



INNOVAZIONE PER SOLUZIONI CCUS ECO

Il raggiungimento degli obiettivi net-zero necessita soluzioni di decarbonizzazione sostenibili su ampia scala. Sulzer offre tecnologie con profili economici ed ecologici attraenti per la cattura di CO₂ mediante solventi e per la separazione di carburanti e solventi di batterie basati sulla CO₂. Si stanno anche sviluppando processi di mineralizzazione per il suo utilizzo o stoccaggio.

La cattura, l'utilizzo e lo stoccaggio di anidride carbonica (CCUS) sono soluzioni essenziali per ridurre le emissioni di gas serra, in quanto permettono la decarbonizzazione di un'ampia gamma di settori. Processi industriali come la produzione di cemento e acciaio, alcune produzioni chimiche e gli impianti di termovalorizzazione dei rifiuti sono applicazioni in cui la CCUS è fondamentale, poiché queste attività emettono copiose quantità di CO₂ difficili da abbattere attraverso approcci alternativi. Nonostante la sottoscrizione di ambiziosi obiettivi di sostenibilità, come quello sancito dall'accordo di Parigi del 2015 che mira a limitare il riscaldamento globale ben al di sotto dei 2 °C rispetto ai livelli preindustriali, preferibilmente sotto 1,5 °C [1], le concentrazioni di gas serra in atmosfera continuano a crescere. Nel 2024, le emissioni globali di CO₂ hanno raggiunto il valore record di 41,6 miliardi di tonnellate, 1 miliardo in più rispetto al 2023, risultando in concentrazioni atmosferiche di CO₂ pari a 422,5 parti per milione, circa 2,8 parti per milione in più rispetto al 2023 e il 52% in più rispetto ai livelli preindustriali [2].

L'aumento delle emissioni sta rafforzando la domanda di tecnologie CCUS, favorendo un'espansione del mercato seppure la volatilità delle dinamiche geopolitiche fornisca incertezze sulle tempistiche di applicazione di misure e schemi che le supportano. Inizialmente la spinta veniva da Europa e Nord America, ma ad oggi anche in Cina e in altri Paesi si sta registrando una crescita sostenuta. Come riportato dall'AIE (Fig. 1), la CCUS sta vivendo un forte ampliamento. Nel 2024, la capacità globale di cattura ha raggiunto a 50,5 Mt di CO₂

all'anno, con circa 50 progetti su scala commerciale operativi e più di 700 progetti in varie fasi di sviluppo. Negli anni a venire, si prevede una forte crescita del mercato, che Sulzer, come leader globale nelle tecnologie di separazione, intende facilitare a livello mondiale.

Le principali tecnologie di cattura di CO₂ sono categorizzate in quattro approcci: pre-combustione, looping chimico, ossi-combustione e post-combustione, dove quest'ultima è il metodo più diffuso. La cattura post-combustione consiste nell'intercettare la CO₂ direttamente dai flussi di scarico (es.

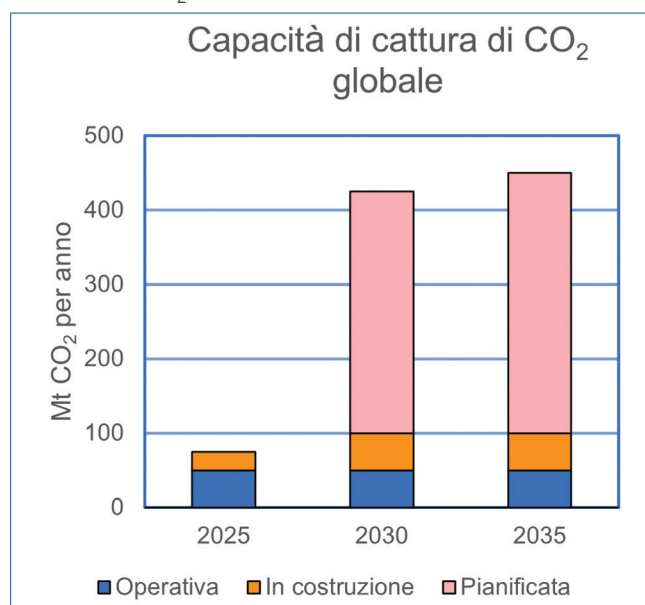


Fig. 1 - Somma della capacità globale di cattura di CO₂ (in operazione, in costruzione e pianificate) per infrastrutture con capacità annunciata superiore a 1.000.000 t/anno (o 1.000 t/anno per impianti di cattura dall'aria) secondo le tempistiche annunciate [3]

