

Cattura e sequestrazione geologica della anidride carbonica (CO₂)

I combustibili fossili (petrolio, gas e carbone) sono ancora oggi le fonti maggiormente utilizzate a livello mondiale per produrre energia, coprendo oltre l'80% dei consumi energetici del pianeta. Al loro indiscusso primato è tuttavia collegata una parte del problema dell'emissione di anidride carbonica (CO₂), la cui concentrazione in atmosfera è considerata causa principale dei cambiamenti climatici. Della CO₂ prodotta dalle attività umane, il 60% origina dalla combustione di fonti fossili (che quindi non è l'unica attività responsabile della produzione di CO₂).

L'esigenza di soddisfare la crescente domanda mondiale di energia, in particolare quella dei paesi emergenti, va quindi di pari passo con la necessità di contrastare i rischi di impatto sul clima derivanti dall'aumento della produzione di CO₂.

La prima soluzione, quella più concreta nel breve periodo e immediatamente perseguibile, è l'**efficienza energetica**, vale a dire misure, comportamenti e tecnologie che favoriscano la riduzione dei consumi.

Altra possibile soluzione è quella di utilizzare le **energie alternative**, che malgrado siano oggetto di studi e investimenti ricoprono per ora un ruolo relativamente modesto. Le biomasse e i materiali assimilati (sostanze legnose, rifiuti di vario genere) ricoprono il 10% del fabbisogno energetico totale, percentuale destinata a rimanere stabile. Discorso analogo per l'energia nucleare, che con l'idroelettrico ricopre l'8% del totale. Le energie rinnovabili (come per esempio l'eolico e il solare) sono in crescita, ma attualmente soddisfano l'1% del fabbisogno energetico del pianeta.

Le fonti fossili sono quindi destinate a rimanere protagoniste sullo scenario energetico mondiale ancora per decenni. Per ottenere già nel lungo termine una **significativa riduzione delle emissioni di CO₂** occorre agire subito, direttamente sul loro utilizzo.

La tecnologia di cattura e sequestrazione geologica della CO₂ (CCS)

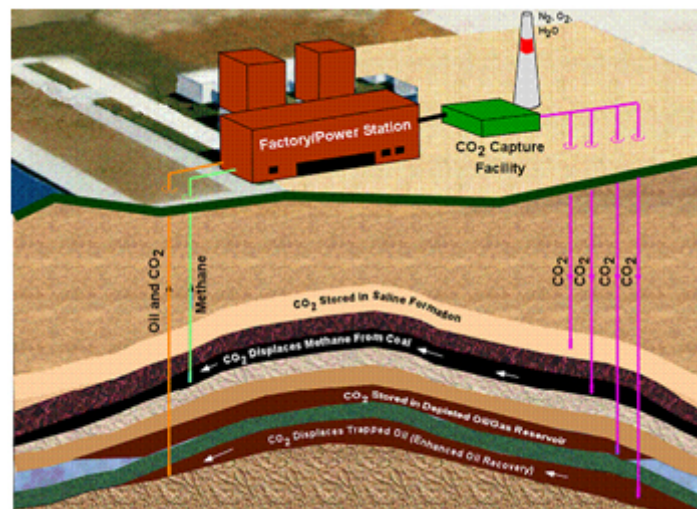
La tecnologia *CCS* (*CO₂ Capture & Storage*) consente di catturare e sequestrare la CO₂ generata dall'impiego delle fonti fossili, con conseguente riduzione delle emissioni della stessa in atmosfera.

Per quanto riguarda lo stadio di **cattura della CO₂**, esistono tecnologie già note e utilizzate dall'industria petrolchimica e altre sono in via di sviluppo. Allo stato attuale la CO₂ può essere catturata attraverso tre modalità principali:

- **post-combustione**: la cattura post-combustione consiste nella separazione della CO₂ dai fumi generati dalla combustione e

preventivamente depurati mediante gli attuali sistemi di trattamento. Tale separazione avviene utilizzando un solvente che assorbe la CO_2 a bassa temperatura dai fumi e la rilascia successivamente per riscaldamento, generando una corrente di CO_2 pressoché pura. Stime di processo indicano una penalizzazione energetica nel caso di ciclo basato su carbone pari a 9-11 punti percentuali;

