

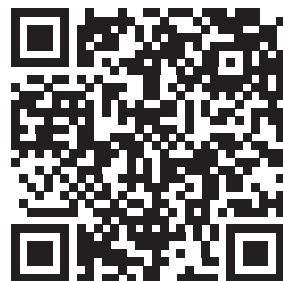


Zero Carbon Technology Roadmap

Carbon Capture & Storage: leva strategica per la decarbonizzazione e la competitività dell'Italia

MAPPA CONCETTUALE

SCANSIONA IL CODICE QR CON IL TUO SMARTPHONE PER SCARICARE E LEGGERE LA VERSIONE DIGITALE DELLO STUDIO STRATEGICO

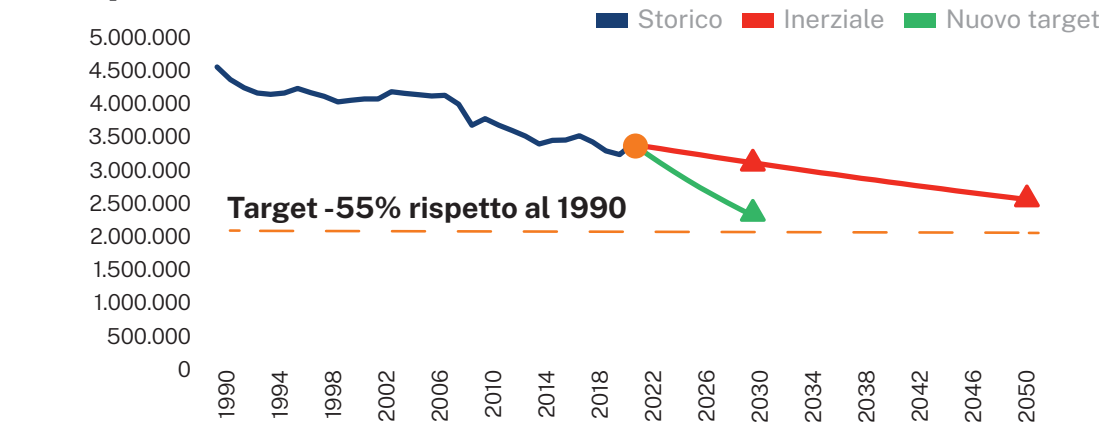


www.ambrosetti.eu

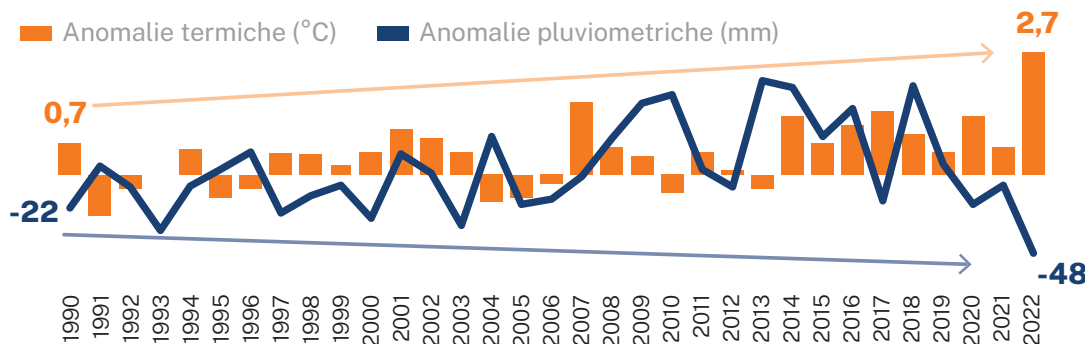


1. Nell'Unione europea è previsto un aumento del tasso di riduzione delle emissioni, in linea con i nuovi obiettivi di decarbonizzazione, da raggiungere attraverso tutte le tecnologie disponibili e applicando un approccio di neutralità tecnologica che consenta anche di salvaguardare la competitività del sistema economico

Emissioni di gas climalteranti in Europa (kTonCO₂), 1990 -2021 e scenari di evoluzione



Anomalie termiche e pluviometriche annuali rispetto alla media 1981-2010 (variazione in gradi Celsius e mm), 1990-2022