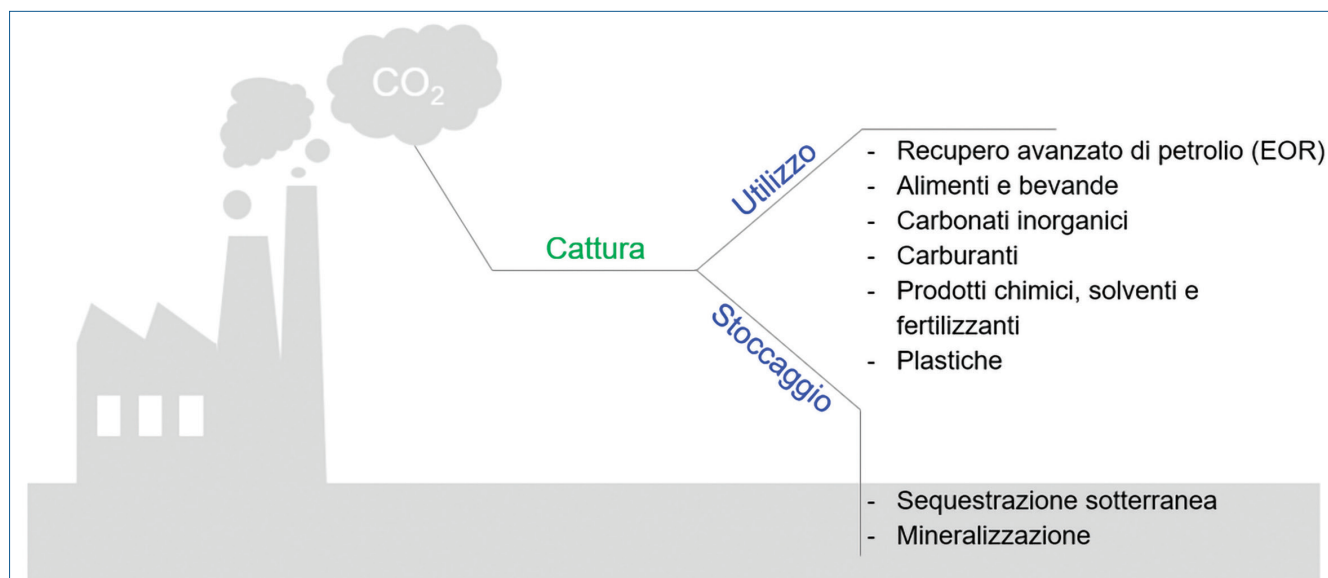


Fig. 2 - Panoramica delle principali soluzioni di CCUS correntemente disponibili o in fase di sviluppo

centrali elettriche o camini industriali), impedendone il finale rilascio nell'atmosfera. Questo metodo risulta particolarmente vantaggioso poiché consente l'integrazione di unità di cattura su impianti già esistenti, presentandosi come una soluzione conservativa di abbattimento delle emissioni. La CO_2 catturata viene successivamente compressa ad una fase densa per lo stoccaggio o convertita, come illustrato nello schema in Fig. 2.

Gli impianti di cattura attualmente operativi su scala industriale si basano prevalentemente sulla tecnologia dello scrubbing con ammine, impiegata in particolare per la decarbonizzazione di raffinerie e processi chimici, tra cui la produzione di ammoniaca e idrogeno. Questo processo prevede una fase iniziale di pretrattamento del gas di scarico, in cui la temperatura viene abbassata fino a 30-50 °C e impurità come polveri e SO_x vengono rimossi, essendo questi ultimi particolarmente dannosi per i solventi. Successivamente, il gas trattato viene indirizzato verso la colonna di assorbimento, dove la CO_2 viene catturata dal solvente amminico. Il solvente carico di CO_2 viene infine rigenerato in un'unità di stripping, che consente il rilascio di CO_2 concentrata. In ultimo, il solvente rigenerato viene reimpresso nella colonna di assorbimento per ulteriori cicli di cattura.

Con lo scopo di migliorare l'efficienza e ridurre sia i costi operativi (Opex) sia gli investimenti in capitale (Capex) della cattura di CO_2 mediante ammine,

Sulzer Chemtech ha sviluppato il packing strutturato MellapakCC™ (Fig. 3, in basso). Questo prodotto consente elevate prestazioni di separazione, riducendo la caduta di pressione fino al 60% in meno rispetto a packing strutturati convenzionali [4]. Per massimizzarne l'impatto, il MellapakCC™ è impiegato in combinazione con i prodotti MellaTech™ (Fig. 3, centro) che forniscono un'ottimale distribuzione di gas e liquidi nella colonna. In aggiunta, la rete metallica ibrida AYPlus™ DC (Fig. 3, in alto) viene applicata per ridurre le perdite di solvente a livelli inferiori al ppm [5].

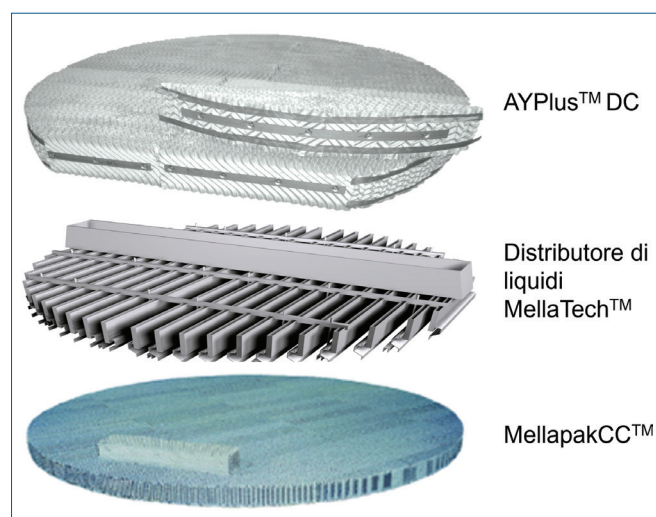


Fig. 3 - Rappresentazione dei principali prodotti Sulzer utilizzati per massimizzare l'efficienza della cattura di CO_2 in colonne di assorbimento con solventi