- **pre-combustione:** nella cattura pre-combustione la CO_2 è rimossa prima della combustione. Dalla gassificazione del combustibile fossile con ossigeno e dal successivo trattamento del gas generato è prodotta una corrente costituita da idrogeno e CO_2 ; la CO_2 è separata e l'idrogeno è utilizzato per la generazione elettrica in un ciclo combinato o per altri usi come vettore energetico. In questo caso il costo energetico della cattura della CO_2 è quantificabile, in termini di perdita di efficienza, in 8-10 punti percentuali.
- **ossi-combustione:** il combustibile fossile è alimentato al combustore con ossigeno anziché con aria, generando una corrente gassosa costituita principalmente da CO_2 e vapore d'acqua che in parte è ricircolata al combustore. Il vapor d'acqua è separato per condensazione e la corrente di CO_2 concentrata può essere compressa e stoccata. La perdita di efficienza legata al processo di cattura è stimata in 9-10 punti percentuali.

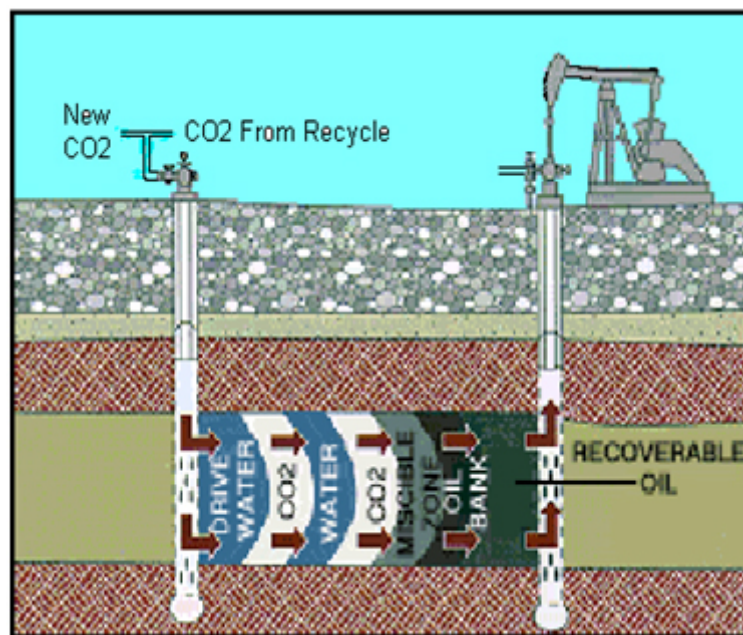


Schema di impianto per CCS, EGR e EOR

Una volta catturata e compressa, la CO_2 è trasportata attraverso condotte fino al sito di **stoccaggio** e iniettata a profondità di circa un chilometro nel sottosuolo. I giacimenti esauriti di idrocarburi e gli acquiferi salini (corpi idrici profondi di enorme capacità di assorbimento per la CO_2) sono considerati serbatoi adatti al confinamento geologico permanente dell'anidride carbonica.

Le emissioni globali di CO_2 associabili alle attività umane sono attualmente circa 25 miliardi di tonnellate (Gigaton): la capacità di stoccaggio di giacimenti esauriti di idrocarburi è di almeno 2 mila Gigaton di CO_2 , quella degli acquiferi salini è decisamente superiore. A titolo di esempio, l'esperienza pionieristica norvegese di Sleipner a partire dal 1996 ha portato alla sequestrazione di più di 10 milioni di tonnellate di CO_2 nell'acquifero salino di Utsira, senza che nel tempo sia stata rilevata alcuna fuoriuscita significativa di CO_2 .

La CO₂ è iniettata a pressioni elevate, tali da raggiungere il comportamento cosiddetto "supercritico", vale a dire uno stato assimilabile al gas per la capacità di diffondersi rapidamente negli spazi porosi della formazione geologica e simile al liquido in termini di densità e quindi di quantità immagazzinabili. Nei giacimenti esauriti di petrolio o di gas la CO₂ va a occupare i pori in cui erano intrappolati gli idrocarburi. Nel caso in cui quantità rilevanti di idrocarburi fossero ancora presenti nel giacimento al momento dell'iniezione, la CO₂ può anche favorire la produzione aggiuntiva di petrolio o gas (processi di *Enhanced Oil Recovery - EOR* e *Enhanced Gas Recovery - EGR*).



Schema di impianto per CCS e EOR

Nell'effettiva applicazione della CCS, rimangono ancora difficoltà da superare legate prevalentemente ai **costi**.

Lo stadio iniziale di cattura della CO₂ ha un costo energetico ed economico rilevante, che copre circa l'80% del costo complessivo della tecnologia. Per agire positivamente su tale fase, è necessario operare su impianti che emettano grandi quantità di CO₂, in concentrazioni elevate e a livello localizzato.

