

GASSIFICAZIONE DEL CARBONE CON CATTURA E SEQUESTRO DELLA CO₂

Tema di ricerca 5.2.5.2 - Tecnologie di gassificazione del carbone con cattura e sequestro della CO₂

Scenario di riferimento

Nell'attuale quadro energetico internazionale assumono particolare rilevanza le politiche e le iniziative volte alla messa a punto di tecnologie pulite del carbone che consentano da un lato una maggiore differenziazione delle fonti energetiche, dall'altro la produzione di idrogeno ed energia elettrica, rendendo percorribile la strada verso un'economia basata su questi due vettori energetici.

Le tecnologie per l'utilizzo del carbone in sistemi energetici che prevedono la cattura e lo stoccaggio della CO₂ sono attualmente oggetto di un rilevante numero di iniziative, a livello internazionale, volte alla realizzazione di impianti dimostrativi. I programmi di ricerca e sviluppo iniziano a dare buoni risultati e molte delle tecnologie necessarie per la cattura ed il sequestro risultano essere disponibili per le attività di ottimizzazione e scale-up. La Commissione europea ritiene che in condizioni di mercato chiare e ambiziose in termini di emissioni di carbonio, si potranno rendere accessibili queste tecnologie entro il 2020. Ciò richiederà coraggiosi investimenti industriali sia per una serie di impianti dimostrativi sia per le necessarie attività di R&S. L'integrazione di tali tecnologie con quelle applicate per ridurre le emissioni di inquinanti e incrementare l'efficienza energetica, avvierà la fase di dimostrazione industriale di produzione di energia elettrica da carbone con costi ridotti ed emissioni di CO₂ prossime allo zero.

Le attività di ricerca in questo settore, forti della collocazione territoriale nell'ambito del bacino minerario del Sulcis, dove hanno sede e impianti la società SOTACARBO, compartecipata ENEA detentrica della piattaforma sperimentale di gassificazione del carbone, e la Carbosulcis, società concessionaria dell'area del bacino minerario, sono focalizzate sulle tecnologie per gli impianti integrati di gassificazione del carbone con



cattura e stoccaggio definitivo dell'anidride carbonica e utilizzano gli impianti esistenti presso l'area sperimentale SOTACARBO, sviluppando ulteriormente strutture, impianti e laboratori.

Obiettivi

Gli obiettivi riguardano sviluppo, sperimentazione e dimostrazione di sistemi e componenti avanzati per un unico impianto di generazione elettrica da carbone, cattura e sequestro della CO₂ in bacini carboniferi profondi, con miglioramento delle efficienze e riduzione dei costi di investimento e gestione.

Le ricerche sul processo di gassificazione del carbone puntano a promuovere tale combustibile anche per la contemporanea produzione di idrogeno.

Nel breve termine le attività teoriche e sperimentali riguardano il miglioramento dei processi di produzione di syngas mediante gassificazione di carbone per produzione di energia elettrica, idrogeno e combustibili liquidi e/o gassosi di opportunità, attraverso l'approfondimento di aspetti relativi alla gassificazione con diversi agenti gassificanti, al trattamento e alla conversione del syngas da carbone, alla cattura e al confinamento della CO₂ in strati carboniferi non coltivabili.



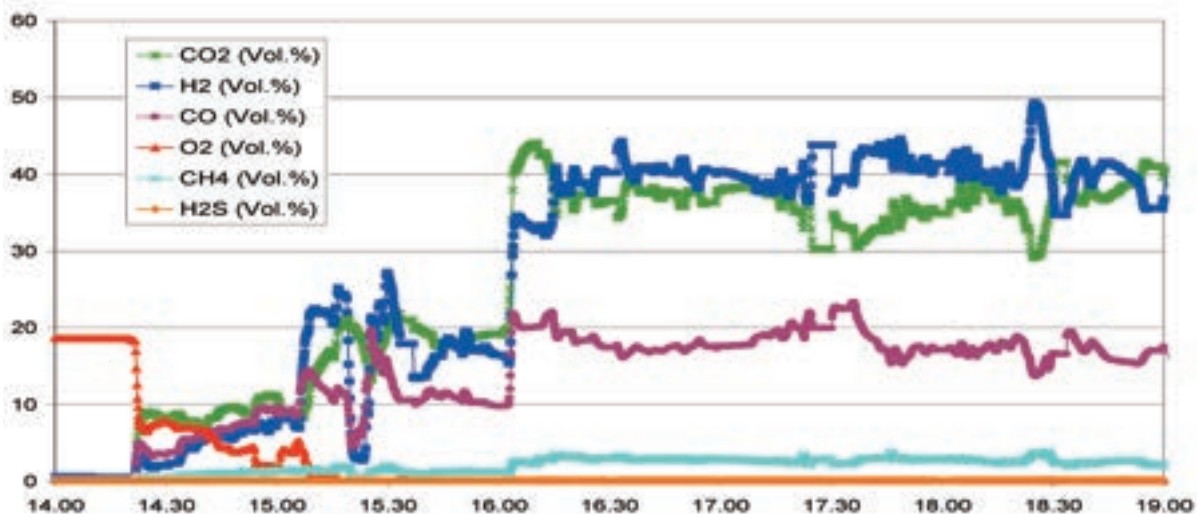
*ENEA/SOTACARBO
Piattaforma pilota per la produzione
di energia elettrica e idrogeno da
carbone*

Risultati

Sono stati sperimentati i processi di produzione, trattamento e conversione di syngas da carbone, sia presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia sia presso la piattaforma pilota del Centro Ricerche SOTACARBO dove sono state condotte venticinque prove di avviamento per un ammontare di circa 450 ore di sperimentazione a caldo, con attività sugli impianti di gassificazione con aria, vapore, ossigeno e CO₂, con test relativi a diverse condizioni di funzionamento per la messa a punto e l'ottimizzazione di processi e apparecchiature. È stato in tal modo acquisito know-how tecnologico sulla gestione di impianti di piccola-

media taglia, con una riduzione dei costi di investimento e di esercizio degli stessi.

