

Le prospettive tecniche ed economiche del sequestro della CO₂

Paolo Chiesa
Politecnico di Milano – LEAP

Che cosa è la CCS

- Qualunque centrale termoelettrica deriva l'energia di cui ha bisogno dalle reazioni di ossidazione degli idrocarburi che l'alimentano.
- Una centrale a ciclo combinato alimentata a gas naturale produce circa 360 kg di CO₂ per MWh_{EL} elettrico prodotto, valore che sale a oltre 800 kg_{CO2}/MWh_{EL} per una centrale a carbone.
- Obiettivo fondamentale della tecnologia CCS (Carbon Capture & Sequestration) è quello di evitare che la CO₂ prodotta venga emessa in ambiente. Questo obiettivo viene perseguito attraverso una strategia comprendente 3 fasi:
 - 1) nella centrale di potenza la CO₂ non viene rilasciata al camino ma è separata come corrente ad elevata purezza;
 - 2) il flusso di CO₂ separato viene successivamente compresso fino a 100÷150 bar e portato alla fase liquida per essere trasportato in tubazioni dedicate;
 - 3) la CO₂ viene infine iniettata nel sottosuolo dove resta confinata senza possibilità di dispersione verso l'atmosfera.



La cattura della CO₂ in una centrale elettrica

- Finora non è stata realizzata una sola centrale elettrica su scala commerciale dove il concetto di CCS trovi applicazione concreta.
- Non esistono tuttavia barriere tecnologiche alla realizzazione di centrali capaci di catturare più del 90% della CO₂ generata. Le tecnologie da utilizzarsi in questi impianti sono ampiamente collaudate in settori industriali diversi da quello termoelettrico.
- Esistono differenti modalità per separare la CO₂ come corrente a sé stante in una centrale termoelettrica. Prove su scala ridotta sono in corso in numerosi impianti pilota per testare le differenti alternative.
- Anche se è difficile prevedere adesso quale tecnologia sarà a prevalere una cosa è certa: una centrale CCS avrà un costo di investimento superiore e un'efficienza di conversione più bassa rispetto a una centrale tradizionale.
- Una centrale CCS è quindi più pulita di una centrale tradizionale ma produce energia a un costo superiore. Come dicono gli anglosassoni, "it's not a free lunch!".



Dove stoccare la CO₂ catturata

- Anche per lo stoccaggio della CO₂ sono state considerate differenti alternative, anche se quella più praticabile rimane il sequestro geologico in giacimenti di idrocarburi esauriti, acquiferi salini profondi.
- Stime prudenziali indicano che la capacità degli acquiferi salini adatti allo scopo sia sufficiente a sostenere l'attuale produzione annua di CO₂ da sorgenti fisse (circa 10 Gtonn) per almeno 100 anni
- Il sequestro di CO₂ in acquiferi salini è già stato sperimentato su grande scala in 3 progetti in operanti al largo delle coste della Norvegia e in Algeria dove viene stoccata CO₂ derivante dal lavaggio del gas naturale per un totale di 2.7 Mtonn/anno, circa un quarto della CO₂ emessa da tutte le centrali termoelettriche presenti in Emilia Romagna.
- Il primo progetto pilota italiano per lo stoccaggio di 24 ktonn di CO₂ su 3 anni è in corso di realizzazione presso i comuni di Cortemaggiore e Besenzone (PC).



Quali vantaggi consente la CCS

- Prendendo come esempio il solare fotovoltaico, possiamo stimare che l'incentivo che consente di rendere economicamente competitiva questa fonte rinnovabile risulta pari a circa 0.4 €/kWh
- L'emissione media del parco termoelettrico italiano è pari 0.531 kg_{CO2}/kWh_{EL}
- Il risultante costo della CO₂ evitata è calcolabile come:

$$\frac{\text{Incentivo [€/kWh]}}{\text{Emissione [kg}_{\text{CO}_2}\text{/kWh]}} = 753 \text{ [€/tonn di CO}_2\text{ evitata]}$$

- Stime attendibili e prudenti indicano che ridurre le emissioni di CO₂ in atmosfera da centrali termoelettriche attraverso tecnologie CCS comportano un costo di 50÷70 € per tonn di CO₂ evitata.
- La frazione prevalente (circa i 3/4) di questi 50÷70 €/tonn_{CO2}, sono connessi alla fase di cattura, di cui si punta ad abbattere il costo operativo per mezzo di tecnologie avanzate (ad es. membrane, sorbenti innovativi, ossidoriduzione di metalli, etc.).



ATTIVITÀ LEAP NEL CAMPO DELLA CCS

- **Attività di simulazione numerica:** studio delle prestazioni di sistemi innovativi per la cattura della CO₂ in centrali per generazione elettrica e produzione di idrogeno
- **Attività sperimentale:** valutazione delle proprietà termodinamiche di miscele a base, necessarie per lo studio applicativo di:
 - sistemi di separazione
 - compressori e linee di trasporto della CO₂
 - fase di iniezione e migrazione della CO₂ nelle formazioni geologiche dei campi di stoccaggio



CONTRATTI SIGLATI DA LEAP

Dal 2005 ad oggi il LEAP ha siglato contratti per oltre 1.6 M€ con aziende, enti pubblici, istituti di ricerca e altri soggetti.

I più significativi fra questi sono:

- **ENI SpA: analisi di impianti per la generazione di biocarburanti da processi Fischer-Tropsch**
- **Tecnoborgo SpA: gestione del sistema di smaltimento rifiuti nel bacino piacentino**
- **Federambiente: misurazione di polveri fini e ultrafini da impianti di combustione**
- **A2A SpA: bilanci energetico-ambientale di sistemi di teleriscaldamento**
- **Enìa SpA: potenzialità della produzione eolica nell'appennino piacentino**
- **Hera SpA: misurazioni di temperatura mediante pirometri a suzione in forni di termovalorizzatori**
- **Solveko SpA: processi di recupero di solventi industriali**

