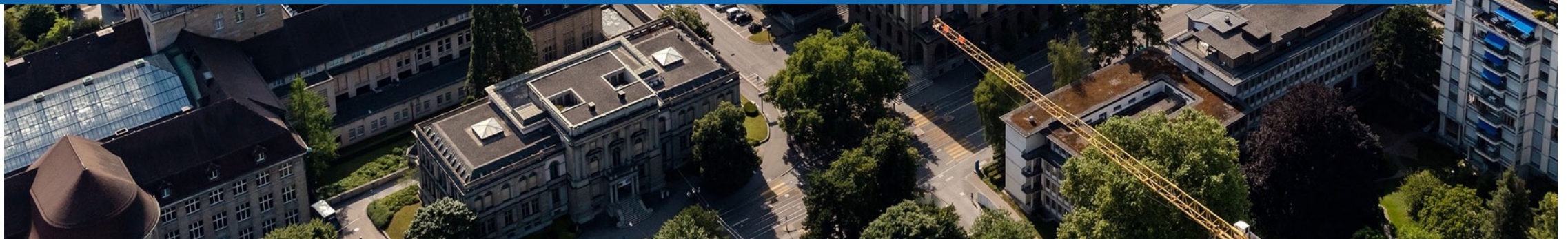




Usos alternativos de la biomasa para la producción de energía

Dr. Adriana Marcucci, ETH Zurich
28 Agosto 2024, Bi-ON 2024, Cali



Contenido

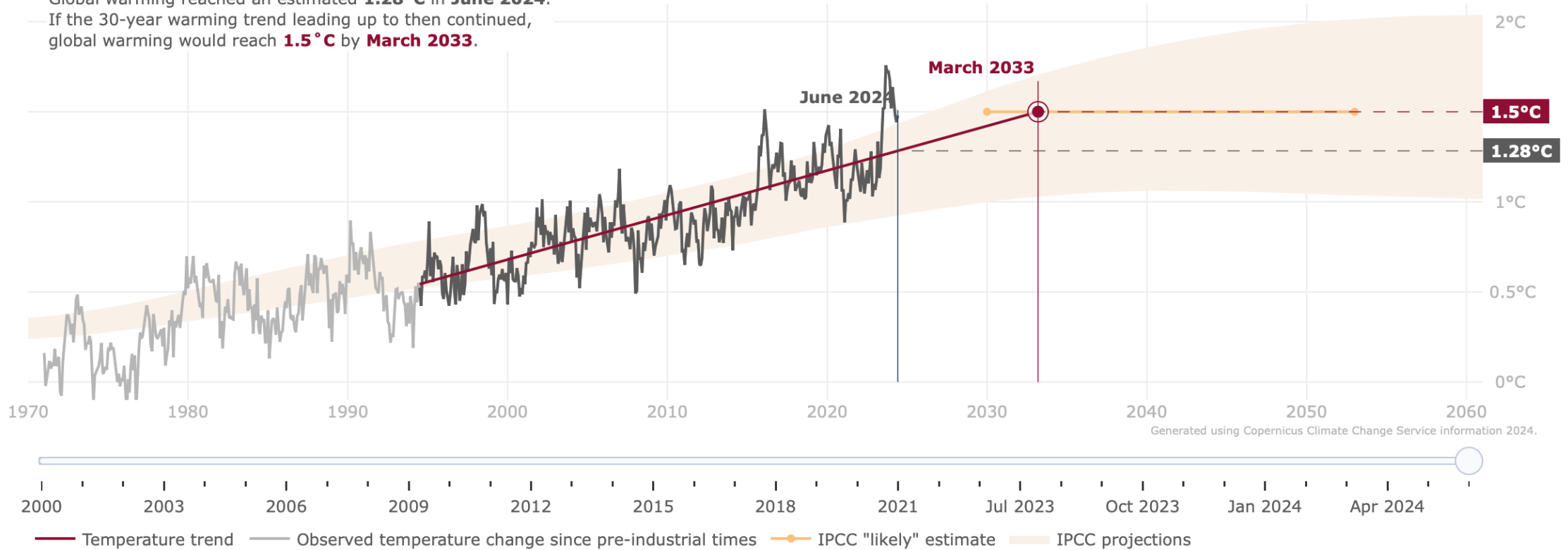
1. Motivación
2. Sistema energético
3. Uso de la biomasa para energía
4. Conclusiones

1. Motivación
2. Sistema energético
3. Uso de la biomasa para energía
4. Conclusiones

Aumento global de la temperatura



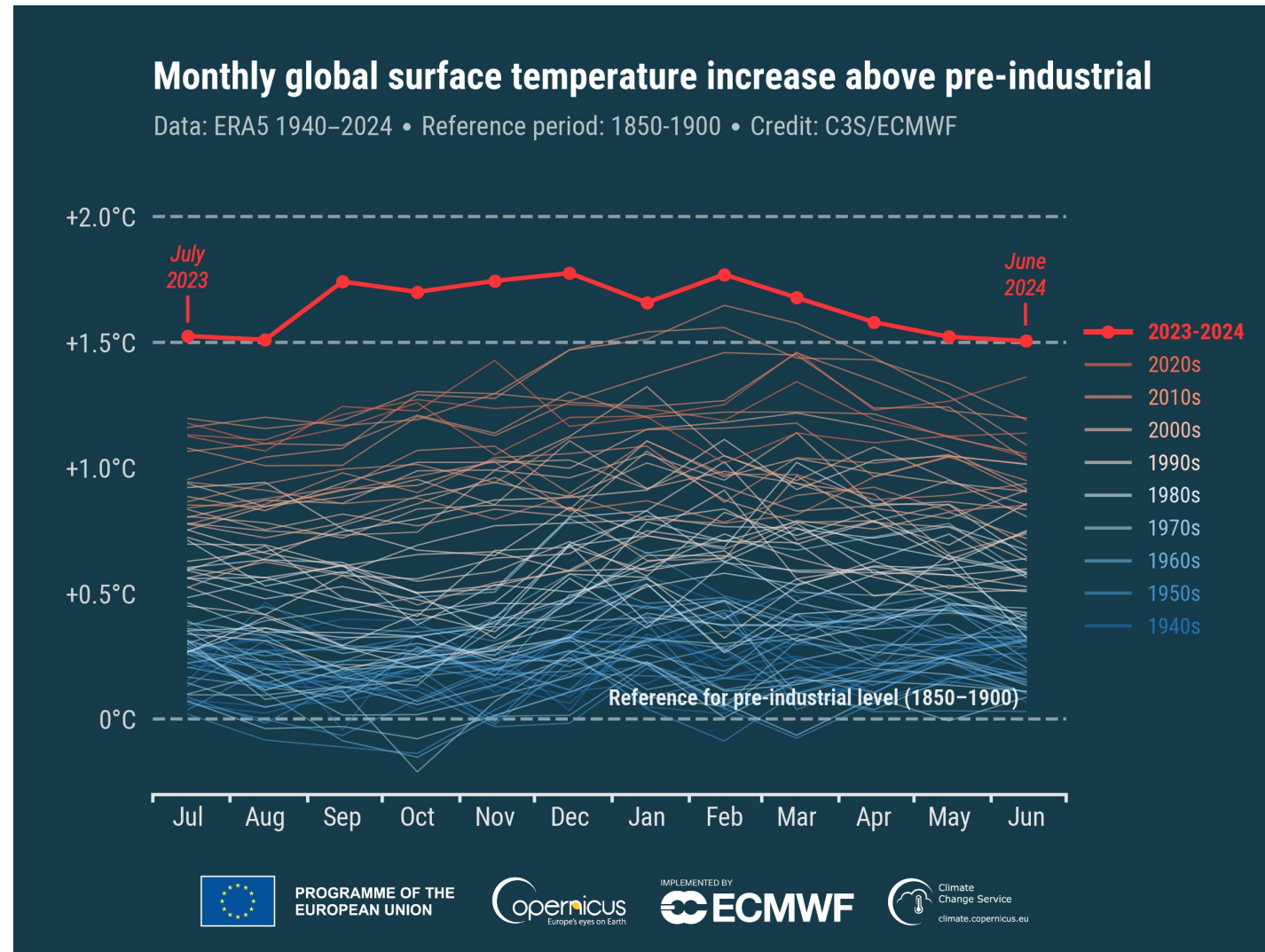
Global warming reached an estimated **1.28°C** in **June 2024**.
If the 30-year warming trend leading up to then continued,
global warming would reach **1.5°C** by **March 2033**.



PROGRAMME OF THE
EUROPEAN UNION



Aumento global de la temperatura

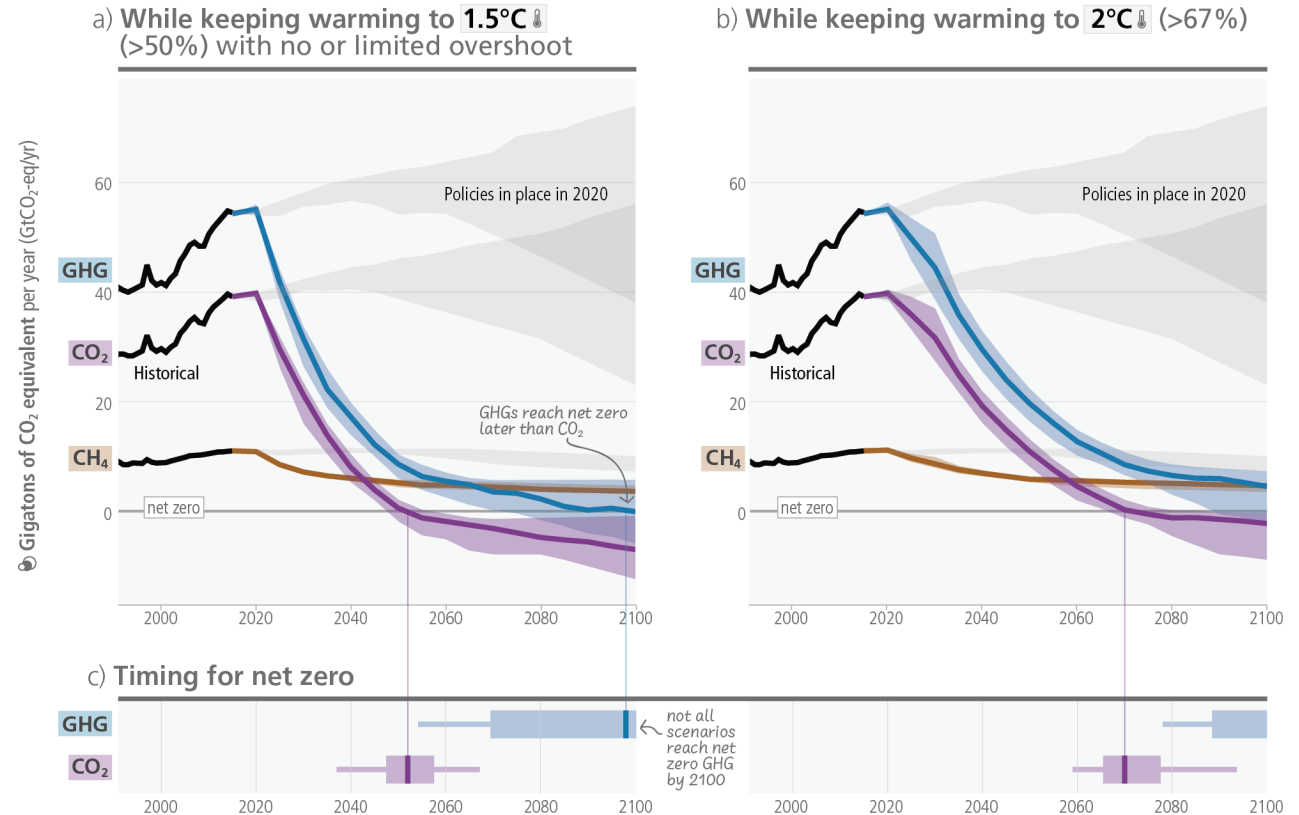


Carbon-neutralidad (IPCC 6AR)

Hay que cambiar la tendencia de crecimiento de las emisiones de CO₂, y hay que hacerlo rápido!

