



Nuove tecnologie per uno sviluppo sostenibile

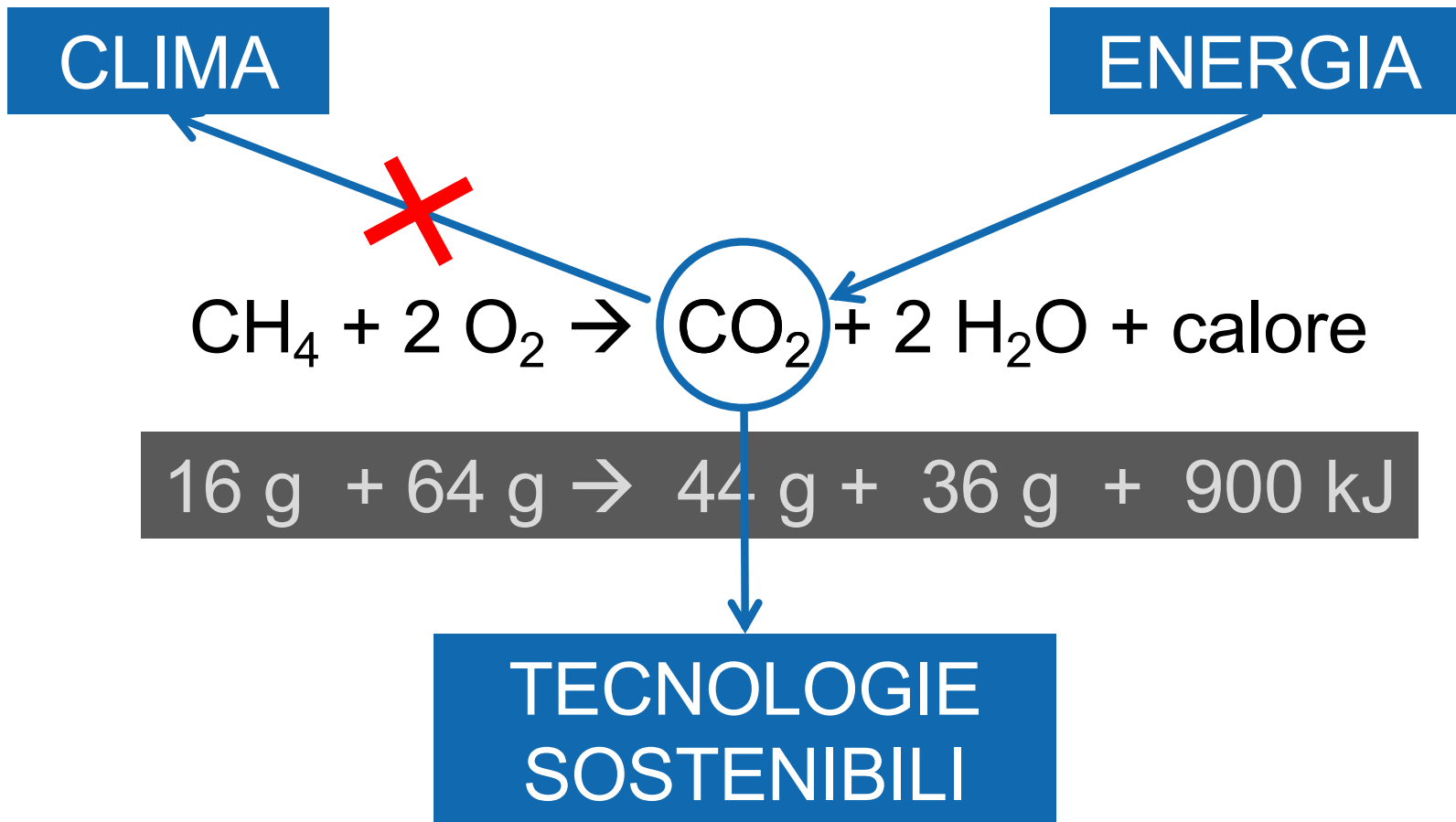
Cattura e stoccaggio di CO₂

Marco Mazzotti

Politecnico Federale di Zurigo (ETH Zürich)

USI - Energia, clima e sviluppo sostenibile – 26 aprile 2021

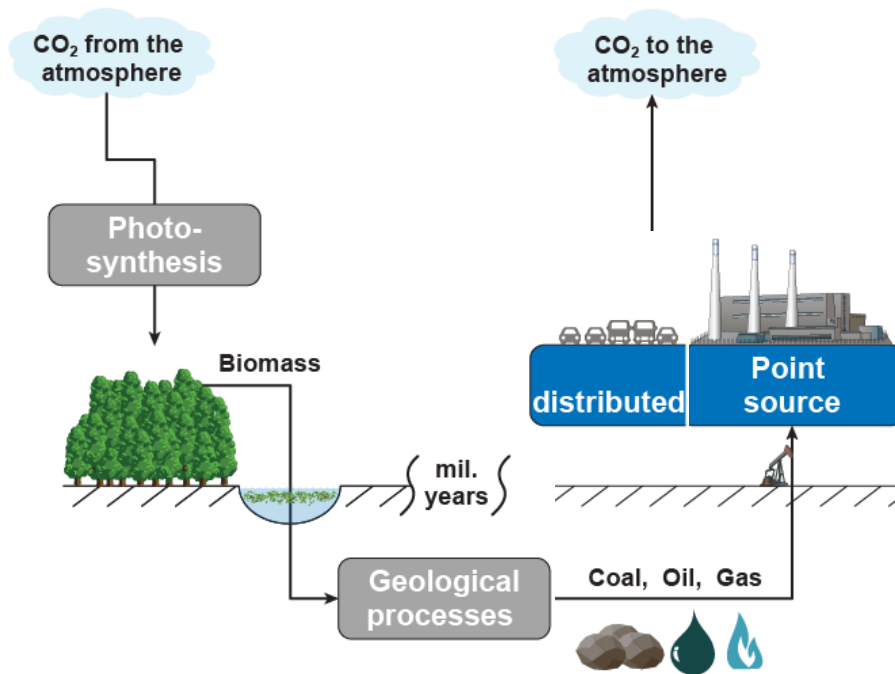
Perchè siamo qui?



Linee guida della presentazione

1. Emissioni di CO₂, un problema globale e personale
2. Combustibili fossili e fonti energetiche rinnovabili
3. Un piano d'azione
4. CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)
5. Mie e vostre emissioni: un'assunzione di responsabilità

Emissioni di anidride carbonica (CO₂)



- La CO₂ e' prodotta dalla combustione dei combustibili fossili (carbone, gas naturale e petrolio), per generare elettricità, calore e prodotti chimici (solo 8%)
- Carbone, gas naturale e petrolio originano dal decadimento della biomassa nel corso di milioni di anni, attraverso processi bio-geochimici
- La biomassa cresce (e cresce) assorbendo CO₂ dall'atmosfera

→ Bilancio-CO₂ (dal punto di vista dell'atmosfera) oggi: **CO₂-positivo**

Emissioni di anidride carbonica (CO₂)



40 miliardi di tonnellate di CO₂ l'anno



50 milioni di tonnellate di CO₂ l'anno



6 tonnellate di CO₂ l'anno pro capite (9 t in EU28; 16 t in USA)

