



IL RUOLO DELLA CCUS NEL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DI DECARBONIZZAZIONE IN EUROPA

Matteo C. Romano, Politecnico di Milano
8 febbraio 2023, Roma



Obiezioni sull'opportunità di sviluppare progetti CCS:

- La CCS è troppo costosa
- Numerosi progetti CCS sono falliti
- I progetti CCS sono economicamente sostenibili solo se accoppiati ad «Enhanced oil recovery»
- La CCS è un modo per consentire di prolungare l'utilizzo di combustibili fossili
- ...etc...

...in ultima istanza: le rinnovabili sono la soluzione al problema climatico, non la CCS.



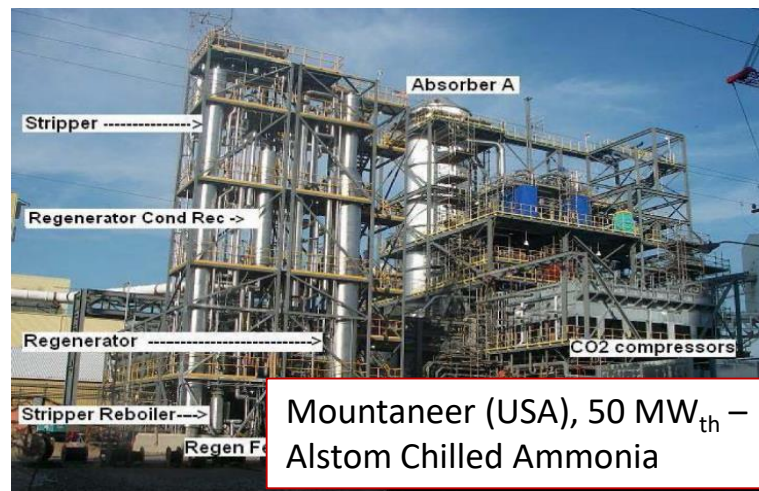
Il passato della CCS: serve contestualizzare

Primi anni 2000: CCS per la decarbonizzazione di centrali elettriche a combustibili fossili («clean coal technologies»).

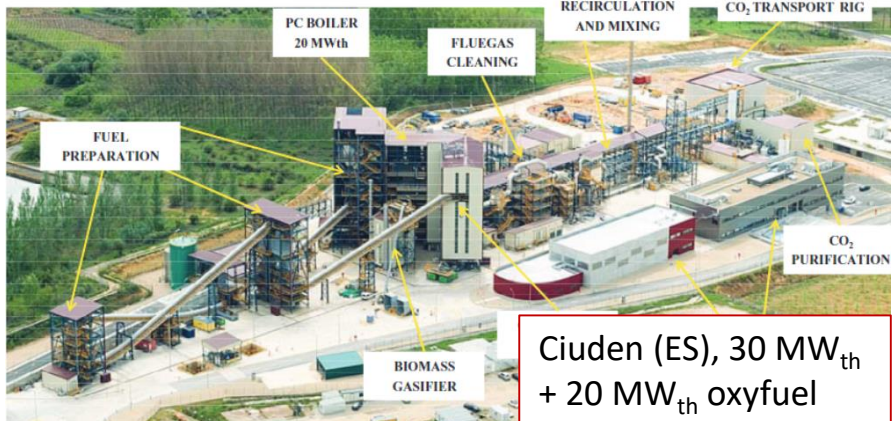
2008-2014: primi impianti dimostrativi pre-commerciali su impianti a carbone



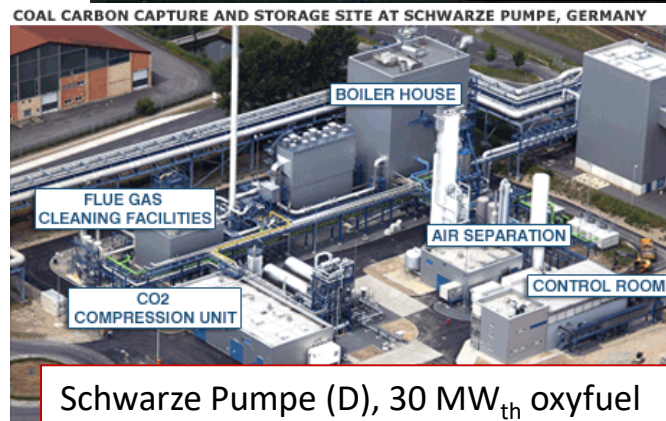
Brindisi (I), 48 MW_{th} – Amines



Mountaineer (USA), 50 MW_{th} – Alstom Chilled Ammonia



Ciuden (ES), 30 MW_{th} + 20 MW_{th} oxyfuel



Schwarze Pumpe (D), 30 MW_{th} oxyfuel



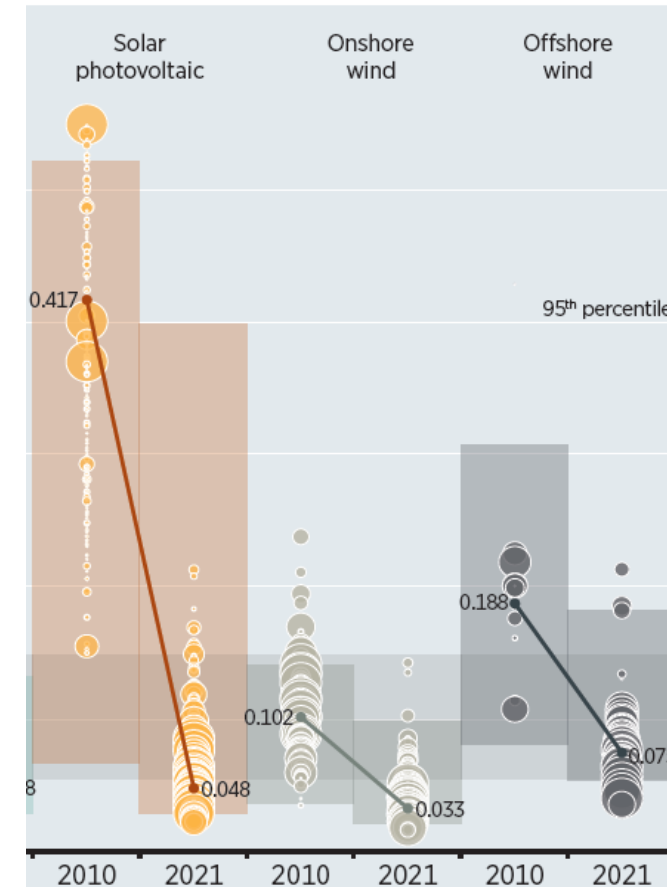
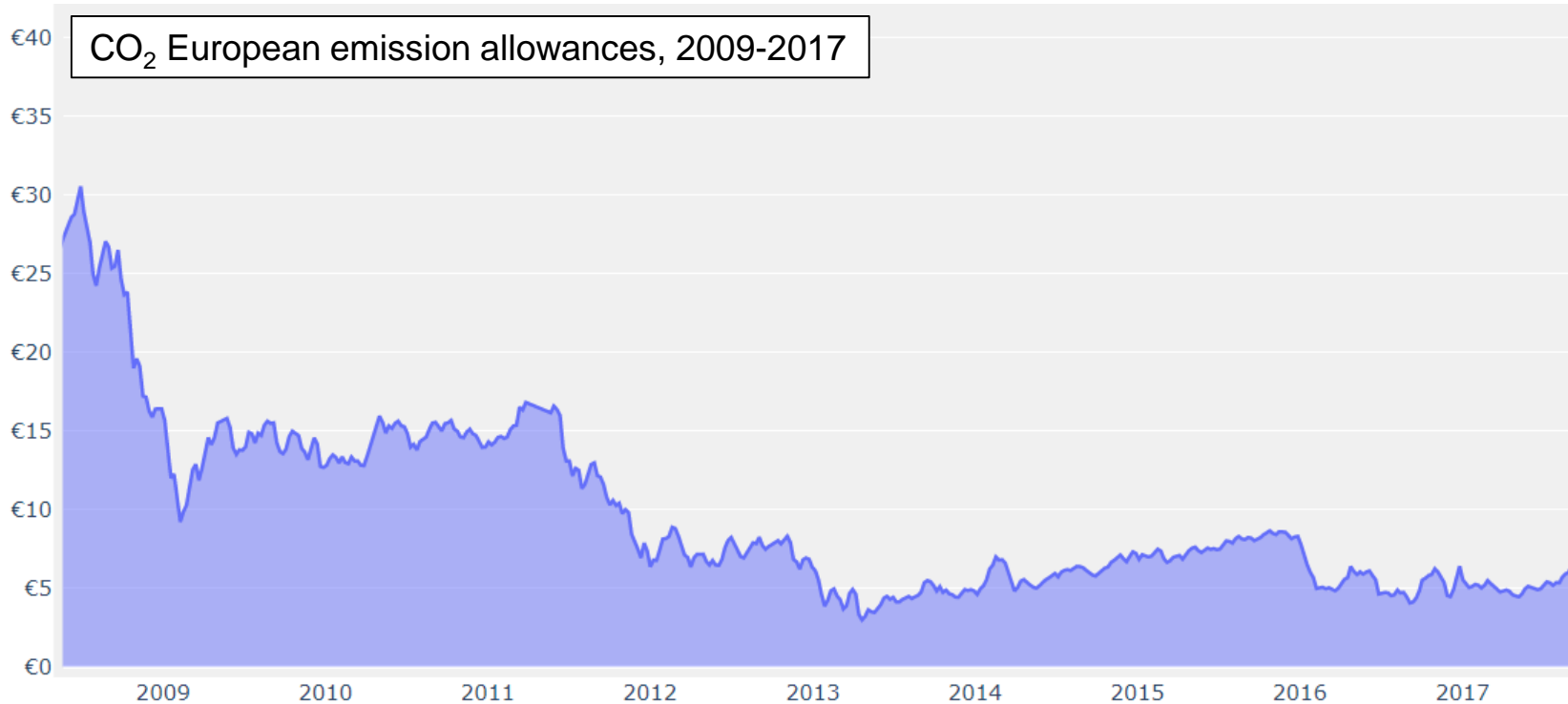
Callide (AUS), 30 MW_e oxyfuel