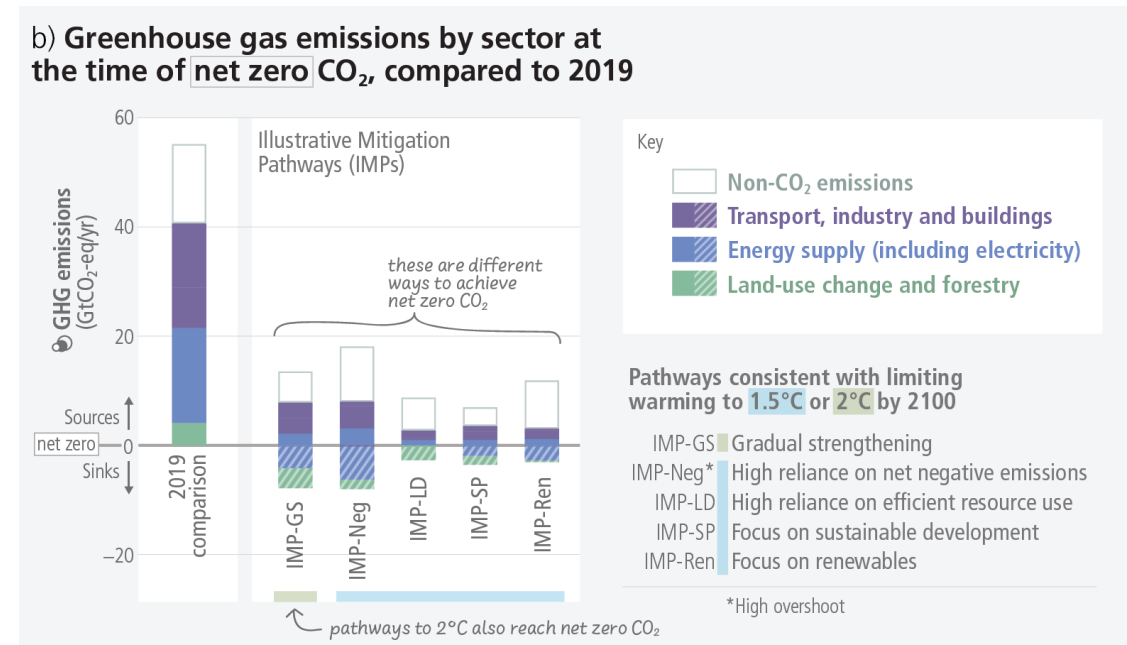
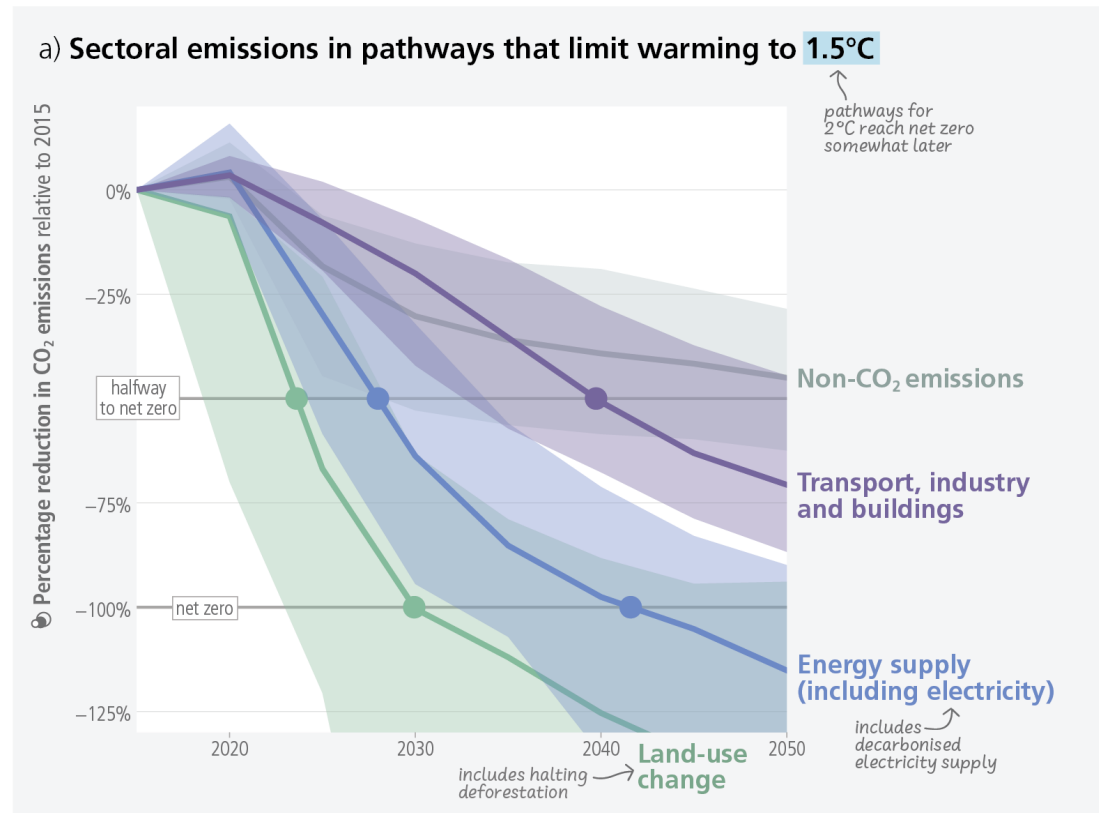
Global modelled pathways that limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot reach **net zero CO₂ emissions** around 2050

Total **greenhouse gases (GHG)** reach net zero later



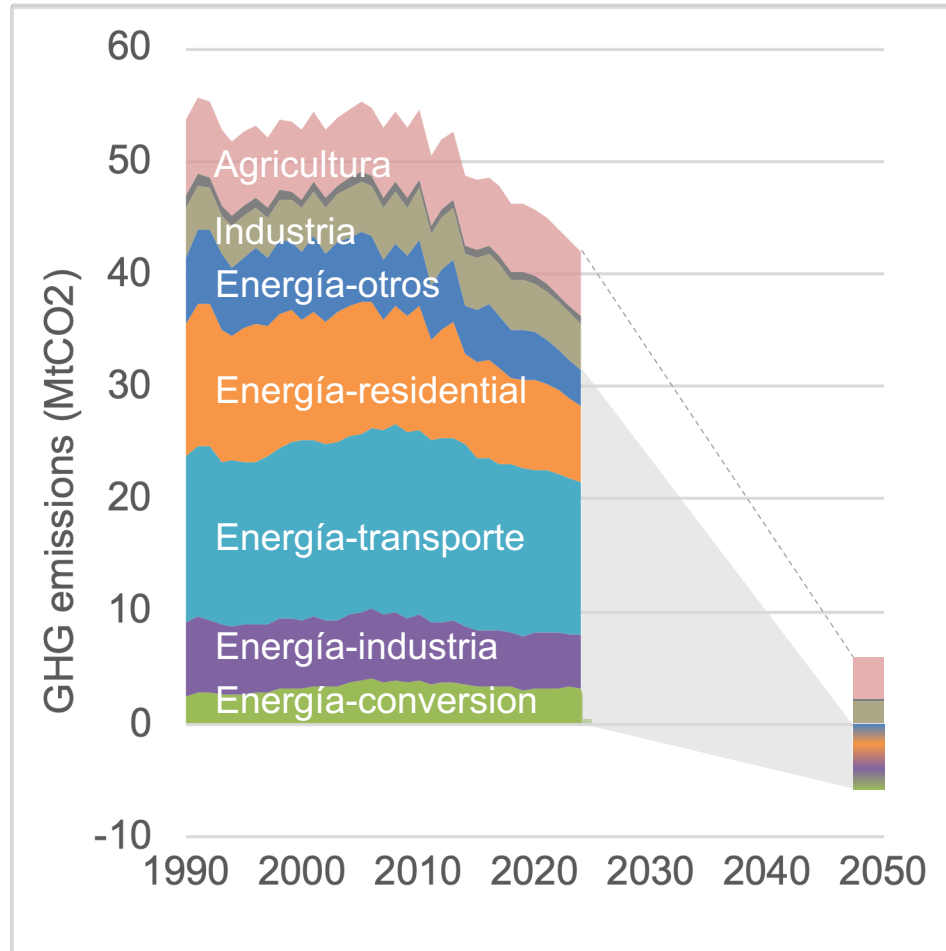
Carbon-neutralidad (IPCC 6AR)

Diferencias sectoriales



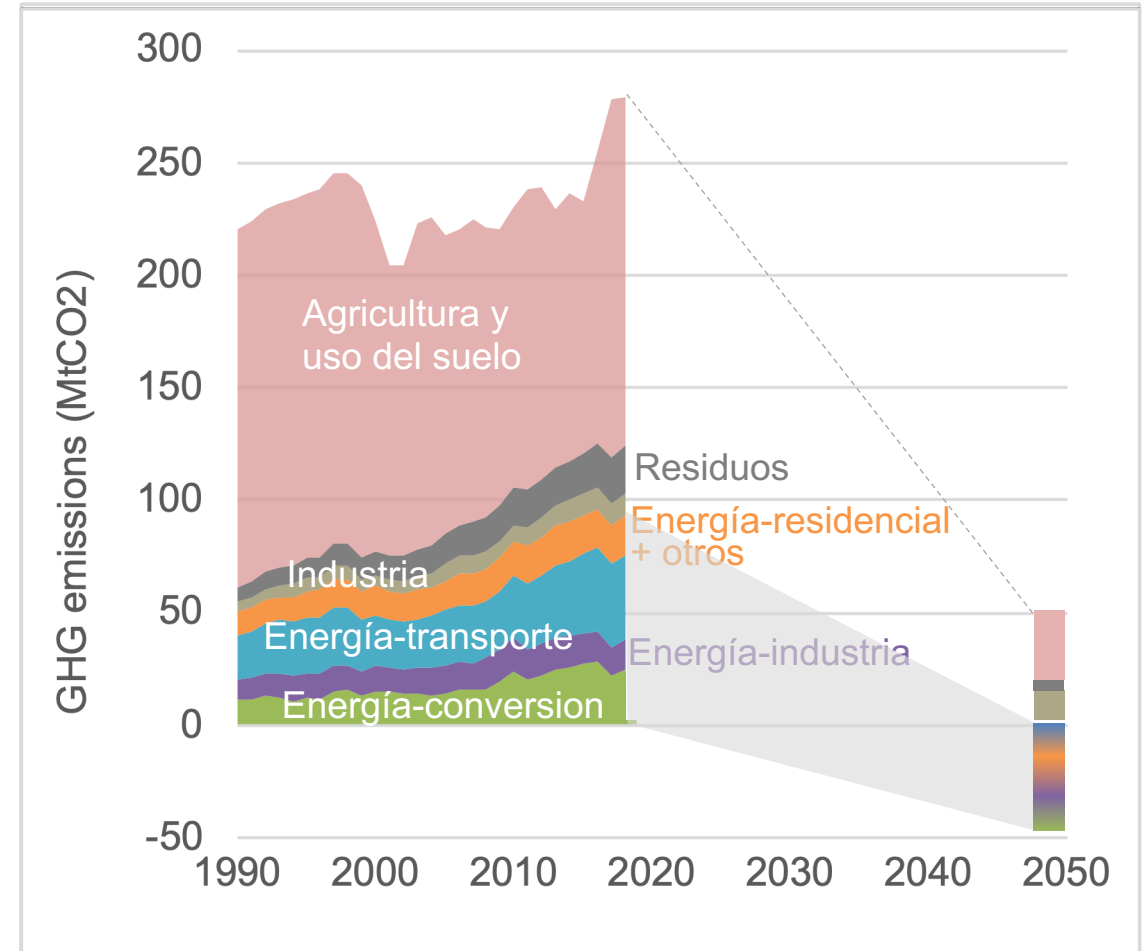
Necesidad de emisiones negativas

Suiza



Switzerland's greenhouse gas inventory, BAFU
Switzerland's Long-Term Climate Strategy, the Federal Council

