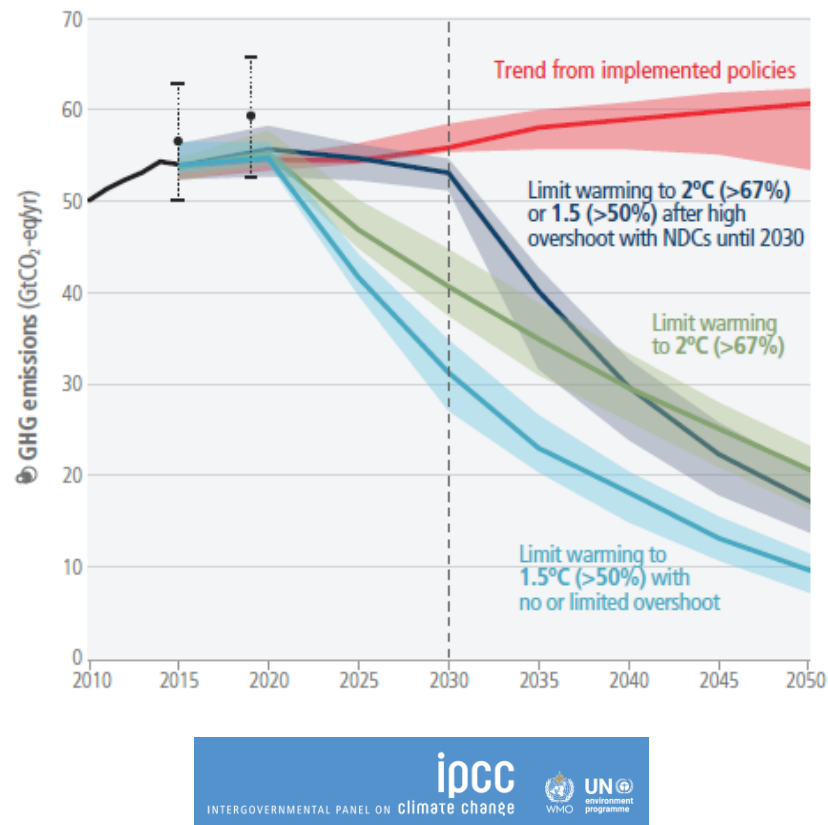
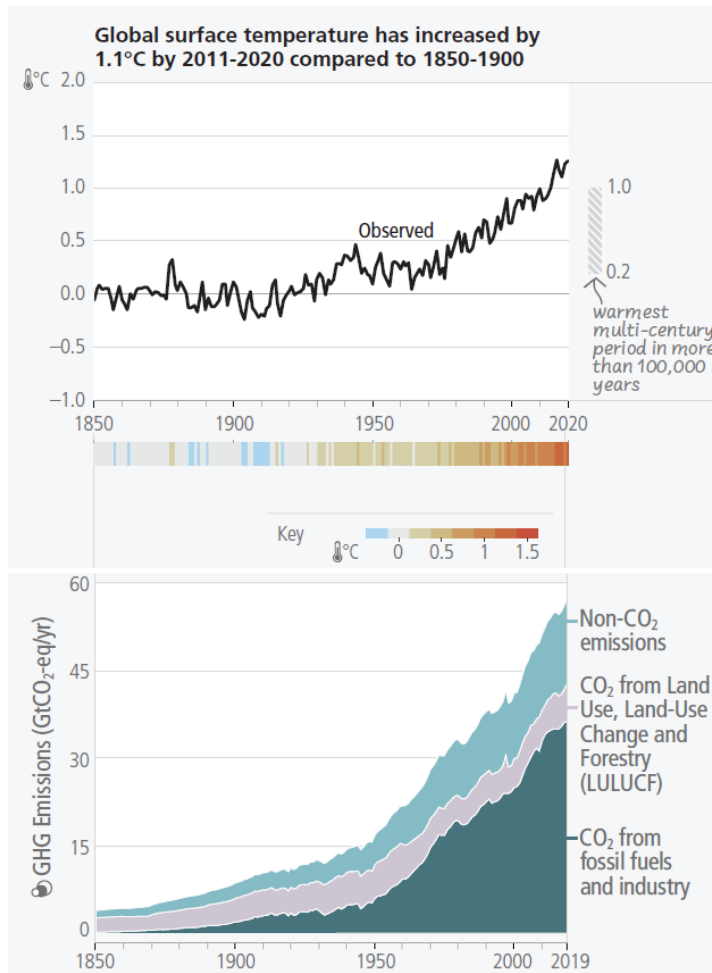


Transición Energética en la Península Ibérica

PONENTE: Andrés Anca Couce / Universidad Carlos III de Madrid

TEMA: Combustibles renovables

Neutralidad climática



Compromiso de cero emisiones netas en la UE en el año 2050

Usos de energía

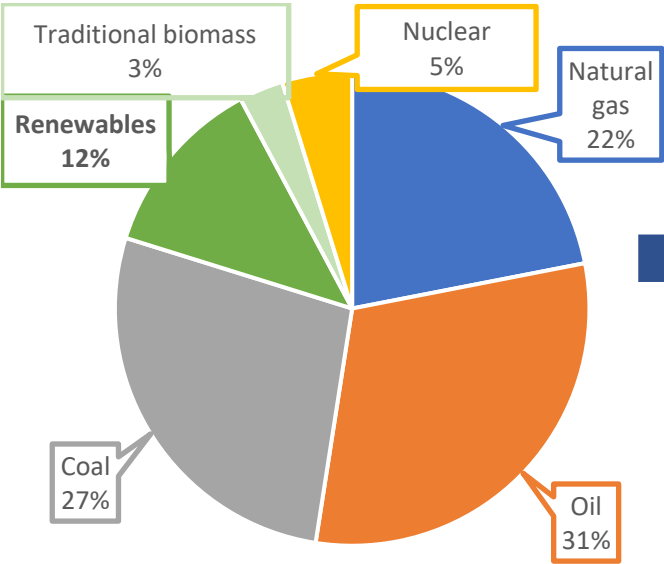
Por primera vez, el 100% de la energía de España se ha cubierto con renovables. La cuestión es si podemos repetirlo

Cinco nucleares estaban paradas, lo que elevó el protagonismo renovable a más del 77% de la generación

27 comentarios



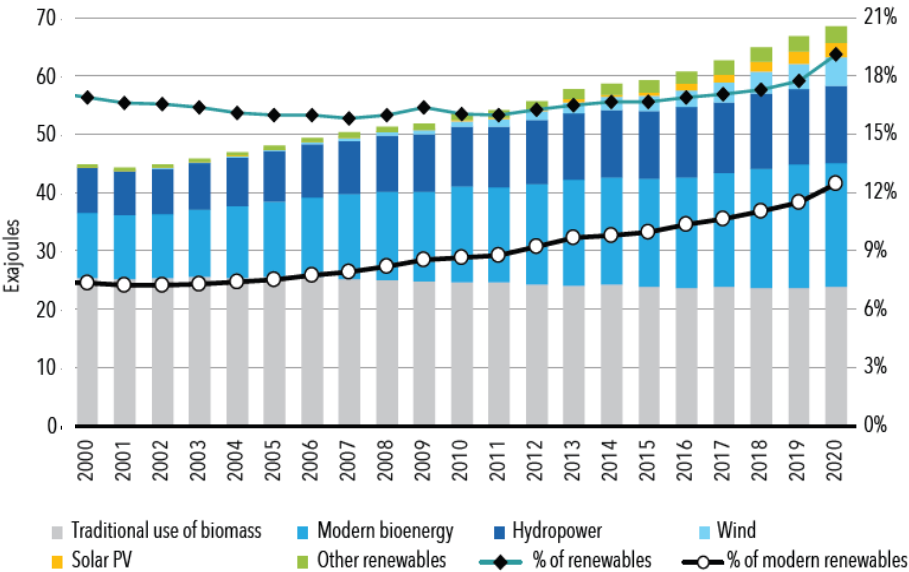
Usos energéticos
totales: 642 EJ



445 EJ
197 EJ

12 % Energía Renovable moderna
(14 % España)

% Energía renovable
en el consumo final

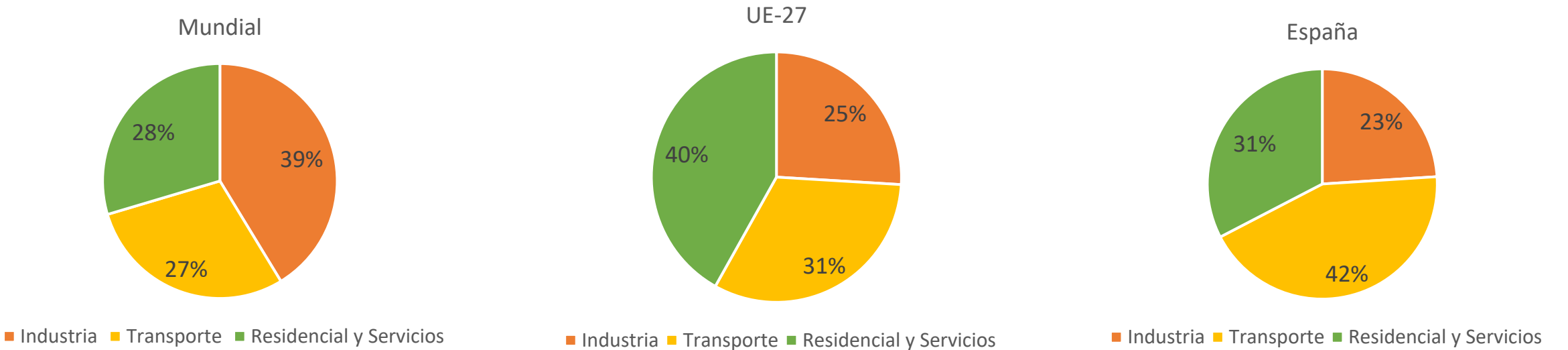


13 % Energía Renovable moderna
(19 % España)

4

Usos de energía

% consumo energía total por sector



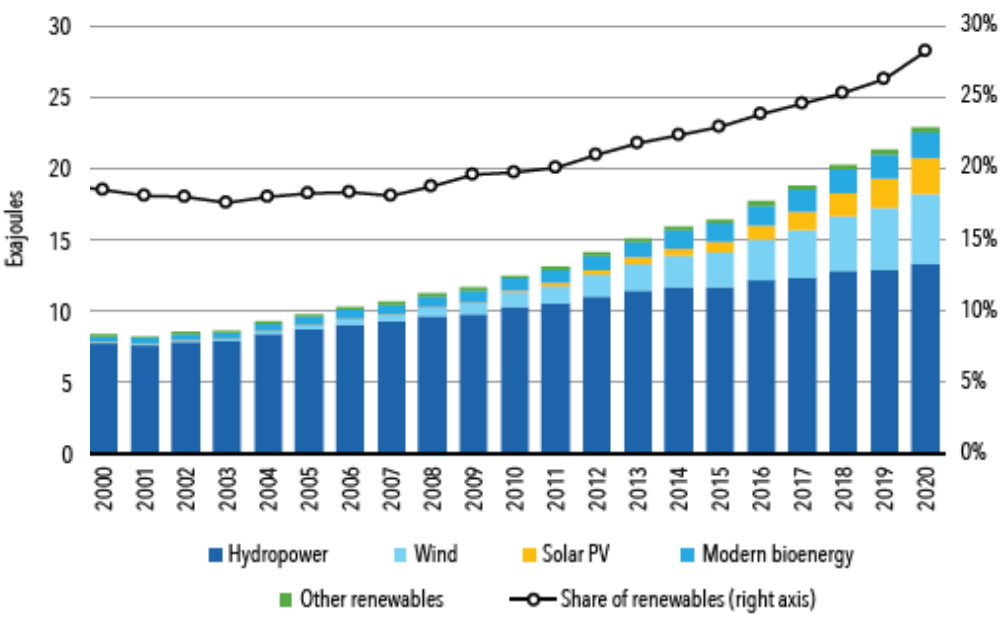
International Energy Agency | World Energy Outlook 2024

Sector	Fuente
Industria	Calor
Residencial y Servicios	Electricidad
Transporte	Transporte

Usos de energía: electricidad y calor

Electricidad

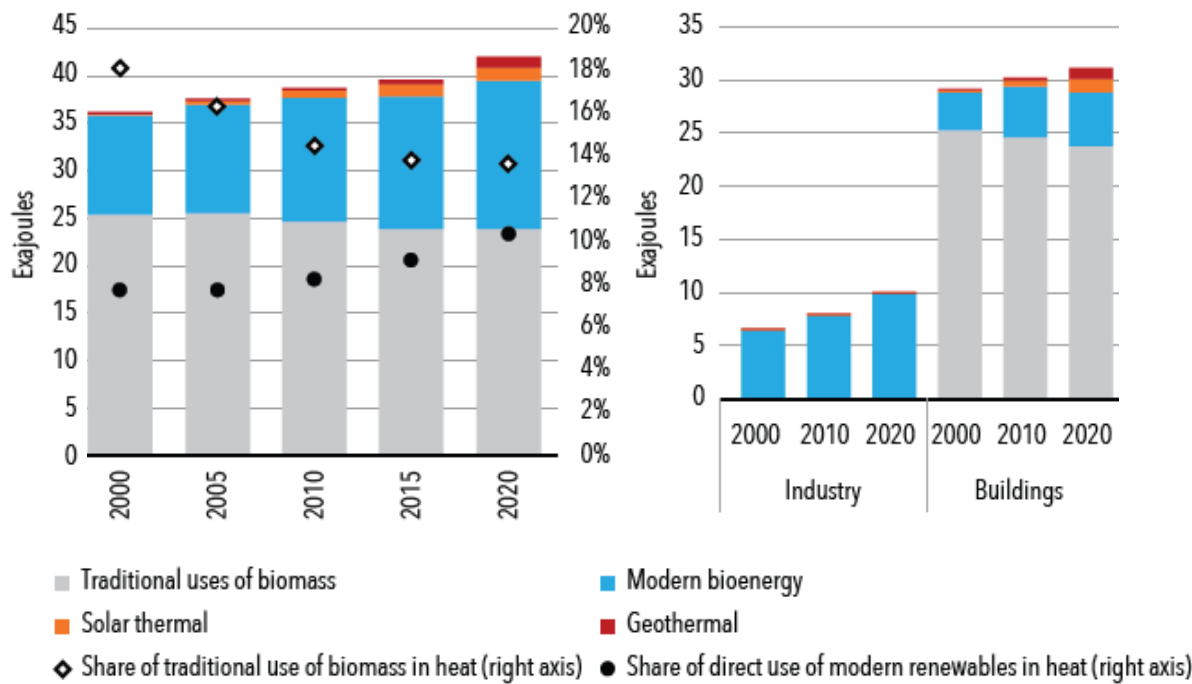
Consumo de electricidad procedente de energía renovable



28 % Energía Renovable
(España: 43 % 2020, 56% 2025)