IL PROCESSO DI DECARBONIZZAZIONE PONE SFIDE ALLE AZIENDE IMPEGNATE A MANTENERE LA PROPRIA COMPETITIVITÀ INDUSTRIALE



LEGISLAZIONE PER RIDURRE LE EMISSIONI DELL'INDUSTRIA

- La **revisione del sistema ETS** rischia di aumentare i costi in capo alle aziende europee
- Dal 2026 le quote gratuite saranno **progressivamente eliminate**
- Al fine di evitare una rilocalizzazione delle emissioni di CO₂, la Commissione europea ha introdotto il CBAM (**Carbon Border Adjustment Mechanism**), ma i settori soggetti a ETS hanno sollevato molte critiche e **dubbi sulla capacità di preservare la competitività delle esportazioni**

I policy maker devono valutare la salvaguardia della competitività industriale nell'individuare le soluzioni per il processo di decarbonizzazione



PRESSIONE COMPETITIVA SUI PRODOTTI GREEN DA PARTE DEL RESTO DEL MONDO

- L'UE sta sviluppando il **55% dei progetti dimostrativi di tecnologie pulite** a livello mondiale in settori difficili da abbattere
- Il **78% dei progetti in Europa** si concentra sul settore chimico e delle materie plastiche; il **10% sull'industria metallurgica**; l'**8% sul settore del cemento e del calcestruzzo**; il **2% sull'industria della cellulosa e della carta** e un altro **2% sul trasporto marittimo**.

L'EU può avere una leadership nei progetti di clean technologies, ma sarà fondamentale concludere tutti i progetti previsti



ULTERIORI VINCOLI PER L'ACCESSO A FONTI DI FINANZIAMENTO

- I mercati finanziari stanno aumentando il proprio interesse verso i **green bond** legati alla sostenibilità: **+35% di valore investito** (2023 vs. 2018)
- La **tassonomia europea** aumenterà l'attenzione delle istituzioni finanziarie verso gli **investimenti in nuovi impianti e processi allineati con il percorso di decarbonizzazione**

Le aziende più sostenibili saranno sempre più avvantaggiate nell'accesso al mercato dei capitali (ad es. con tassi di interesse più bassi) rispetto ai concorrenti

MYTHBUSTERS



La CCS non è un modo efficace per abbattere la CO₂, ma una scusa per mantenere in vita processi di produzione e di approvvigionamento energetico altamente emissivi

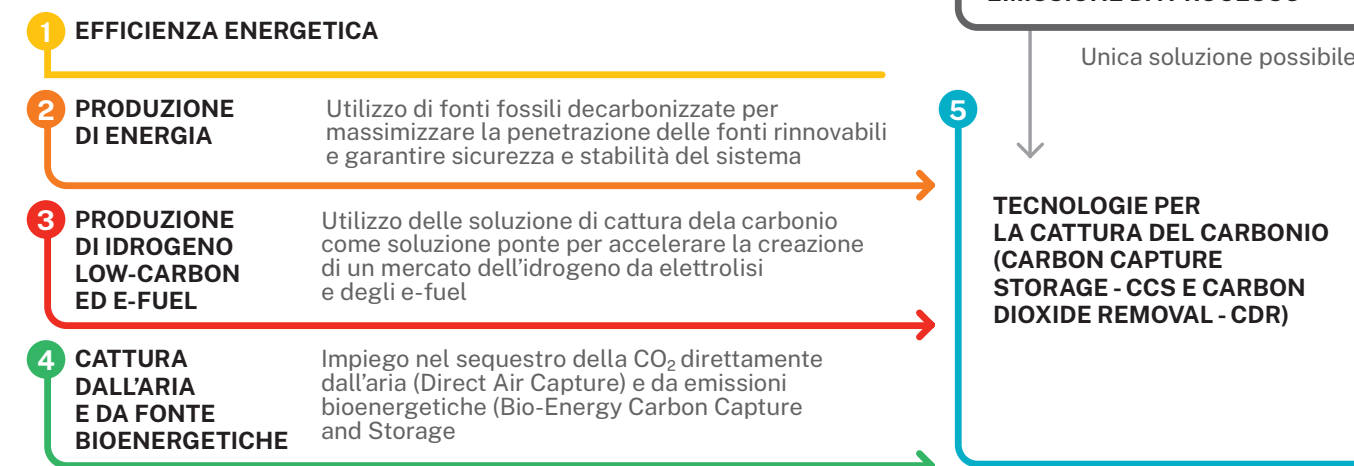


Secondo una logica di portafoglio e di neutralità tecnologica, la CCS è una delle tecnologie indispensabili per la decarbonizzazione dei sistemi industriali e della produzione di energia, insieme alla riduzione dell'uso dei combustibili fossili (come indicato dagli scenari IEA e IPCC)