Colombia

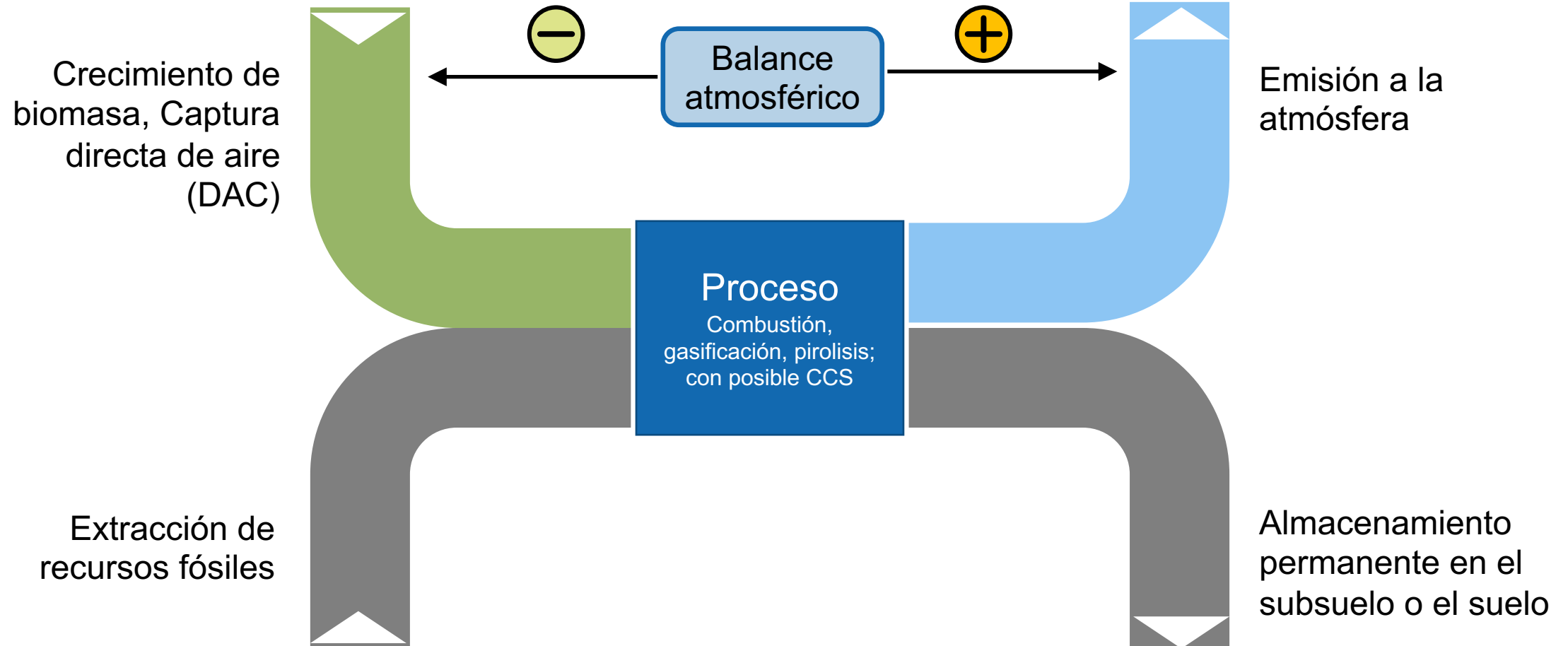


Informe del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero
1990-2018 y Carbono Negro 2010-2018 de Colombia
Options for Colombia's mid-century deep decarbonization strategy,
R. Delgado, 2020

Cambios en el sistema energético

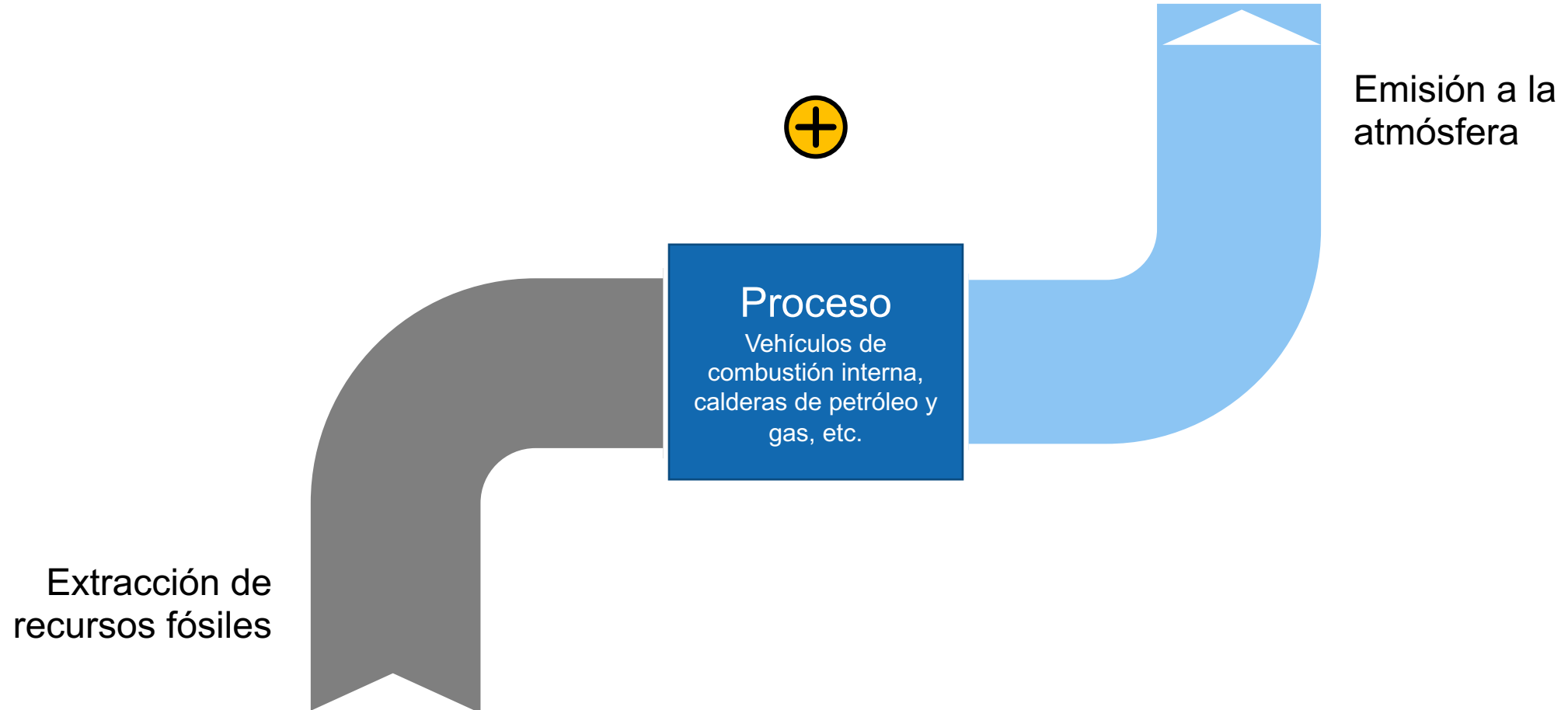
1. Cambios en la matriz energética: Reemplazar el uso de combustibles fósiles para producir:
 - Electricidad: Uso de energías renovables, residuos con CCS
 - Transporte: Electricidad, biocombustibles (?), hidrógeno (?)
 - Calor industrial y residencial (en países con estaciones): Electricidad, hidrógeno, biomasa
2. Tecnologías de emisiones negativas (captura y uso y almacenamiento de carbono)
 - DAC: Captura directa de aire
 - **BECCS: biomasa con captura y almacenamiento de carbono**