Calor

Consumo de calor procedente de energía renovable

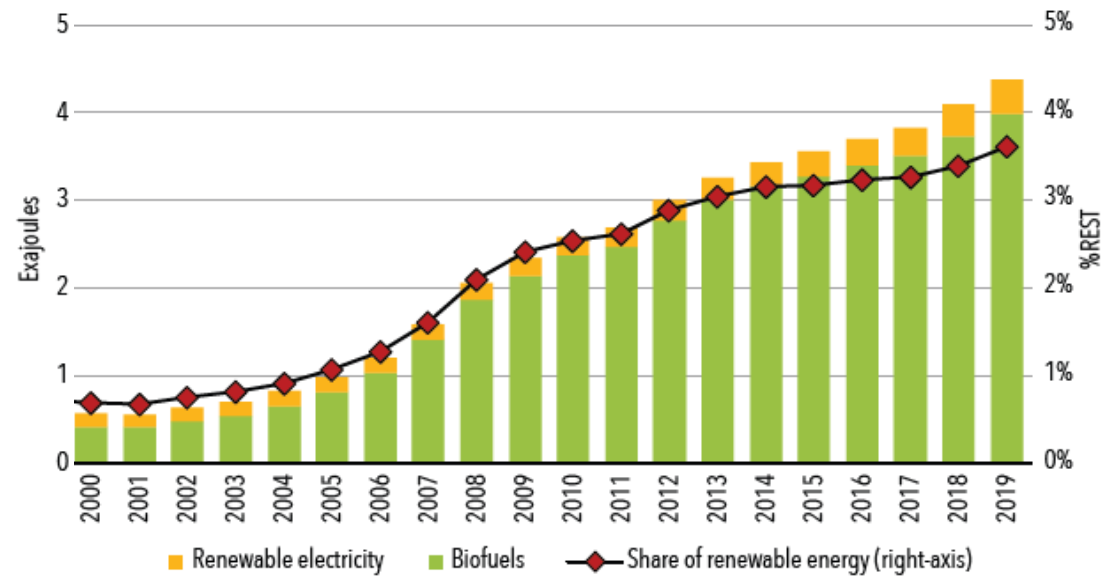


11 % Energía Renovable moderna

Usos de energía: transporte

Transporte

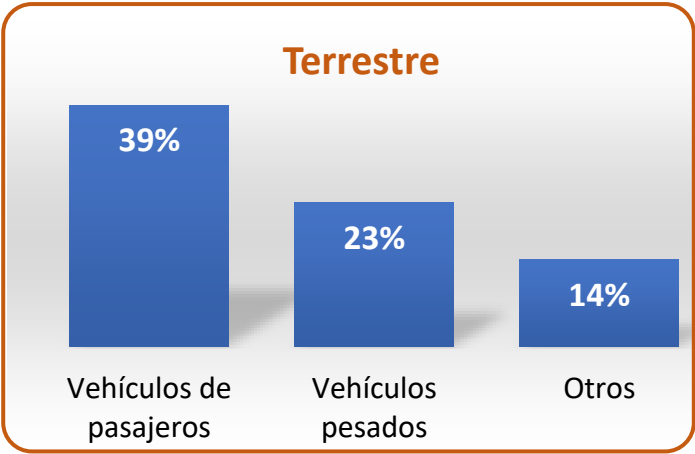
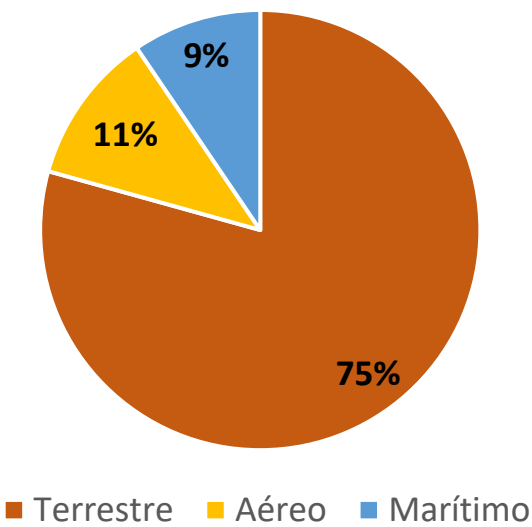
Consumo de energía renovable en el transporte



Tracking SDG 7: The Energy Progress Report 2023

4 % Energía Renovable

% Consumo de energía por sector de transporte

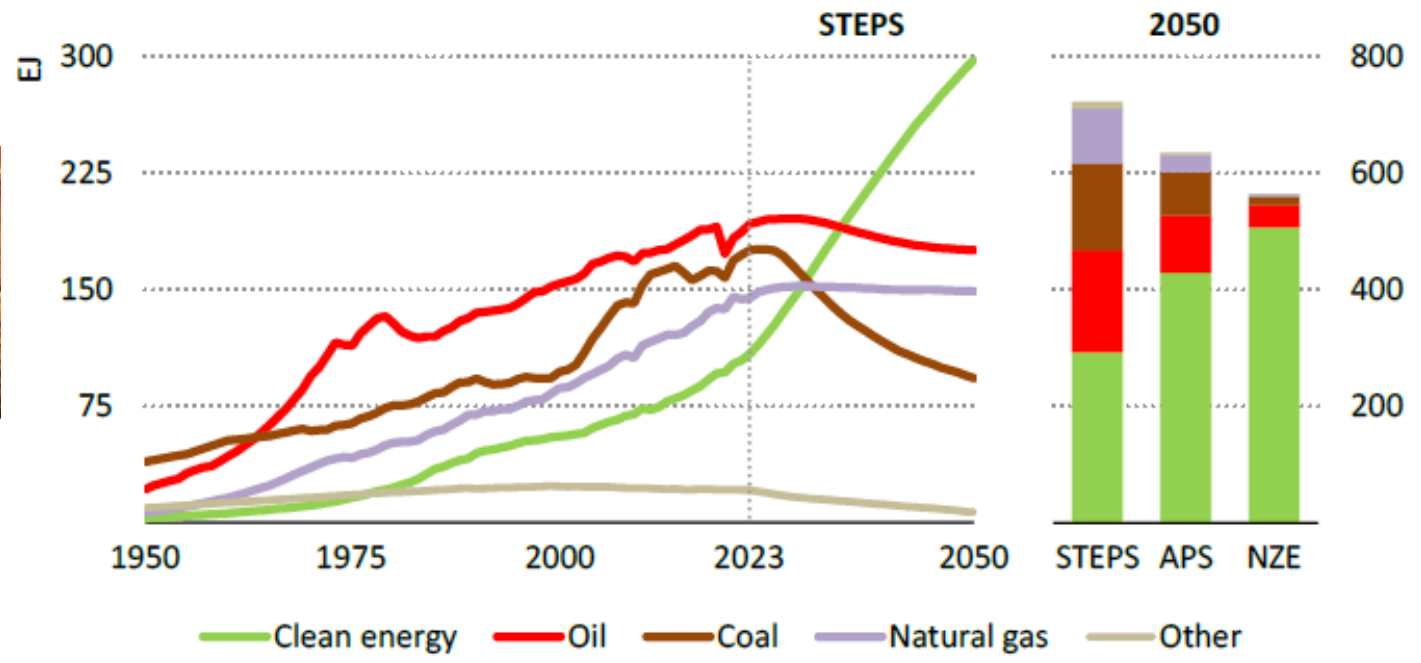


International Energy Agency | World Energy Outlook 2024

Escenarios futuros

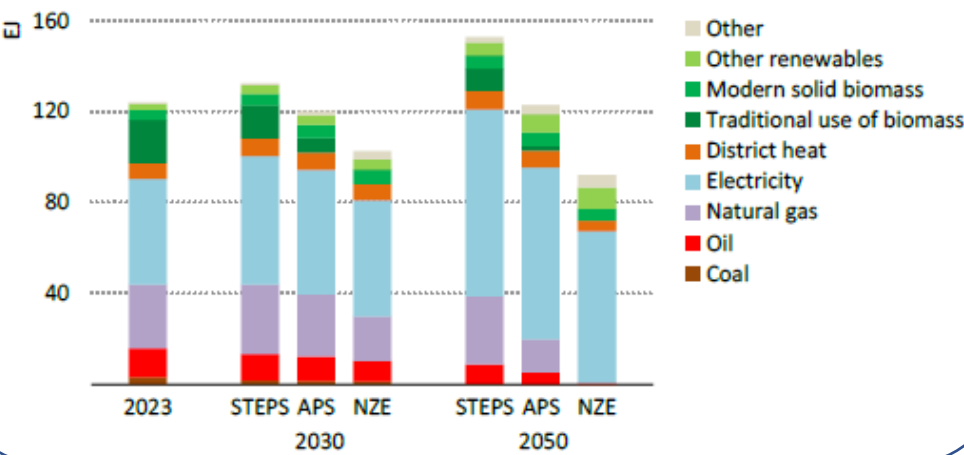
Escenarios a 2050 (Usos energéticos totales)

- STEPS: Stated Policies Scenario
- APS: Announced Pledges Scenario
- NZE: Net Zero Emissions

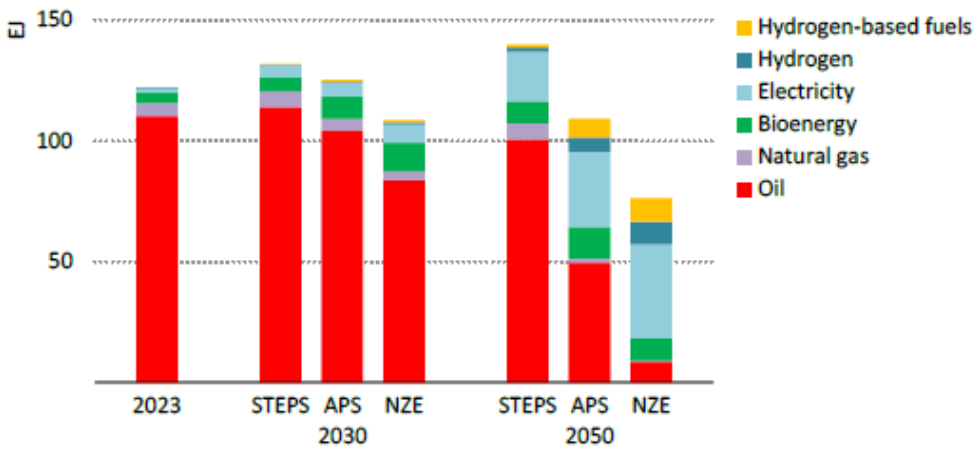


Escenarios futuros

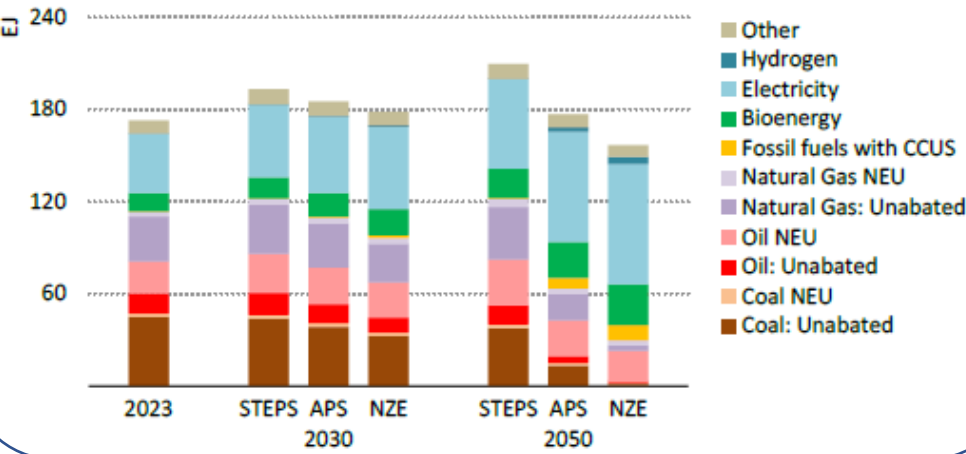
Residencial y servicios



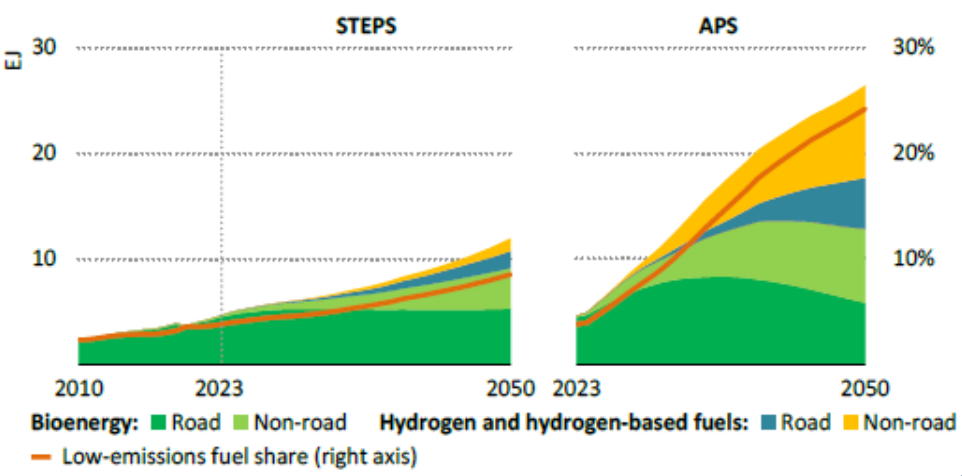
Transporte



Industria

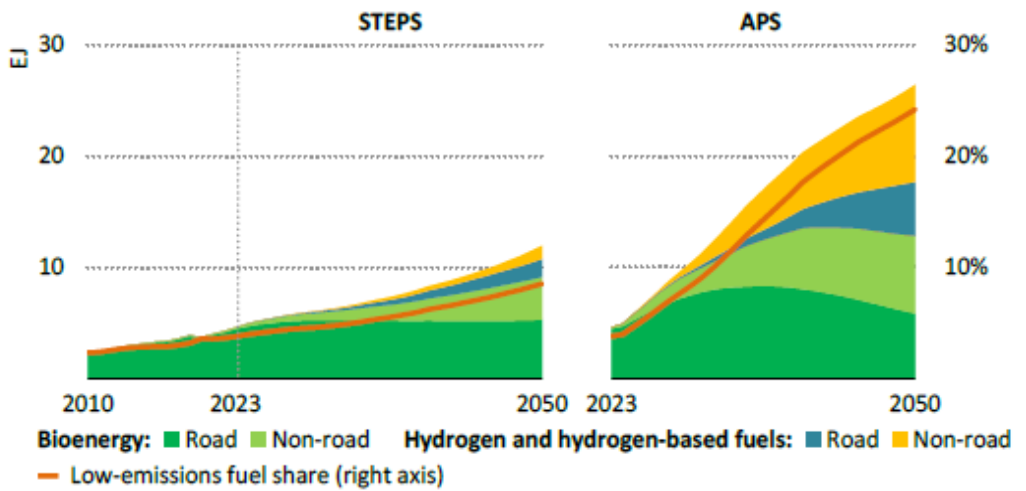


Combustibles renovables



Combustibles renovables

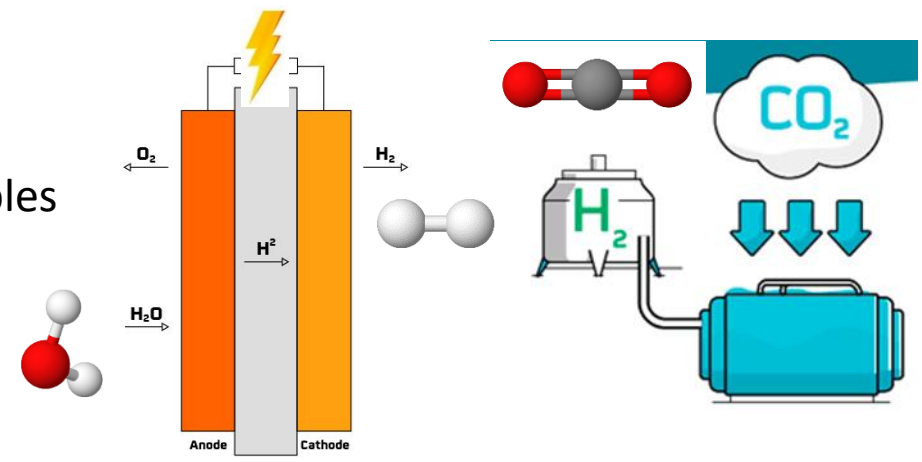
Combustibles renovables en el transporte