Il passato della CCS: serve contestualizzare

...nel frattempo, 2008-2011:

- Crisi economica
- Crollo del prezzo delle «CO₂ emission allowances» sul mercato europeo ETS
- Crollo del costo di fotovoltaico ed eolico



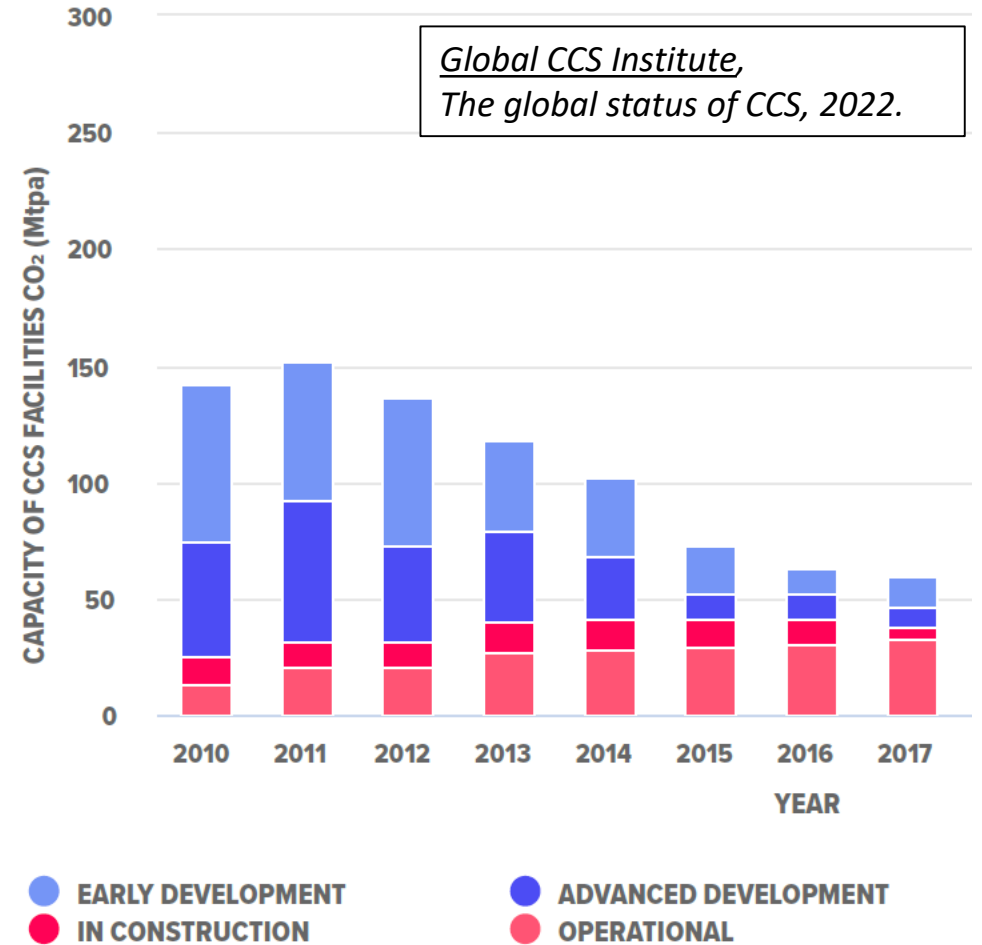
Source: IRENA Renewable Cost Database.



Il passato della CCS: serve contestualizzare

...di conseguenza, molti progetti CCS sono stati cancellati

Cancelled and Inactive Projects							
European Union							
Project Name	Leader	Location	Feedstock	Size	Capture Process	CO2 Fate	Status
Porto Tolle	ENEL	Italy	Coal	250 MW	Post	Saline	On Hold
Getica	Turceni Energy	Romania	Coal	330 MW	Post	Saline	On Hold
Eemshaven	Essent	Netherlands	Coal	1600 MW	Post	EOR	On Hold
Teesside Low Carbon	Progressive	UK	Coal	400 MW	Pre	Depleted Oil	On Hold
Belchatow	PGE	Poland	Coal	250 MW	Post	Saline	Cancelled
ROAD	E.ON	Netherlands	Coal	250	Post	Depleted Oil or Gas	On Hold
Magnum	Nuon	Netherlands	Various	1200 MW	Pre	Depleted Oil or Gas	On Hold
Killingholme	C.GEN	UK	Coal	470	Pre	Saline	Cancelled
Compostilla	ENDESA	Spain	Coal	30-320 MW	Oxy	Saline	Cancelled
Goldenbergwerk	RWE	Germany	Coal	450 MW	Pre	Saline	Cancelled
Janschwalde	Vattenfall	Germany	Coal	300 MW	Oxy	EGR	Cancelled



Il passato della CCS: serve contestualizzare

Pochi impianti industriali sviluppati in USA e Canada grazie ad incentivi e a sfruttamento CO₂ per EOR

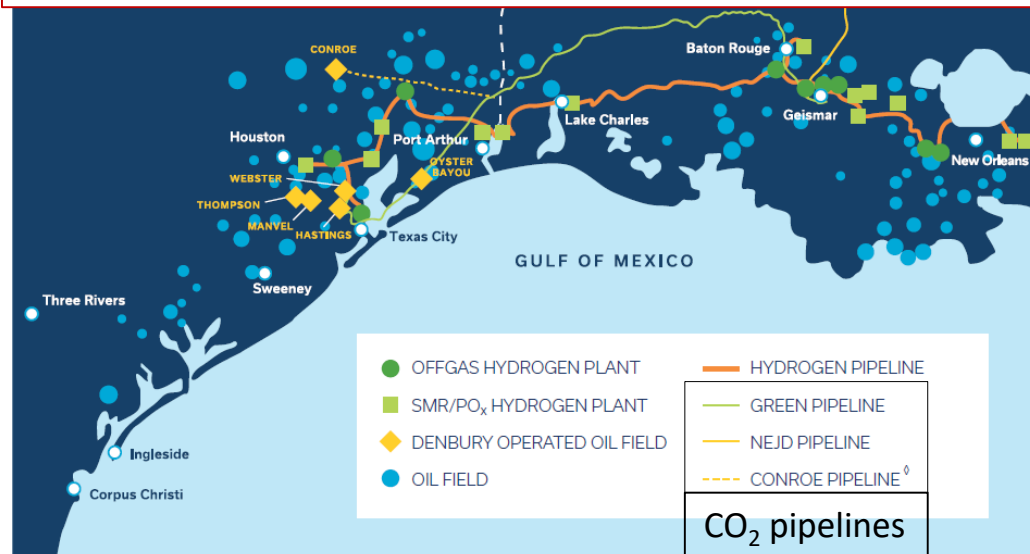
2014: Boundary Dam, 110 MW_e coal power plant - 1.3 Mt/y captured for EOR