Tecnologías de emisiones negativas: Balance de CO2

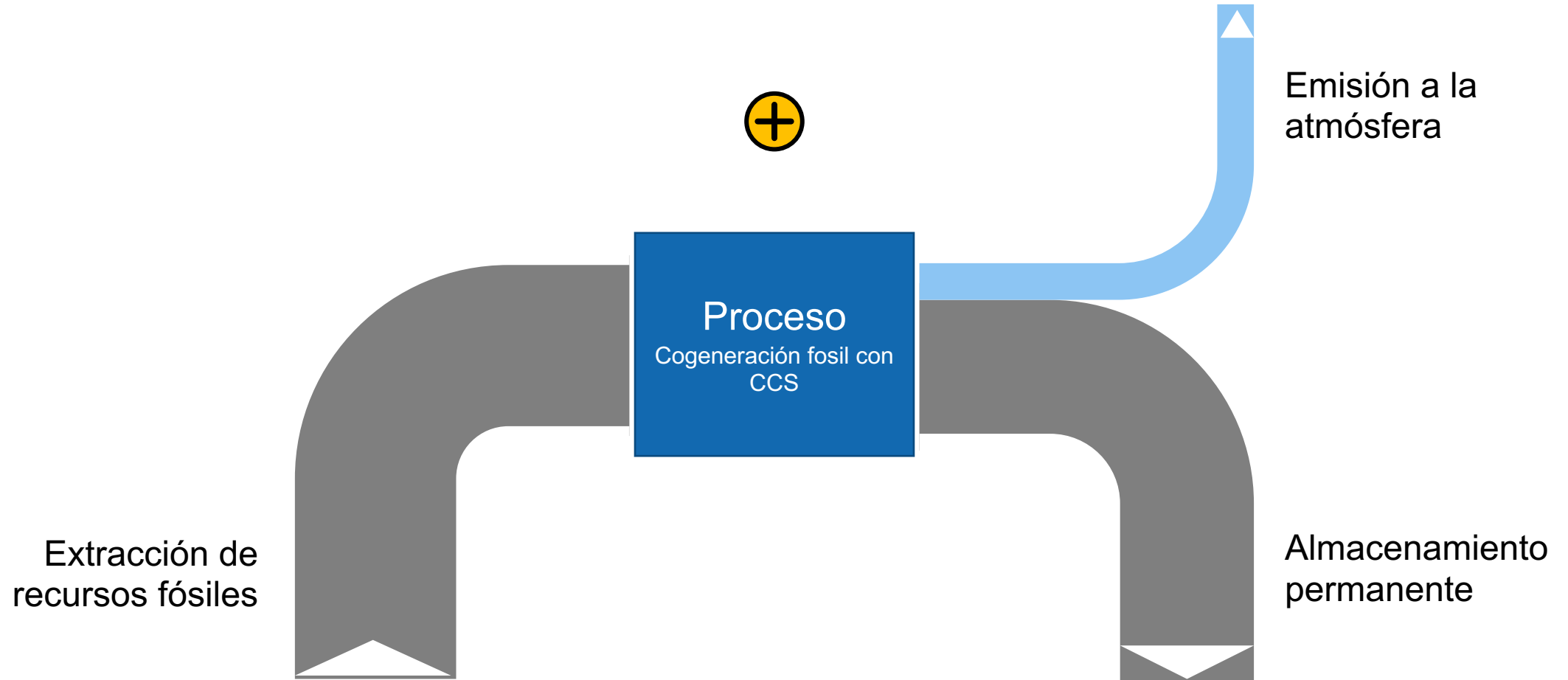


Vehículos con combustibles fósiles

Calderas fósiles

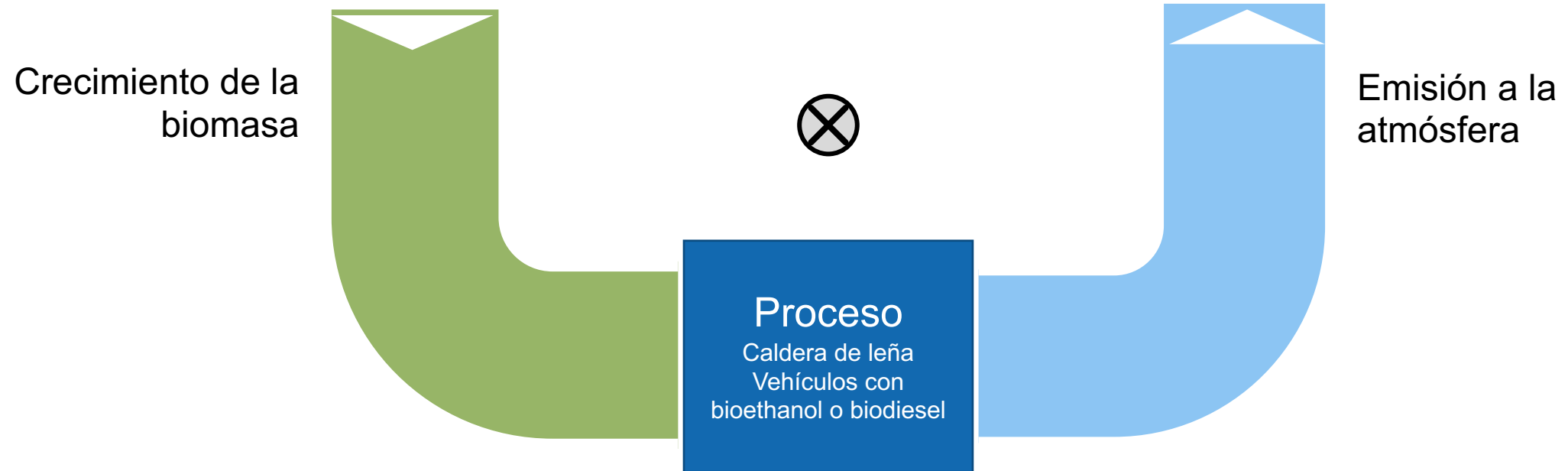


Cogeneración fósil con CCS

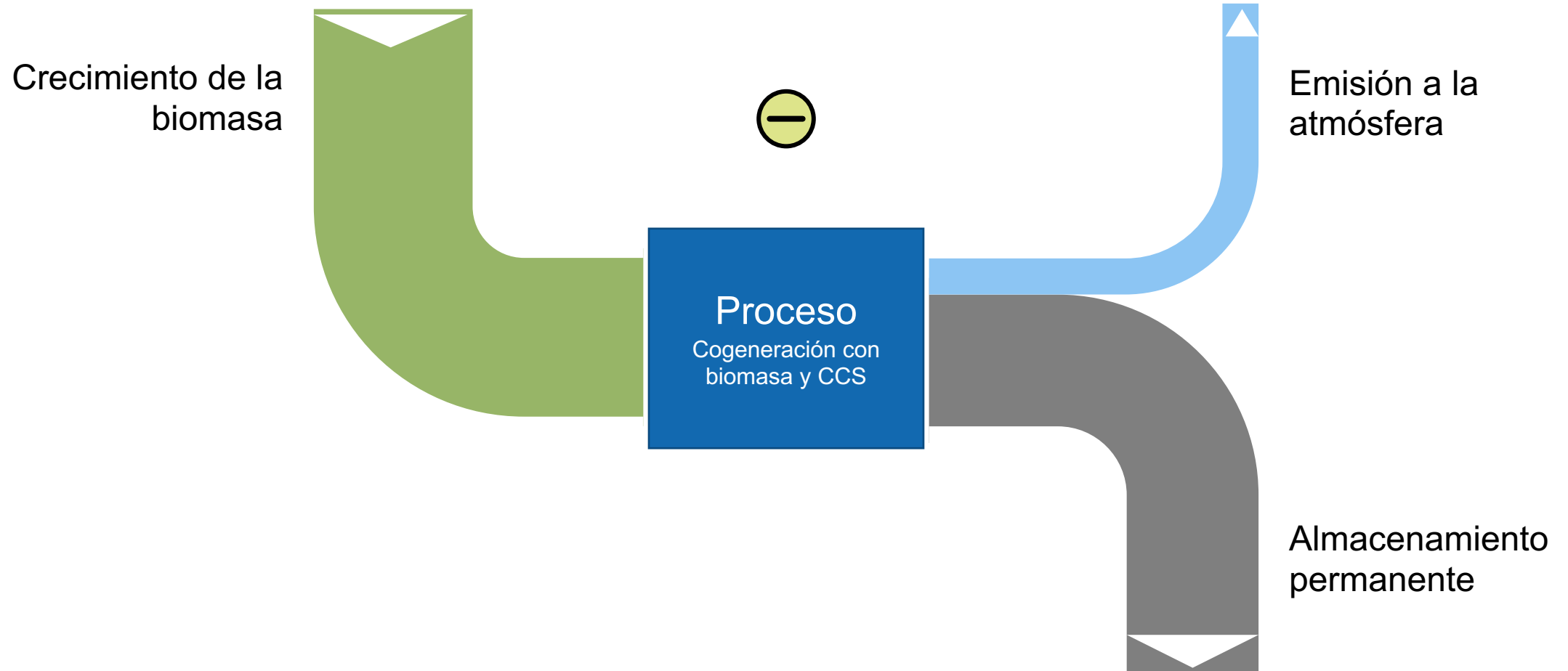


Caldera de leña

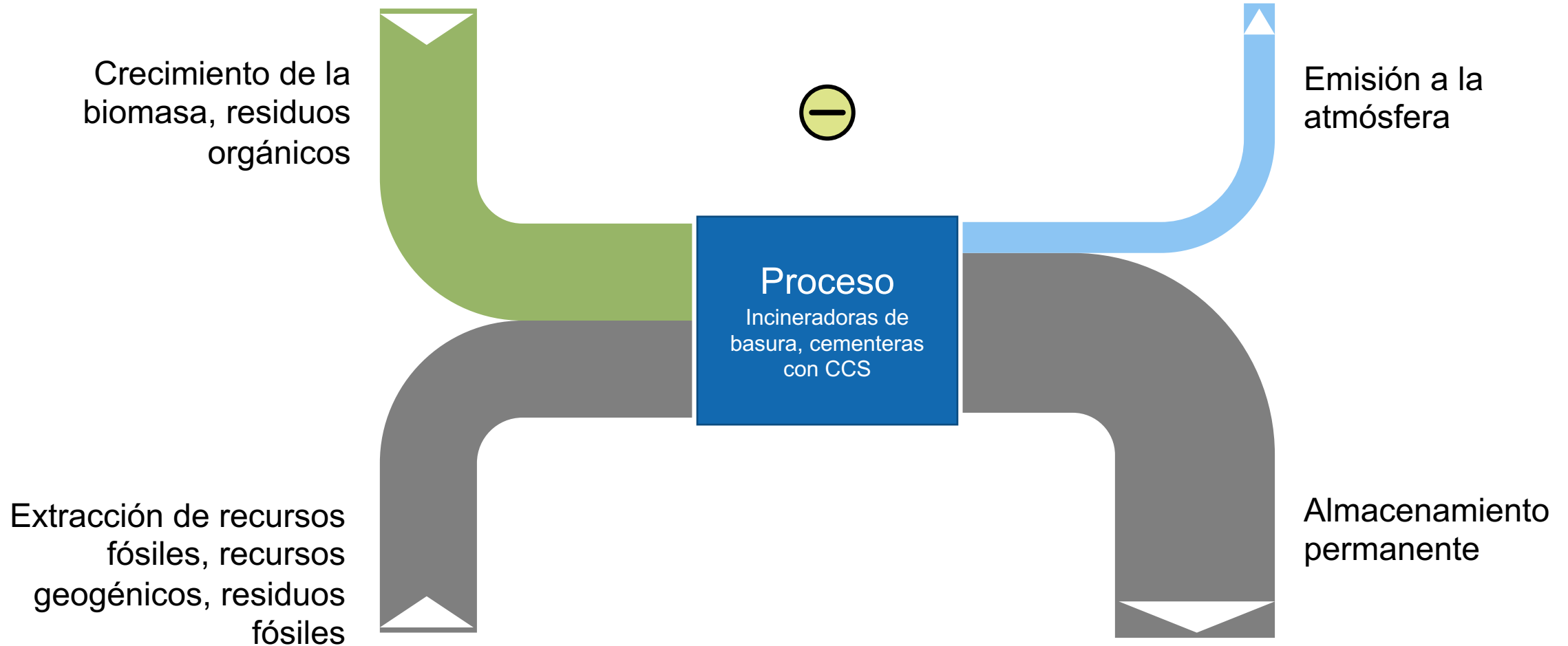
Vehículos usando bioetanol, biodiesel



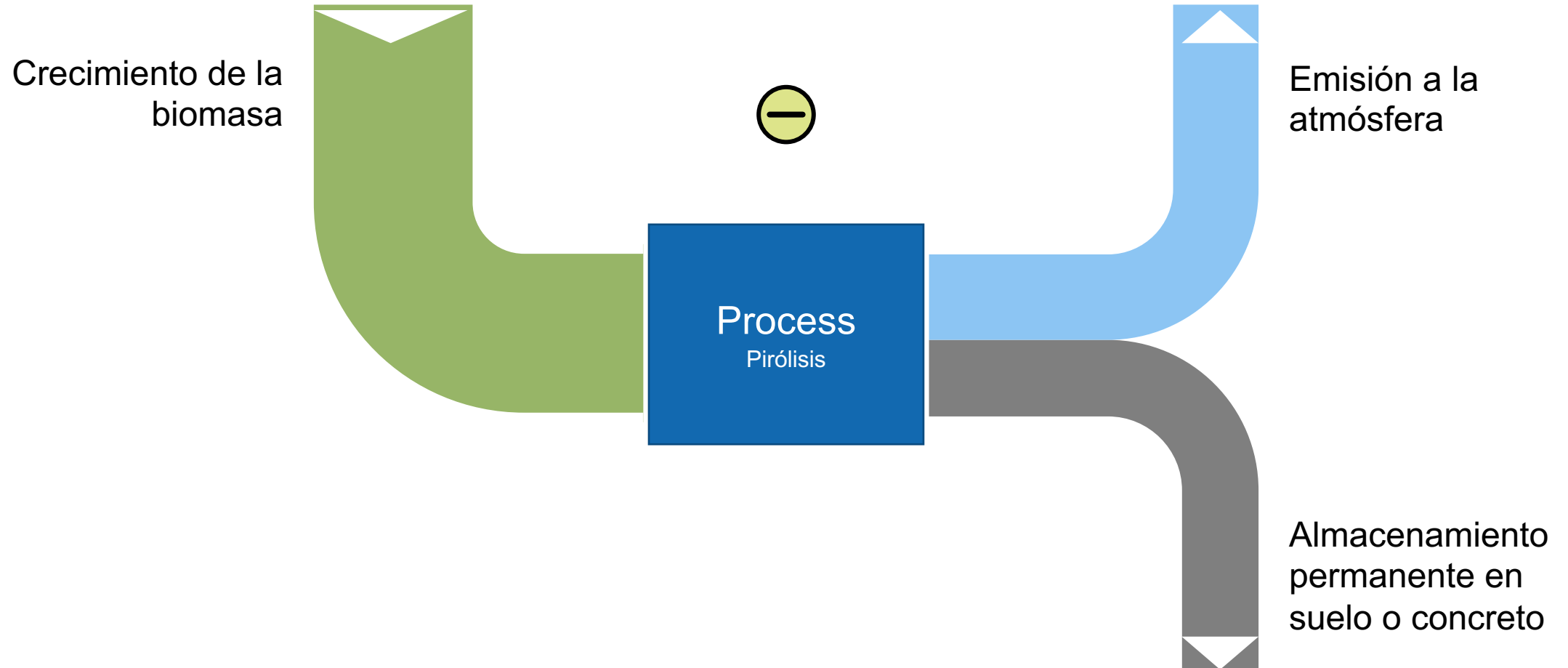
Cogeneración con biomasa y CCS



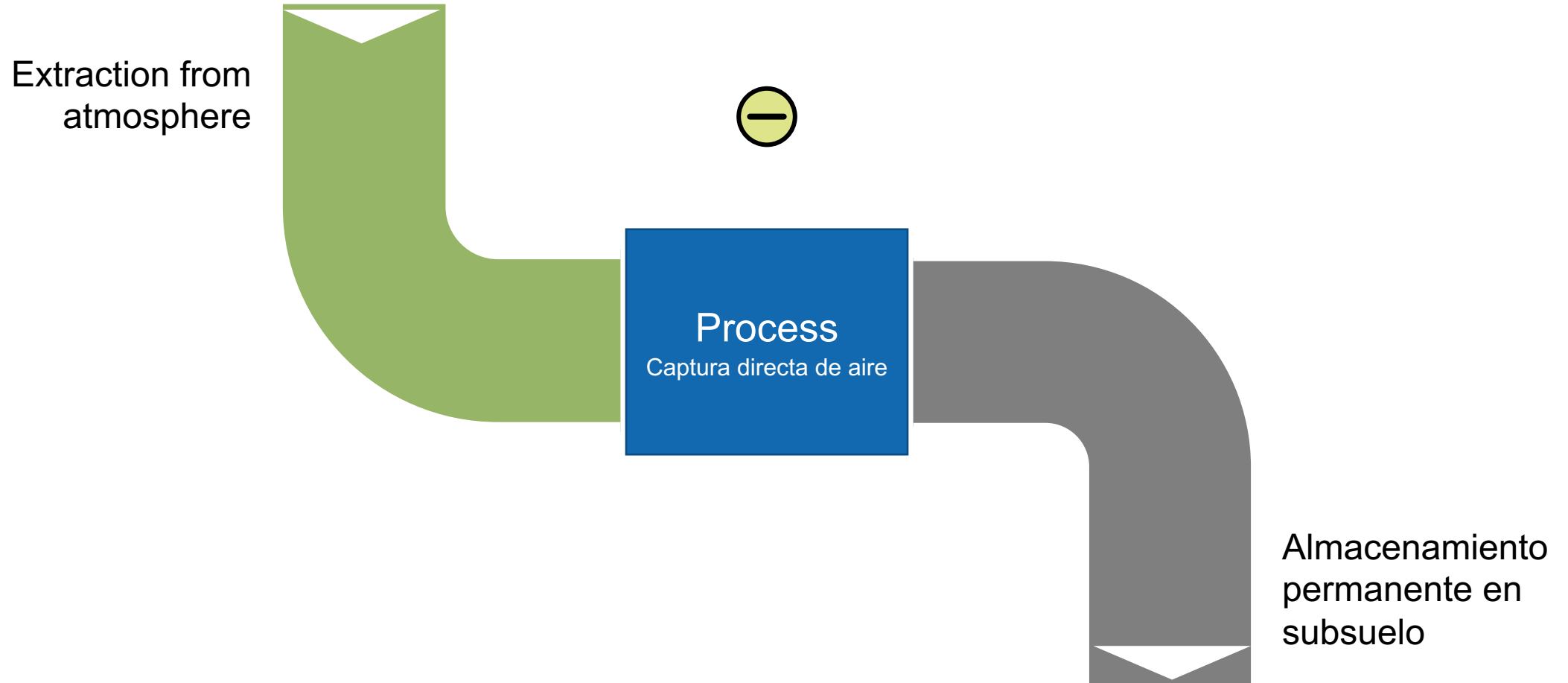
Incineradores de basura, cementeras con CCS



Pirólisis

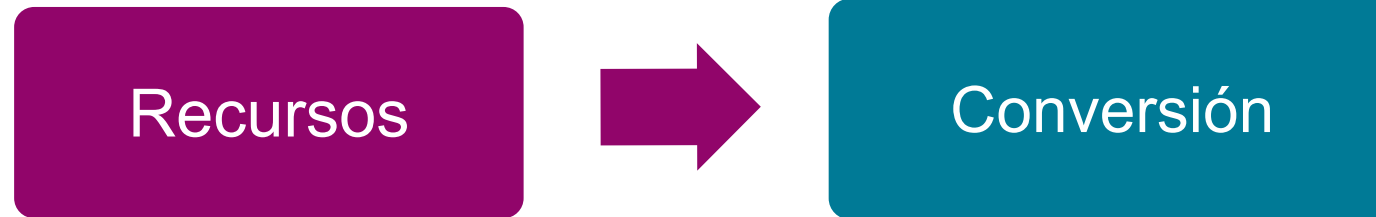


Captura directa de aire (DAC)



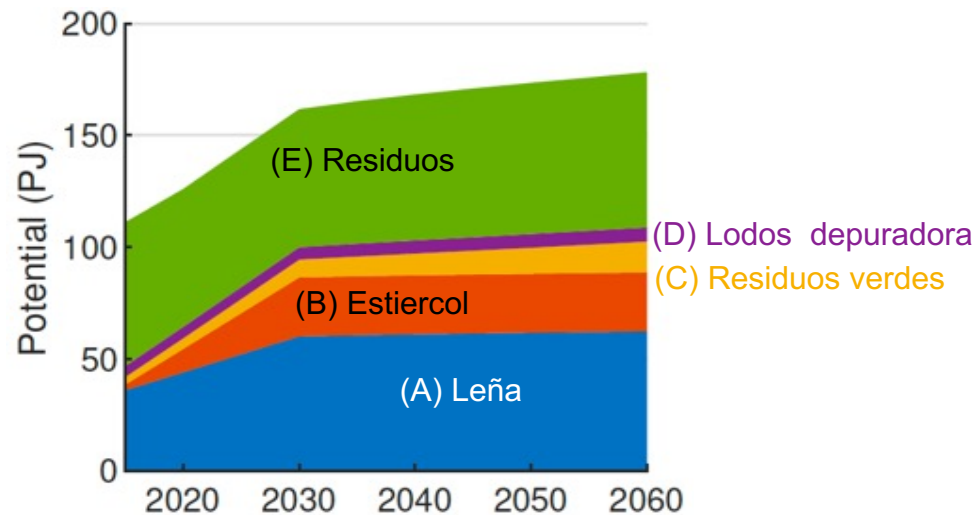
1. Motivación
2. **Uso de la biomasa para energía**
3. Sistema energético