2. La CCS rappresenta una straordinaria opportunità per accompagnare la transizione verde e la decarbonizzazione dei settori Hard to Abate e Power Generation. Grazie all'Hub CCS di Ravenna, l'Italia può ricoprire un ruolo di primo piano in Europa e nel mediterraneo fornendo una leva di competitività indispensabile alla propria economia

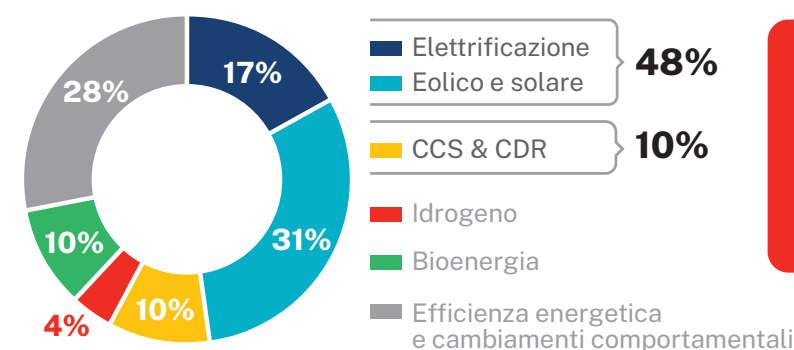
Da un punto di vista tecnologico, nel 2022 The European House - Ambrosetti ha sviluppato un modello basato su cinque leve strategiche di decarbonizzazione

Livelli di decarbonizzazione



Per raggiungere gli obiettivi di neutralità climatica è necessario dispiegare tutte le leve tecnologiche disponibili, combinando, caso per caso, energie rinnovabili, vettori a basso contenuto di carbonio e tecnologie di cattura della CO₂.

Quota del contributo di ciascuna misura di mitigazione nello scenario Energy Technology Perspective 2023 della IEA (% della riduzione totale delle emissioni), 2021-2050



In alcuni degli scenari elaborati dall'IPCC, la CCS darà un contributo **4 volte superiore** alla decarbonizzazione rispetto a quanto previsto da IEA

MYTHBUSTERS



La CCS viene adottata soprattutto perché consente di estrarre ciò che rimane nei giacimenti di petrolio e gas



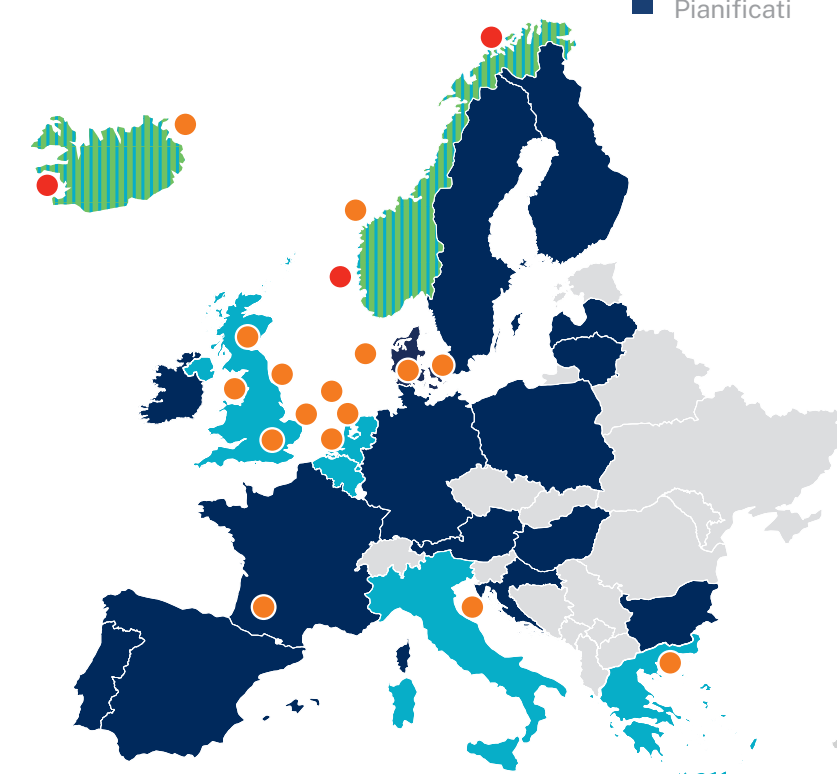
Anche se l'iniezione della CO₂ è stata inizialmente utilizzata per aumentare la capacità di estrazione dei combustibili fossili nelle operazioni delle società energetiche, ad oggi i progetti commerciali attivi in Europa, così come gli hub CCUS in fase di sviluppo, sono esclusivamente dedicati allo stoccaggio geologico della CO₂ per scopi ambientali, escludendo di fatto l'uso della CCS per estrarre ulteriori combustibili fossili