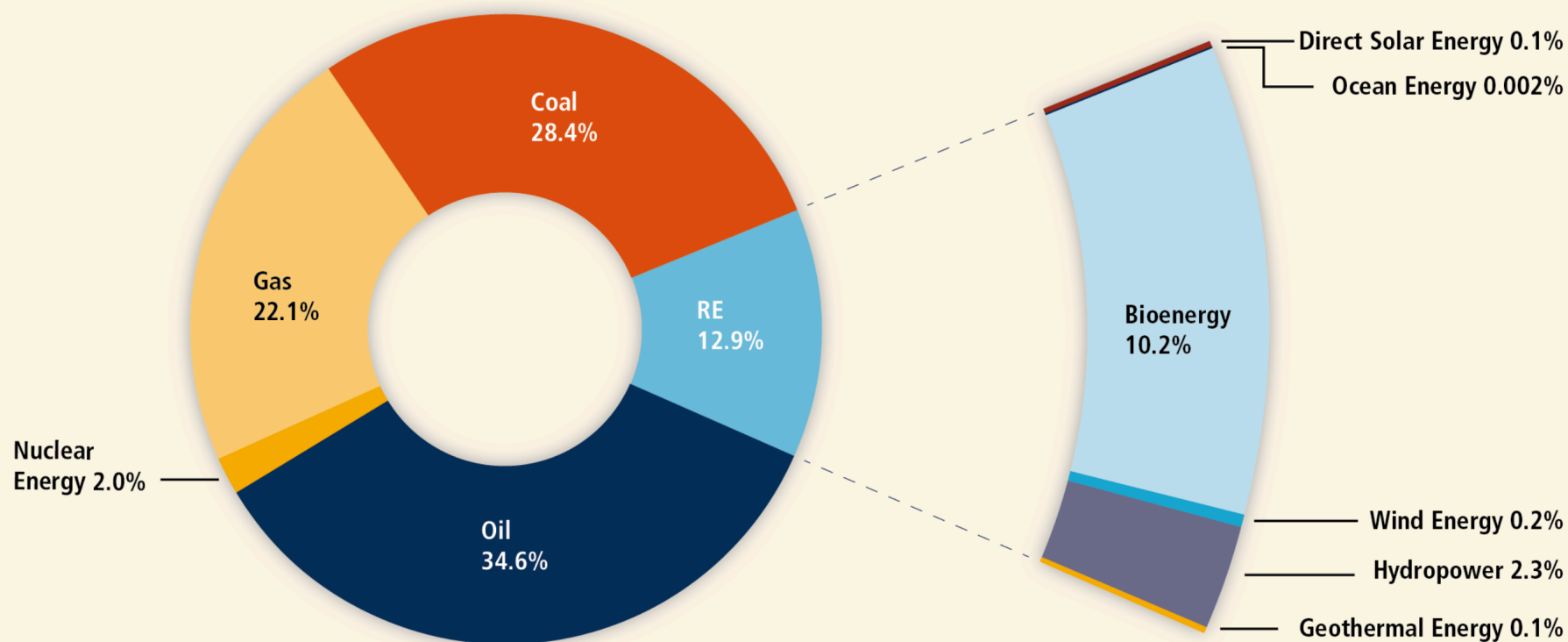
mix energetico svizzero (elettricità): 130 g CO₂/kWh; EU28: 400 g CO₂/kWh

Linee guida della presentazione

1. Emissioni di CO₂, un problema globale e personale
2. Combustibili fossili e fonti energetiche rinnovabili
3. Un piano d'azione
4. CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)
5. Mie e vostre emissioni: un'assunzione di responsabilità

Fonti energetiche primarie (dati 2008)

<https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/renewable-energy-and-climate-change/Fig. 01.10>

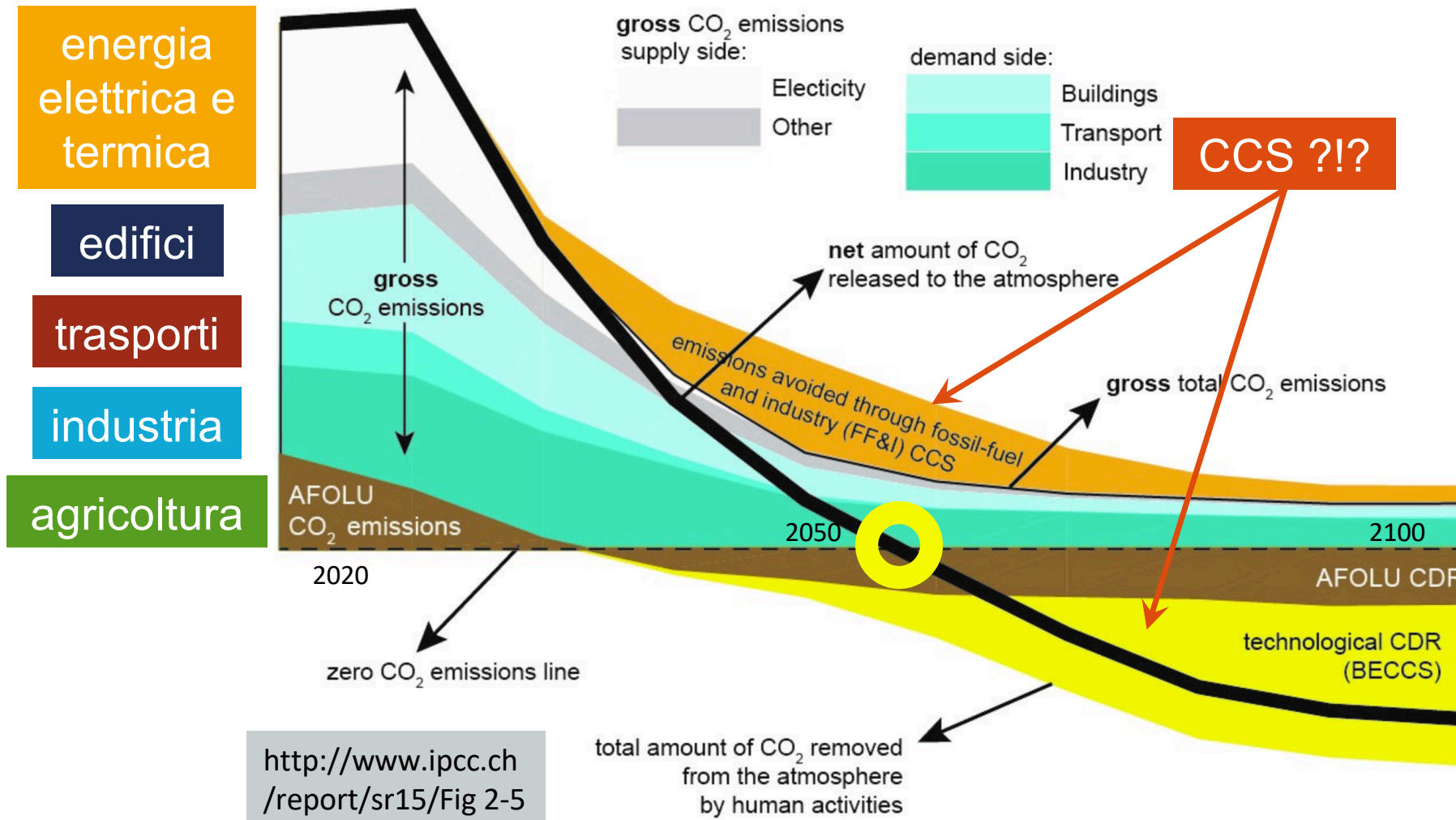


Le fonti energetiche rinnovabili possono non essere *carbon-neutral*.

Linee guida della presentazione

1. Emissioni di CO₂, un problema globale e personale
2. Combustibili fossili e fonti energetiche rinnovabili
3. Un piano d'azione
4. CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)
5. Mie e vostre emissioni: un'assunzione di responsabilità

Un percorso virtuoso per $\Delta T < 1.5^\circ\text{C}$

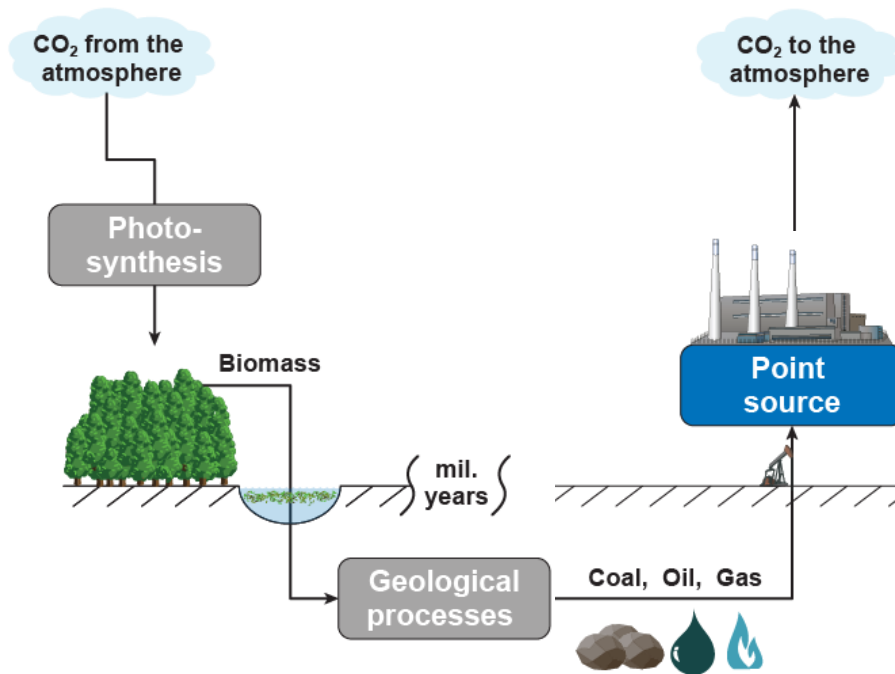


Se il *carbon budget* per $\Delta T < 1.5^\circ\text{C}$ viene superato, la CO₂ deve essere rimossa dall'atmosfera (CDR).