4. Conclusiones

2. Uso de la biomasa



Suiza

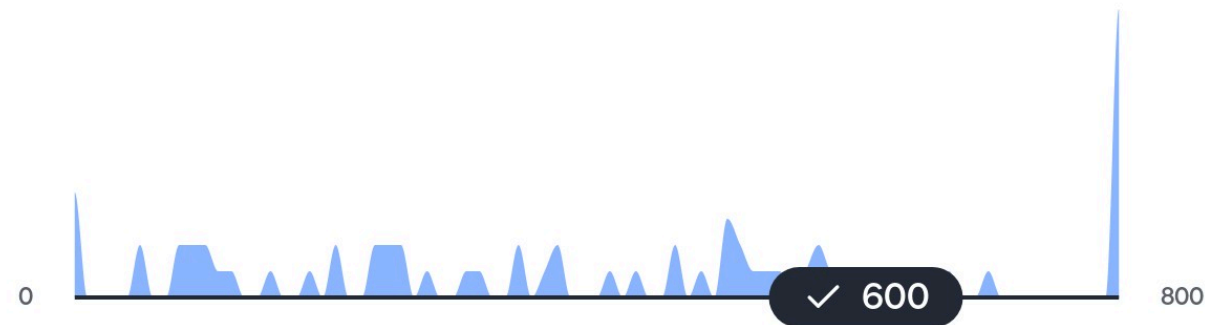
- Biomasa seca: Leña
- Estiércol
- Residuos verdes
- Lodos de depuradora
- Desechos urbanos



Colombia

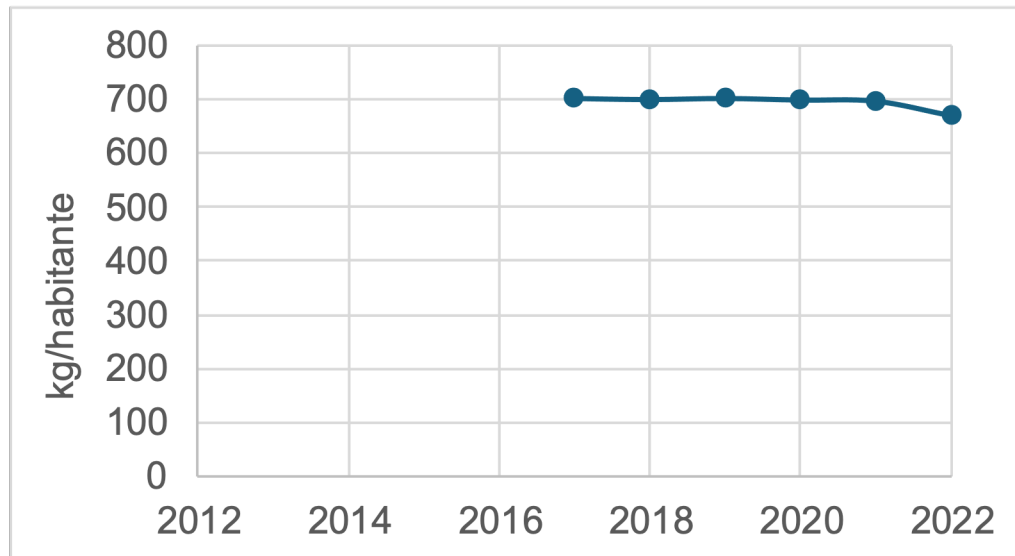
- Biomasa seca: Leña, bagazo de caña, cascarilla de arroz
- Estiércol
- Residuos verdes
- Lodos de depuradora
- Desechos urbanos
- Palma

Cuantos kg de basura anuales por persona se producen en Colombia?



Suiza (2021)

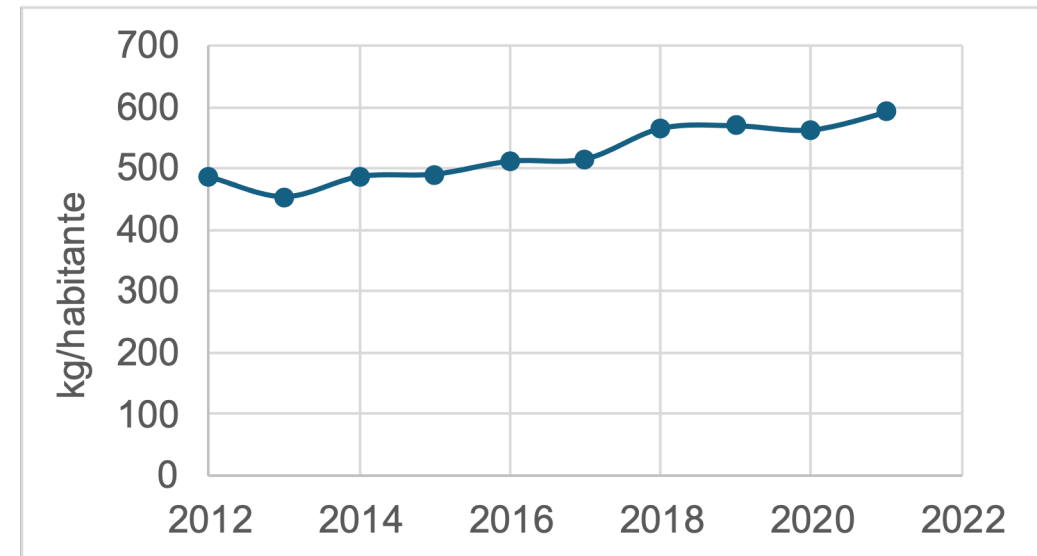
- Poblacion: 8.7 Millones
- Basura: 6.1 Millones de toneladas
- Basura por habitante:



BAFU. bfallmengen und Recycling 2022 im Überblick

Colombia (2021)

- Poblacion: 50 Millones
- Basura: 30 Millones de toneladas
- Basura por habitante:

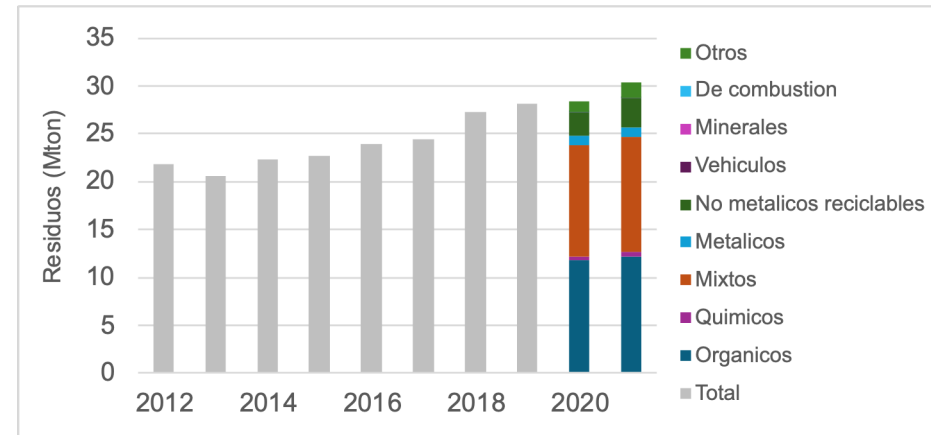
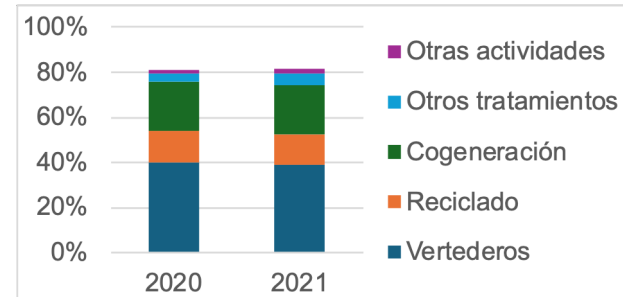
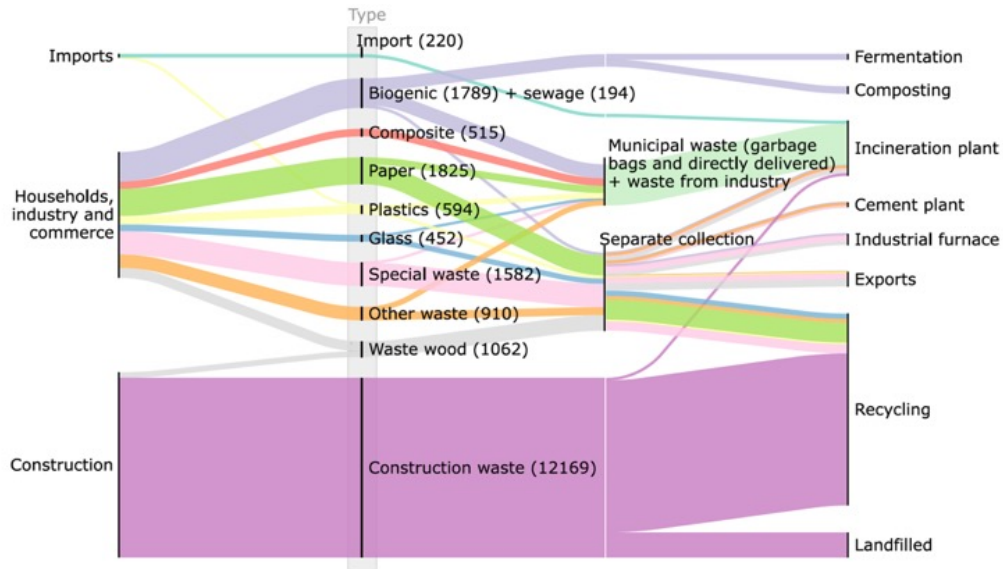


DANE. Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales de residuos sólidos (CAEFM-RS), 2020-2021

Suiza (2021)
50% reciclado

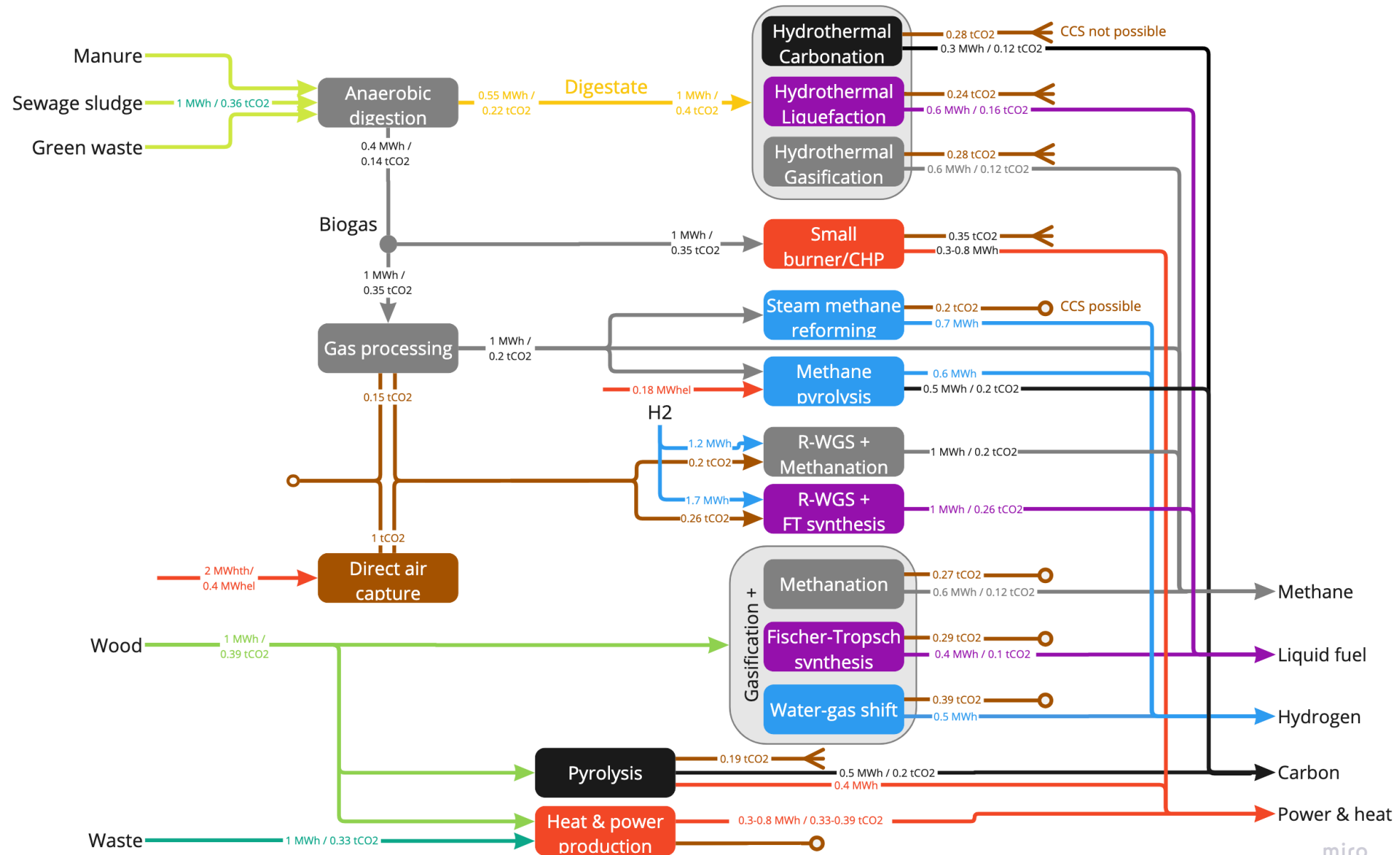


Colombia (2021)
13% reciclado



¹ Guidati, Marcucci, et al (2021). Biomass and Waste Potentials and Conversion Pathways for Energy Use. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000540915>

DANE. Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales de residuos sólidos (CAEFM-RS), 2020-2021



Biomasa seca: Madera, bagazo, cascarilla

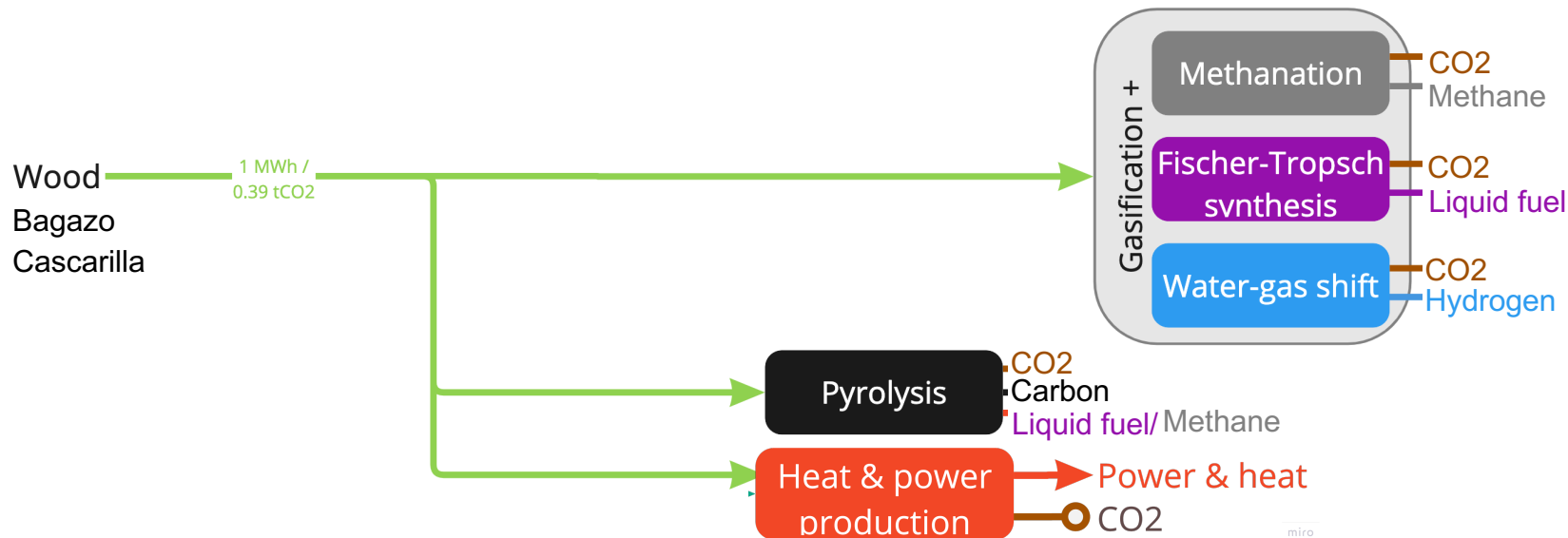
Gasificación

Oxidación de biomasa a alta temperatura que produce gas de síntesis (CO, CO₂ y H₂):

- Metanación → gas natural sintético
- Fischer/Tropsch → combustibles líquidos
- Reacción de desplazamiento del gas de agua (WGS) → Hidrógeno

Pirolisis

Degradación térmica (alta temperatura) de la madera en ausencia de oxígeno. Dependiendo del diseño produce flujos gaseosos, líquidos y sólido