NET-ZERO INDUSTRY ACT

La proposta di Regolamento include la CCS fra le **Strategic Net-Zero Technologies** e stabilisce l'obiettivo dell'UE di una capacità di iniezione in stoccaggio annuale di **50 Mton di CO₂ entro il 2030** e prevede la necessità di **catturare fino a 550 Mton di CO₂ entro il 2050**

A livello europeo, esistono già 3 progetti operativi nel Mar del Nord e vi sono altri 16 progetti in corso di sviluppo che avranno un ruolo chiave nel raggiungere gli obiettivi di capacità di iniezione di CO₂ posti dal Net-Zero Industry Act

Distribuzione dei progetti CCS in Europa



Oltre agli sviluppi in UE, è necessario attenzionare anche il **contesto globale**:

- USA:** finanziamenti di €1,92 mld per lo sviluppo delle infrastrutture di CCS e crediti d'imposta da €54/ton CO₂ a €162/ton CO₂ per CCS
- UK:** €24 mld per la diffusione delle CCS nei prossimi 20 anni e Action Plan per il percorso di diffusione della CCUS
- Canada:** Tassa sulla CO₂ (€117/Ton entro il 2030) e credito d'imposta sugli investimenti in progetti CCS del 20-30%, oltre a Carbon Management Strategy per sostenere i progetti di CCS
- Australia:** strategia nazionale per la CCS per dare priorità ai centri di gestione della CO₂ e atto che regola lo stoccaggio di CO₂

L'Hub di Ravenna avrà un ruolo strategico fondamentale per posizionare l'Italia come attore chiave nella decarbonizzazione del Sud dell'Europa

RAVENNA CCS - ITALIA

- Sviluppato dalla joint venture tra Eni e Snam, Ravenna CCS è il primo passo per la **creazione di un'infrastruttura CCS in Italia** e nel Mediterraneo
- Ravenna CCS utilizzerà i giacimenti di gas esauriti del Mar Adriatico con una **capacità di stoccaggio totale stimata in oltre 500 Mton**
- Il progetto, che sarà sviluppato per fasi, ha già ricevuto l'autorizzazione allo stoccaggio per la prima parte, che entrerà in funzione nel **primo trimestre del 2024**, con una capacità di cattura e stoccaggio di 0,025 Mton/a, mentre la seconda fase sarà operativa entro il 2026 con una capacità di iniezione di **4 Mton/anno** entro il 2030; successive espansioni incrementeranno ulteriormente la capacità di iniezione fino a oltre **16 Mton/anno**

3. La CCS è una soluzione matura, sicura e competitiva per abbattere le emissioni di processo e accelerare concretamente la decarbonizzazione

Matura: esistono famiglie tecnologiche CCS mature e disponibili in commercio, con un TRL elevato e un'efficienza di cattura vicina al 90-95%

Famiglia tecnologica	Tecnologia	TRL	Efficienza di cattura (%)
POST COMBUSTIONE	Assorbimento fisico	9	85-90
	Assorbimento chimico	9	90-95
	Adsorbimento solido fluidizzato (Looping chimico)	7	90-95
	Membrana polimerica	4	80-90
PRE COMBUSTIONE	Assorbimento fisico	9	85-90
	Assorbimento chimico	9	90-95
	Adsorbimento solido static (Pressure/Temperature Swing Adsorption)	9	90-95
	Assorbimento criogenico	8	90-95
OSSICOMBUSTIONE	Combustione di ossigeno puro	6	90-95
	Cicli a CO ₂ supercritica	5	>98

FALSE

La CCS è una tecnologia sperimentale ancora in fase di ricerca

TRUE

La CCS è un processo che comprende tecnologie mature, conosciute e testate da decenni. Oggi il know how delle aziende del settore Oil & Gas può essere sfruttato per lo sviluppo di progetti di decarbonizzazione e sostenibilità basati su soluzioni CCS. In particolare risultano particolarmente sicuri e competitivi i progetti CCS che si basano sul riutilizzo e la riconversione dei giacimenti a gas esauriti grazie alla possibilità di utilizzare infrastrutture esistenti e sfruttare la conoscenza geologica e i dati raccolti nel corso della passata vita produttiva

Sicura: modelli teorici hanno dimostrato che oltre il 99,99% della CO₂ non fuoriesce dai siti di stoccaggio in un periodo di 500 anni.