Guardando al futuro puntiamo a migliorare le tecniche di cattura della CO₂ e ad introdurre soluzioni di utilizzo per carburanti e prodotti chimici e opportunità di stoccaggio, cercando di bilanciare efficacemente aspetti economici ed ecologici.

Questa soluzione favorisce anche l'elettificazione e l'integrazione termica con l'impianto emissivo.

Per supportare la domanda di stoccaggio di energia e la crescita dell'industria delle auto elettriche, abbiamo sviluppato un metodo altamente efficiente per l'ultra-purificazione di carbonati organici, come i carbonati di etilene, dimetile, dietile, etilmetile e vinilene. Questi composti, derivati dalla CO₂, sono fondamentali per l'elettificazione, in quanto impiegati come elettroliti e additivi nelle batterie agli ioni di litio. Il nostro approccio di separazione si basa su una combinazione ottimizzata di distillazione e cristallizzazione frazionata da fusione. Come dimostrato per il carbonato di etilene, il processo ibrido consente di raggiungere una purezza superiore al 99,999%, garantendo la necessaria durata ciclica delle batterie, con un'elevata resa e una riduzione dell'Opex fino ad un solo terzo rispetto alla distillazione convenzionale [6].

Il risparmio energetico e la riduzione di emissioni di CO₂, con conseguenti vantaggi economici, sono aspetti di primo piano anche per la separazione dell'e-metanolo, prodotto chimico di base ed e-fuel strategico per il settore marittimo. La nostra soluzione di distillazione completamente elettrificata VoltaSplit™ consente di minimizzare i costi operativi riducendo il fabbisogno energetico fino a 20 volte rispetto alle soluzioni convenzionali come caldaie a vapore. Al contempo, permette di ridurre le emissioni dirette di CO₂ anche del 90% [7]. Questa tecnologia è particolarmente vantaggiosa in applicazioni con scarsa disponibilità di vapore, offrendo un significativo risparmio in Capex, data la possibilità di impiegare caldaie a vapore e torri di raffreddamento più piccole.

Sulzer è inoltre attivamente impegnata nello sviluppo di soluzioni per la produzione di altri carburanti sostenibili. BioFlux® è un'unità commercializzata di Sulzer per la sintesi di diesel rinnovabili da biomasse. La resa del diesel da BioFlux® è di circa 95-99 wt.%, restituendo quasi un barile di diesel rinnovabile per ogni barile di biomasse [8]. Oltre al diesel, il processo consente la sintesi di altri prodotti com-

merciali come nafta rinnovabile, carburante per l'aviazione sostenibile o bio-propano. In aggiunta, Sulzer sta attivamente esplorando schemi di separazione avanzati per supportare i futuri processi di produzione di carburanti per l'aviazione sostenibili (SAF) a base di CO₂.

Infine, siamo anche attivi nella conversione della CO₂ in carbonati inorganici tramite la combinazione di processi di cattura e mineralizzazione. Tali soluzioni includono il riutilizzo di solventi o rifiuti non tossici e ampiamente disponibili da cui si ottengono metalli come il sodio e il calcio che sono poi valorizzati all'interno di carbonati. I prodotti risultanti possono essere commercializzati in vari settori industriali, generando profitti e, in alcuni casi, possono rappresentare una soluzione per lo stoccaggio a lungo termine di anidride carbonica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] United Nations (2015), Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- [2] P. Friedlingstein, *Earth System Science Data*, 2025, **17**(3), 965.
- [3] IEA, CCUS Projects Database, IEA, Paris.
- [4] Sulzer, MellapakCC™, [MellapakCC™ | Sulzer](#)
- [5] Sulzer, Hybrid gauze packing AYPlus™ DC, [Hybrid gauze packing AYPlus™ DC | Sulzer](#)
- [6] Sulzer, Ultra-pure ethylene carbonate 2024, [ultrapure_ethylene_carbonate_a10657_en_web.pdf](#)
- [7] Sulzer, VoltaSplit™, [Sulzer launches VoltaSplit™ - an electrified distillation solution to improve energy efficiency and enable carbon emission reductions | Sulzer](#)
- [8] Sulzer, BioFlux® Renewable Diesel and Sustainable Aviation Fuel Technology, [BioFlux® technology | Sulzer](#)

Innovation for ECO CCUS Solutions

Net-zero targets call for the wider implementation of sustainable CCUS technologies. Sulzer offers economically-appealing and eco-friendly products and solutions for solvent-based carbon capture and for separation of CO₂-based fuels and battery materials. Mineralization routes for utilisation or storage are also pioneered.