Biomasa húmeda: Lodos, estiércol, residuos verdes

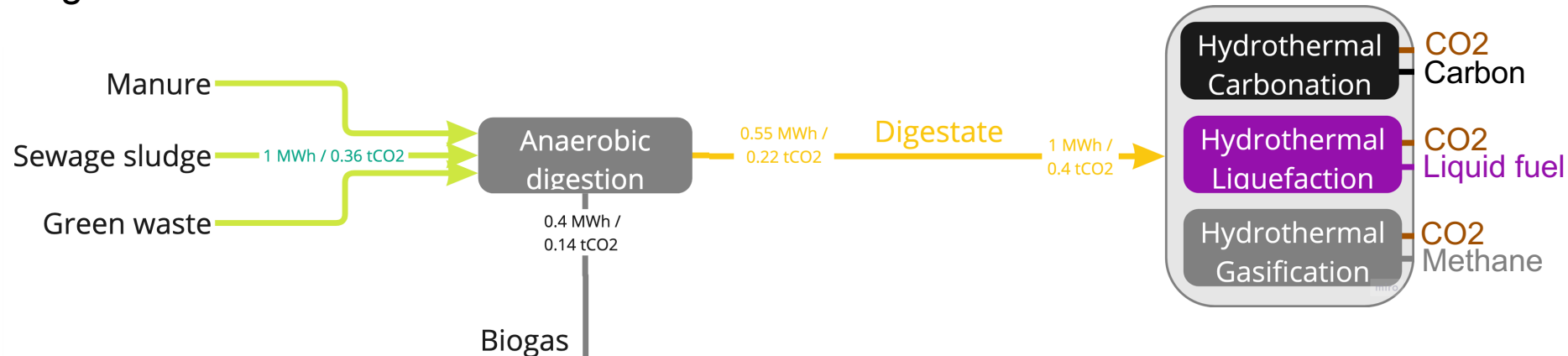
Digestion anaeróbica (fermentación)

Proceso bioquímico (Microorganismos en ausencia de oxígeno) utilizado para descomponer el carbono biogénico de la **biomasa húmeda**. Produce

- biogas (metano y CO₂, 60/40)
- Digestato: Líquido con toda la biomasa no digerida: fertilizante o tratamientos hidrotérmico

Tratamiento hidrotérmico

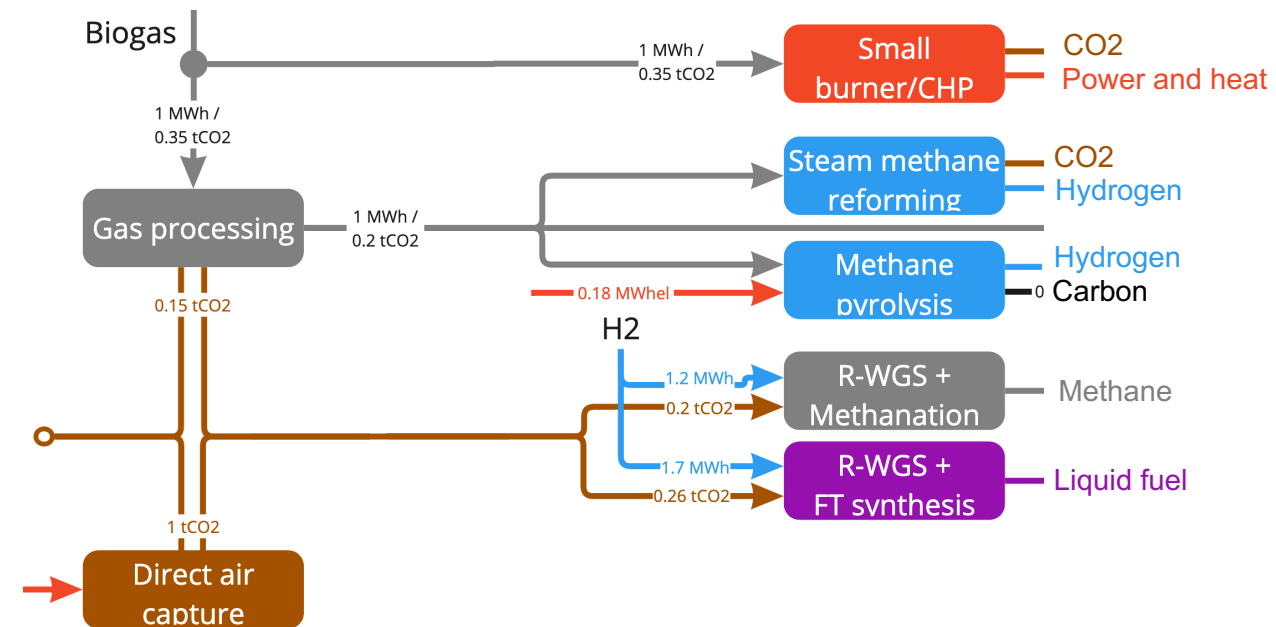
Reactores a alta presión que alcanzan condiciones de agua supercrítica en un complejo.



Biogas, CO2

Biogas (metano y CO2, 60/40):

- Directamente a combustión
- upgrade (para separar el CO2):
 - Reformado con vapor: Hidrógeno
 - Pirolisis: Carbón e hidrógeno
 - Reacción de desplazamiento del gas de agua reversa (necesita H2 y CO2) + Metanación → gas natural sintético
 - Reacción de desplazamiento del gas de agua reversa (necesita H2 y CO2) + Fischer/Tropsch → combustibles líquidos

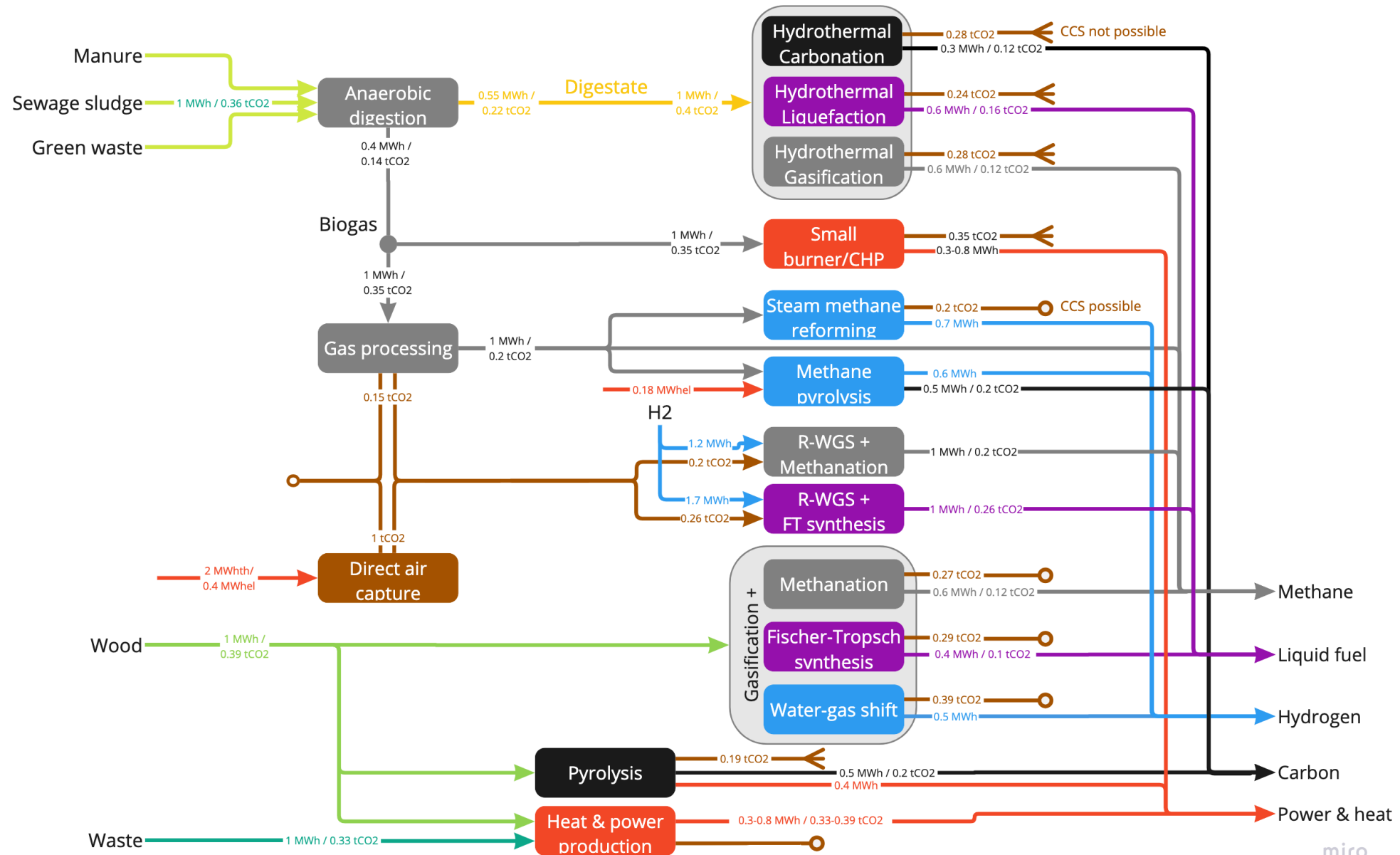


Residuos

- Incineración: Altos costos por la necesidad de controlar los gases que salen del proceso (PM, NOX, tóxicos)
- Rellenos: Recuperación el metano →CHP



Rutas alternativas de biomasa



1. Motivación
2. Uso de la biomasa para energía
3. **Sistema energético**
4. Conclusiones

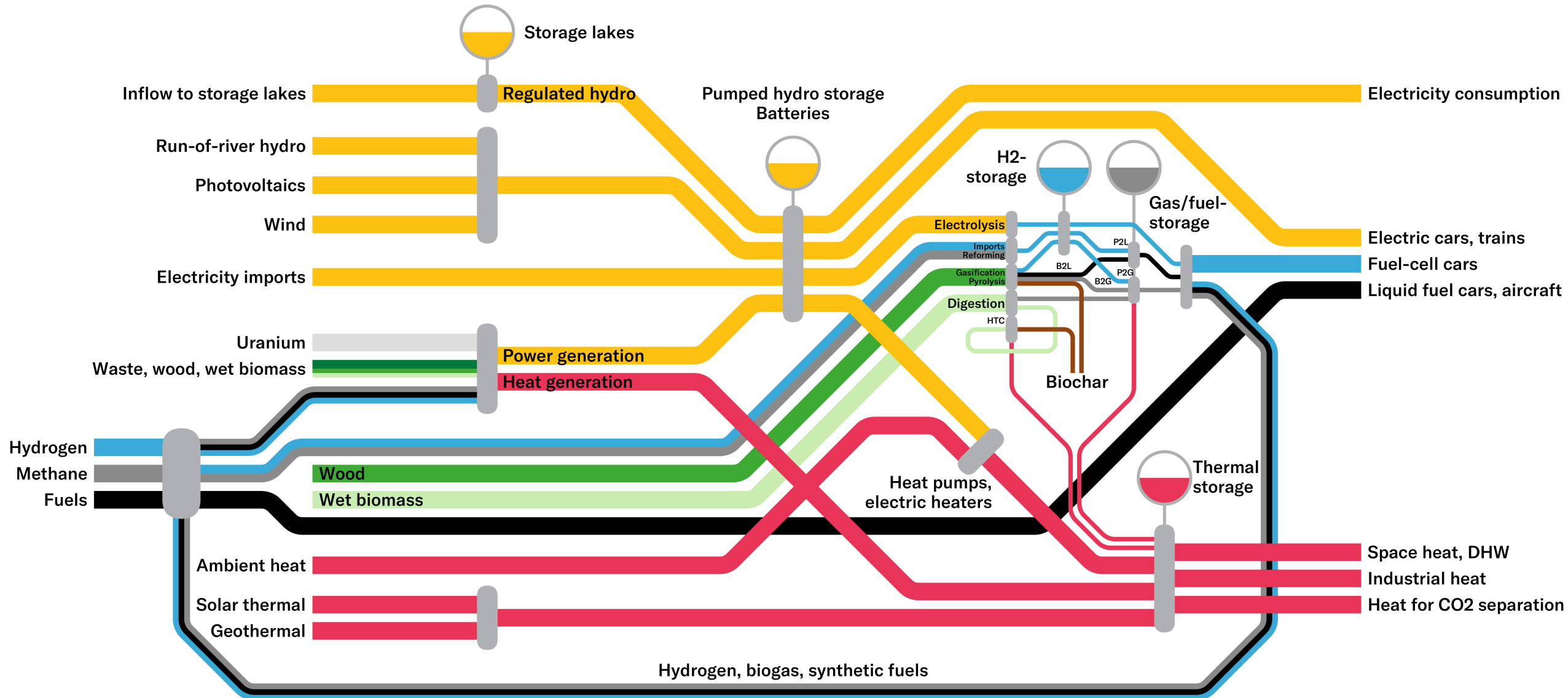
2. Sistema energético



Modelos del sistema energético: Optimizan (min. costo) el sistema para satisfacer las demandas con restricciones en:

- Emisiones de CO₂

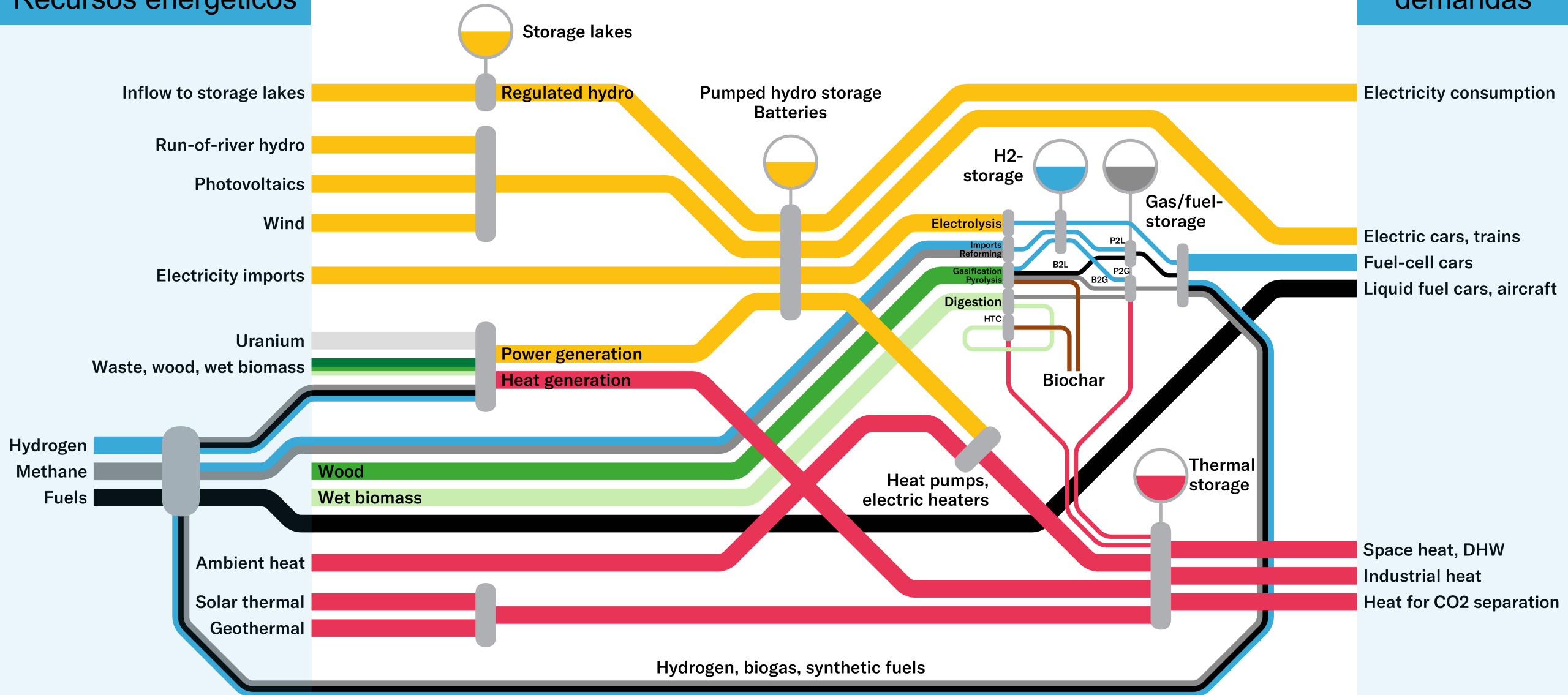
El sistema energético es una red



Que conecta

Recursos energéticos

demandas

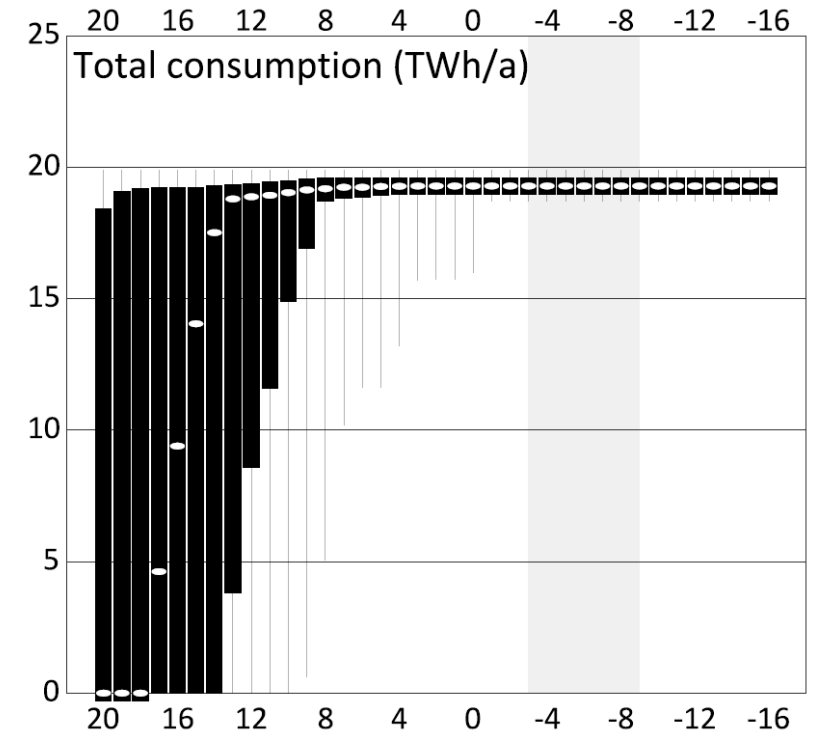
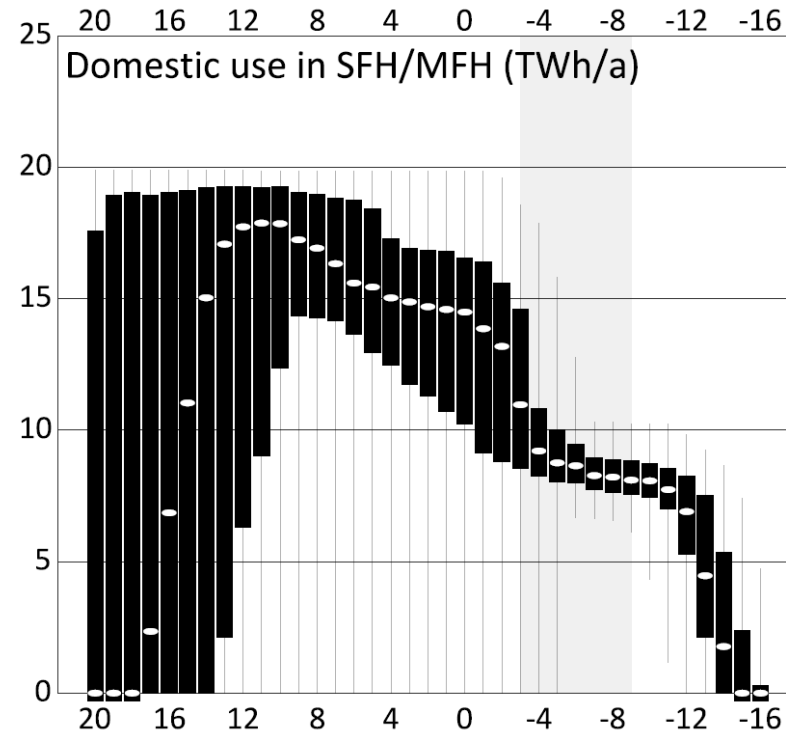
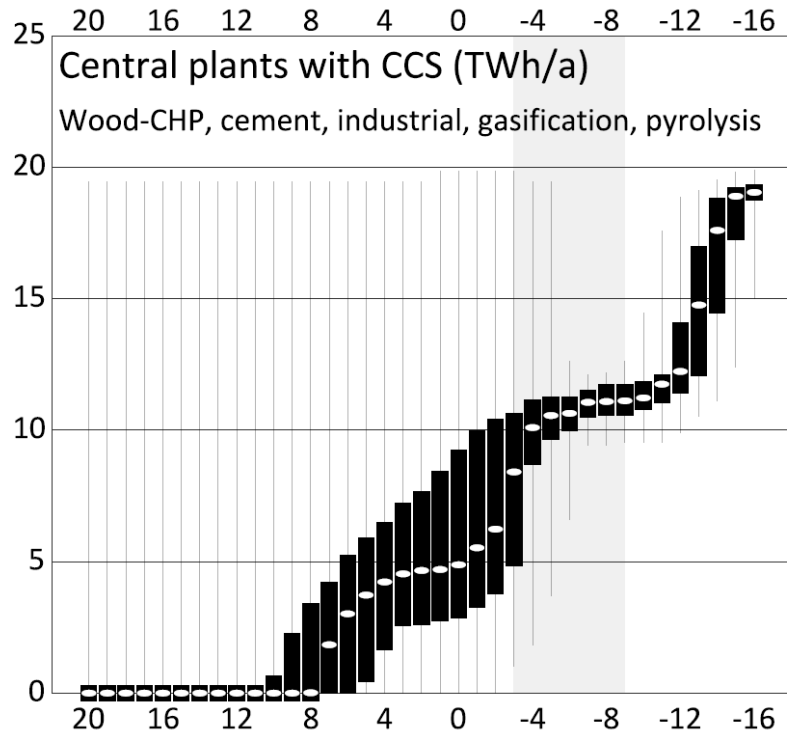


The role of biomass

Wood

Today: A lot used for residential heat

Net zero: usage in central plants with CCS to generate negative emissions



Annual CO2 emissions from energy system (Mt/a)

1. Motivación
2. Sistema energético
3. Algunos resultados del uso de la biomasa en Suiza
4. Conclusiones

Conclusiones: el rol de la biomasa

- Potencial importante para el uso de biomasa para producir electricidad, calor (industrial), hidrogeno, biocombustibles
- Basuras: Estrategia combinada:
 - Mayor reciclaje, compostaje para minimizar los residuos
 - Incineración y rellenos
- Algunas posibles ventajas de la biomasa y el uso de residuos:
 - Aprovechamiento de tierras abandonadas para evitar la erosión y degradación de los suelos.
 - Aprovechar de residuos industriales y urbanos
 - Áreas rurales: Acceso energético, creación de empleo

Pero... Los recursos de biomasa son limitados. Determinar su uso óptimo requiere:

- Análisis del potencial: **Evitar deforestación** o cultivos para producción de biocombustibles
- **Análisis sistemático** del uso óptimo de la biomasa
- **Más allá de modelos:**
 - Trabajo con la industria, el gobierno y la población es indispensable
 - No es solo copiar lo que hacen los demás países: el caso colombiano tiene características únicas que necesitan atención e investigación

Investigación

- DNP: “La ciencia y la tecnología son un habilitador de la transición”
- Recursos públicos:
 - Colombia 2023 Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación 500 mil millones COP (0.03% PIB)
 - Suiza 2021: 25000 millones CHF usados en investigación (3.3% PIB)
 - Definir prioridades, trabajar con la industria
- Necesidad de ir más allá de los modelos y los potenciales teóricos:
 - Participación de la industria o la población
 - Proyectos pilotos y de demostración
- Datos abiertos de los resultados de estudios (investigación, gobierno, industria)

ETH zürich

Muchas gracias!

Dr. Adriana Marcucci
adriana.marcucci@esc.ethz.ch

ETH Zürich
Energy Science Center
Sonneggstrasse 28
8093 Zürich

www.esc.ethz.ch