2017: Petra Nova, 240 MW_{th} coal power plant: 1.6 Mt/y captured for EOR (SUSPENDED)



2013: Port Arthur blue hydrogen plant: 1 Mt/y captured for EOR



2014: Quest blue hydrogen plant: 1 Mt/y captured and injected in aquifer



Obiezioni sull'opportunità di sviluppare progetti CCS:

- **La CCS è troppo costosa**
- **Numerosi progetti CCS sono falliti**
- **I progetti CCS sono economicamente sostenibili solo se accoppiati ad «Enhanced oil recovery»**
- **La CCS è un modo per consentire di prolungare l'utilizzo di combustibili fossili**

Per diversi fattori regolatori ed economici e grazie allo sviluppo di tecnologie rinnovabili, negli ultimi 15 anni:

- gli impianti CCS hanno necessitato di incentivi ed EOR per sostenersi economicamente
- Gli impianti CCS non sono stati progettati al fine di evitare l'emissione di CO₂, ma per trarre profitto dalla CO₂ catturata (*differenza sottile, ma sostanziale!*)
- le rinnovabili hanno vinto la competizione per la decarbonizzazione della produzione di elettricità (*bene!*)

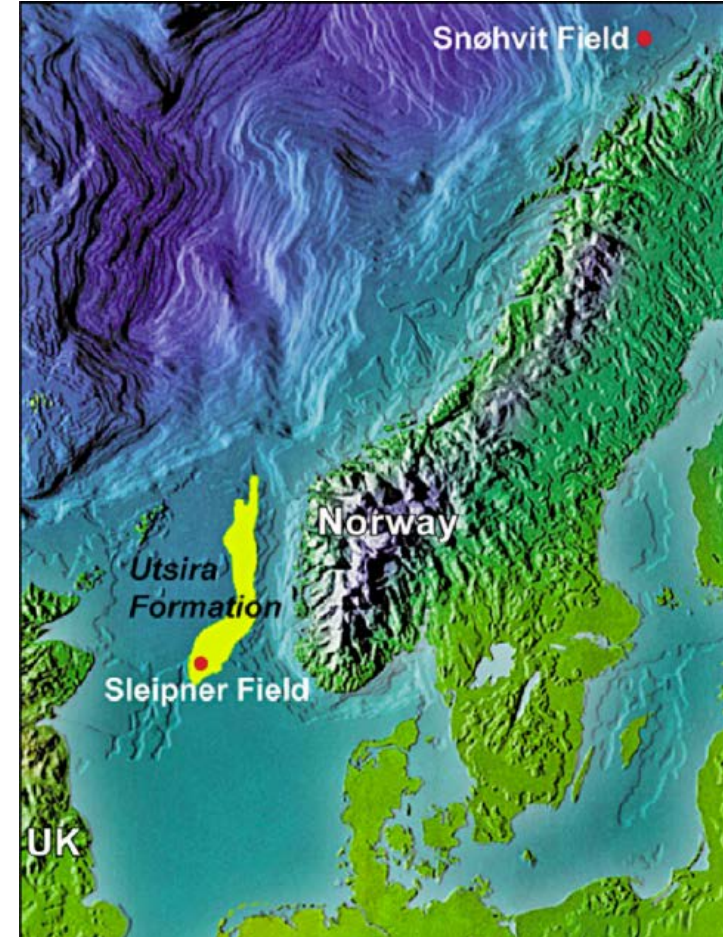
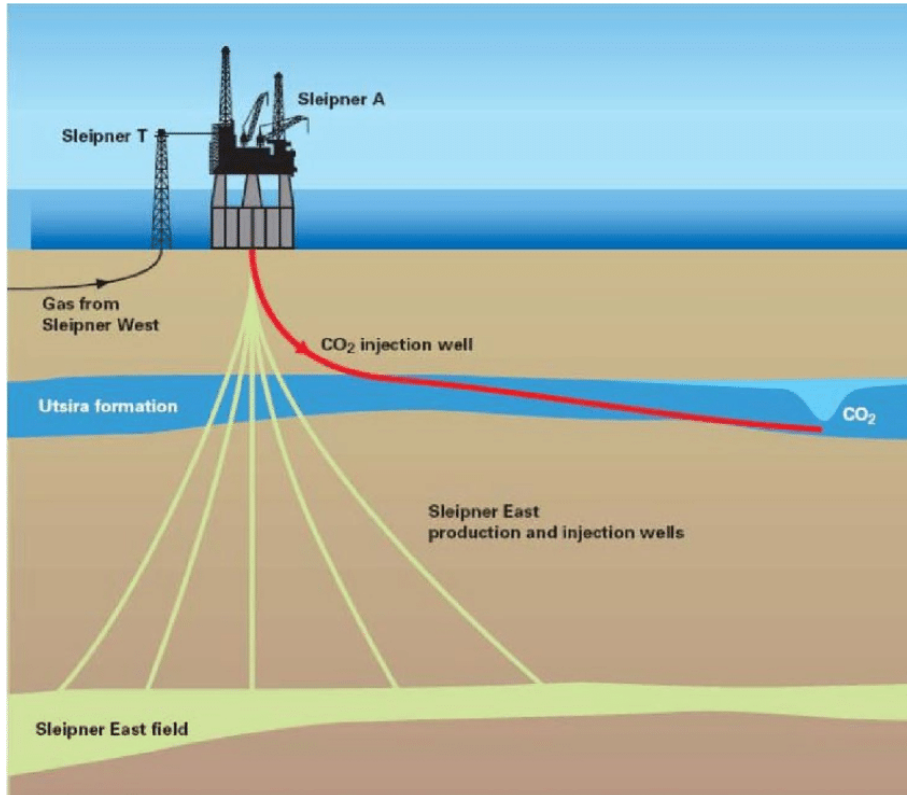


Il passato della CCS: due casi di successo

Due casi di successo in Norvegia: CCS in acquiferi salini off-shore.

Progetti sostenuti da carbon tax norvegese, presente già dagli anni '90:

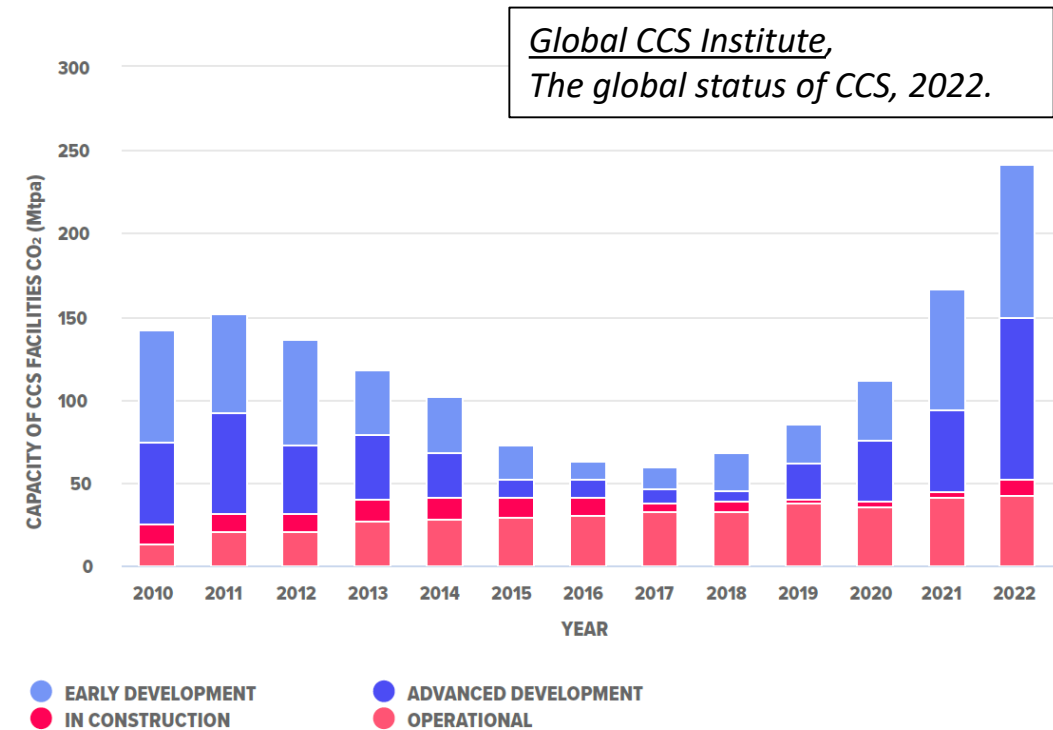
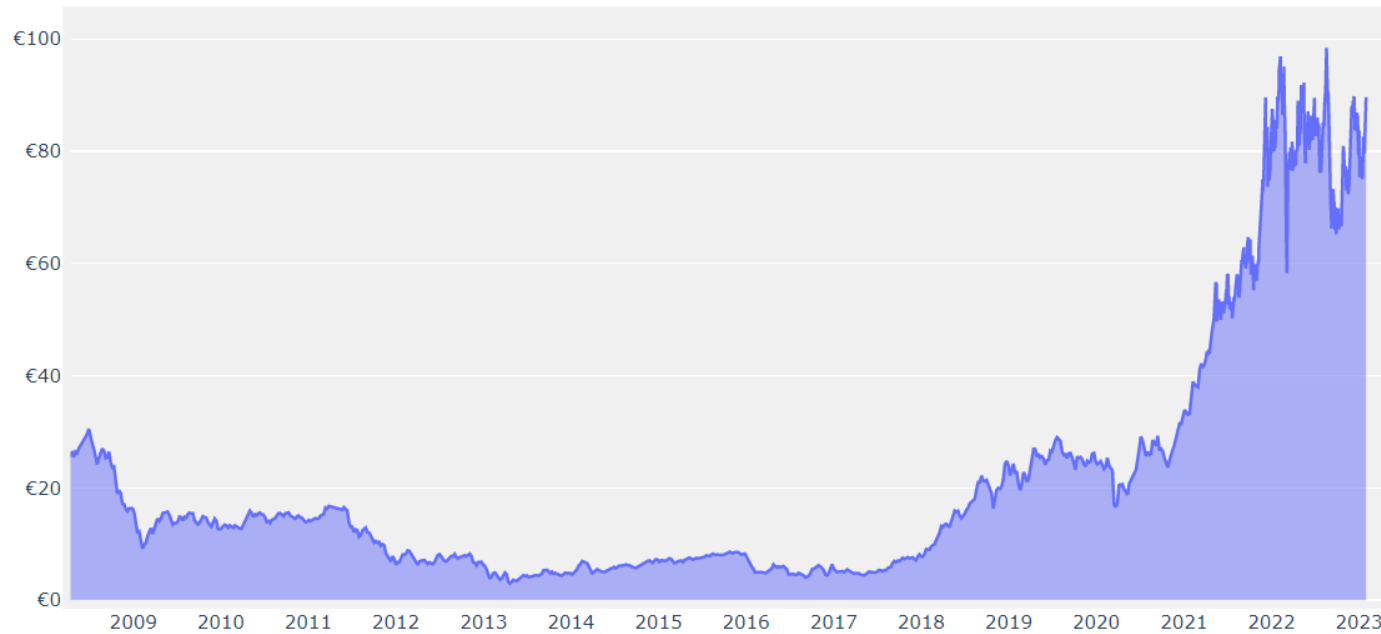
- Dal 1996: Sleipner, 1 Mt_{CO₂}/a
- Dal 2008: Snøhvit, 0.7 Mt_{CO₂}/a



Presente e futuro prossimo della CCS

2018-2023: il mercato ETS ha iniziato a funzionare

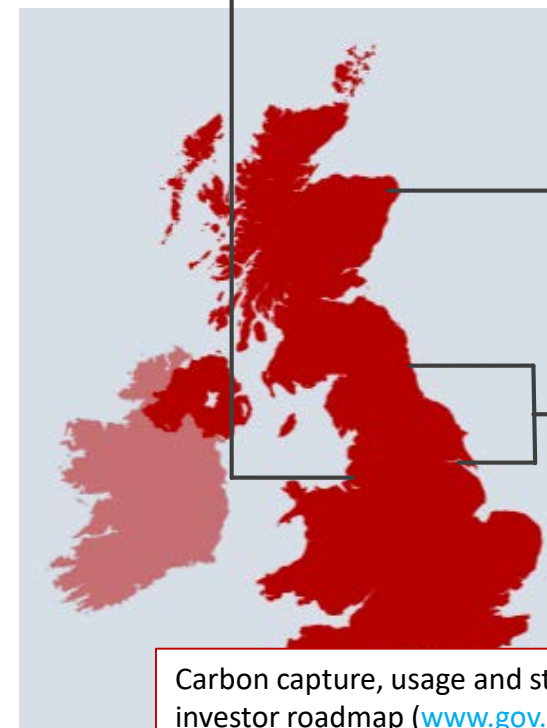
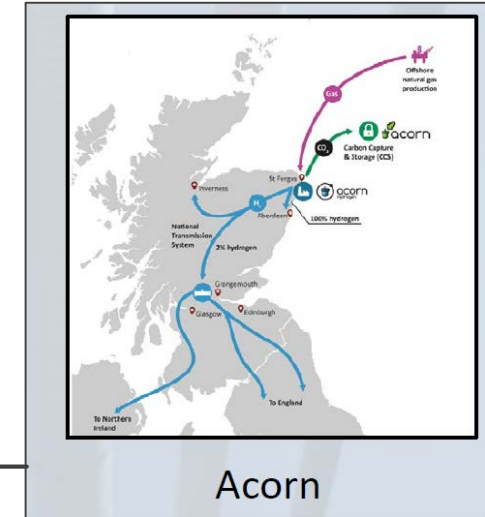
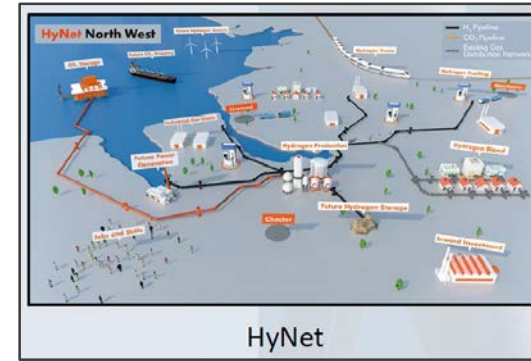
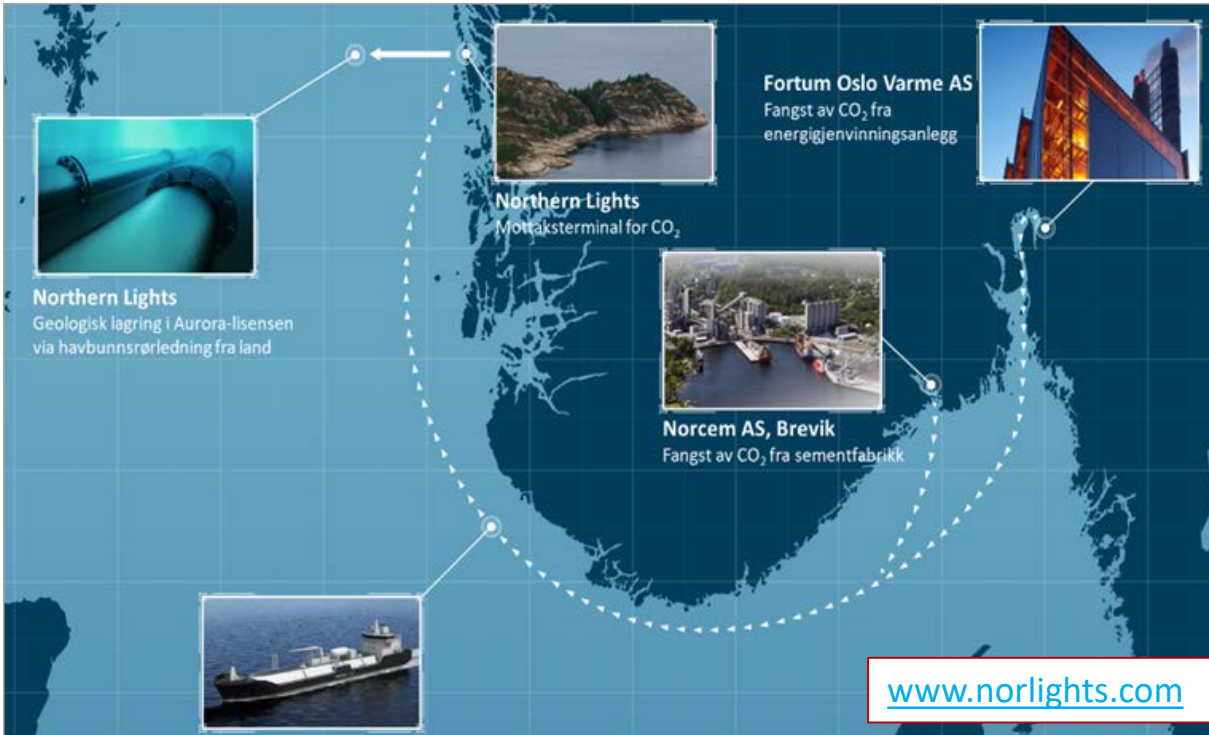
- con costi della CO₂ emessa di 80-100 €/t, emettere costa più che catturare
- finanziamenti pubblici importanti per iniziare a sviluppare l'infrastruttura di trasporto e stoccaggio
- La CCS riacquista momento in Europa con nuovi progetti