Linee guida della presentazione

1. Emissioni di CO₂, un problema globale e personale
2. Combustibili fossili e fonti energetiche rinnovabili
3. Un piano d'azione
4. CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)
5. Mie e vostre emissioni: un'assunzione di responsabilità

CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)

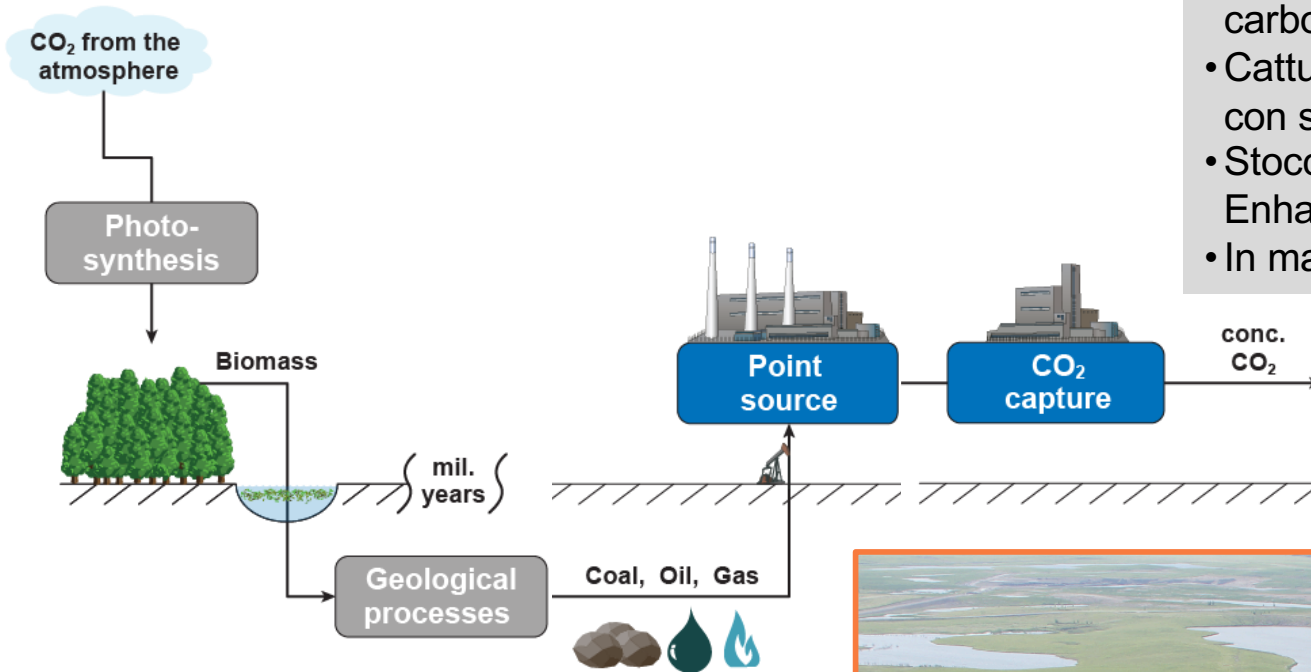


Grandi emettitori di CO₂

- Centrali termo-elettriche
- Cementifici
- Acciaierie
- Inceneritori
- Industria manifatturiera

	Oggi
Benefici	Calore/Elettr.
Input	Comb. fossili
Bilancio	CO ₂ -positivo

CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)

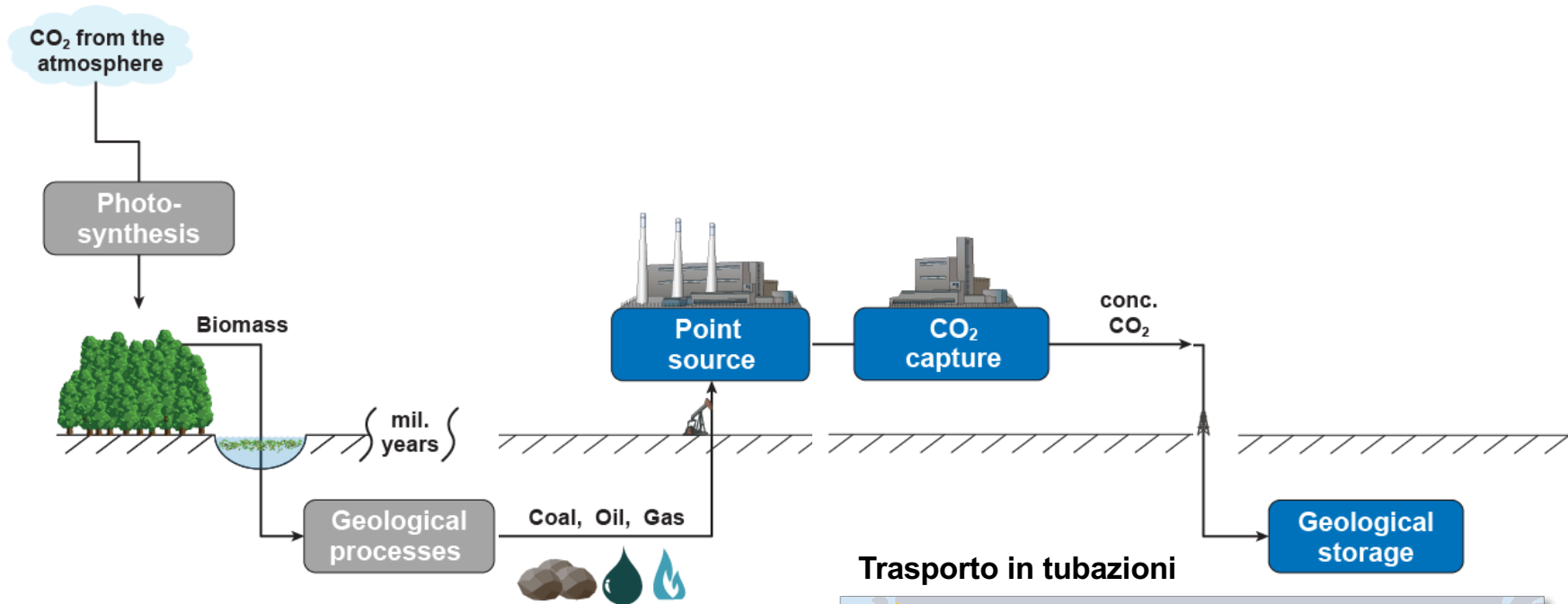


- 120 MW centrale termoelettrica a carbone, in Saskatchewan, Canada
- Cattura di 1 Mt CO₂/y, con lavaggio con soluzione di ammine
- Stoccaggio in acquifero salino o per Enhanced Oil Recovery (EOR)
- In marcia da Ottobre 2014

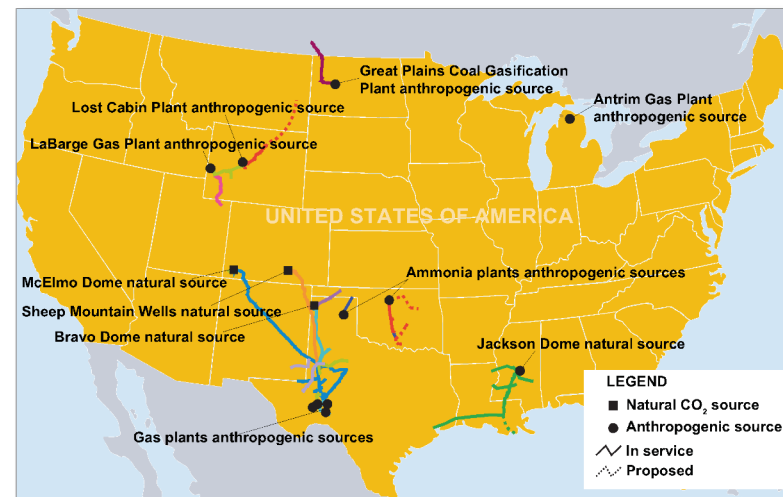


	Oggi
Benefici	Calore/Elettr.
Input	Comb. fossili
Bilancio	CO ₂ -positivo

CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)