La CO₂, una volta separata, va trasferita al sito di stoccaggio, la cui distanza deve essere contenuta per minimizzare i costi. Per percorsi dell'ordine delle decine di chilometri, il trasporto incide per circa il 15% sul costo totale.

Lo stadio finale di iniezione nel sottosuolo rappresenta il 5% del costo complessivo. Questa, tuttavia, è la fase più delicata dal punto di vista della sicurezza e incide significativamente sulla sostenibilità dell'intero processo. L'iniezione di CO₂ è però un processo noto nel mondo petrolifero, che ne domina gli aspetti tecnologici e di carattere geologico; per decenni le compagnie petrolifere hanno re-iniettato la CO₂ proveniente dal trattamento di gas acidi in giacimenti di idrocarburi a diverso livello di maturità, per mantenere la pressione e sostenere la produzione.

L'industria petrolifera è pienamente in grado di identificare i siti adatti per la sequestrazione della CO₂, ad esempio: conoscendo le caratteristiche di porosità che definiscono il volume potenziale di stoccaggio; valutando le conseguenze sulla stabilità meccanica della formazione e gli eventuali effetti sismici; individuando le caratteristiche delle rocce di copertura per garantire la tenuta nel tempo della CO₂ iniettata (aspetto intorno al quale si stanno sviluppando modelli predittivi che permettano di prevedere l'insorgere di perdite significative di CO₂).

L' utilizzo di giacimenti acquiferi salini come serbatoi di CO₂ rappresenta un'opzione attualmente meno matura, che richiede lo sviluppo di maggiori conoscenze, non essendo questi bacini così largamente studiati come i giacimenti di idrocarburi. D'altra parte, i giacimenti acquiferi sono presenti anche in aree in cui non sono prodotti petrolio e gas e offrono potenzialità di stoccaggio considerevolmente maggiori rispetto ai giacimenti esauriti o in declino.

Eni e la CCS

Eni possiede un patrimonio di conoscenze distintive (ed uniche in Italia) in ogni segmento della tecnologia di cattura e sequestro della CO₂. In questo campo, la compagnia sta svolgendo importanti attività sia di ricerca & sviluppo, sia di progettazione di iniziative a breve e lungo termine. Eni, inoltre, partecipa da anni al Consorzio internazionale "CO₂ Capture Project" (CCP) insieme alla maggior parte delle principali *major* petrolifere.

Per Eni la cattura e sequestrazione geologica dell'anidride carbonica è un'opzione necessaria per contribuire nel lungo termine a incrementare ulteriormente la sostenibilità delle attività di produzione energetica in termini di effetti sul clima e sull'ambiente.

Inoltre, lo sviluppo di tecnologie di iniezione di CO₂ in giacimento rappresenta per Eni un fattore strategico, anche perché può consentire di aumentare (ove la struttura dei giacimenti lo renda possibile) il tasso di recupero di petrolio e gas naturale. Anche in questo caso, una parte rilevante della CO₂ iniettata rimane permanentemente sequestrata nel giacimento.

Attività Eni e collaborazione con Enel

Eni sta compiendo studi di modellazione geochimica, di verifica della compatibilità dei pozzi preesistenti e di definizione delle modalità di monitoraggio, finalizzati a un'imminente iniziativa pilota di iniezione di CO₂ in un sito di stoccaggio gas. Attraverso la collaborazione con Enel, tale attività sarà integrata con un'unità (anch'essa pilota) preposta alla cattura della CO₂ da fumi di combustione di una centrale termoelettrica. Nello stesso contesto sarà realizzata un'altra unità pilota per lo studio del trasporto via tubo di CO₂.

Sul piano delle attività di progettazione a breve e a lungo termine, Eni ha in corso studi di fattibilità per attività di iniezione di CO₂ finalizzate ad aumentare la produttività di alcuni giacimenti di idrocarburi. In collaborazione con Enel verranno condotti inoltre studi di fattibilità per la realizzazione di progetti integrati di grandi capacità, che prevedono l'iniezione in giacimenti di idrocarburi o in acquiferi salini dell'anidride carbonica prodotta e separata in una centrale di produzione di energia elettrica di Enel e trasferita al sito via tubo.

Eni segue con grande attenzione e con ruolo attivo l'evolversi delle normative nazionali e internazionali in materia. La collaborazione con Enel prevede in particolare uno studio dettagliato delle opzioni nazionali di sequestro della CO₂ in relazione alle principali sorgenti di emissione.