MYTHBUSTERS

FALSE

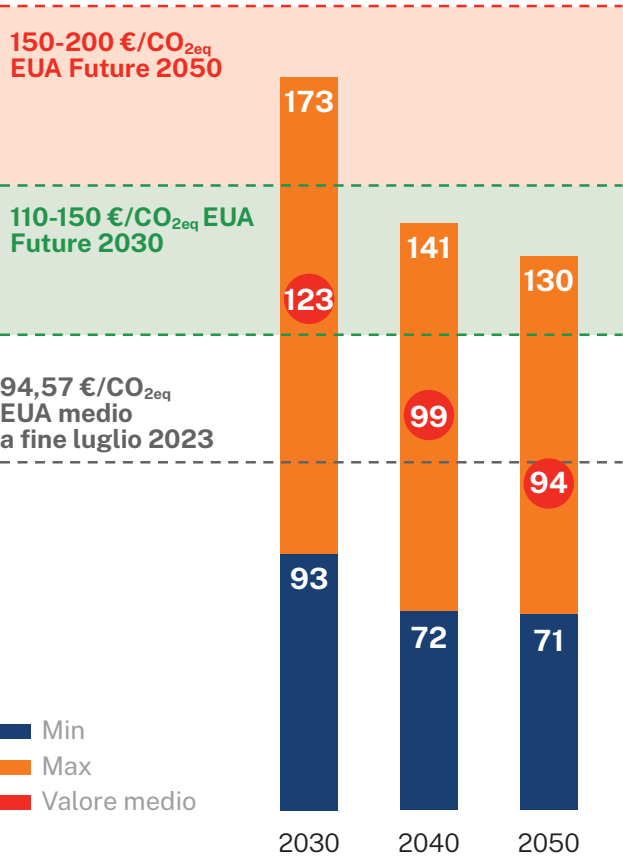
La CCS non è sicura perché può causare esplosioni o fughe di gas

TRUE

La CO₂ è un gas inerte, non infiammabile, non esplosivo. Il trasporto della CO₂ è basato su tecnologie mature, applicate in sicurezza da decenni in diversi settori industriali. Le perdite dai siti di stoccaggio sono altamente improbabili e mai accadute in passato. Anche nell'improbabile eventualità di perdite, queste non costituirebbero un rischio per la sicurezza, ma una re-immissione in atmosfera di CO₂. Inoltre lo stoccaggio della CO₂ condivide la maggior parte della tecnologia e del know how con lo stoccaggio del gas naturale, un settore con ottimi standard di sicurezza dove l'industria dell'energia ha esperienza decennale

Competitiva: il costo della CCS dipende in larga misura dalle condizioni di cattura (concentrazione di CO₂, pressione e temperatura) e dalla capacità di saturare le infrastrutture. Già nel breve termine il costo sarà competitivo con quello di altre soluzioni di decarbonizzazione

Costo medio della CCS per tonnellata di CO₂ catturata nel modello di The European House - Ambrosetti (Euro/ton), 2030, 2040, 2050



- Elementi chiave da considerare nella valutazione dei costi di cattura:
- Costo:** deve essere **identificato caso per caso** sulla base delle caratteristiche dell'industria e dell'impianto di applicazione
 - Diversificazione:** fornire un **portafoglio di tecnologie CCS** che possa essere meglio **adattato a diversi contesti**
 - Integrazione tecnologica:** lavorare sulla **capacità di integrare le tecnologie**, iniziando a creare applicazioni su impianti industriali
- Per quanto riguarda le componenti di costo relative alle **infrastrutture di trasporto e stoccaggio** sarà fondamentale fare leva sulle opportunità di ottimizzazione, legate ad esempio alla **sinergia con la rete gas e alla creazione di economie di scala**

MYTHBUSTERS

FALSE

Le tecnologie di CCS sono estremamente costose e poco efficaci rispetto ad altre soluzioni