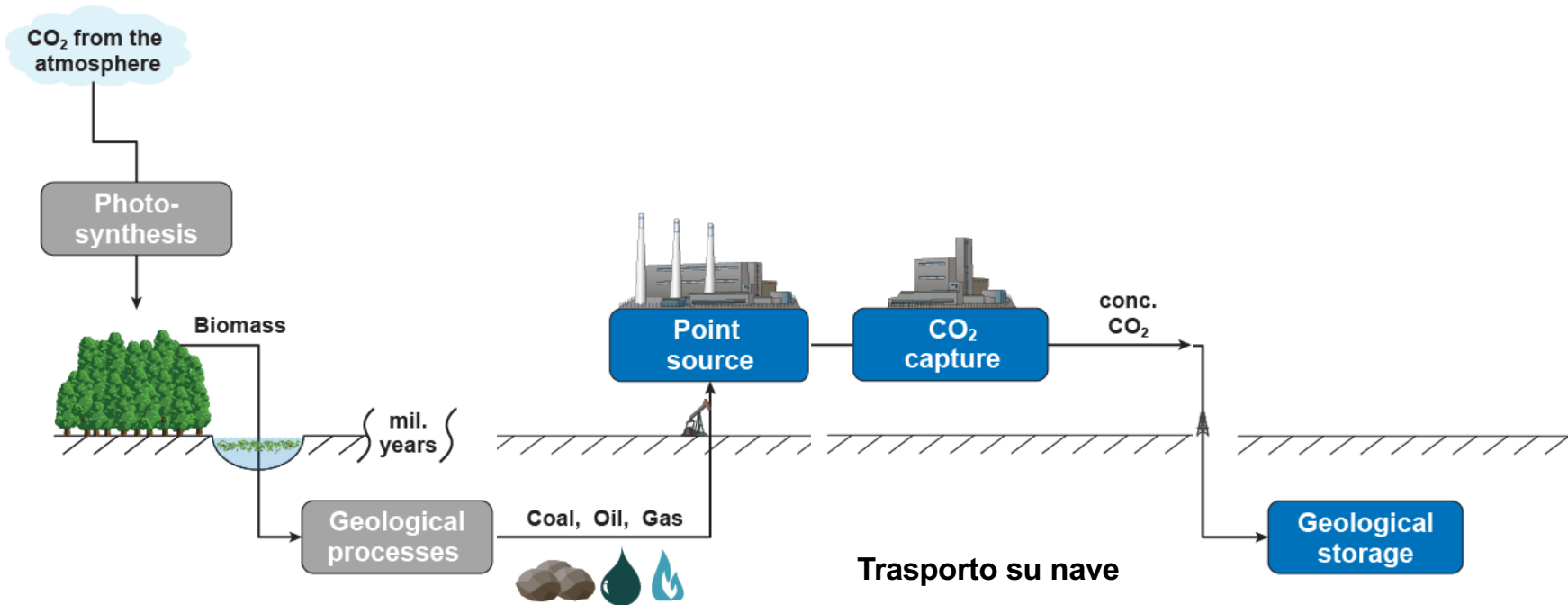


Trasporto in tubazioni



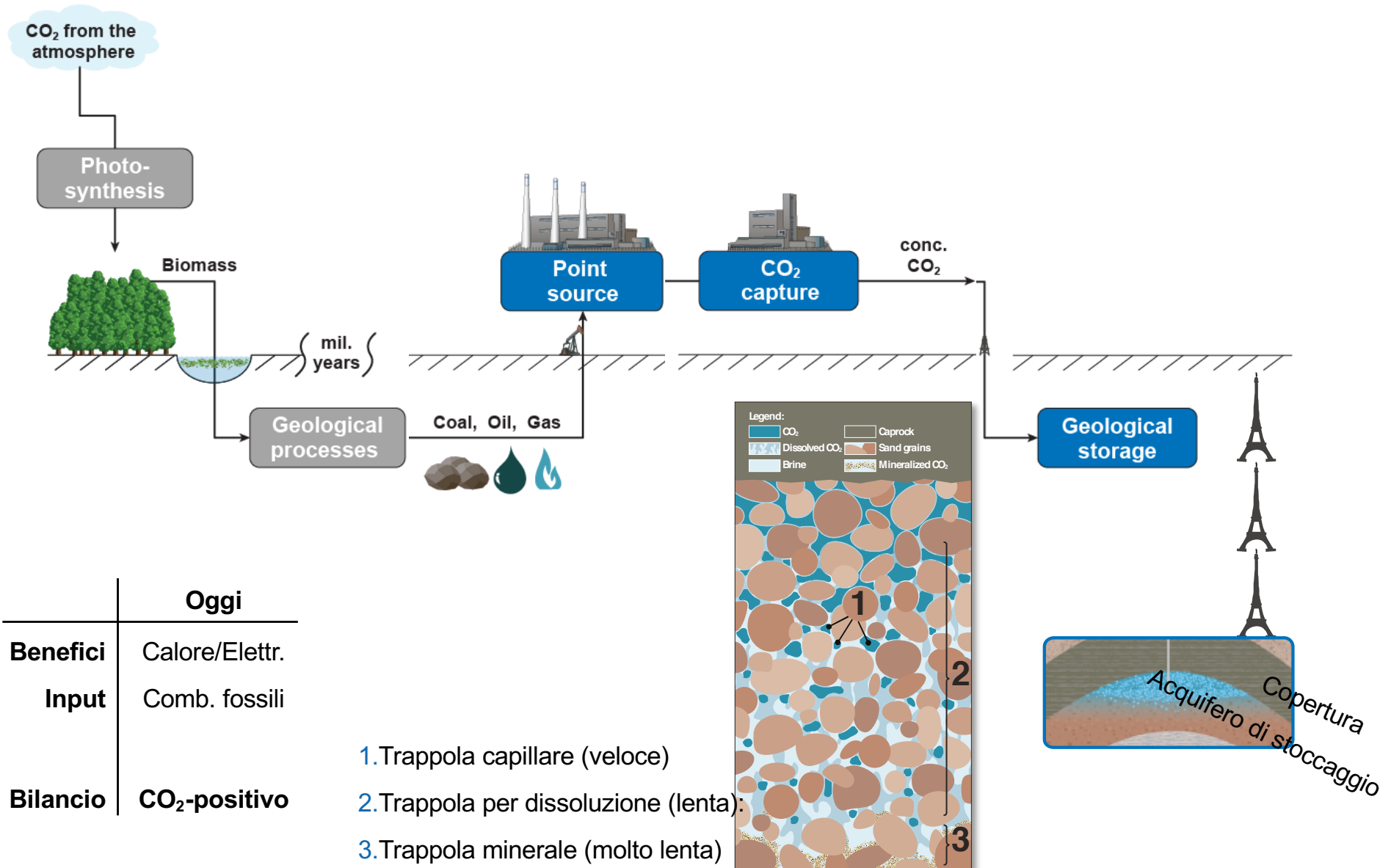
	Oggi
Benefici	Calore/Elettr.
Input	Comb. fossili
Bilancio	CO ₂ -positivo

CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)



