de gas (cogeneraciones):

Combustible	Origen	Aplicación tecnológica en complejo industrial	TRL
Biomasa	Natural, residual, cultivo	Calderas para generar vapor	9
Biogás/biometano	Digestión anaerobia (+ purificación)	Hornos y turbinas de gas Sin necesidad de retrofitting Altos costes económicos ¿Disponibilidad?	9
Hidrógeno renovable	Electrolisis de agua alcalina	Retrofitting de hornos y turbinas de gas Firing de hidrógeno puro o mezclado en porcentaje con otro combustible Altos costes económicos actualmente comparado con GN Uso industrial más orientado a combustibles sintéticos	6
	Electrolisis de agua PEM		
	Electrólisis de agua SOEC		
	Fotoelectrocatalisis		
	Conversión bioquímica		
Hidrógeno de baja huella	Gasificación de la biomasa/pirólisis	Altos costes económicos actualmente comparado con GN Uso industrial más orientado a combustibles sintéticos	6
	SMR con CCUS		
Geotermia (no combustible)	Pirólisis de metano	NOx + materiales	6
	Energía geotérmica		
Geotermia (no combustible)	Energía geotérmica	Fuente de calor Generación de electricidad	7-9



Fuente: Boilermech



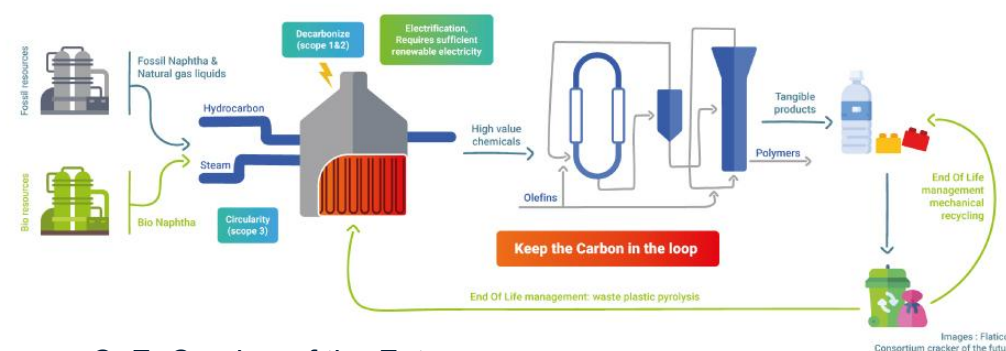
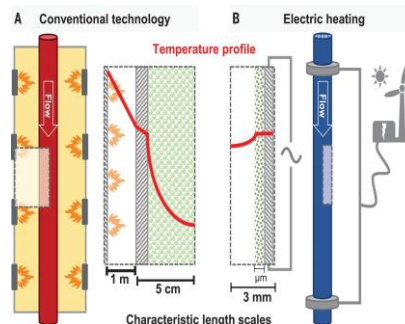
Fuente: Siemens Energy

3 Tecnologías

Electrificación y almacenamiento

Electrificación del calor

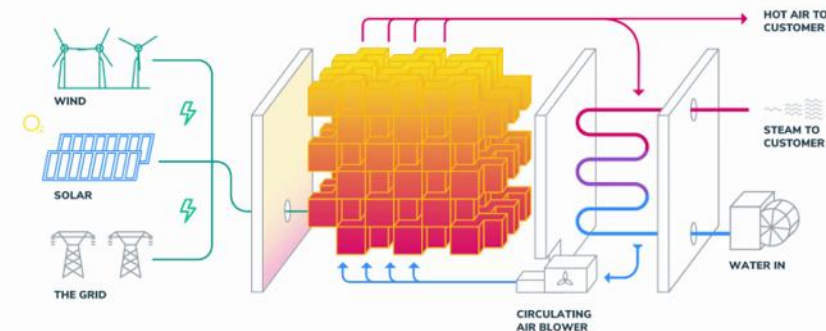
- ❑ Diferentes tecnologías eléctricas para:
 - Generación de vapor
 - Calentamiento de corrientes de proceso
 - Craqueo térmico
 - ❑ Sustitución de calderas y hornos: diferentes niveles de T y altas emisiones de CO₂
 - ❑ Mejora de rendimiento (>90%): eficiencia energética
- Electricidad renovable para descarbonización (red o autoconsumo).
 - Diferentes niveles de tensión + Infraestructura eléctrica.