Il presente e prossimo futuro della CCS

Norvegia: Longship project (2024-), 0.8 Mt_{CO2}/a

UK: Hynet, East Coast Cluster, Acorn



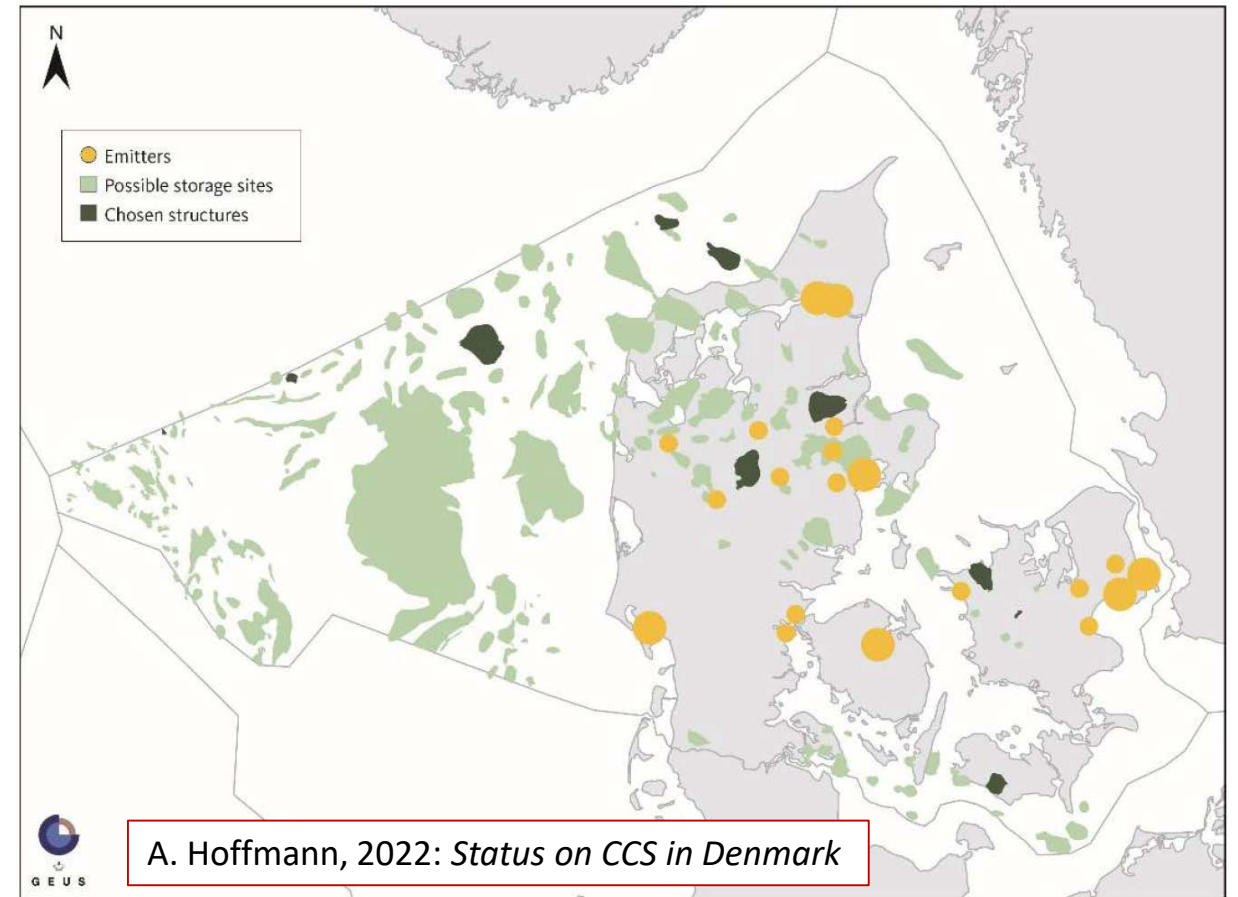
Carbon capture, usage and storage (CCUS): investor roadmap (www.gov.uk)



Il presente e prossimo futuro della CCS

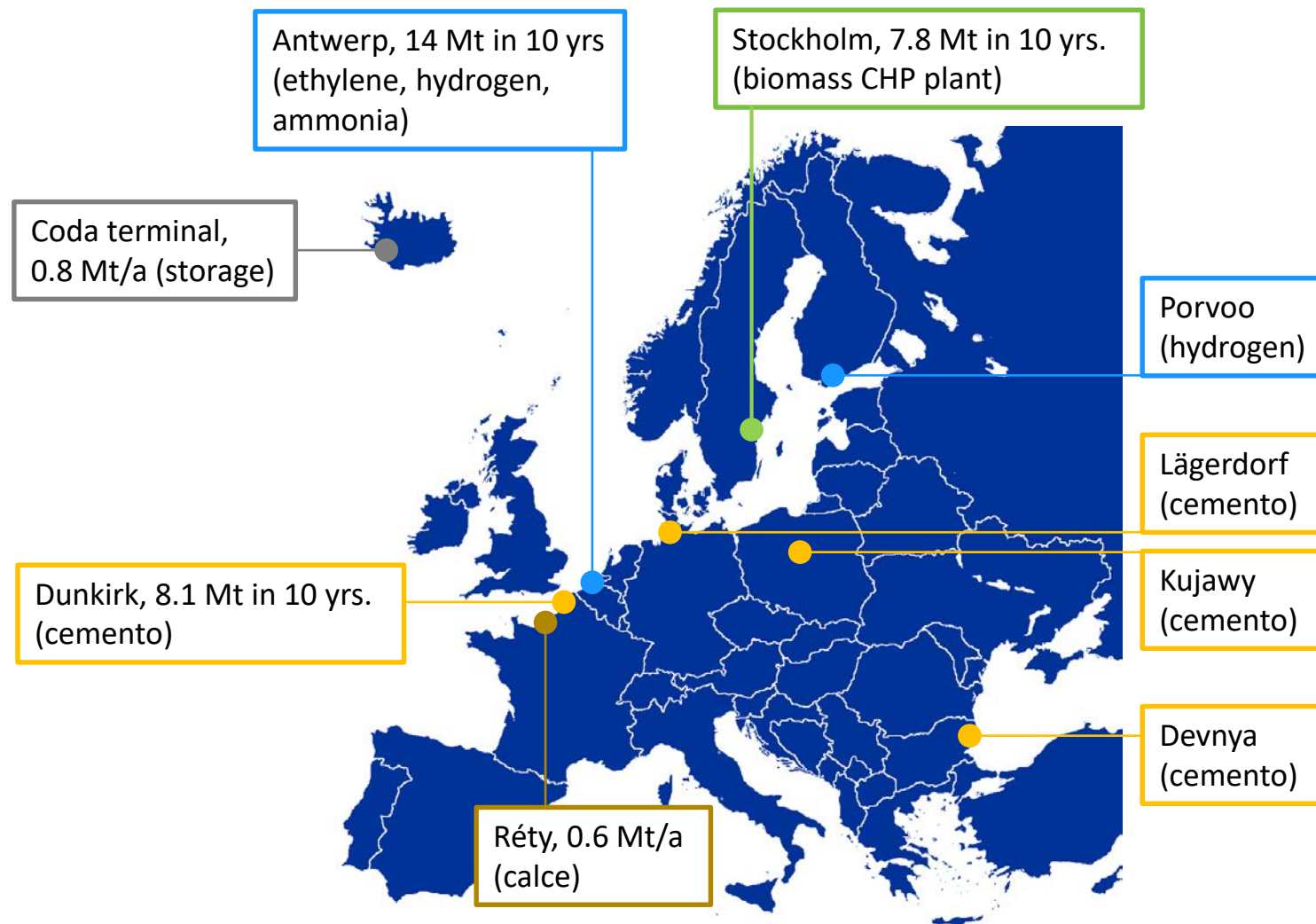
Paesi Bassi: Porthos (Port of Rotterdam) project (2025-), 2.5 Mt_{CO₂}/a