	Oggi
Benefici	Calore/Elettr.
Input	Comb. fossili
Bilancio	CO ₂ -positivo

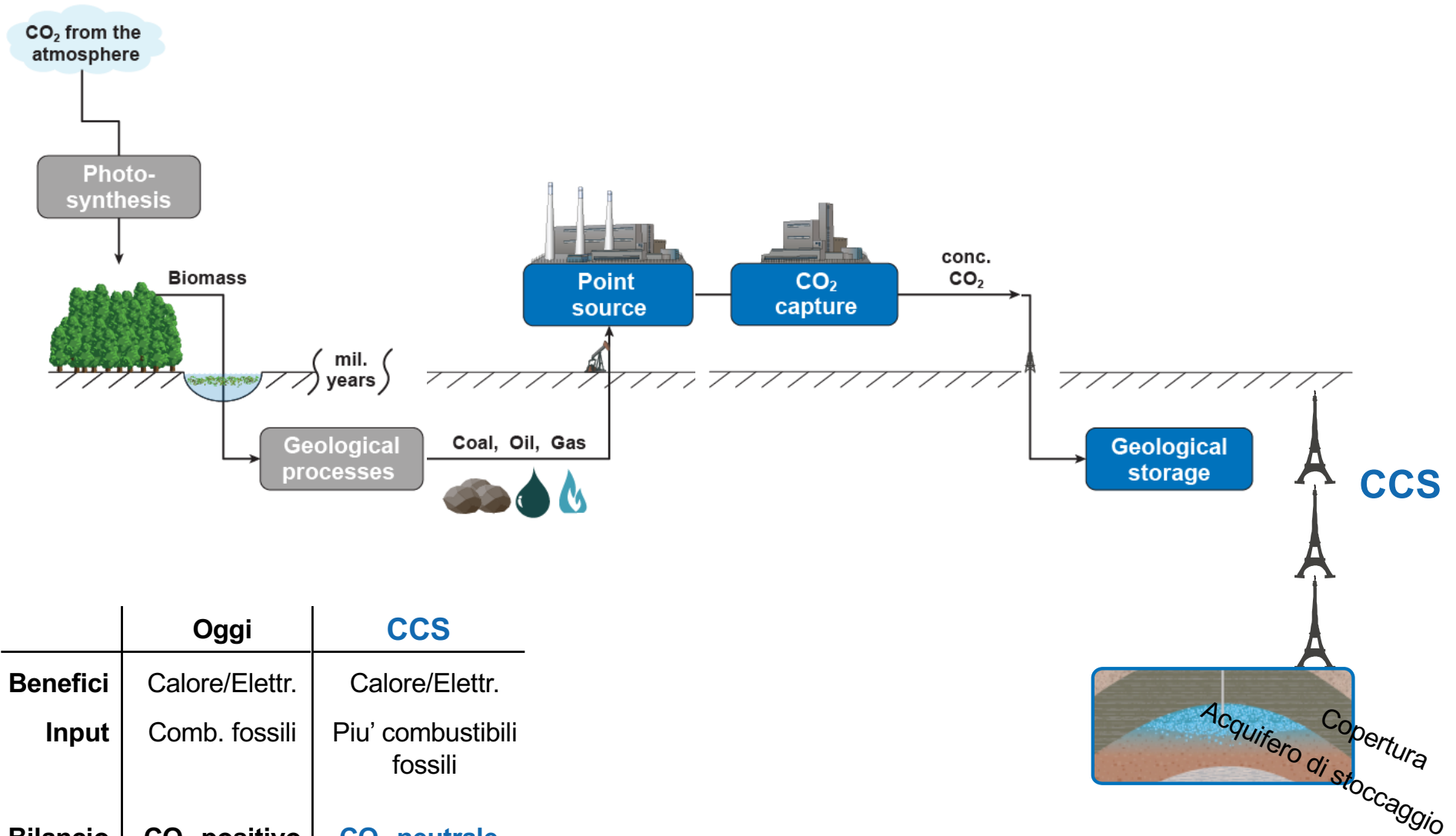
CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)



	Oggi
Benefici	Calore/Elettr.
Input	Comb. fossili
Bilancio	CO₂-positivo

1. Trappola capillare (veloce)
2. Trappola per dissoluzione (lenta):
3. Trappola minerale (molto lenta)

CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)



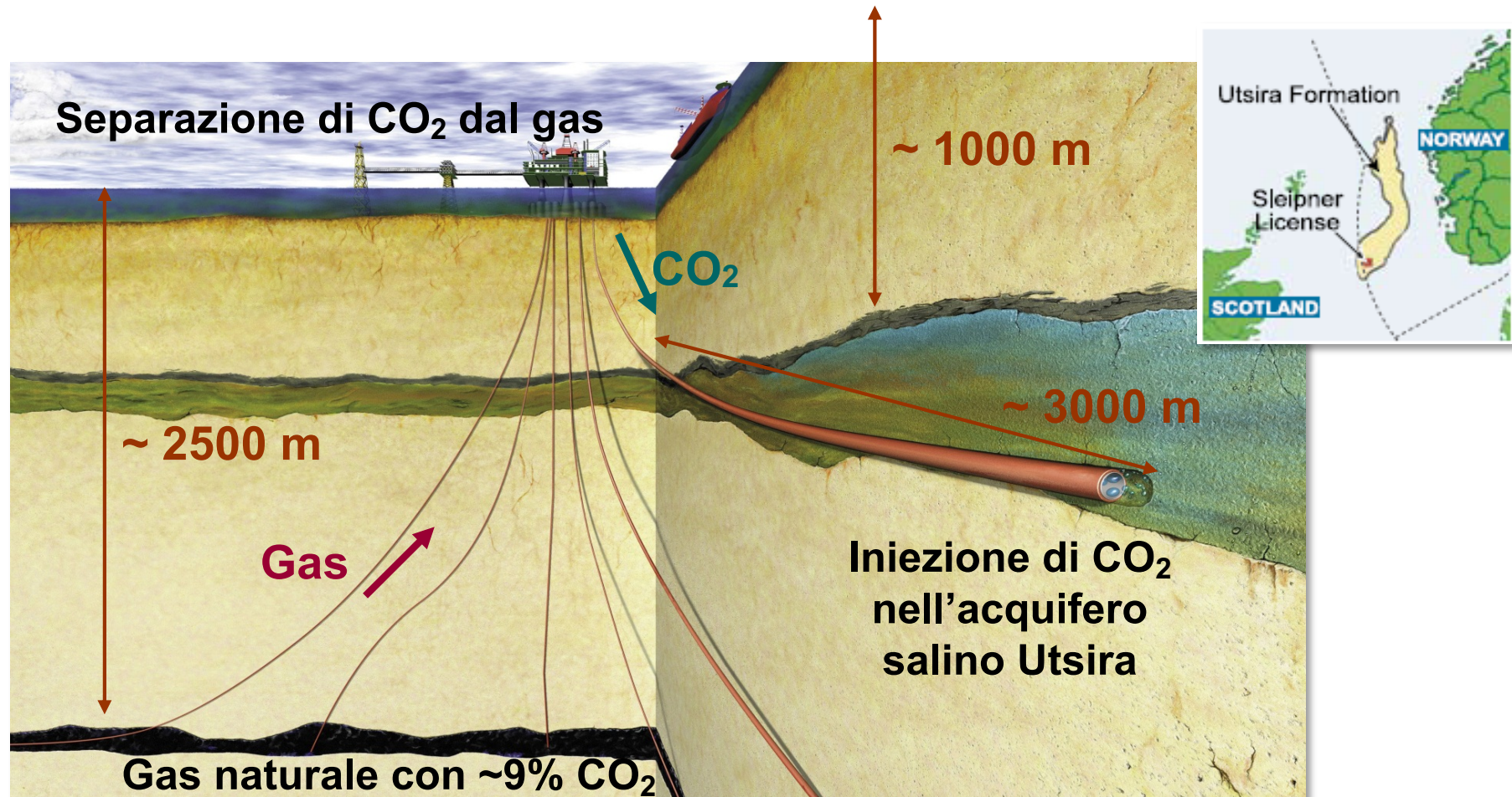
	Oggi	CCS
Benefici	Calore/Elettr.	Calore/Elettr.
Input	Comb. fossili	Piu' combustibili fossili
Bilancio	CO ₂ -positivo	CO ₂ -neutrale

Stoccaggio di CO₂ a Sleipner, Norvegia

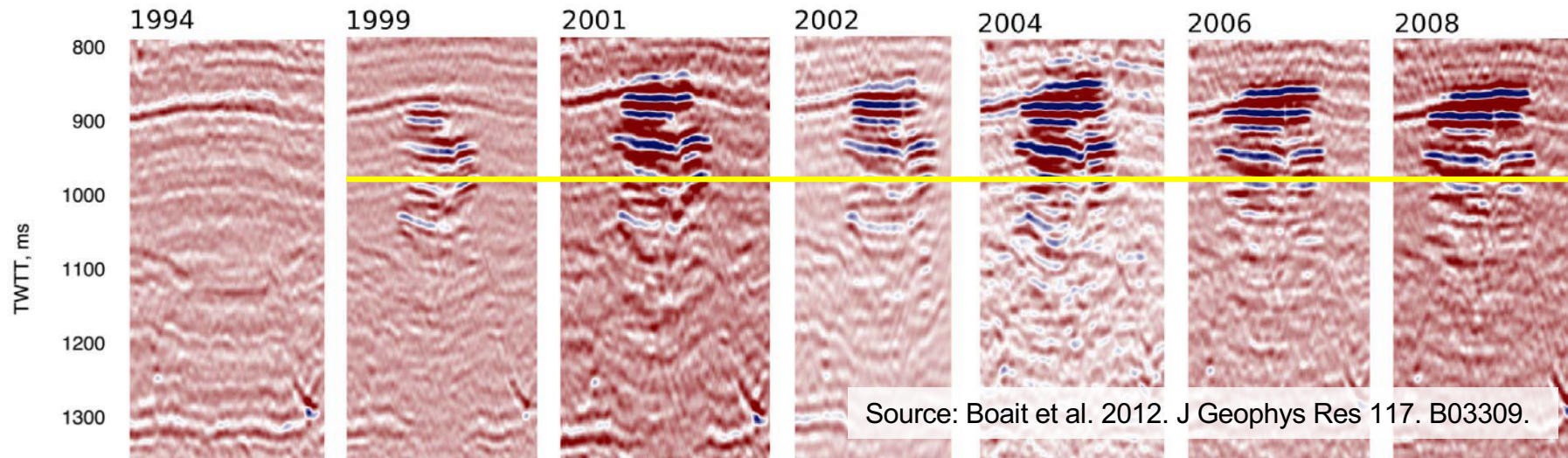


Il primo impianto commerciale (Statoil, ora Equinor) di cattura e stoccaggio della CO₂, in funzione dal 1996 (piu' di 20 Mt CO₂ stoccate).