- CoF: Cracker of the Future.
- Consorcio para la electrificación del cracker de olefinas.

Almacenamiento termoeléctrico

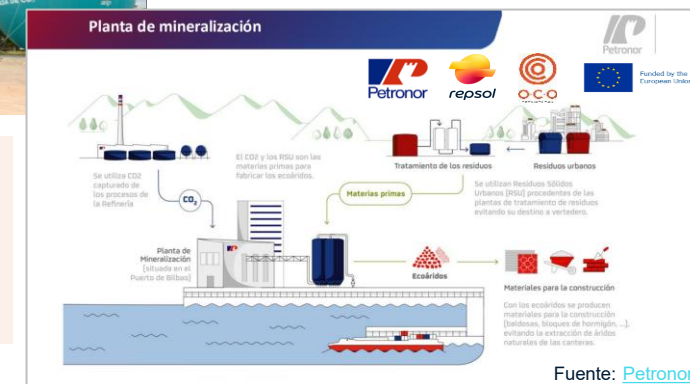
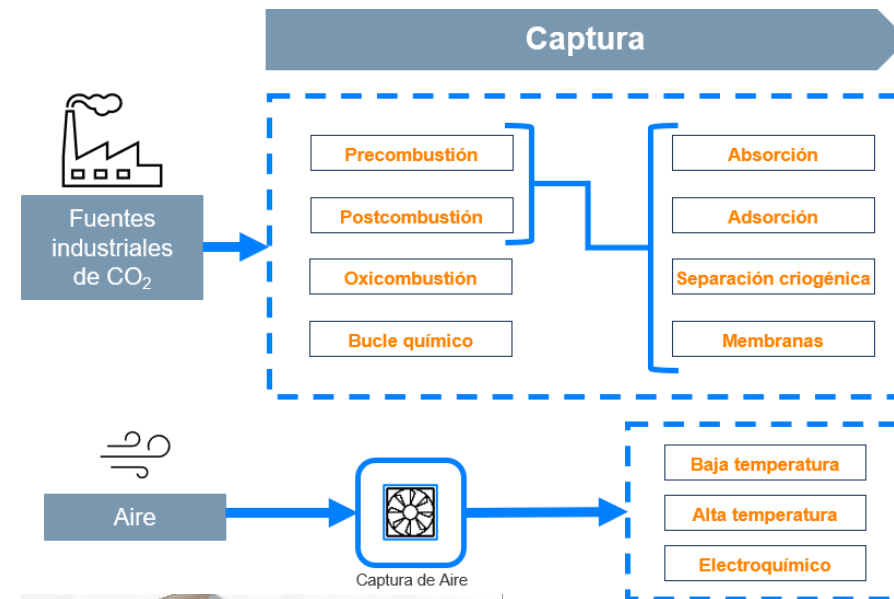
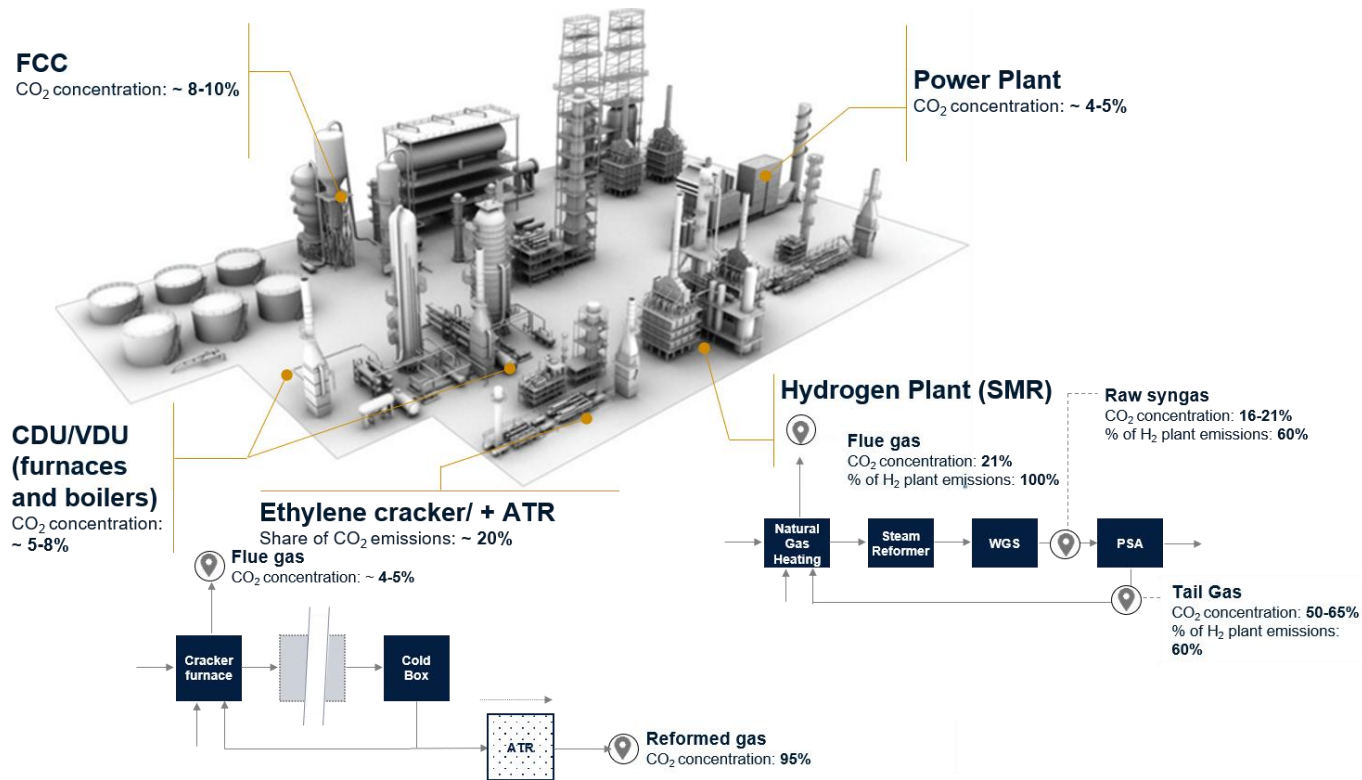
- ❑ Almacenamiento térmico con electricidad de origen renovable.
- ❑ Diversas vías de almacenamiento: sales fundidas, bloques de cemento/roca, arenas...
- ❑ El calor almacenado se utiliza para generar vapor y calentar corrientes de proceso.
- ❑ También → Almacenamiento eléctrico en baterías para aportar flexibilidad a la red.