Danimarca: Greensand, Bifrost, Stenlille (2025/2027-), 5-10 Mt_{CO₂}/a

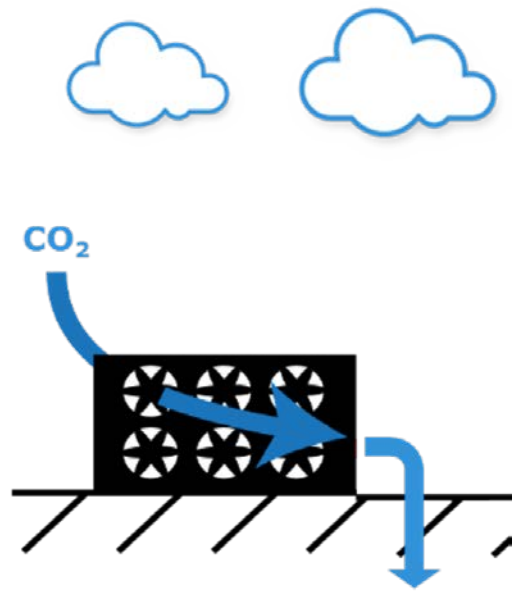


Il presente e prossimo futuro della CCS

Progetti EU Innovation fund (2025-)



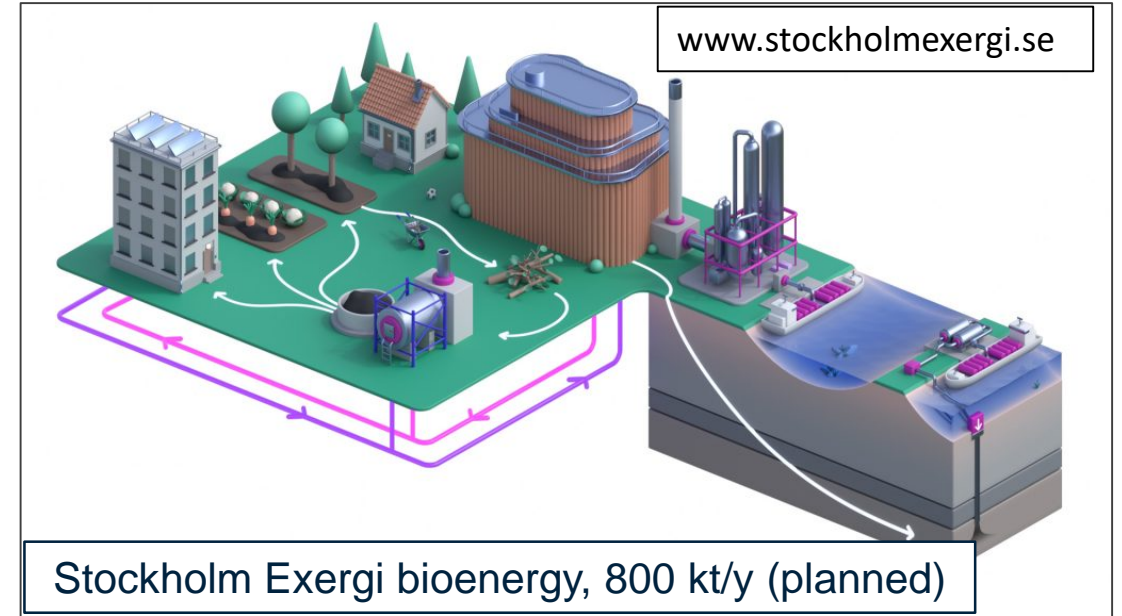
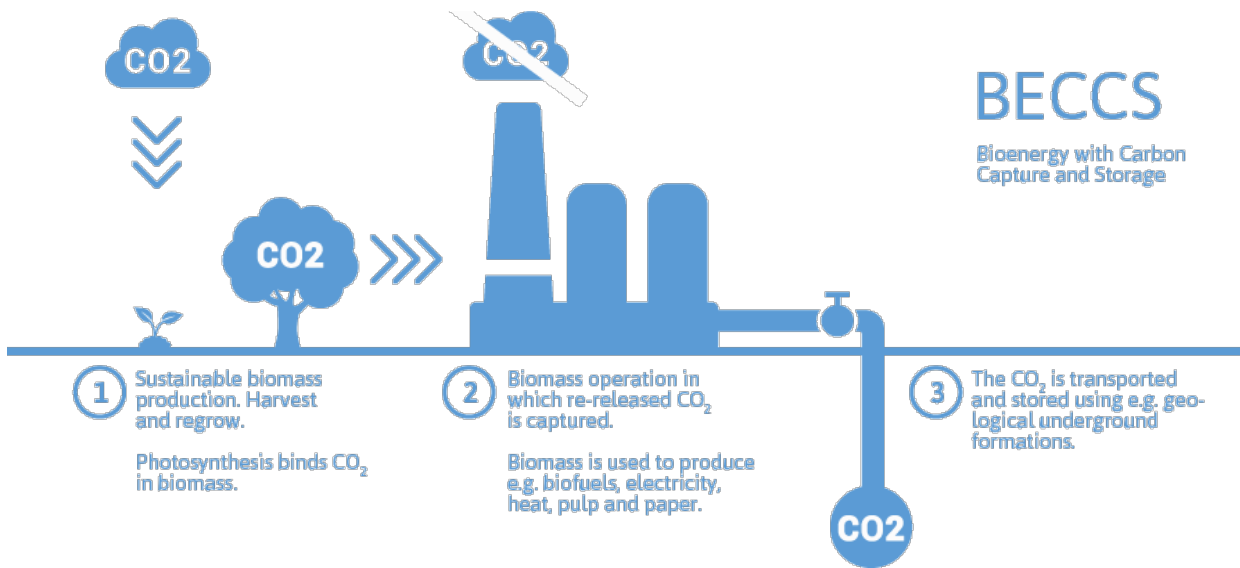
DACCS: Direct air capture with CCS