Biocombustibles

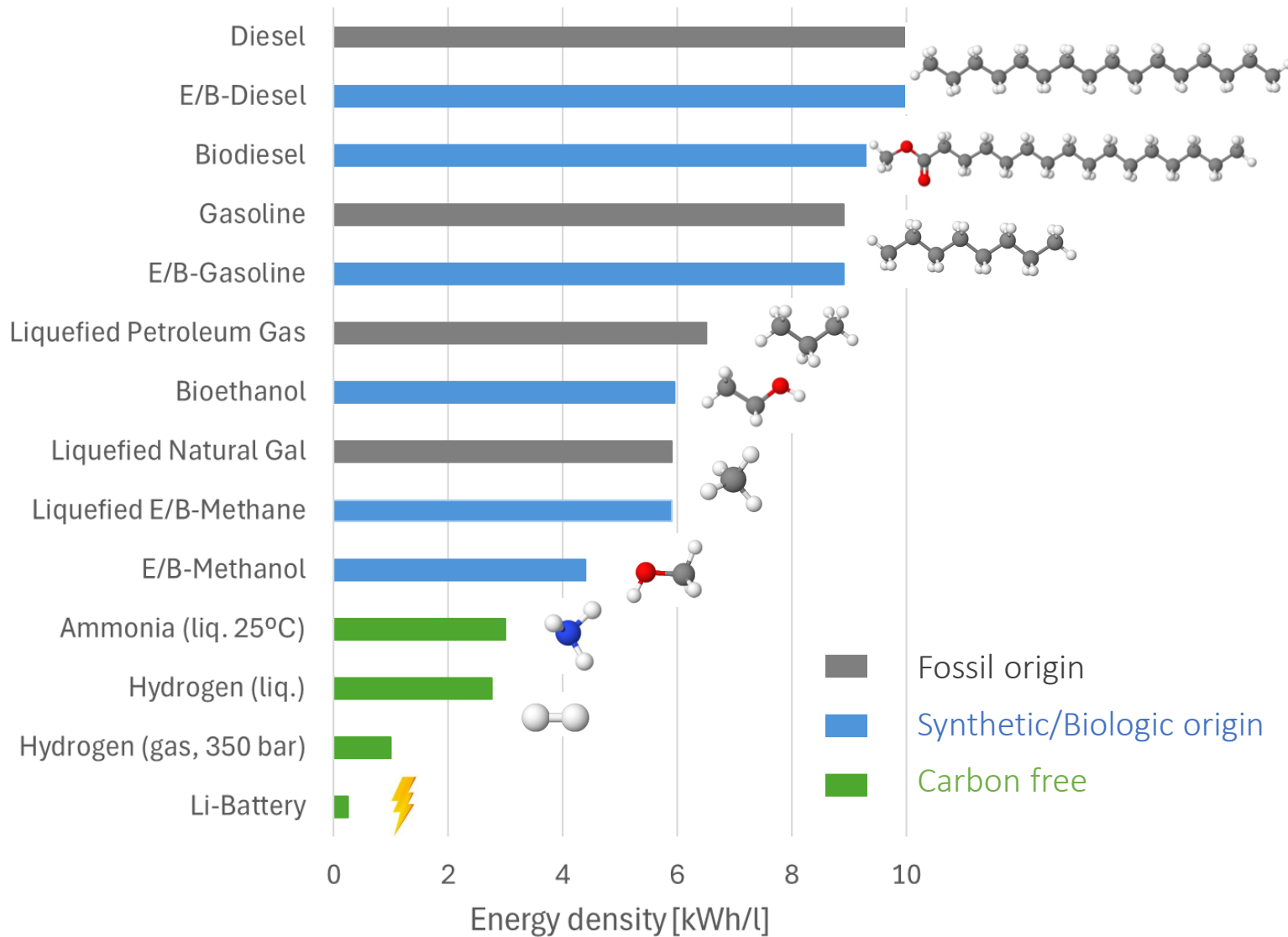


Combustibles sintéticos (e-fuels):



H_2 / H_2 -based fuels

Combustibles renovables



Ventajas de los combustibles renovables:

- ✓ Alta densidad energética
- ✓ Uso de infraestructura actual (almacenamiento, transporte, sistemas de potencia)
- ✓ Uso de todas las fuentes renovables

Imprescindibles para la neutralidad climática en el transporte

Tipos de biomasa

Lignocelulósica

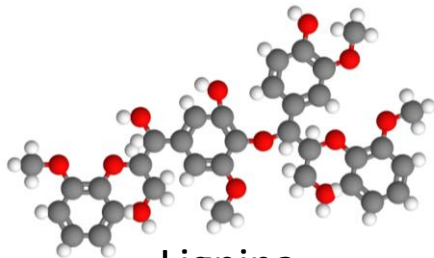
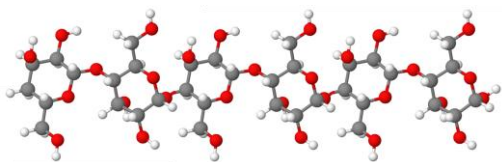
Madera /
leñosa



Residuos agrícolas
y herbáceos



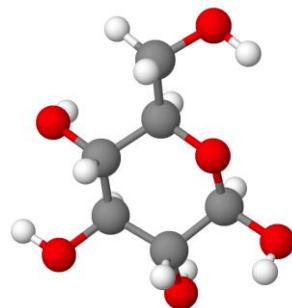
Celulosa



Lignina

Carbohidratos

Cultivos de
azúcar y almidón



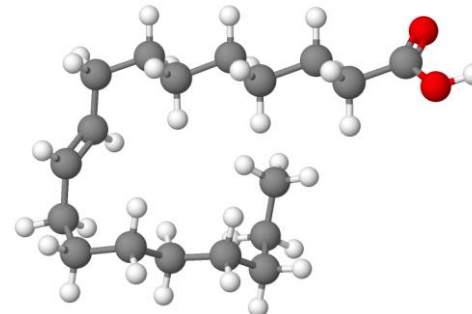
Carbohidrato
(glucosa)

Lípidos

Cultivos de
aceites



Aceites
usados, grasas



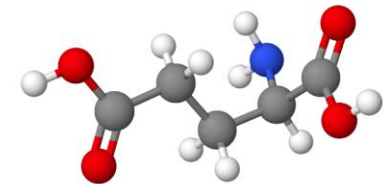
Lípido
(ácido oleico)

Carbohidratos, lípidos, proteínas

Residuos
orgánicos

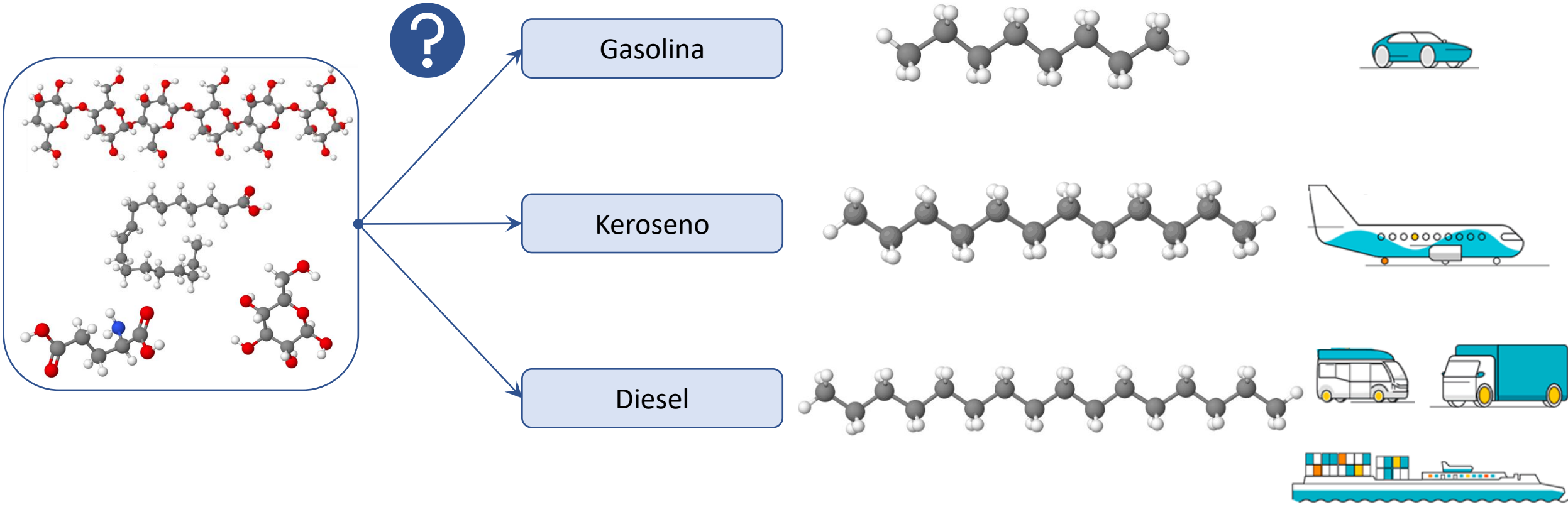


Algas

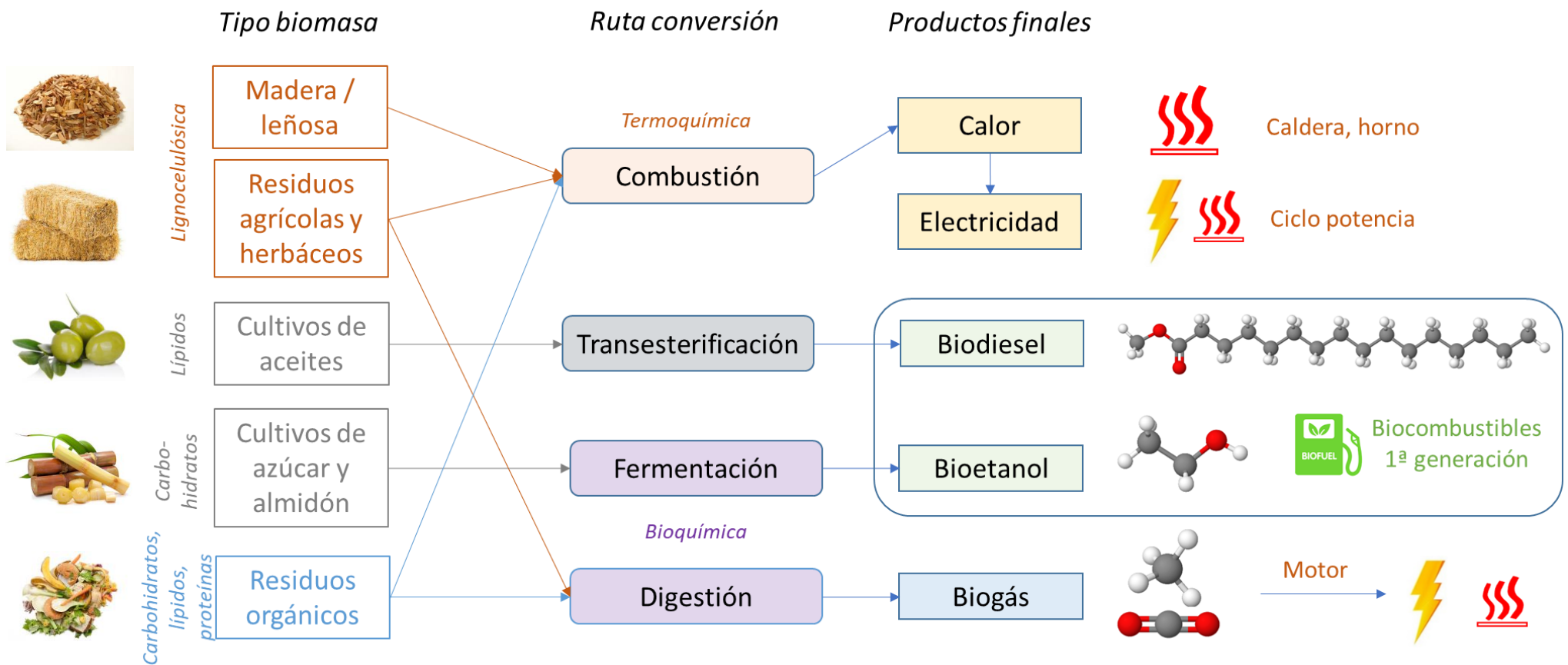


Proteína
(ácido glutámico)

Sustituir combustibles líquidos con biomasa



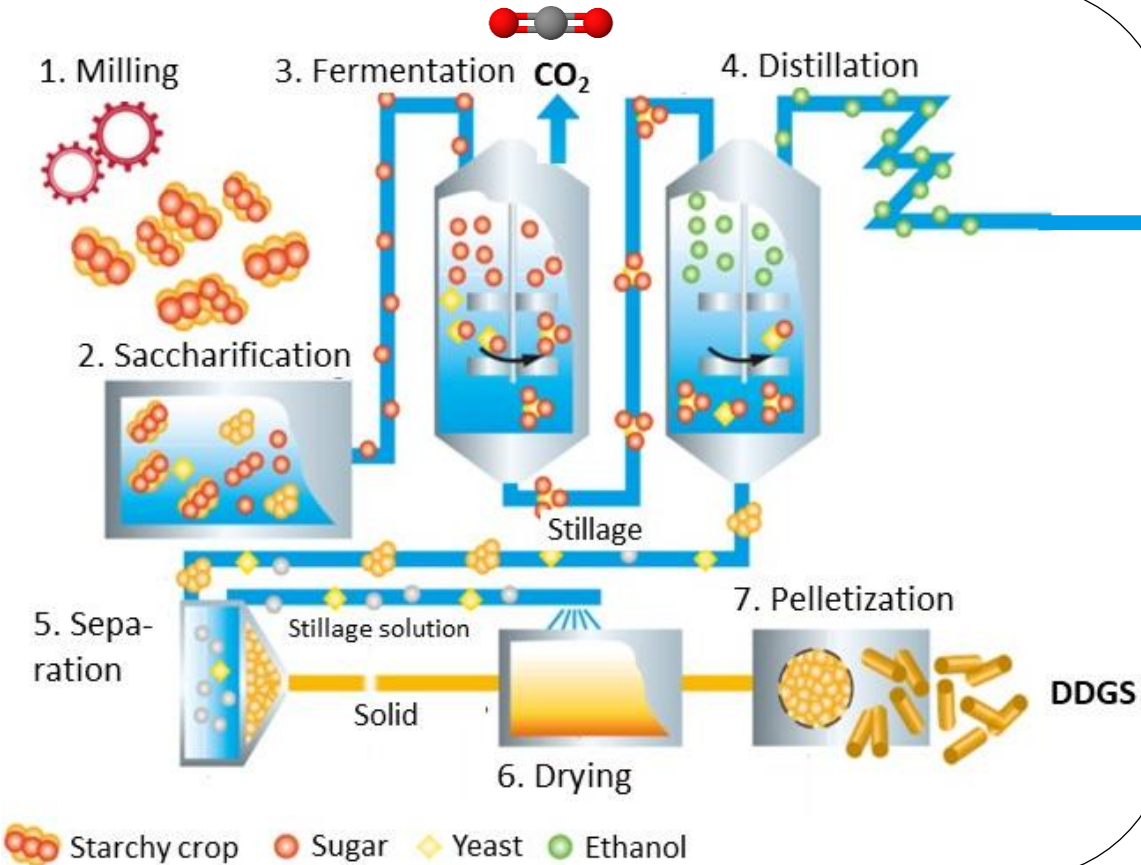
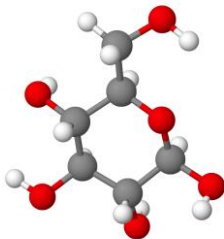
Usos actuales de la biomasa