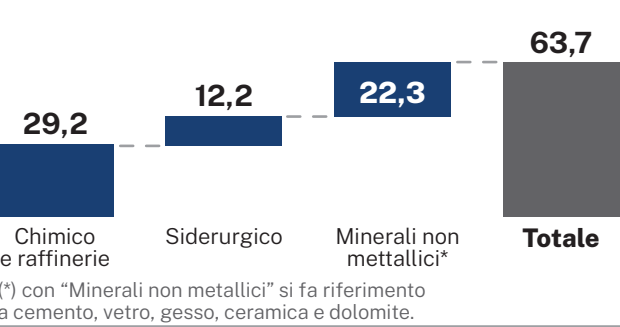
TRUE

Sebbene ci sia ancora spazio per la riduzione dei costi, in particolare nella parte di cattura, le soluzioni di CCS si sono dimostrate essere tra le più economiche a parità di CO₂ sequestrata. L'applicazione pratica su scala industriale delle tecnologie CCS più mature permetterà di migliorare i processi di integrazione e ridurre ulteriormente i costi.

Applicazioni chiave della cattura e dello stoccaggio della CO₂

EMISSIONI DI PROCESSO E DA COMBUSTIONE NELLE INDUSTRIE HARD TO ABATE

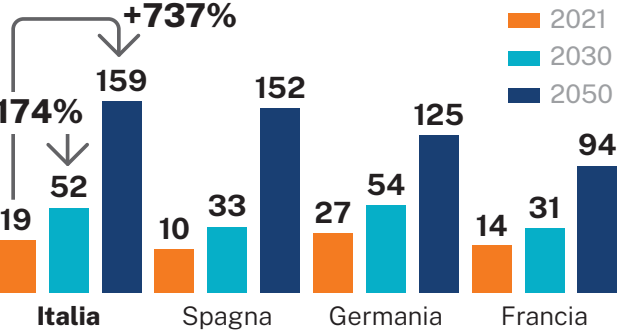
Emissioni di CO₂ nei settori Hard to Abate in Italia (Mton di CO₂), 2021



(*) con "Minerali non metallici" si fa riferimento a cemento, vetro, gesso, ceramica e dolomite.

POWER GENERATION

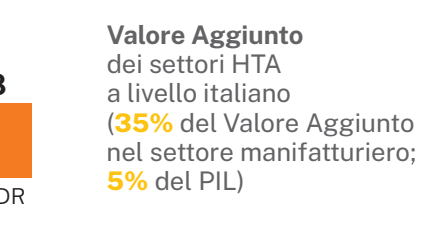
Requisiti giornalieri di flessibilità (basati sui modelli energetici dell'UE, TWh/y)



IDROGENO

- L'idrogeno può essere prodotto dall'elettrolisi con elettricità rinnovabile o **steam reforming del gas naturale con CCUS**
- In Europa, il 98% dell'idrogeno è attualmente di origine fossile. La CCS può essere utilizzata per rendere low carbon la produzione di idrogeno da fonte fossile.
- La produzione di idrogeno decarbonizzato tramite CCS è da perseguire in sinergia con la produzione di idrogeno rinnovabile per abilitare la produzione di volumi large scale e programmabili, necessari allo sviluppo della filiera dell'idrogeno in UE.
- Entro il 2030, il Piano REPowerEU, che prevede l'importazione di 10 milioni di tonnellate di idrogeno e la produzione della stessa quantità in UE, **non fa sufficientemente leva sulla disponibilità di idrogeno che sarà decarbonizzabile tramite CCS, rischiando così di perdere l'opportunità di sfruttare gli asset e il know how associati allo steam reforming.**
- L'idrogeno low carbon potrà essere sfruttato in sinergia con l'idrogeno rinnovabile soprattutto in geografie non particolarmente favorevoli allo sviluppo delle fonti rinnovabili – sia per caratteristiche geografiche, sia per scarsa disponibilità di suolo – e come forma di produzione maggiormente programmabile per garantire la sicurezza energetica.

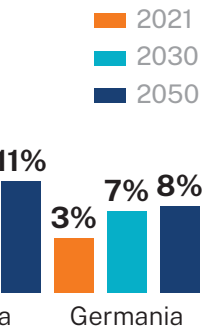
Leve per la decarbonizzazione (Mton di CO₂), 2021



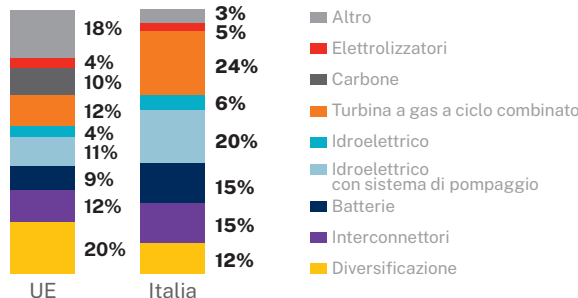
Valore Aggiunto dei settori HTA a livello italiano (35% del Valore Aggiunto nel settore manifatturiero; 5% del PIL)