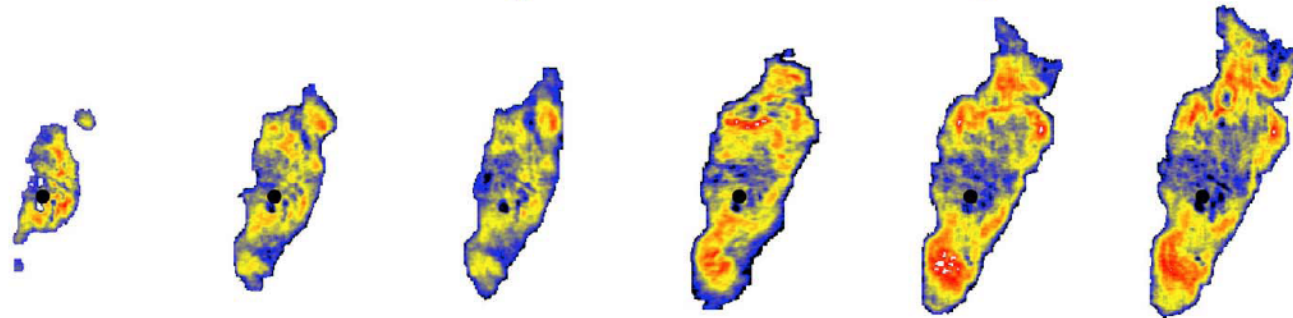
Stoccaggio di CO₂ a Sleipner, Norvegia



Stoccaggio di CO₂ a Sleipner, Norvegia

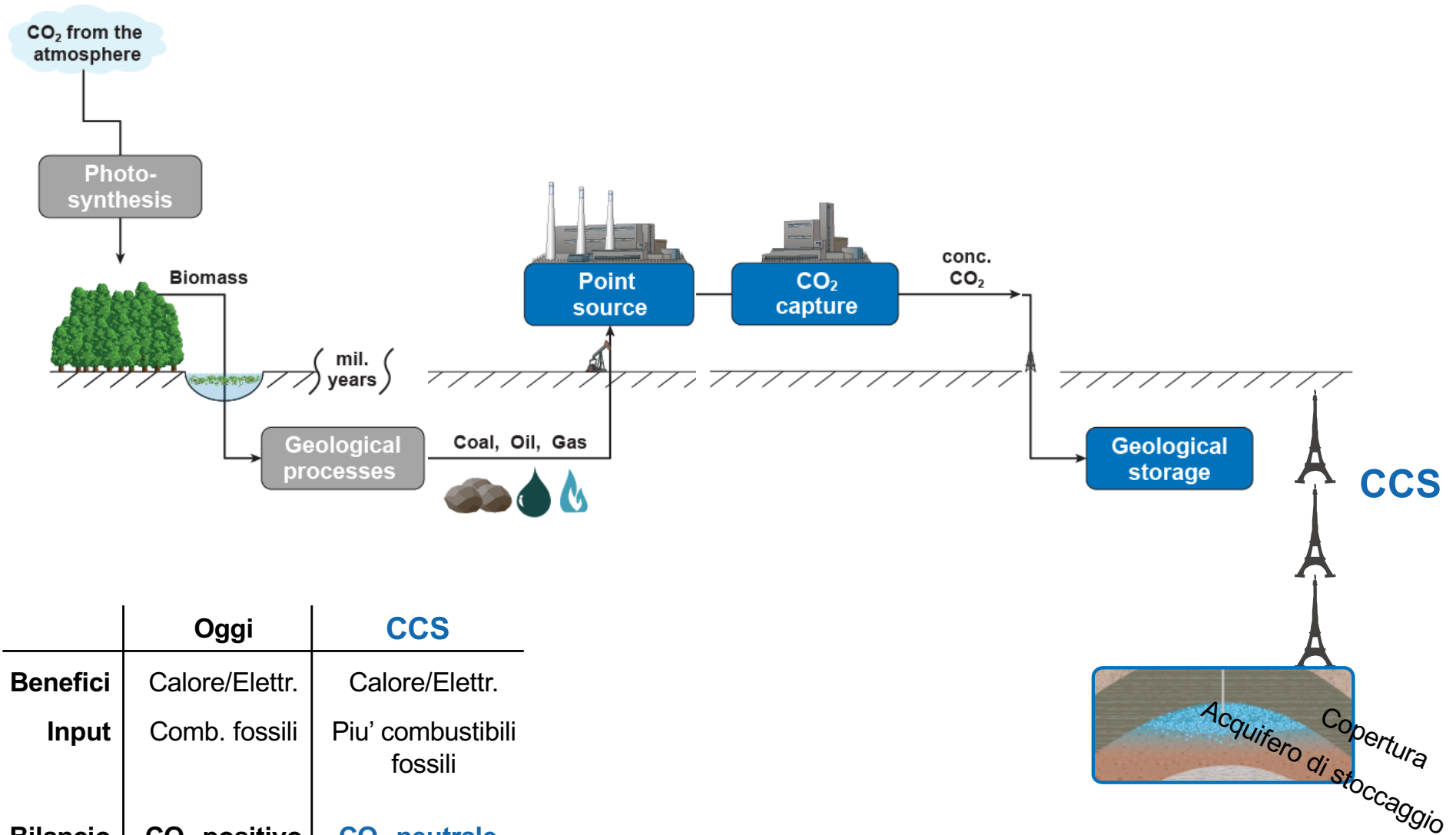


La CO₂ si comporta esattamente secondo le specifiche progettuali.



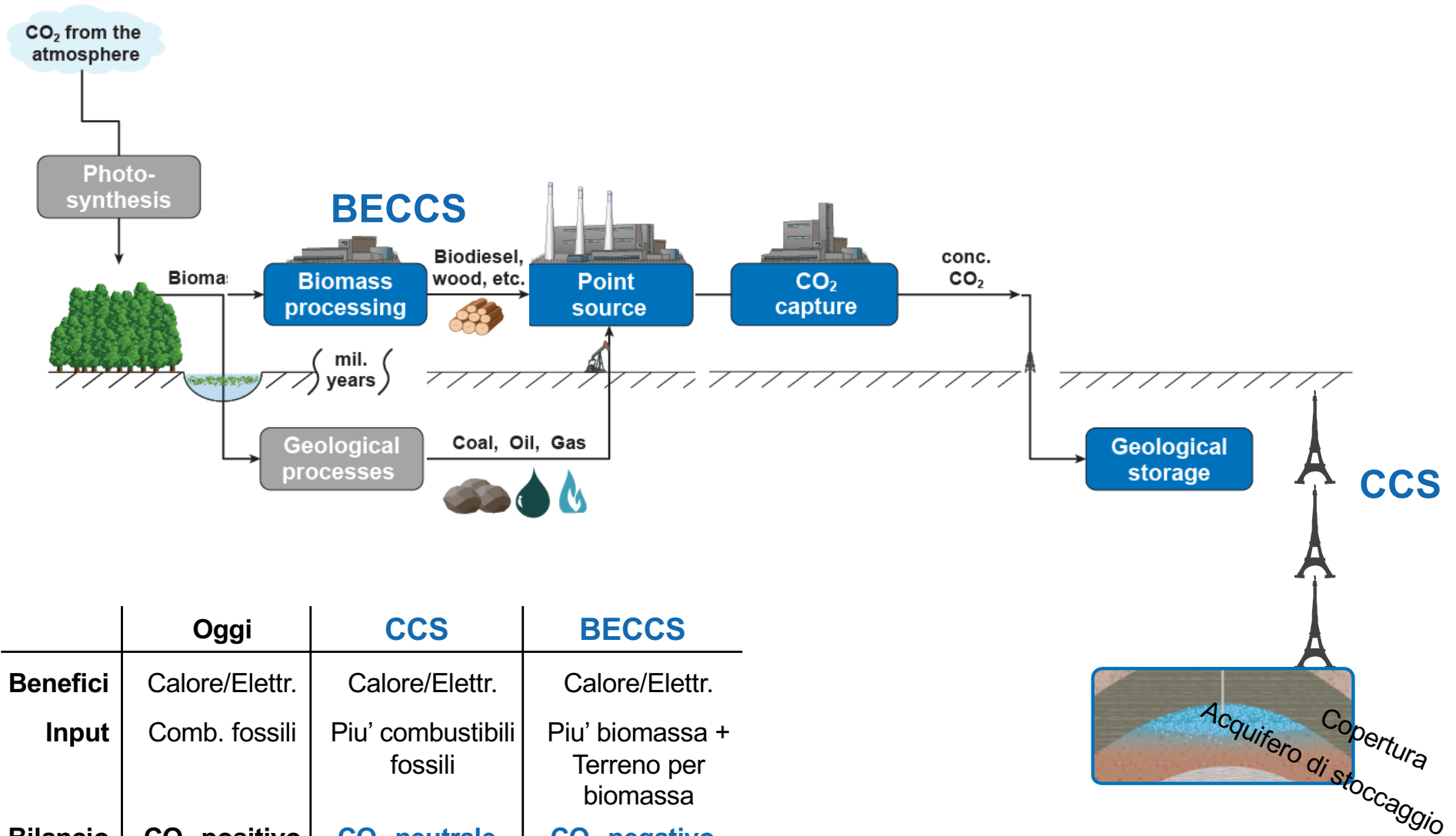
Ci sono piani in corso da parte della Commissione Europea e della Norvegia per consentire lo stoccaggio di CO₂ nel Mare del Nord a partire dal 2023 anche a emettitori dell'Europa continentale.