Fermentación - bioetanol

Carbohidratos

Cultivos de
azúcar y
almidón



Bioetanol



Gasolina

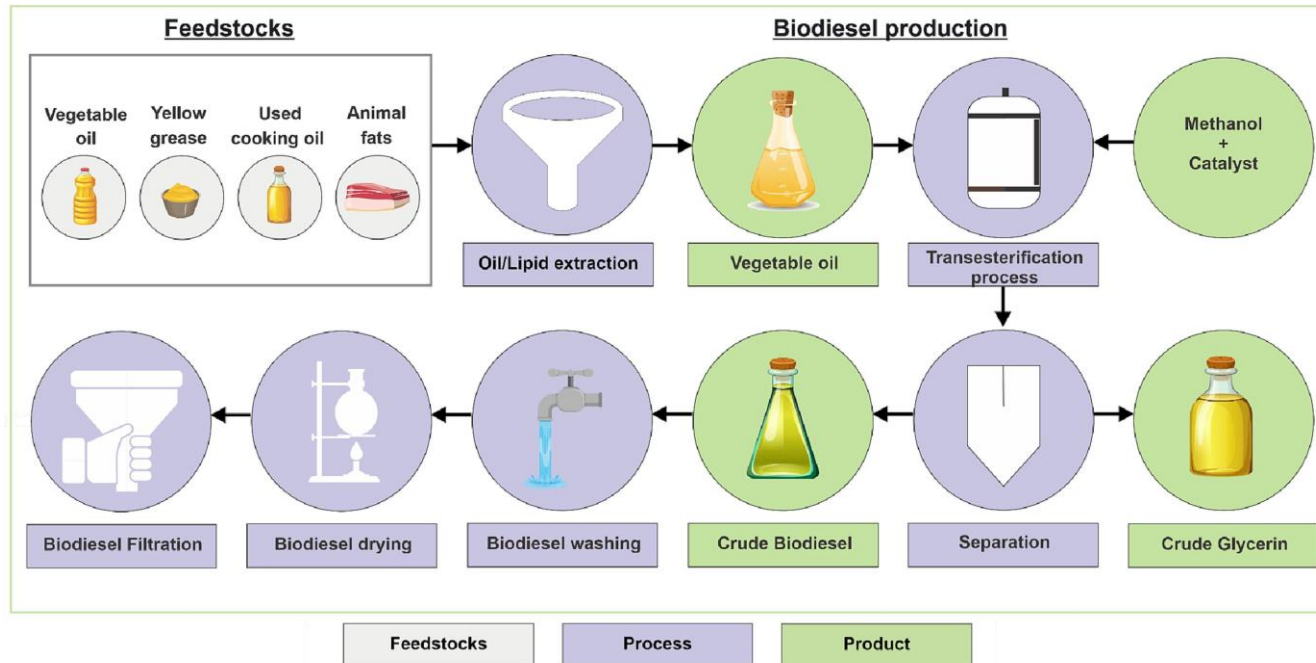
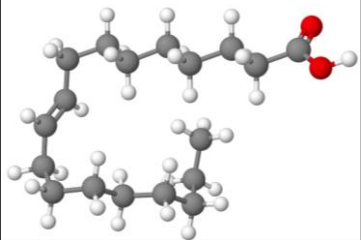


Limitación
Hidrólisis previa para uso
de biomasa lignocelulósica
fermentando la
(hemi)celulosa.

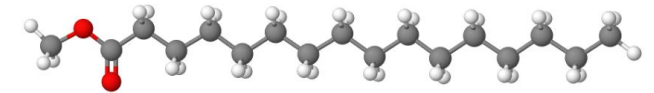
Transesterificación - biodiesel

Lípidos

Cultivos de aceites



Biodiesel



Diesel

B7

Limitación

Sólo válido para lípidos:

- Cultivos de aceites
- Aceites usados
- Grasas animales

Generaciones de biocombustibles

Primera generación (cultivos)



Segunda generación / avanzados (residuos / lignocelulósica)



Cultivos de aceites



Cultivos de azúcar y almidón

Tipo biomasa

Transesterificación

Fermentación

Ruta conversión



Termoquímica

Hidrotratamiento o transesterificación

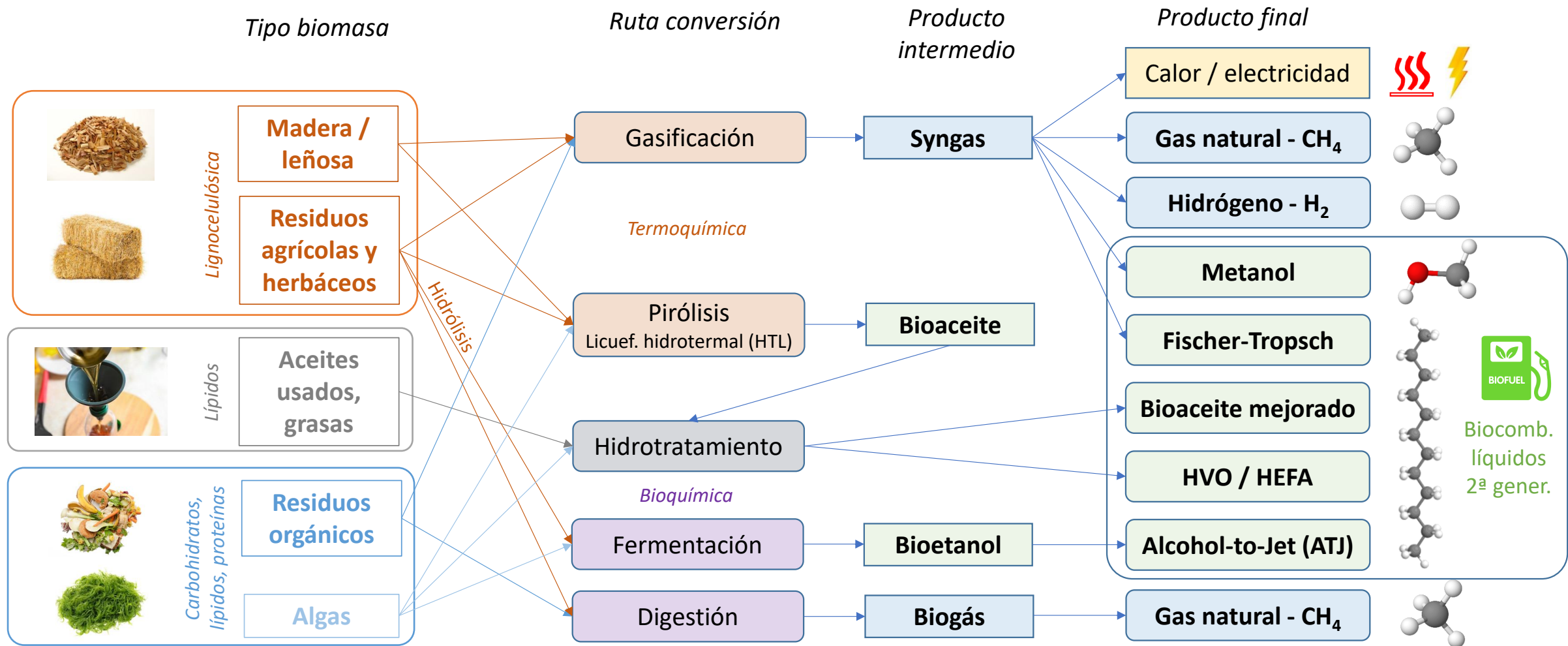
Fermentación o digestión



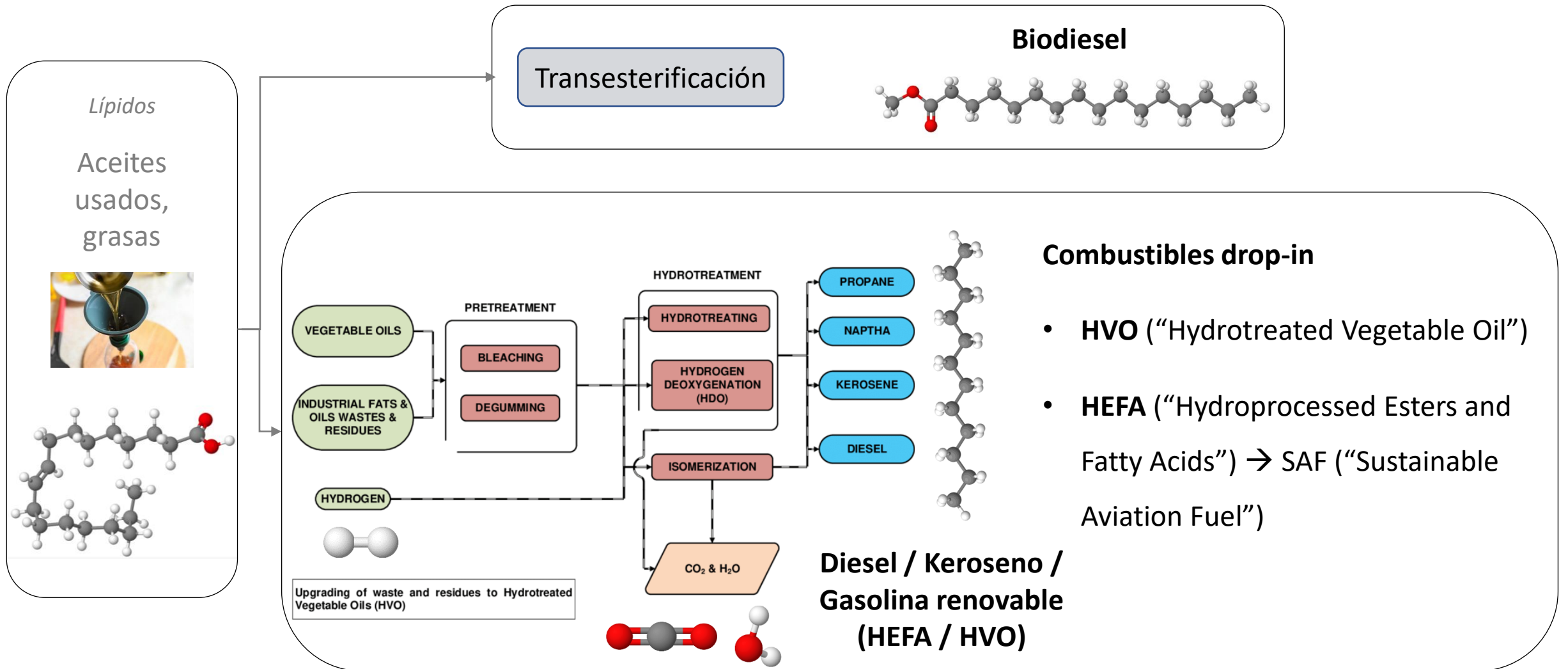
Directiva 2015/1513 (ILUC)

Directiva 2018/2001 (RED II)

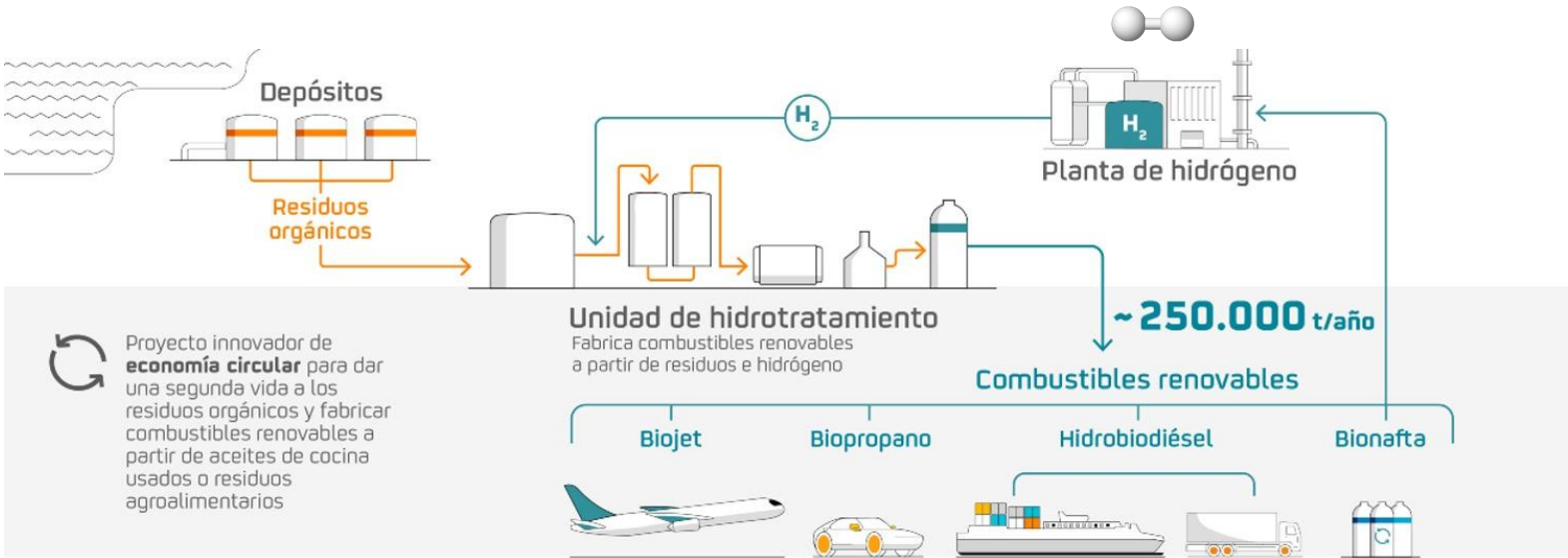
Usos futuros de la biomasa



Aceites usados y grasas

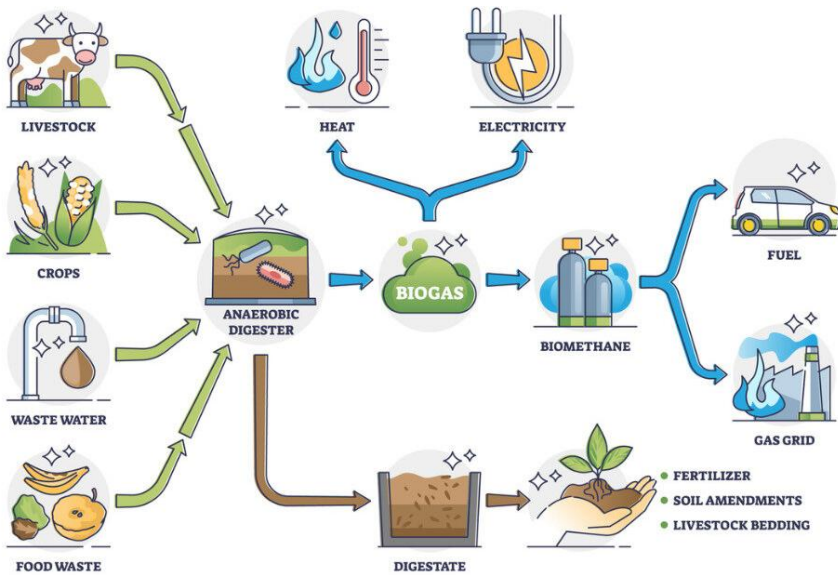
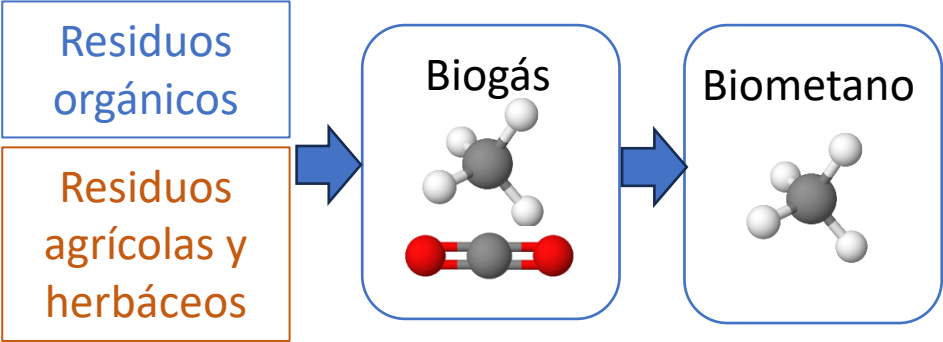