Fuente: [Rondo](#)

3 Tecnologías

CCUS: focos de emisión y tecnologías de captura de CO₂



- ❑ La poscombustión es la tecnología de captura más versátil, aunque la precombustión o la oxidación pueden ofrecer menores costes de abatimiento en aplicaciones específicas.
- ❑ Amplia gama de tecnologías en diferentes TRL.
- ❑ La captura de CO₂ fósil requiere almacenamiento o un uso de acuerdo con la regulación.

3 Tecnologías

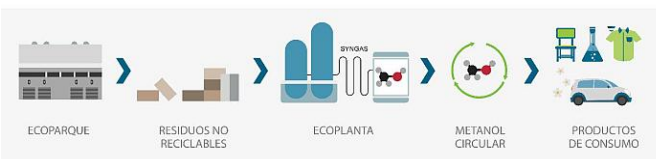
CCUS: CO₂ biogénico

RSU a Metanol Circular Ecoplanta

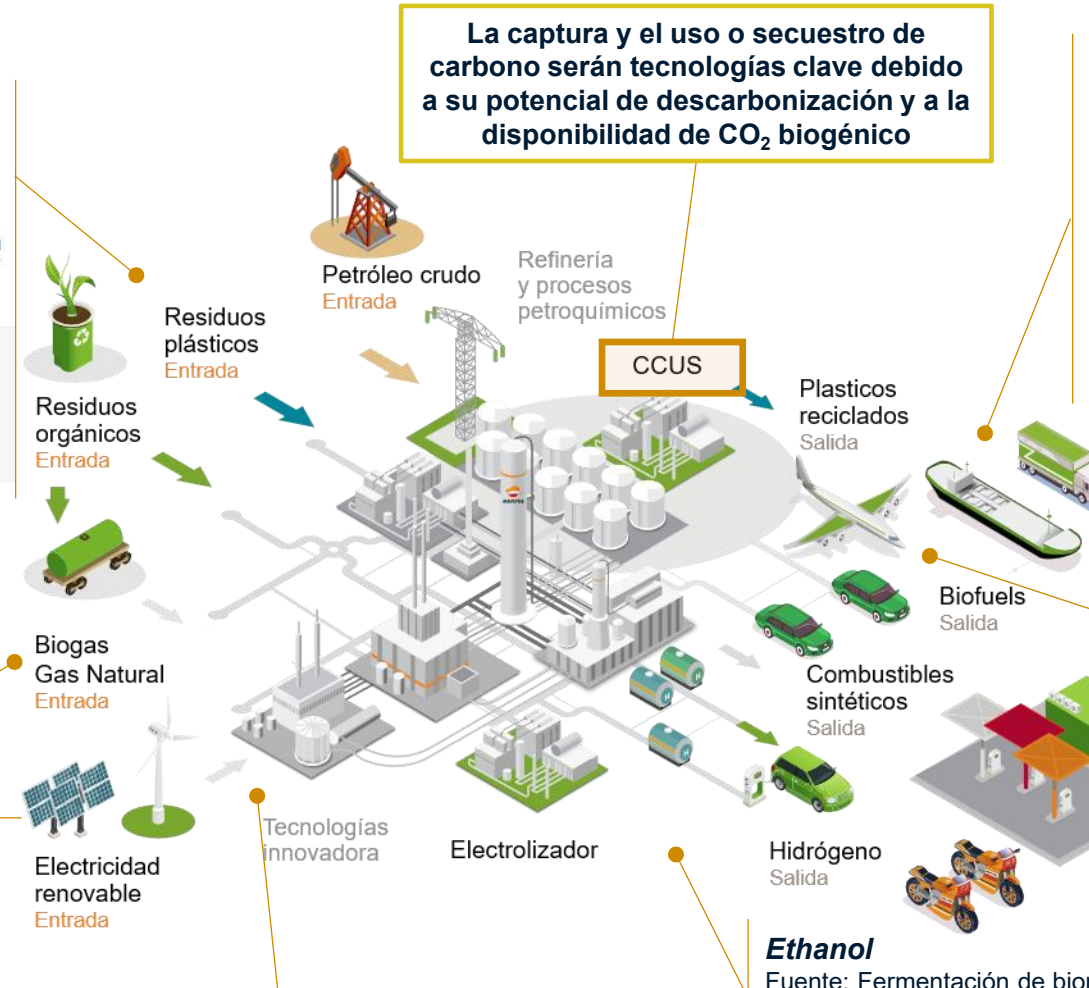
Fuente: Gasification
Concentración CO₂: 26%



Transformamos residuos en metanol circular



La captura y el uso o secuestro de carbono serán tecnologías clave debido a su potencial de descarbonización y a la disponibilidad de CO₂ biogénico



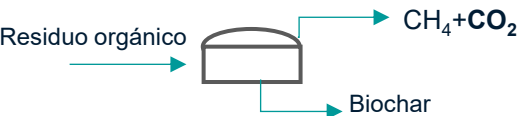
Biocombustibles avanzados C43 Cartagena/P70 Puertollano

Fuente: HDT reactor
Concentración CO₂: 16%/99%



Biogas production

Fuente: Digestión anaeróbica: Biometano + CO₂
Concentración CO₂: 40%



Caldera de biomasa Low carbon steam

Fuente: Combustión biomasa
Concentración CO₂: 8-13%



Ethanol

Fuente: Fermentación de biomasa/residuos
Concentración CO₂: 99%



Methanol-to-kerosene

Fuente: Regeneración catalítica
Concentración CO₂: 10%



4 Conclusiones

Puntos clave



**Sector siderúrgico
hard-to-abate por
emisiones
asociadas al
proceso**

(principalmente, vía BF-BOF)

1



**Tecnologías
descarbonización
compiten en costes
y potencial de
abatimiento, pero
todas parecen
necesarias para
net zero**

2



**Además del
desarrollo
tecnológico,
necesarias
palancas
adicionales para el
escalado industrial
y la competitividad
europea**

3



**Colaboración entre
sectores
industriales (Ells)
con paralelismos en
rutas de
descarbonización
puede acelerar el
desarrollo
tecnológico**

4

¡Gracias!



Eduardo de la Rocha Camba
Primary Conversion Scientist
Industrial Decarbonization
Repsol Technology Lab
eduardo.delarocha@repsol.com

#RepsolTechLab #RepsolVenturing

repsol



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

repsol.com