1,25 milioni dipendenti nelle industrie HTA a livello italiano (32% degli occupati nel settore manifatturiero; 4,5% del totale degli occupati italiani)

Quota giornaliera di flessibilità vs. domanda totale al 2050 (basati sui modelli energetici dell'UE)



Contributo alla flessibilità giornaliera del sistema energetico per tecnologia nell'UE e in Italia (%), 2030



SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER IL RAGGIUNGIMENTO DI EMISSIONI NEGATIVE

STOCCAGGIO GEOLOGICO

Bioenergie con CCS (BECCS)

Cattura e stoccaggio della CO₂ nel processo di estrazione dell'energia dalle biomasse

Cattura della CO₂ atmosferica (DACCS)

Cattura della CO₂ direttamente dall'atmosfera

Stoccaggio di CO₂ sotterraneo

LA CCS APPLICATA ALLA PRODUZIONE DI BIOENERGIA E DIRETTAMENTE ALLA CO₂ PRESENTE IN ATMOSFERA PERMETTE DI RAGGIUNGERE EMISSIONI NEGATIVE

Macrocategorie	Tecnologia	TRL
BECCS	Le tecnologie CCS possono essere sfruttate grazie a livelli di concentrazione di CO ₂ simili	9
DACCS	Liquida	6
	Solida	6

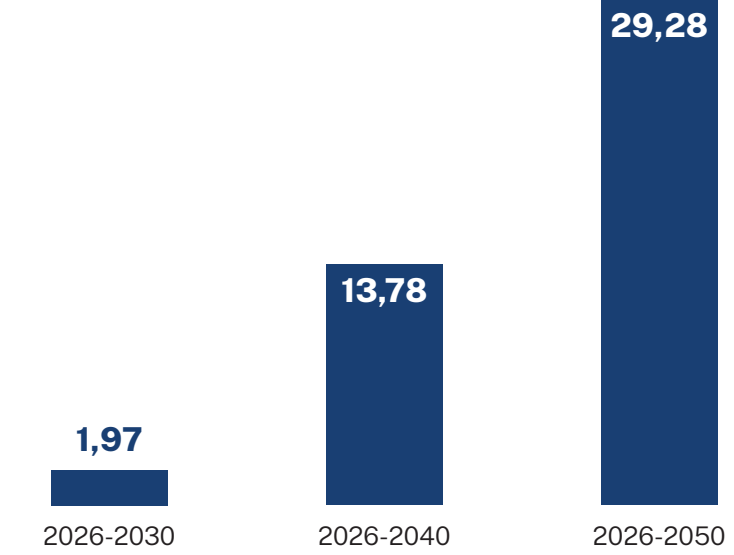
4. The European House - Ambrosetti ha sviluppato un modello per valutare gli impatti, in termini di decarbonizzazione e competitività, della CCS sui settori Hard to Abate e il potenziale legato alla creazione di una filiera nazionale su tali tecnologie

IL MODELLO TEORICO DI THE EUROPEAN HOUSE - AMBROSETTI ASSUME UNA CAPACITÀ TEORICA DI STOCCAGGIO PARI A 298 MTON DI CO₂ TRA IL 2026 E IL 2050

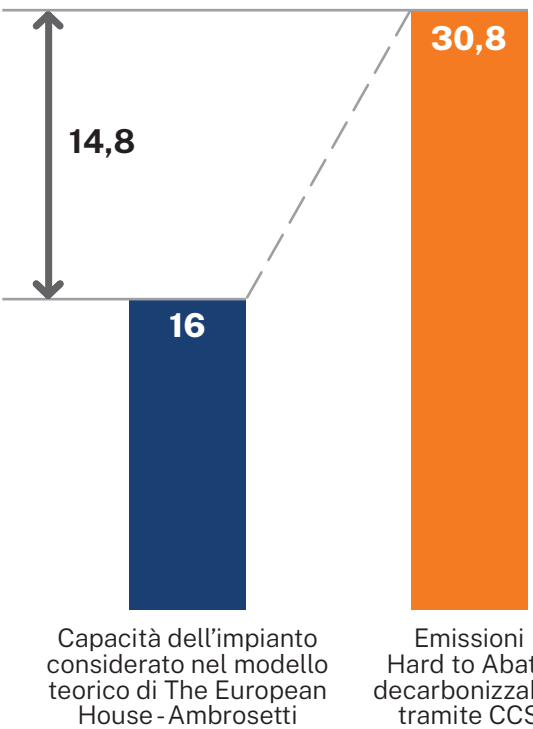
L'applicazione della CCS nei settori Hard to Abate contribuirà a supportarne la competitività a livello internazionale e a sostenere **62,5 miliardi di Euro** di valore aggiunto e **1,27 milioni dipendenti** nel contesto italiano