Aceites usados y grasas



Empresa	Localización	Capacidad	Producto	Estado
	Cartagena	250 kt/año	HVO + SAF	Operativa 2024
	Puertollano	200 kt/año	HVO + SAF	Operativa 2026
	Palos de la Frontera	500 kt/año	HVO + SAF	Construcción
	Sines	270 kt/año	HVO + SAF	Construcción

Residuos orgánicos y biomasa lignocelulósica



-  Plantas de explotación
-  Plantas en ejecución
-  Plantas en proyecto

Residuos orgánicos y biomasa lignocelulósica

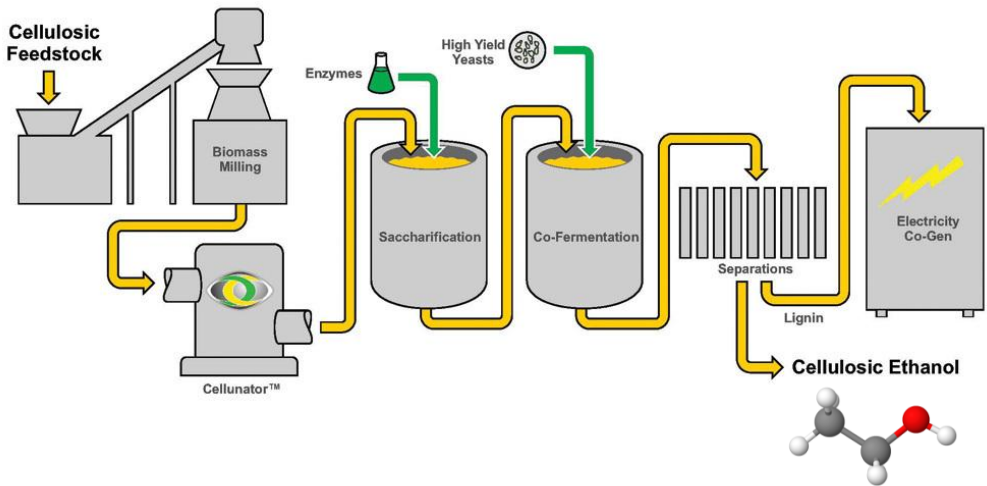
Residuos orgánicos

Madera / leñosa

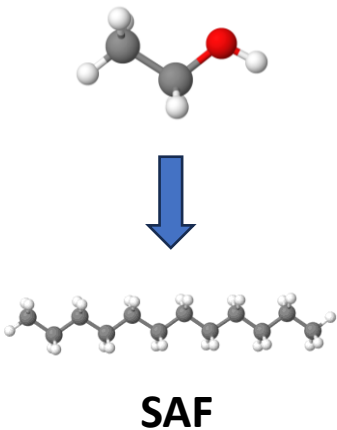
Residuos agrícolas y herbáceos

Lignocelulósica

Etanol celulósico: Hidrólisis + fermentación



Alcohol to jet (AHJ):



Procesos termo-químicos secos

- Pirólisis
- Gasificación

Procesos termo-químicos húmedos

- Carbonización hidrotermal (HTC)
- Licuefacción hidrotermal (HTL)



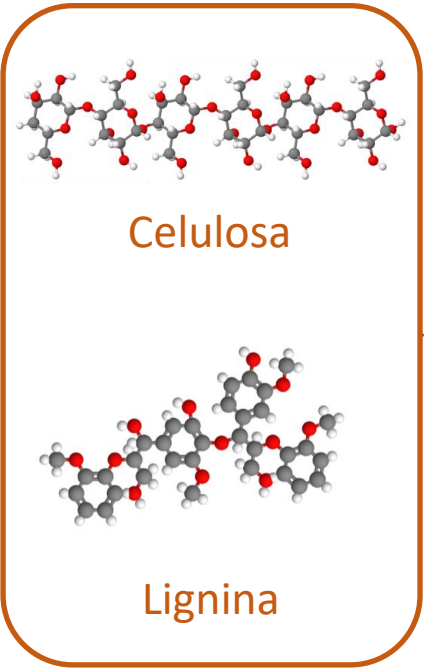
Etanol celulósico
(25 t/día residuos orgánicos)



HTC (25 t/día
residuos orgánicos)

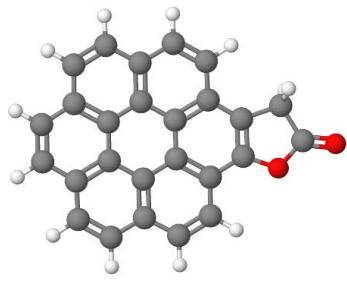
Pirólisis de biomasa

Biomasa lignocelulósica
(madera, leñosa, residuos
agrícolas y herbáceos)



Pirólisis

Biochar



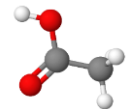
 **CARBOLIVA**
biocarbón sostenible 5 kt/año

 **EUTHENIA**
ENERGY 8 kt/año

Bioaceites



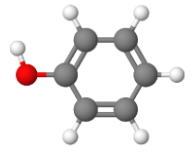
Pyrolysis oil



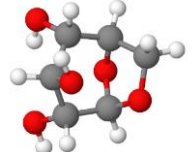
Alcoholes y carbonilos



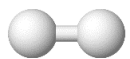
Agua



Fenoles



Azúcares

H₂ 

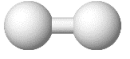
Hidrotratamiento



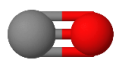
Hydrotreated
pyrolysis oil

Gases





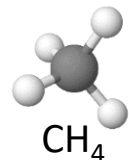
H₂



CO

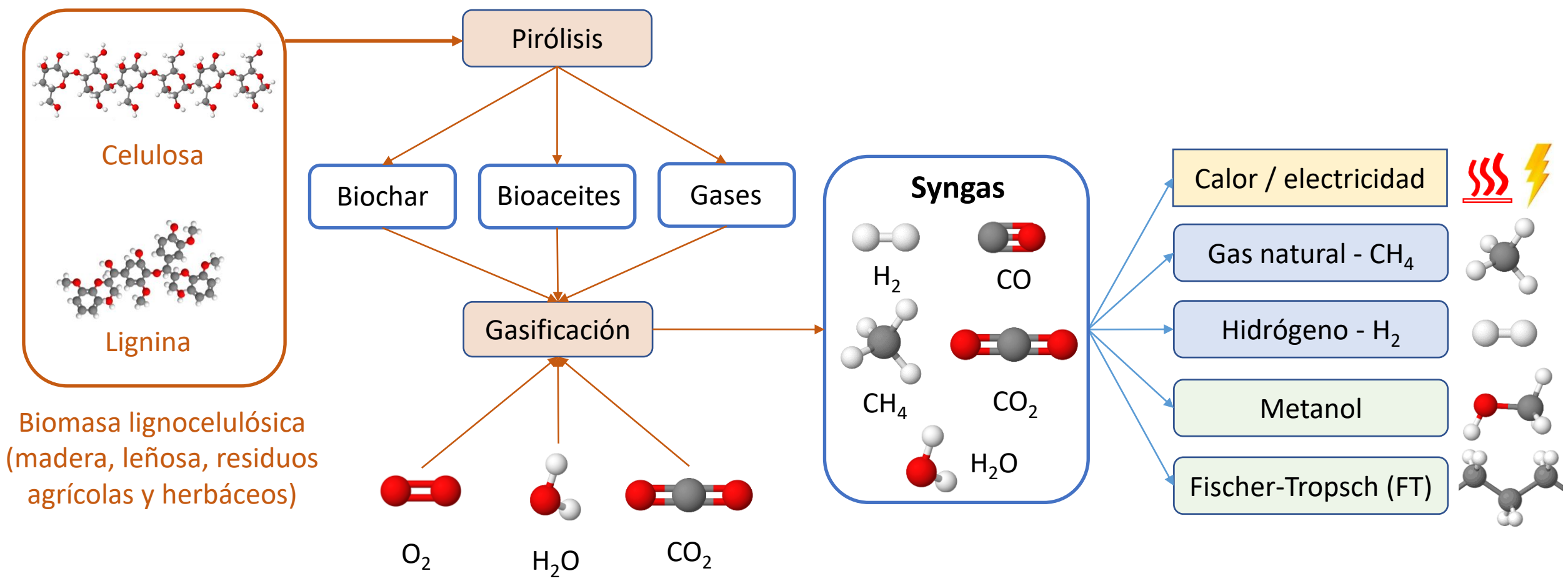


CO₂

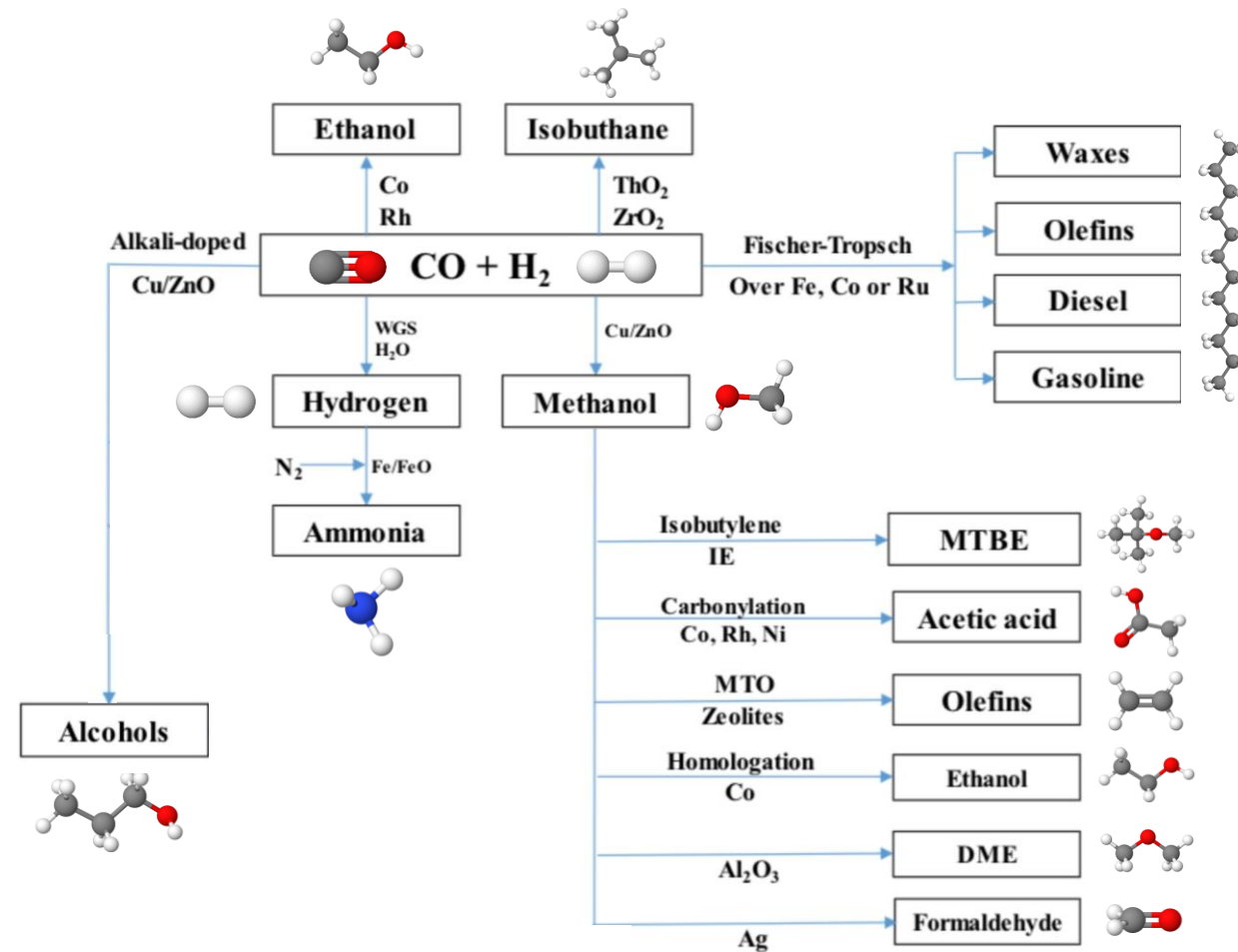


CH₄

Gasificación de biomasa



Gasificación de biomasa: sintetización de biocombustibles



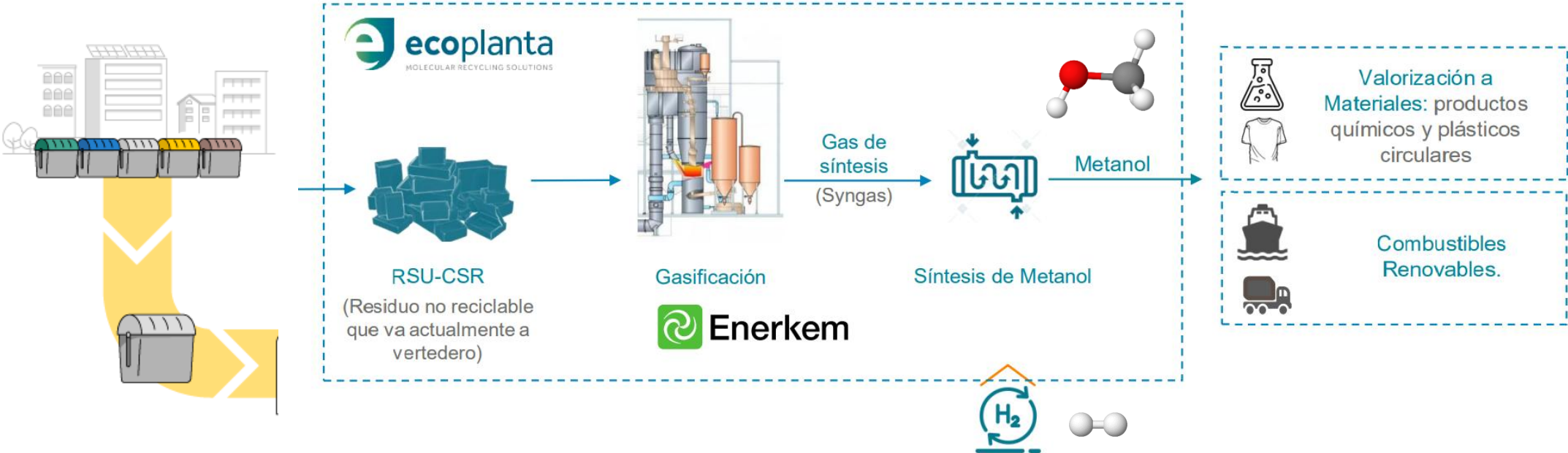
Síntesis	Ratio H_2/CO	Reacciones	Presión (bar)	Temperatura (°C)
Metanol (CH_3OH)	2.05 – 2.15	$\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	50 - 100	250 - 380
Mezcla de alcoholes	1.5	$n\text{CO} + 2n\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$ $n\text{CO} + (2n+1)\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{H}_2\text{O}$	100	350
DME (CH_3OCH_3)	-	$2\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (via methanol)	5 - 15	250 - 300
Metanación (CH_4 , SNG)	3	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$	1 - 10	200 - 400
Fischer-Tropsch ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$; $n=10,20$)	2.15	$n\text{CO} + (2n+1)\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n\text{H}_2\text{O}$ $n\text{CO} + 2n\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n} + n\text{H}_2\text{O}$	20 - 40	220 - 300

→ Diesel, SAF, gasoline, ...