Captures CO₂ directly from the atmosphere and stores it



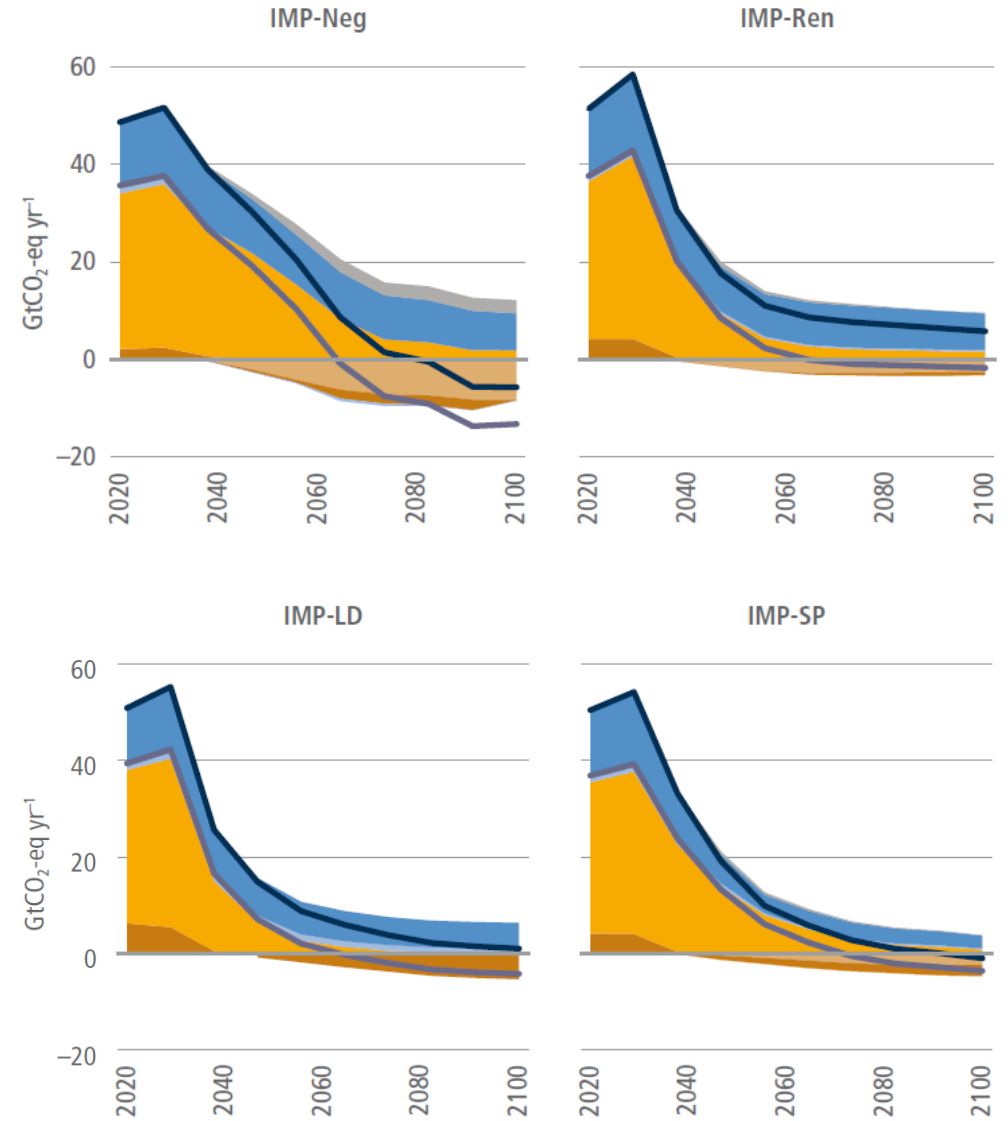
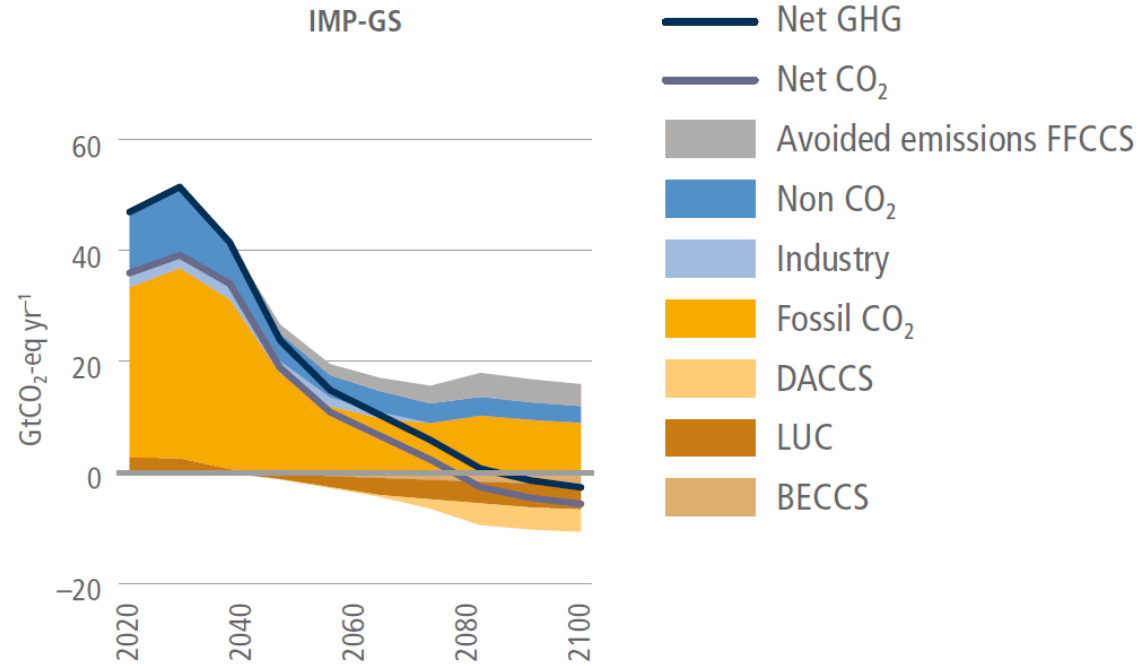
BECCS: Bioenergy with CCS



Termovalorizzatore Oslo Celsio (planned)
400 kt/y (di cui 200 kt/a BECCS)

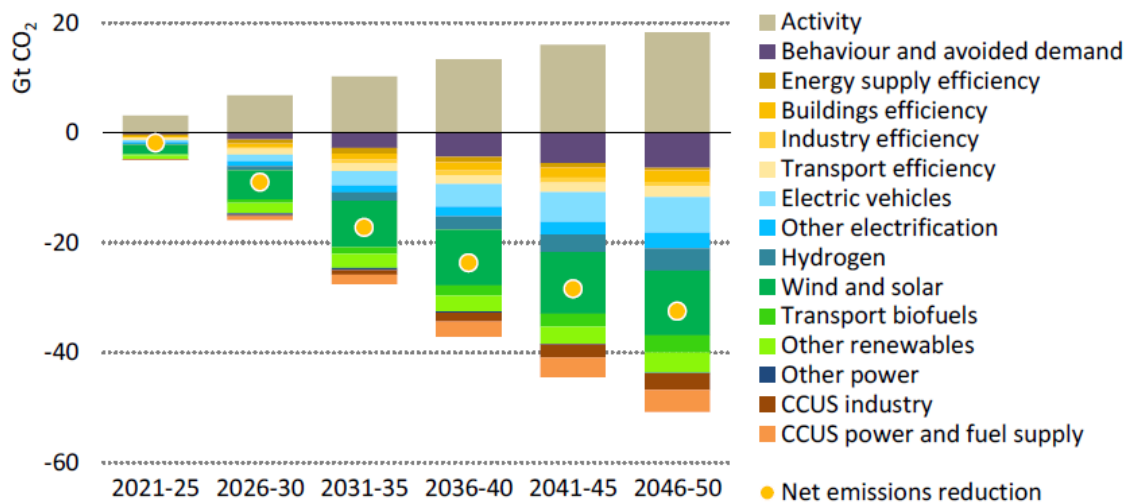


IPCC, 2022. AR6, WGIII.