La creazione di una **catena del valore CCS** in Italia genererà oltre **1,5 miliardi di Euro** di valore aggiunto e oltre **17,8 mila addetti** come media annua al 2050, con la possibilità di cogliere opportunità in un più ampio mercato europeo (58 miliardi di Euro) e globale (392 miliardi di Euro)

Costi totali cumulativi, stimati da The European House - Ambrosetti, dell'impianto considerato nel modello teorico (miliardi di Euro), 2026-2030, 2026-2040, 2026-2050



Capacità annuale di stoccaggio dell'impianto considerato nel modello teorico di The European House - Ambrosetti e fabbisogno complessivo del mercato (Mton CO₂/anno)



La capacità di affrontare le 14,8 Mton di emissioni aggiuntive, raggiungendo la piena decarbonizzazione, potrebbe sostenere **ulteriori 57,7 miliardi di valore aggiunto e 1,19 milioni di posti di lavoro**

10 PROPOSTE DI POLICY

1 Soft Infrastructure

- Garantire una chiara **definizione delle responsabilità lungo la catena del valore della CCS**, che includa la separazione delle responsabilità degli emettitori dalle fasi di trasporto e stoccaggio
- Creare un sistema di **regolamentazione robusto, sia a livello nazionale che europeo, tra gli Stati europei** per consentire le attività di cattura, trasporto e stoccaggio, premiando gli Stati che favoriranno la creazione di infrastrutture di stoccaggio e trasporto comuni
- Definire uno **standard tecnico comune a livello EU per il trasporto e lo stoccaggio** (nella misura necessaria per la realizzazione di progetti transfrontalieri, ad es. caratteristiche CO₂ trasportata, caratteristiche di progettazione e gestione di gasdotti per il trasporto CO₂, ecc.)

2 Applicazione alle diverse forme di emissioni

- Favorire l'applicazione del principio di **neutralità tecnologica** considerando l'opportunità di far leva sulla **complementarità** tra le soluzioni di decarbonizzazione mature e quelle che saranno disponibili solo nel medio-lungo periodo, anche favorendo l'utilizzo della CCS per l'offsetting delle emissioni tramite BECCS e DACCS.

- Il **gas naturale**, essendo la fonte di combustibile fossile con minori emissioni, dovrà **accompagnare la transizione verso le energie rinnovabili garantendo la flessibilità e l'adeguatezza dei sistemi energetici**. La CCS potrà essere sfruttata per decarbonizzare le emissioni della quota richiesta di gas nella produzione di energia elettrica e nella produzione di vapore ad alta efficienza e ad alta temperatura (attraverso la cogenerazione) per la decarbonizzazione dei settori industriali

- Definire all'interno dei **regolamenti europei la parità tra idrogeno decarbonizzato e idrogeno rinnovabile**

3 Strategic planning

- Nell'ambito del PNIEC nazionale, **stabilire obiettivi CCS orientati alle attività economiche Hard to Abate**, considerando nella valutazione la loro diffusione geografica, i livelli di concentrazione di CO₂ nelle emissioni e le modalità di collegamento con i siti di stoccaggio disponibili

- Migliorare il ruolo delle Istituzioni nel **coinvolgere i principali stakeholder per la definizione di un piano di sviluppo infrastrutturale concreto e appropriato** che soddisfi le aspettative delle industrie e faccia leva sulle iniziative di mercato

4 De-risking

- Introdurre **meccanismi di supporto finanziario attraverso contratti per differenza (CfD)** e sussidi diretti per sostenere la diffusione dei progetti di cattura

- Definire **modelli di supporto per le infrastrutture di trasporto e stoccaggio T&S**:
 - sovvenzioni dirette** per sostenere lo sviluppo iniziale dell'infrastruttura;
 - meccanismi di garanzia** rispetto alla copertura dei costi e al ritorno sugli investimenti.**Tali modelli per lo sviluppo delle infrastrutture T&S potranno evolvere verso meccanismi RAB**