Gasificación de biomasa y residuos

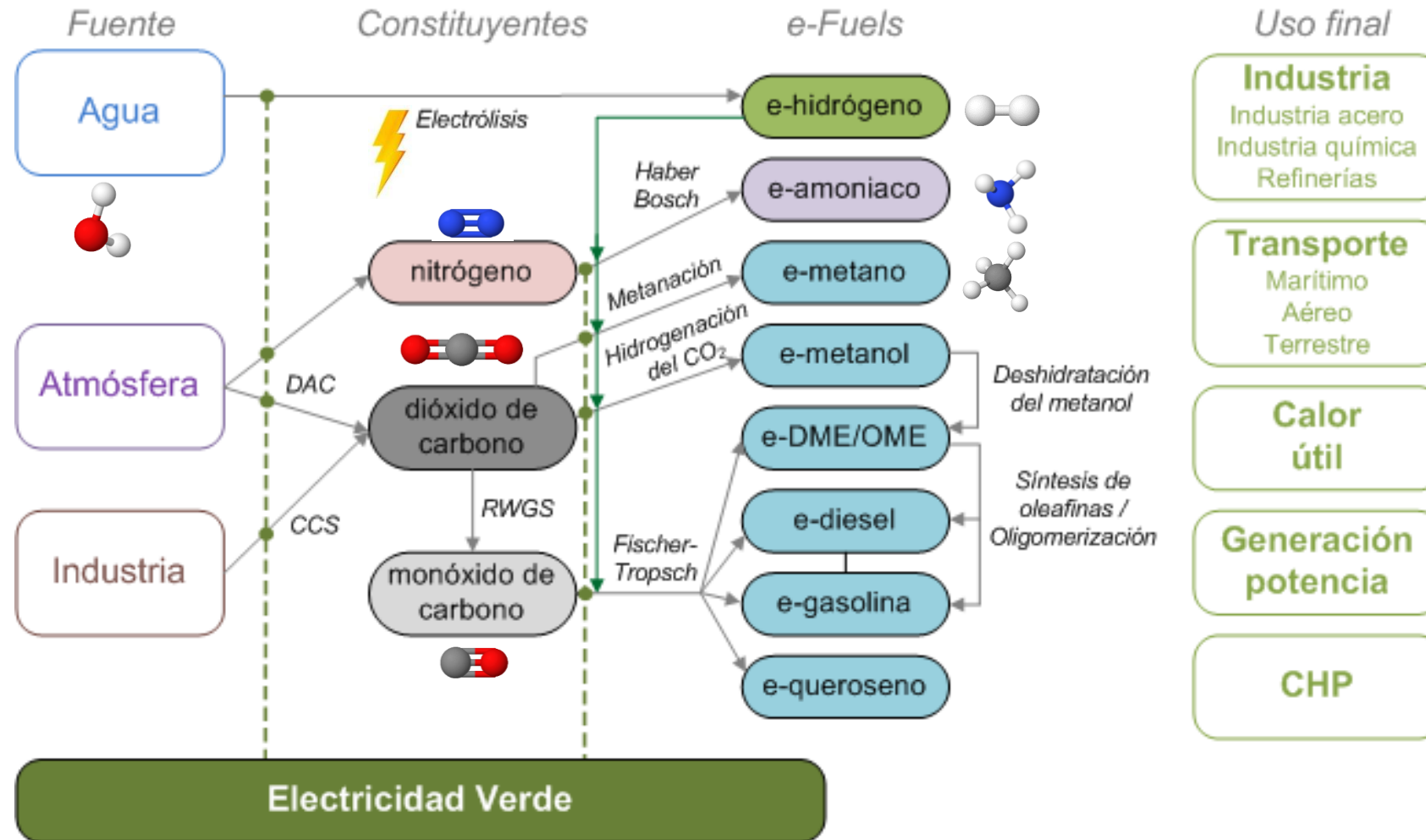
Ecoplanta de Tarragona

400 kt/año RSU y biomasa → 240 kt/año biometanol



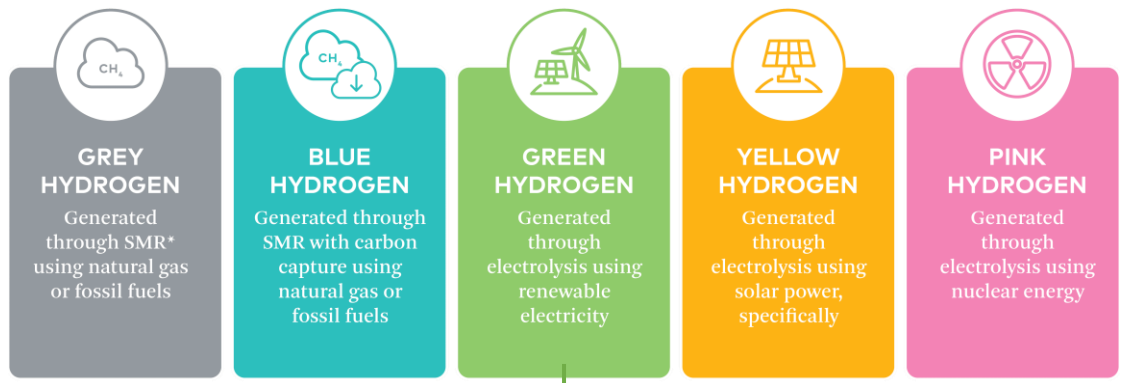
Empresa	Localización	Capacidad RSU	Producto	Estado
	Tarragona	400 kt/año	Metanol	Construcción
	Alicante	~25 kt/año	Syngas para cementera	Construcción

Combustibles sintéticos (e-fuels)

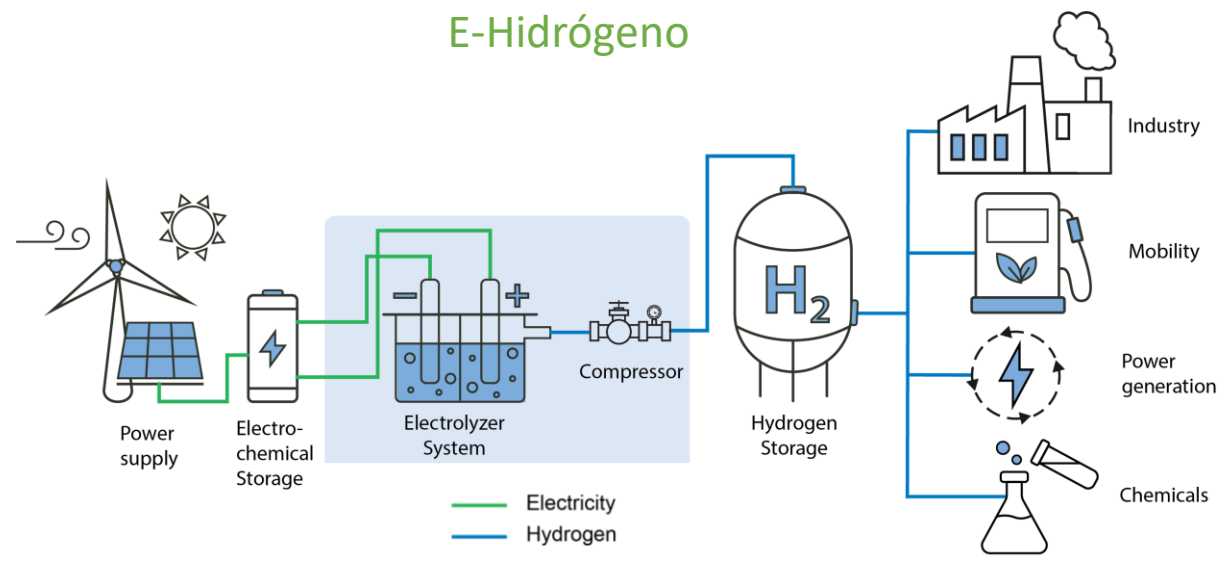


E-Hidrógeno

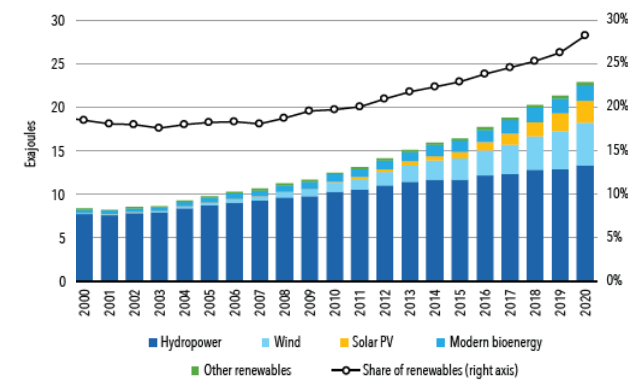
Tipos de hidrógeno



E-Hidrógeno



Mix eléctrica



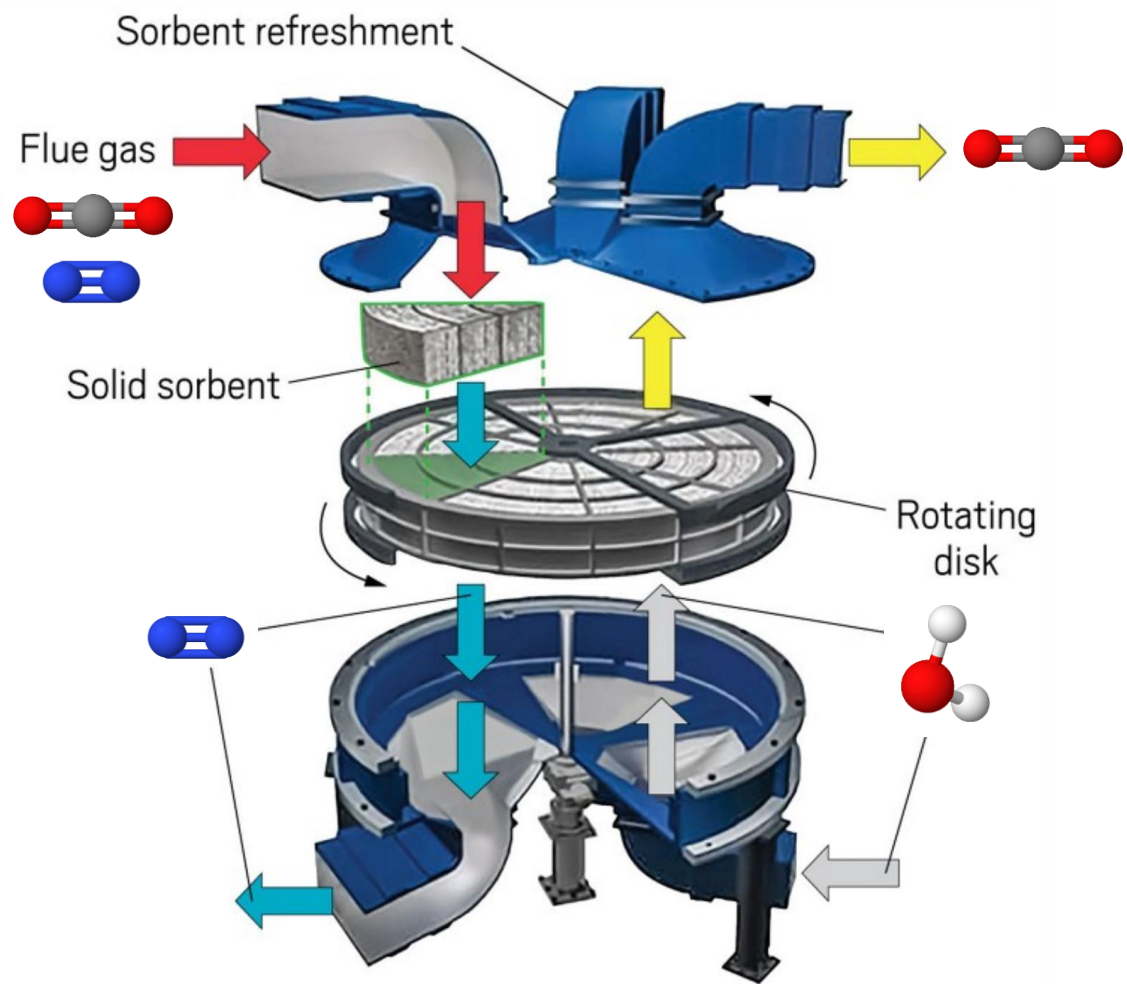
28 % Energía Renovable
(España:
43% 2020,
56% 2025)

- Desventajas para uso final en transporte:
- Difícil almacenaje
 - Problemas de seguridad
 - Nuevos sistemas de potencia:
Pilas de combustible, motores de H₂

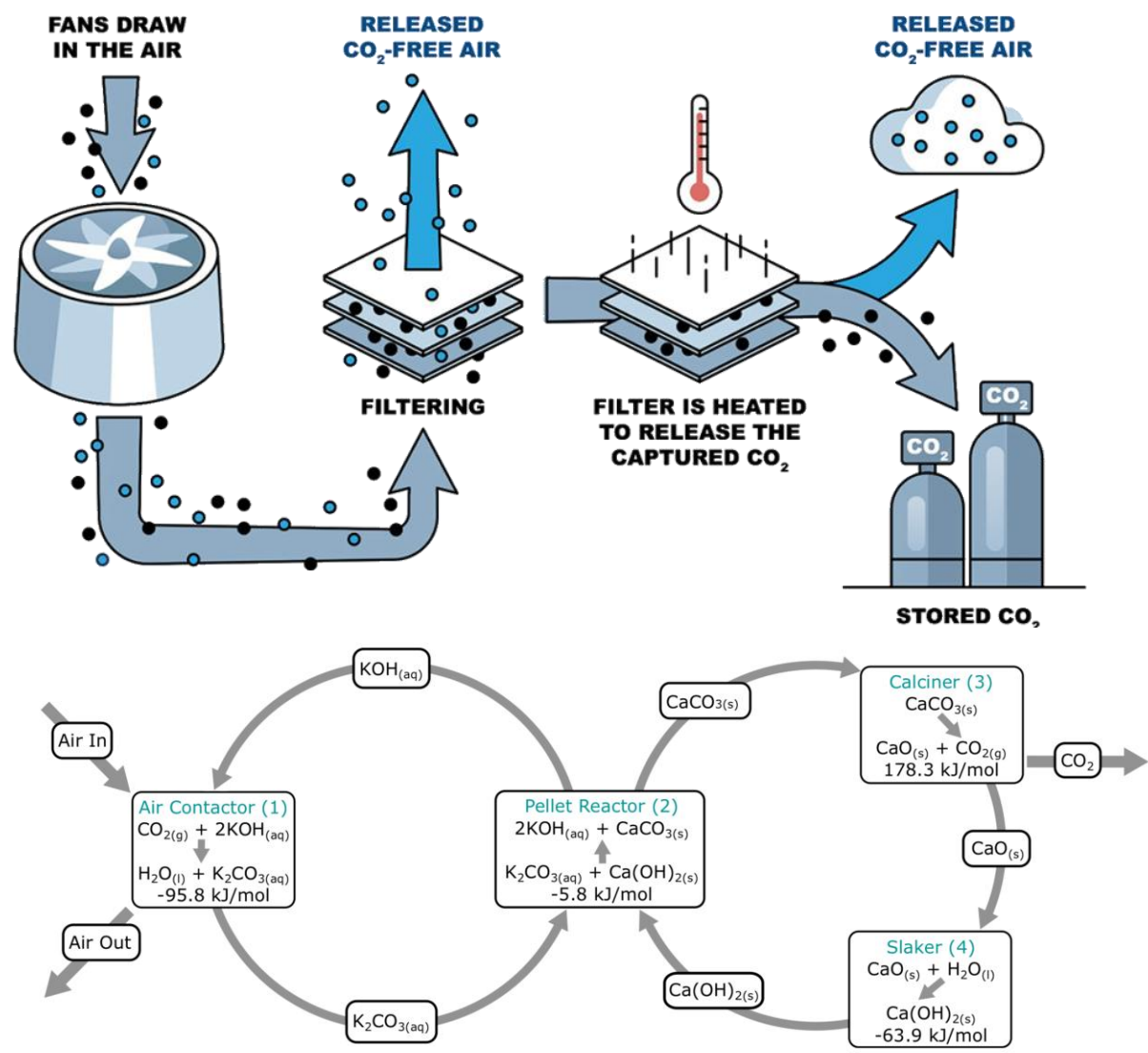
El e-hidrógeno es la base del resto de combustibles sintéticos