Emissioni negative grazie alla CCS

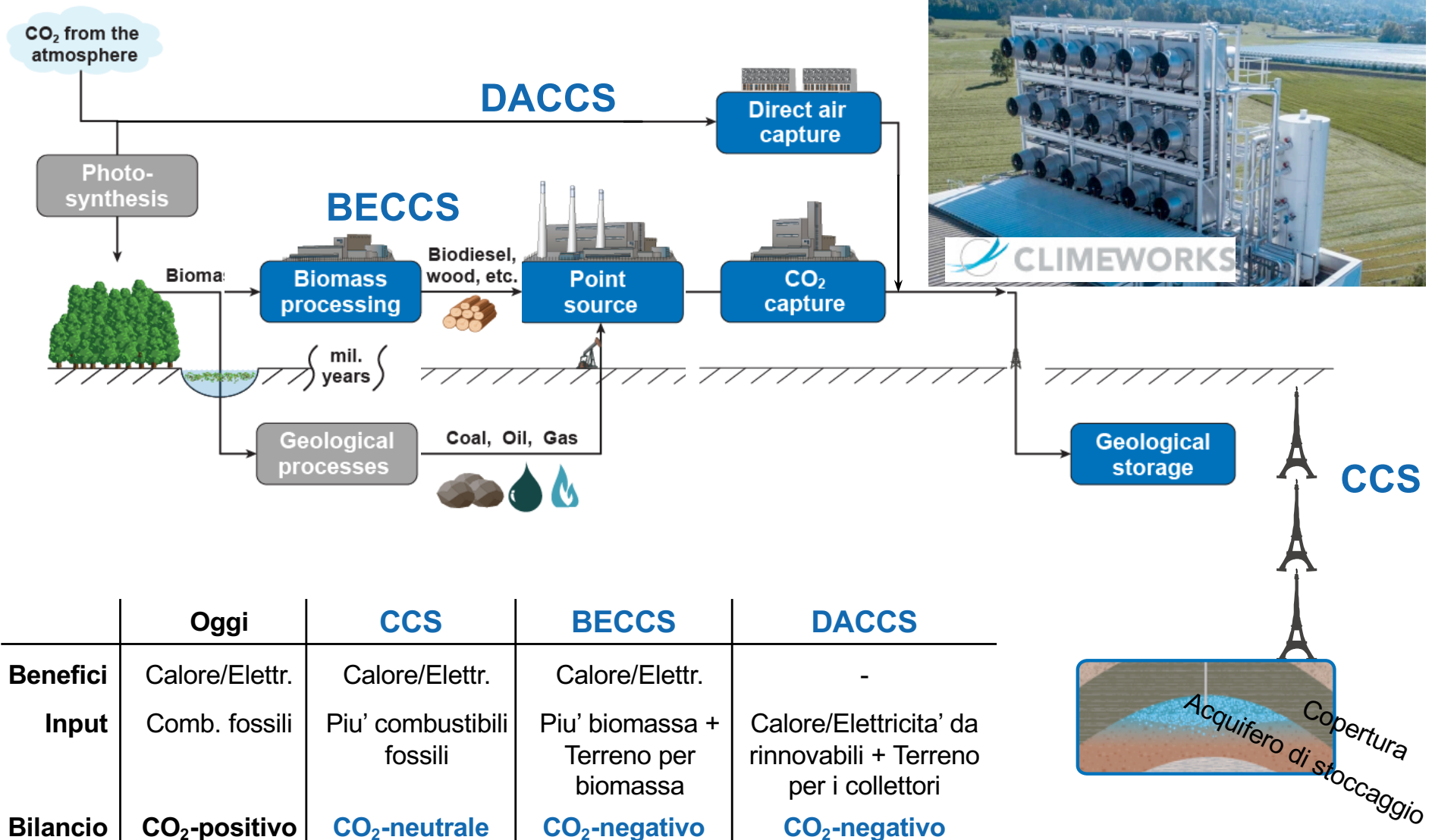


	Oggi	CCS
Benefici	Calore/Elettr.	Calore/Elettr.
Input	Comb. fossili	Piu' combustibili fossili
Bilancio	CO ₂ -positivo	CO ₂ -neutrale

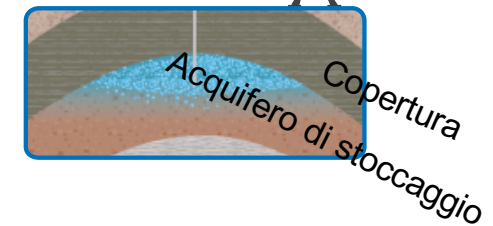
Emissioni negative – Bio-energia con CCS



Emissioni negative – Cattura diretta da aria, CCS



	Oggi	CCS	BECCS	DACCS
Benefici	Calore/Elettr.	Calore/Elettr.	Calore/Elettr.	-
Input	Comb. fossili	Piu' combustibili fossili	Piu' biomassa + Terreno per biomassa	Calore/Elettricitá' da rinnovabili + Terreno per i collettori
Bilancio	CO ₂ -positivo	CO ₂ -neutrale	CO ₂ -negativo	CO ₂ -negativo