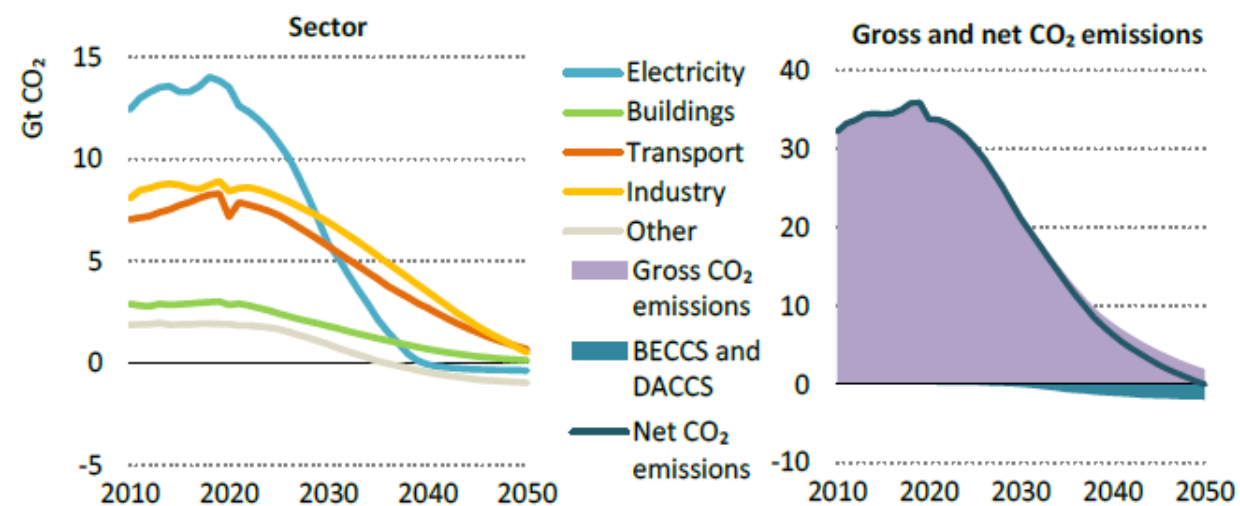
IEA, 2021. Net zero by 2050.

Figure 2.4 ▶ Average annual CO₂ reductions from 2020 in the NZE



IEA. All rights reserved.

Figure 2.3 ▶ Global net-CO₂ emissions by sector, and gross and net CO₂ emissions in the NZE

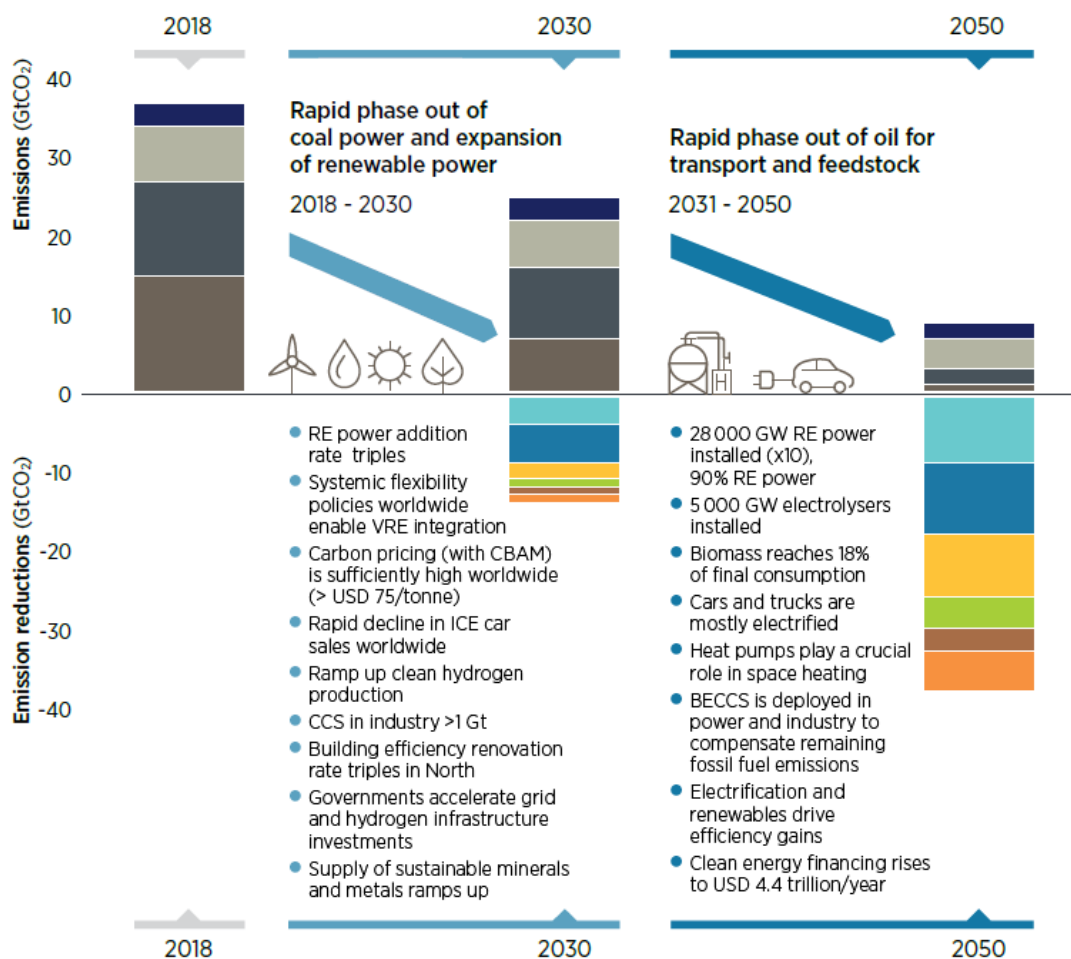


IEA. All rights reserved.

Emissions from electricity fall fastest, with declines in industry and transport accelerating in the 2030s. **Around 1.9 Gt CO₂ are removed in 2050 via BECCS and DACCS.**

La CCS nel lungo periodo

FIGURE 1.3 Evolution of emissions in accordance with the deployment of technological avenues, 2018-2050



- Process and non-energy
- Natural gas
- Oil
- Coal
- Energy conservation and efficiency
- Renewables (power and direct uses)
- Electrification of end uses (direct)
- Hydrogen and its derivatives
- CCS in industry
- BECCS and other carbon removal measures

IRENA, 2022. *World Energy Transition Outlook*

Indicators	Recent years	2050 ²²⁾
	CCS AND BECCS	
CCS to abate emissions in industry	0.04 GtCO ₂ captured/yr ¹⁹⁾	3.4 GtCO ₂ captured/yr
BECCS and others to abate emissions in industry	0.001 (GtCO ₂ captured/yr) ²⁰⁾	5.0 GtCO ₂ captured/yr

- La CCS sarà uno strumento importante per abbattere le emissioni di CO₂ dal settore industriale.
- La CCS sarà uno strumento importante per raggiungere net-zero nel lungo periodo, attraverso sistemi ad emissioni negative.
- I prossimi 10 anni saranno fondamentali per dimostrare la fattibilità tecnica della filiera cattura-trasporto-stoccaggio di CO₂ e preparare i decenni successivi 2030-2050 per una diffusione ampia globale senza necessità di incentivi (ma solo un'adeguata carbon tax).
- Il ruolo della CCS nella decarbonizzazione dell'economia sarà molto inferiore rispetto al ruolo delle rinnovabili, ma lo sforzo necessario sarà massivo:
Dotarsi di una capacità nel mondo di 5 Gt/a nel 2050, corrisponde all'installazione di 5000 impianti da 1 Mt/a. In 20 anni (tra il 2030-2050) → 250 impianti all'anno, ~5 impianti alla settimana!
- Riconosciamo il rischio di greenwashing delle compagnie Oil & Gas. Serve opporsi alla logica *continuiamo ad emettere oggi, compensando domani con DACCS e BECCS* e spingere la defossilizzazione dell'energia il più possibile attraverso elettrificazione (e in misura molto minore, biocombustibili e combustibili sintetici).
- Le competenze delle compagnie Oil & Gas sono fondamentali per le fasi di trasporto e stoccaggio della CO₂. Le aziende O&G oggi sono chiamate alla scelta strategica tra l'accompagnare la CCS diventando parte attiva positiva della transizione o se sfruttare la promessa di una futura CCS per ritardare azioni efficaci oggi.
- Il polo CCS di Ravenna è un asset strategico per l'Italia.

Rompiano / evitiamo di creare la polarizzazione CCS vs. rinnovabili