Fuentes de CO₂

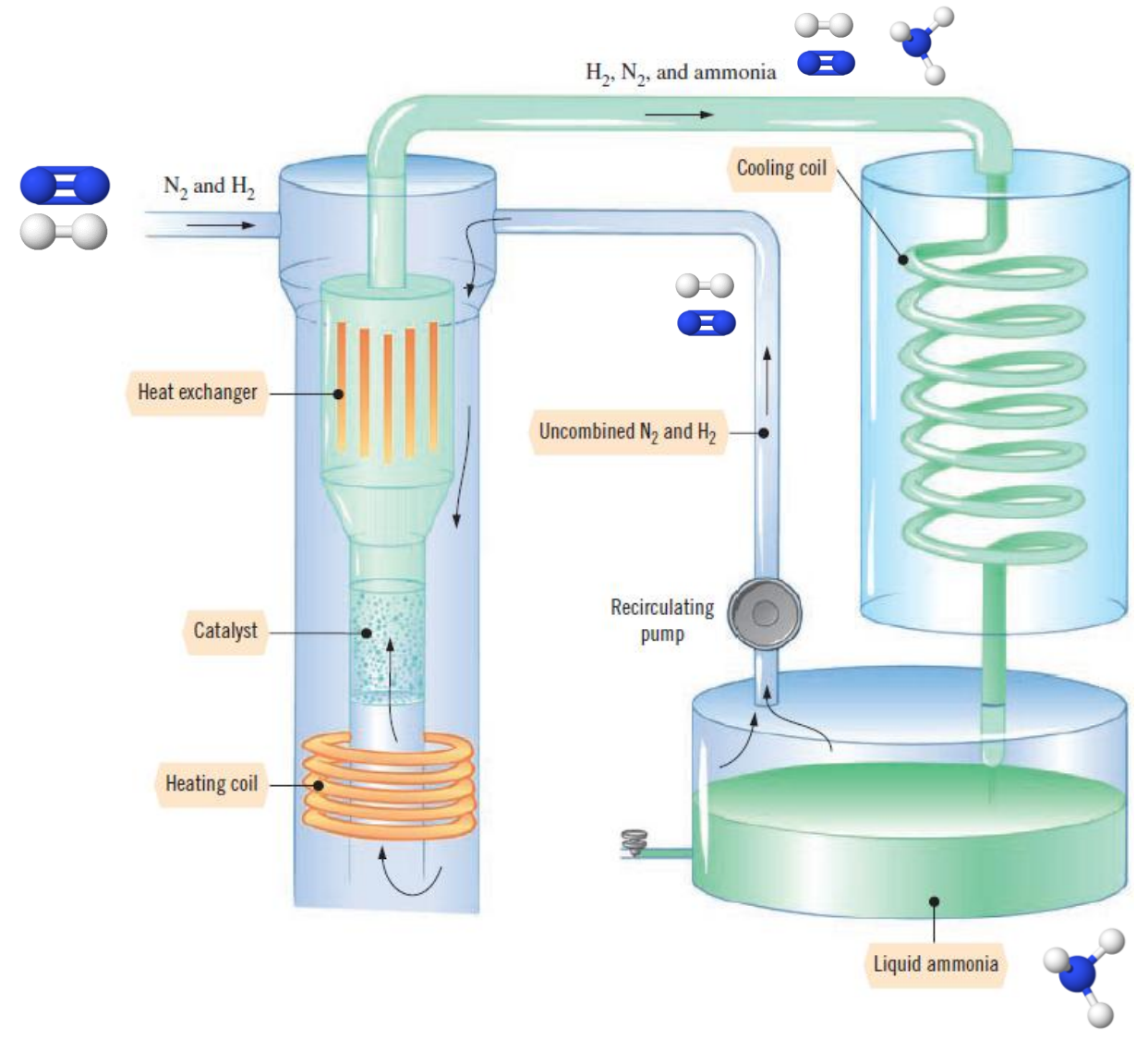
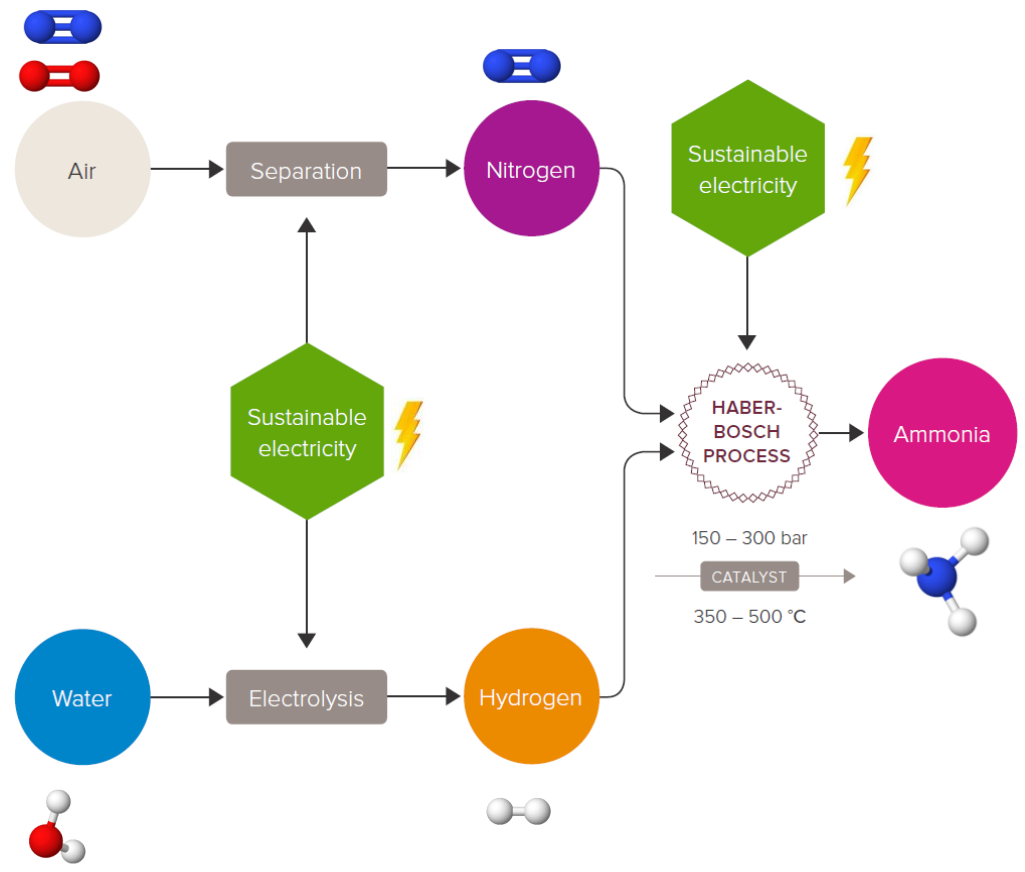
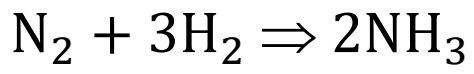
Captura de la industria:

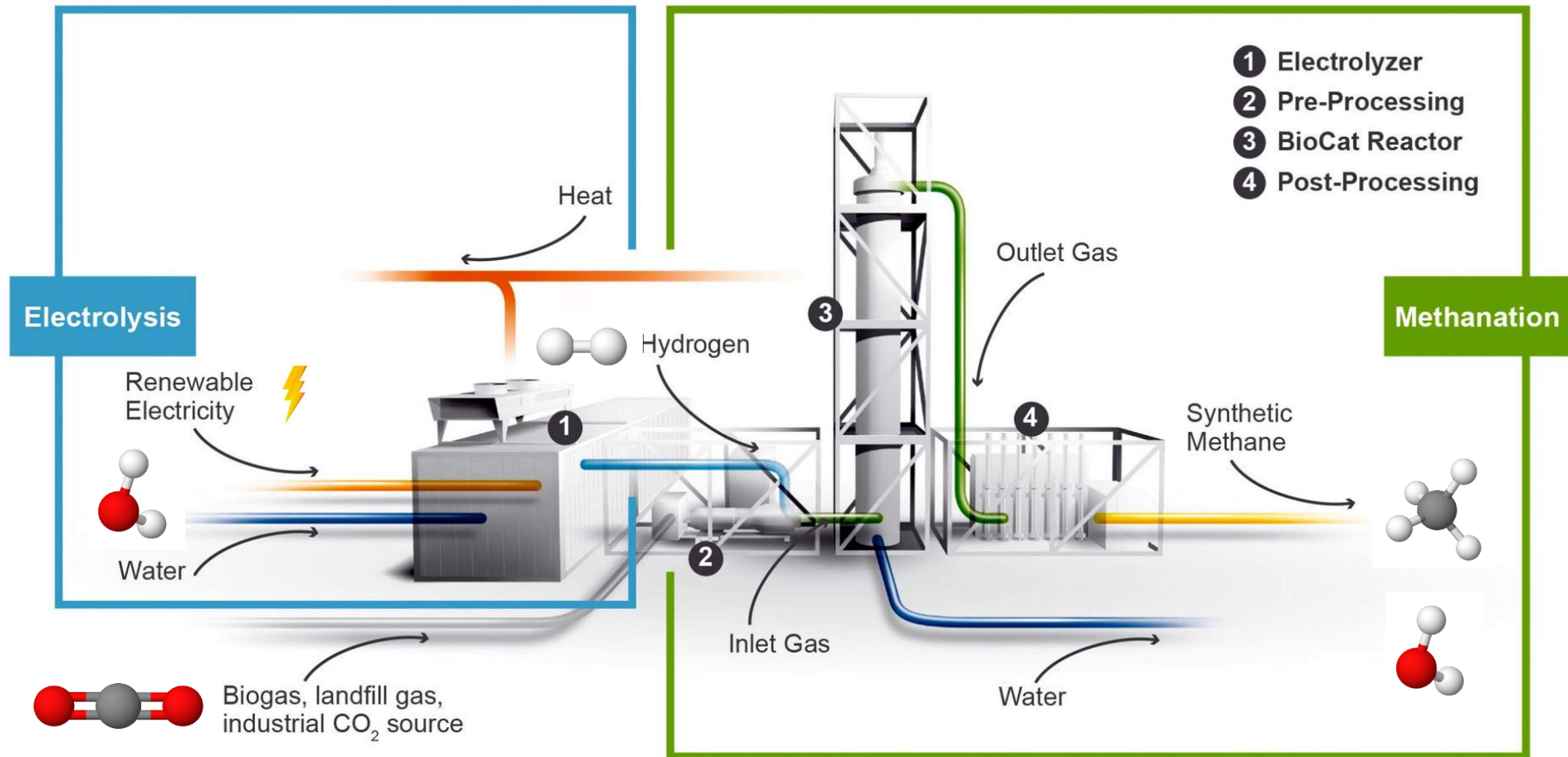
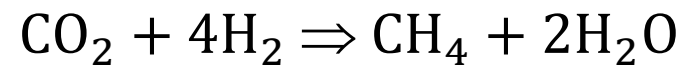


Captura directa del aire (DAC):

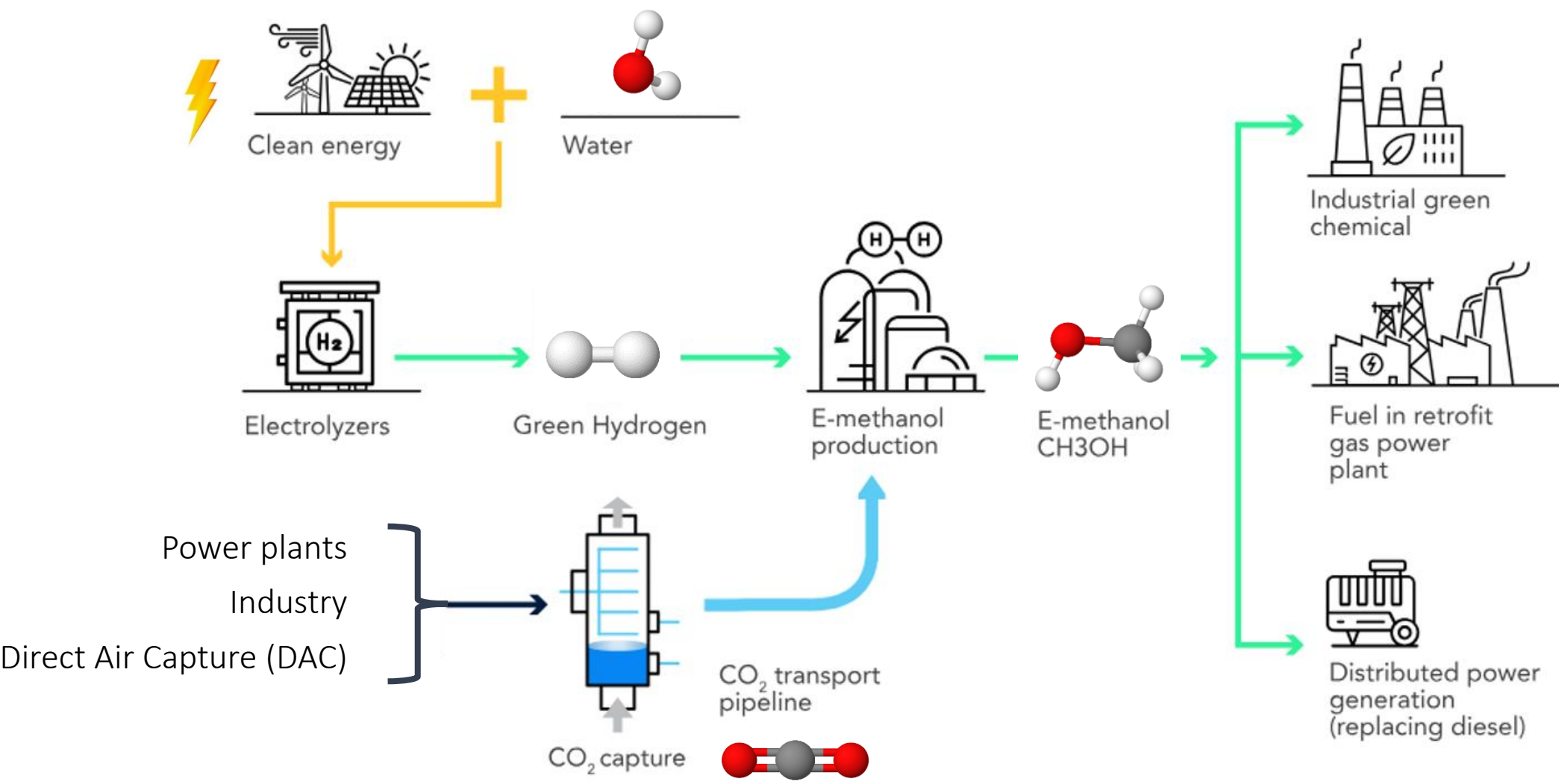


E-Amoniaco (NH₃): Haber-Bosch

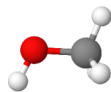


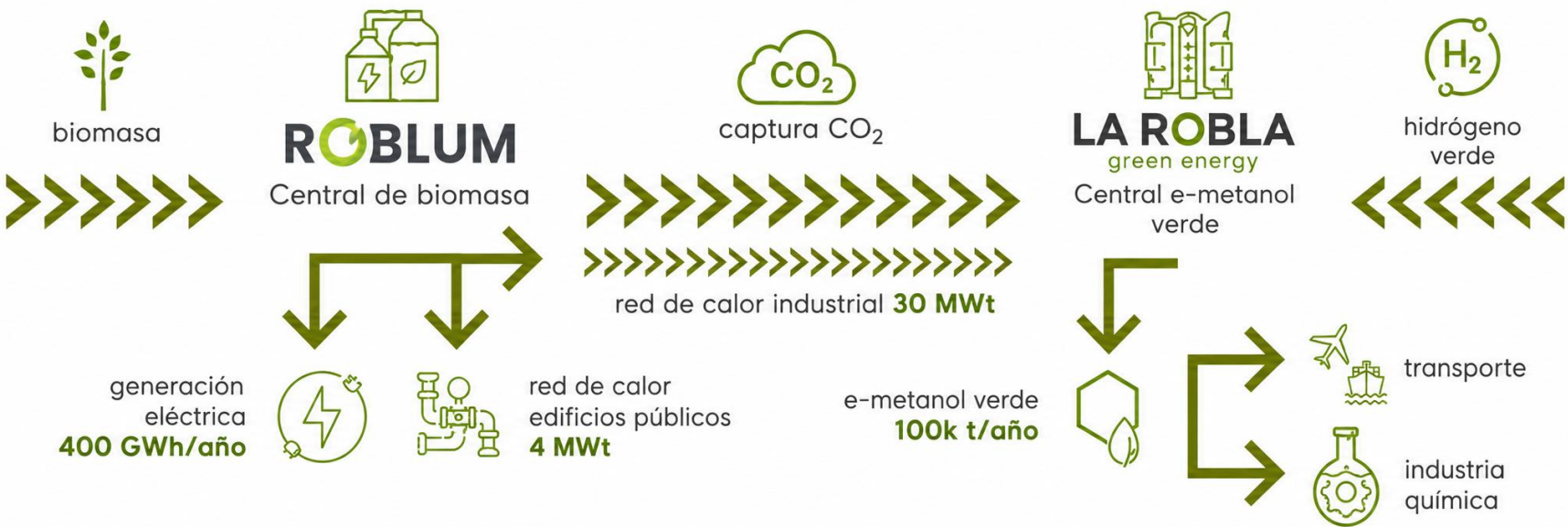
E-Metano (CH_4)