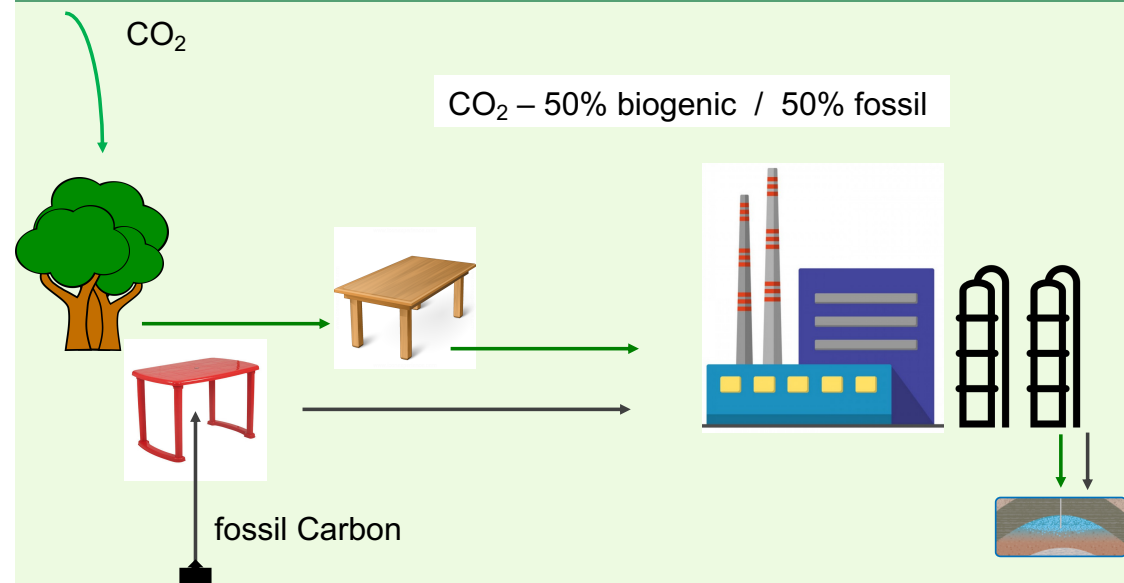
Emissioni negative

Cattura diretta dall'aria



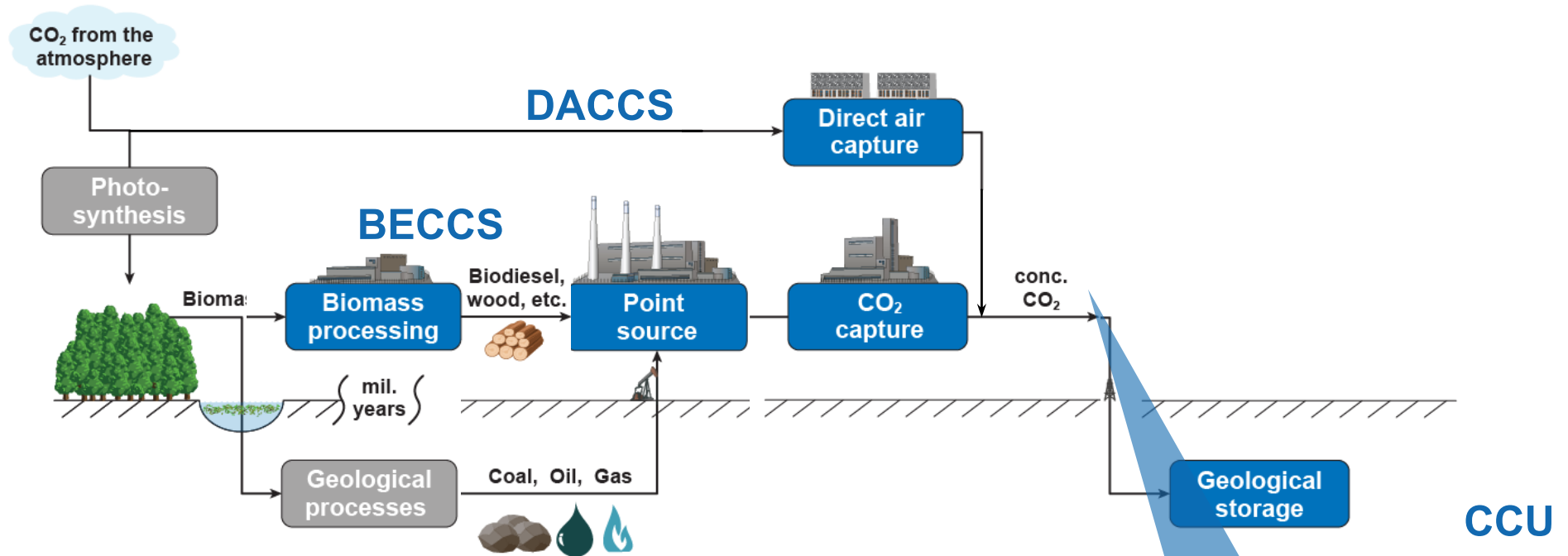
- DAC di 1.5 kt CO₂/y a Hinwil, ZH
- Vacuum-Temperature Swing Adsorption
- Rigenerazione a 100°C
- In marcia dal Maggio 2017
- Impianto da 4 kt CO₂/y in costruzione in Islanda (collegato a Carbfix)

Impianti per il trattamento di rifiuti (inceneritori)



- Le emissioni di CO₂ dagli inceneritori europei sono importanti
- Rendono le nostre città sostenibili: trattamento rifiuti, riciclo di materiali preziosi, generazione di calore e elettricità, in future cattura della CO₂ per mitigazione e emissioni negative
- Impianti di upgrading del biogas forniscono emissioni negative

Ri-utilizzo della CO₂



	Oggi	CCS	BECCS	DACCS
Benefici	Calore/Elettr.	Calore/Elettr.	Calore/Elettr.	-
Input	Comb. fossili	Piu' combustibili fossili	Piu' biomassa + Terreno per biomassa	Calore/Elettricitá' da rinnovabili + Terreno per i collettori
Bilancio	CO ₂ -positivo	CO ₂ -neutrale	CO ₂ -negativo	CO ₂ -negativo

CO₂ – Ri-utilizzo
 Prodotti chimici e combustibili
 Molto calore/elettricitá' da rinnovabili (con efficienza 10-20%)
 CO₂-positivo / neutrale

Linee guida della presentazione

1. Emissioni di CO₂, un problema globale e personale
2. Combustibili fossili e fonti energetiche rinnovabili
3. Un piano d'azione
4. CO₂, cattura e stoccaggio (CCS)
5. **Mie e vostre emissioni: un'assunzione di responsabilità**

Revisione della Legge sul CO₂

- La revisione della Legge sul CO₂ approvata da Consiglio Federale e Parlamento è sottoposta a referendum popolare il 13 Giugno 2021
- La Svizzera e' molto esposta ai cambiamenti climatici
- Obiettivi:
 1. Raggiungimento degli obiettivi dell'Accordo di Parigi
 2. Dimezzamento dei gas serra entro il 2030
 3. Rafforzamento della protezione del clima
 4. Creazione di un'armonia tra società e ambiente
- La protezione del clima costa molto meno del costo causato da cambiamenti climatici incontrollati

Revisione della Legge sul CO₂

Per il clima

Legge sul CO₂
13 Giugno 2021

Sì

Di cosa si tratta

Argomenti

Partecipa

Chi dice Sì ▼

News

Media

La scienza lancia un appello per il Sì alla legge sul CO₂

La scienza lo dimostra chiaramente: la Svizzera è già oggi gravemente colpita dai cambiamenti climatici e deve ridurre in modo massiccio le proprie emissioni di CO₂ fino al saldo netto zero, al fine di raggiungere gli obiettivi climatici di Parigi. Dobbiamo agire ORA. Con l'ampio sostegno alla legge sul CO₂ stiamo compiendo un passo importante nella giusta direzione. Ecco perché la comunità scientifica dice Sì alla legge sul CO₂.

Più di cento noti scienziati sottolineano l'urgenza di rafforzare la protezione del clima mediante la Legge sul CO₂. La Svizzera ha bisogno di questo passo efficace poiché è già gravemente colpita dai cambiamenti climatici. Ecco perché la comunità scientifica si impegna a favore della legge sul CO₂.

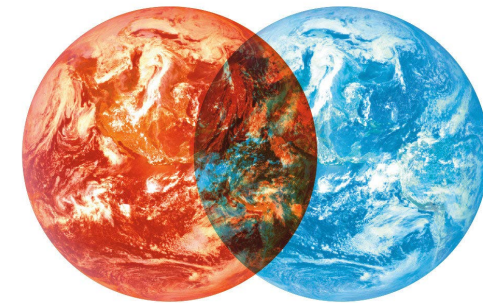
<https://per-il-clima.ch/la-scienza-lancia/>

Le nostre scelte

- Due mondi
- Tre atteggiamenti mentali
 - Ottimismo testardo
 - Abbondanza senza fine
 - Rigenerazione radicale
- Dieci cose da fare



THE FUTURE WE CHOOSE



Surviving the Climate Crisis

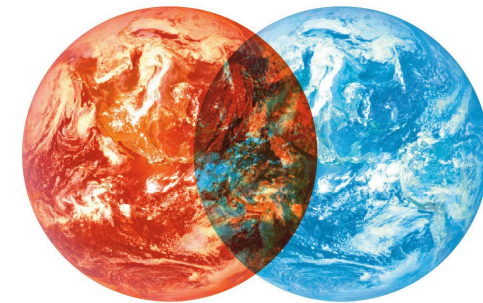
Christiana Figueres and
Tom Rivett-Carnac

Architects of the 2015 Paris Agreement

Le nostre scelte

- Due mondi
- Tre atteggiamenti mentali
 - Ottimismo testardo
 - Abbondanza senza fine
 - Rigenerazione radicale
- Dieci cose da fare
 1. Abbandonare il vecchio mondo
 2. Avere una visione per il futuro
 3. Difendere la verità
 4. Vedere sè stessi come cittadini
 5. Andare al di là dei combustibili fossili
 6. Riforestare il pianeta
 7. Investire nell'economia pulità
 8. Usare la tecnologia responsabilmente
 9. Costruire la parità di genere
 10. Impegnarsi in politica

THE FUTURE WE CHOOSE



Surviving the Climate Crisis

Christiana Figueres and
Tom Rivett-Carnac

Architects of the 2015 Paris Agreement