E-Metanol (CH_3OH)



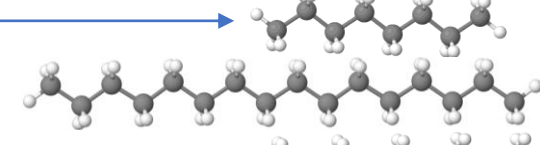
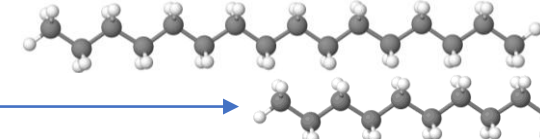
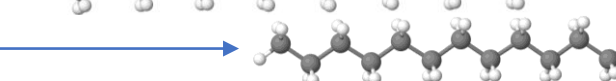
E-plantas

- Planta de cogeneración de biomasa y captura de CO₂
- Planta Hidrógeno verde 
- Planta e-Metanol verde 

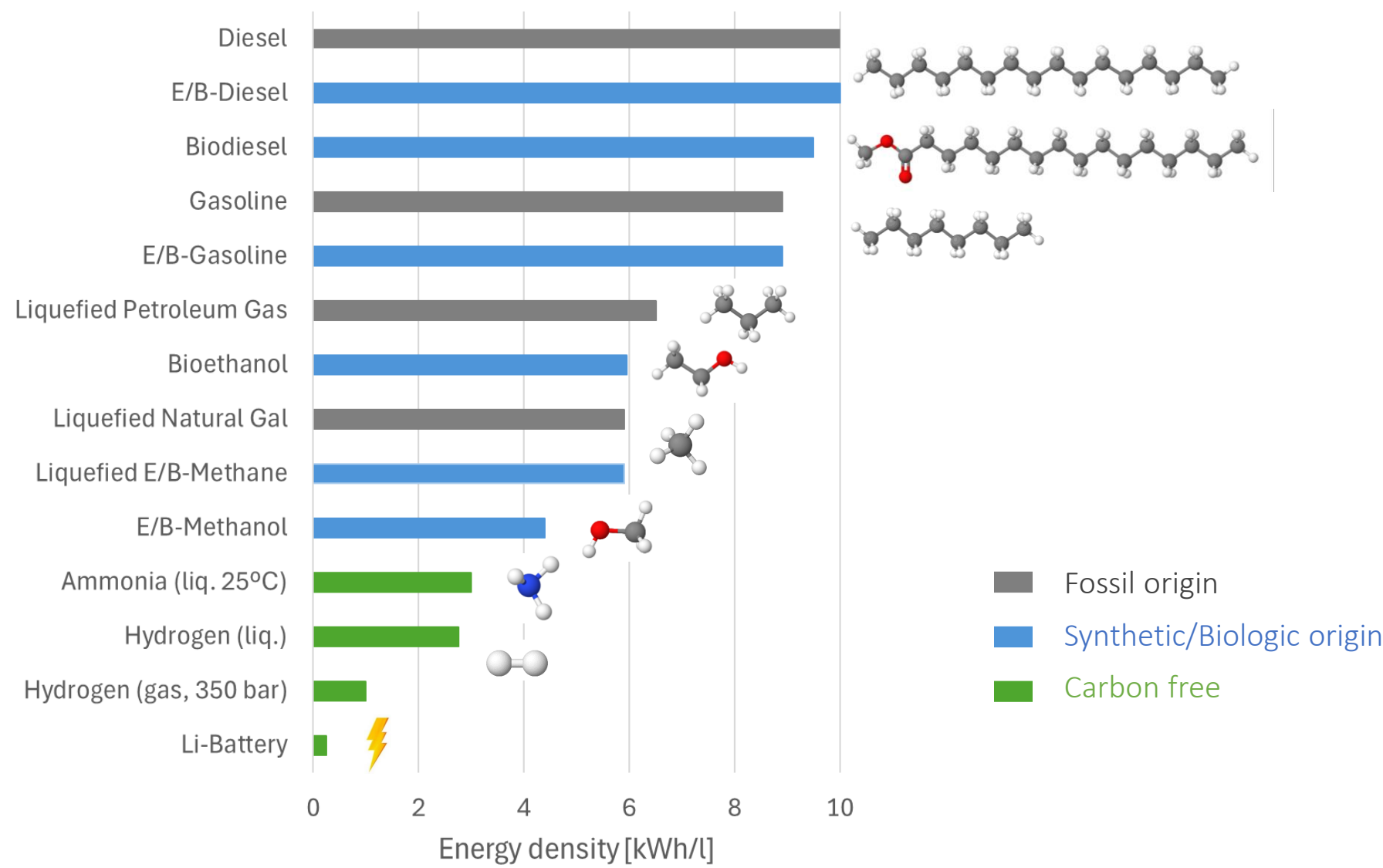


Empresa	Localización	Capacidad	Producto	Estado
reolum	La Robla	140 kt/año	Metanol	Inicio construcción
	Bilbao	2 kt/año	Fischer-Tropsch (SAF, ...)	Construcción
	Bilbao / Cartagena	15 kt/año	H ₂ para distintos usos	Aprobados
	Palos de la Frontera	45 kt/año	H ₂ para distintos usos	Aprobado
	Puertollano	3 kt/año	H ₂ para NH ₃ (fertilizantes)	Operativo

Características de uso de los diferentes combustibles

		Almacenamiento	Desarrollo sist. potencia	Infraestructura adicional	Reducción emisiones		
Gases	Combustibles Fósiles	Fácil	No	No	Baja		
	Electricidad	Difícil	No	Sí	Alta		
	Comb. Sintéticos / Biocomb.	e/b-hidrógeno	Difícil	Sí	Sí	Alta	
		e/b -metano	Medio	Sí	No	Alta	
		e/b -amoniaco	Fácil	Sí	Sí	Alta	
e/b -metanol		Fácil	Sí	No	Alta		
Líquidos	e/b-DME	Fácil	Sí	Sí	Alta		
	e/b-gasolina	Fácil	No	No	Alta		
	e/b-diésel	Fácil	No	No	Alta		
	e/b -queroseno	Fácil	No	No	Alta		

Densidad energética de diferentes combustibles

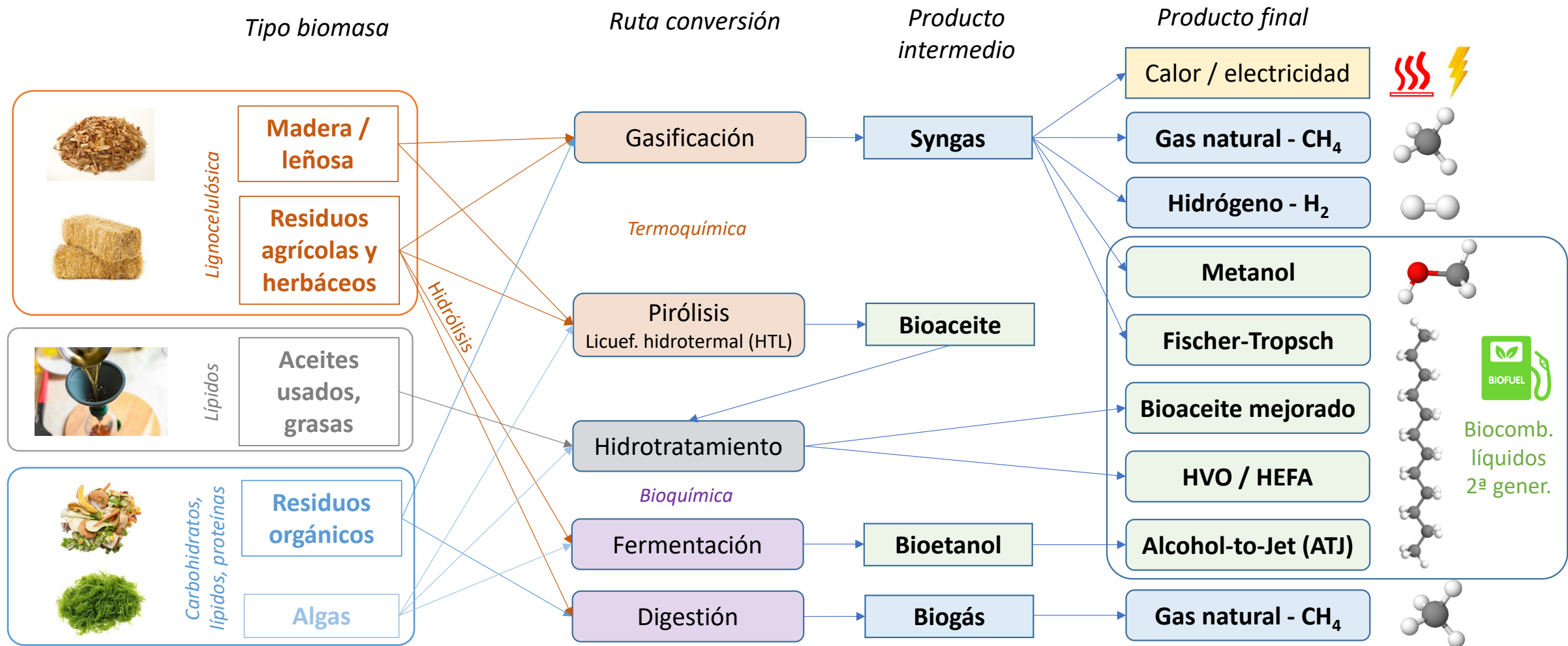


Características de uso de los diferentes combustibles

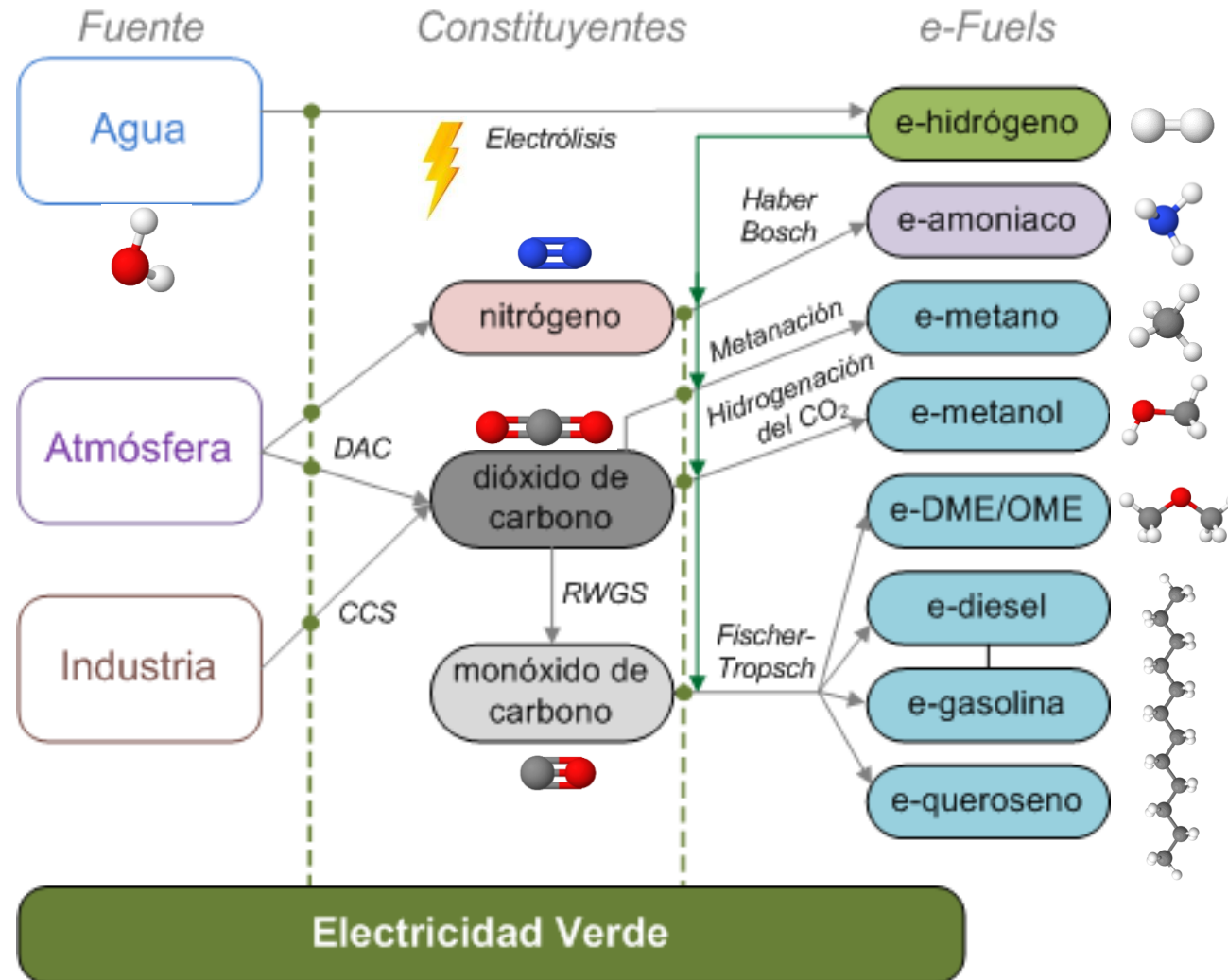
		Usos en el transporte				Almacenamiento	Desarrollo sist. potencia	Infraestructura adicional	Reducción emisiones
		Proximidad	Larga dist.	Marítimo	Aéreo				
Combustibles Fósiles		X	X	X	X	Fácil	No	No	Baja
Electricidad		XX	X			Difícil	No	Sí	Alta
Comb. Sintéticos / Biocomb.	e/b-hidrógeno	XX	XX	X	X	Difícil	Sí	Sí	Alta
	e/b -metano	X	XX	XX		Medio	Sí	No	Alta
	e/b -amoníaco	X	X	XX		Fácil	Sí	Sí	Alta
	e/b -metanol	XX	X	XX		Fácil	Sí	No	Alta
	e/b-DME	X	XX	XX		Fácil	Sí	Sí	Alta
	e/b-gasolina	XX	X			Fácil	No	No	Alta
	e/b-diésel	X	XX	XX		Fácil	No	No	Alta
	e/b -queroseno				XX	Fácil	No	No	Alta



Conclusiones: Biocombustibles



Conclusiones: Combustibles sintéticos (e-fuels)



¡MUCHAS GRACIAS!