Parte di tali attività sono state effettuate sugli impianti di gassificazione della piattaforma pilota ENEA/SOTACARBO opportunamente adeguati sia dal punto di vista impiantistico che da quello della sicurezza. Sono stati altresì messi a punto alcuni degli strumenti necessari per la realizzazione dei modelli delle sezioni di gassificazione e di quelle di cattura dell'anidride carbonica prodotta nell'impianto nelle diverse condizioni di funzionamento. Anche sul tema del confinamento geologico della CO₂ sono stati condotti diversi studi relativi alla scelta dei siti idonei ed al loro monitoraggio nell'intento di verificare la fattibilità dell'applicazione di queste tecnologie all'area del bacino minerario del Sulcis.



Composizione del syngas in una prova sperimentale

Sperimentazione e ottimizzazione di sistemi di gassificazione

Grande enfasi è stata data, nel corso della seconda annualità, alla sperimentazione sul campo e all'ottimizzazione degli impianti e sistemi di gassificazione del carbone. Le attività di sperimentazione sono state concentrate sul processo di gassificazione e sull'ottimizzazione dei processi e delle apparecchiature per il funzionamento in continuo. In questo ambito sono state effettuate diverse modifiche alla componentistica degli impianti preesistenti, migliorando in particolare il sistema di scarico delle ceneri, la misura di livello, la strumentazione e l'analitica di corredo in modo da poter effettuare sperimentazioni più accurate e con funzionamento in continuo.

Sperimentazione e ottimizzazione di sistemi di cleanup

Sono state svolte attività sperimentali di trattamento a freddo del syngas prodotto negli impianti di gassificazione con test volti ad acquisire dati e competenze sul processo di desolfurazione e su quello di separazione di polveri e tar.

In quest'ambito sono stati eseguiti test di cleanup del syngas in torri di lavaggio e colonne a riempimento con diversi solventi liquidi quali soluzioni acide, alcaline e ammine di vario tipo.

Trattamento e conversione del syngas prodotto

Presso i laboratori ENEA sono state svolte attività sperimentali volte al trattamento del syngas con prove e test su processi e sistemi. In particolare è stata svolta un'attività sperimentale inerente lo studio della reazione di idrogenazione della CO_2 e della sua conversione in metano. L'applicazione di questa reazione al syngas prodotto dalla gassificazione del carbone ha il duplice effetto di arricchire il syngas in metano e di abbattere il contenuto di CO_2 , evitando o limitando notevolmente l'impiego sia di sorbenti solidi che di solventi liquidi.



Misure di sporramento con gli opacimetri

Sperimentazione e ottimizzazione dei processi di cattura della CO_2

Sono state condotte diverse prove di cattura della CO_2 presente nel syngas prodotto sugli impianti di gassificazione della piattaforma pilota del Centro Ricerche SOTACARBO, sia in reattori a bolle che in colonne di assorbimento, operando con diversi solventi liquidi (MEA, MDEA e piperazina) a varie concentrazioni con l'obiettivo di acquisire dati e competenze sul processo.

È stata altresì effettuata, con l'ausilio di modelli e codici di simulazione, la progettazione di un'unità completa di rigenerazione termica del solvente che, andando a completare in futuro la dotazione dell'impianto in scala laboratorio, consente di operare in continuo con la cattura della CO_2 dal syngas che proviene dal gassificatore.

Sono stati valutati i costi di investimento e di conduzione degli impianti e dei processi sia in termini energetici che economici.



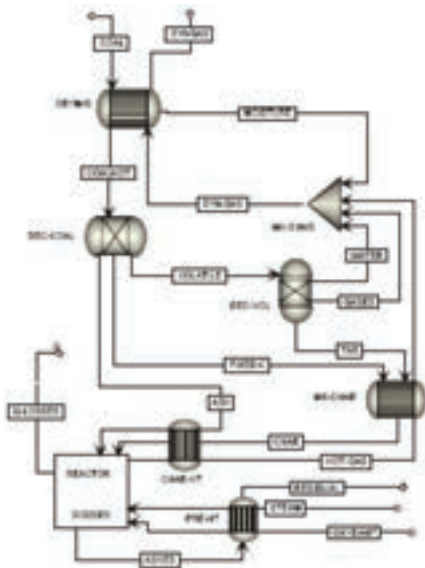
Reattori di assorbimento della CO_2

Studio e sperimentazione di tecnologie di confinamento della CO₂

Per quanto riguarda lo stoccaggio della CO₂, è stato sviluppato uno studio geosismologico mediante attività analitiche di laboratorio e indagini geologiche mirate all'applicazione, nel bacino carbonifero del Sulcis, di tecniche di confinamento della CO₂ all'interno degli strati carboniferi non coltivabili, con tecniche ECBM, e negli acquiferi salini sottostanti. Partendo dalla collaborazione con operatori già coinvolti per competenze sugli aspetti geologici e know how tecnologico nell'ambito del confinamento della CO₂, si è dato inizio in questo frangente alla valutazione, progettazione e realizzazione di un primo set up sperimentale che fornirà utili dati sui processi di iniezione e monitoraggio di un impianto prova Test Site. Nell'ambito di questa attività è stato curato sia l'aspetto legato allo studio della baseline, sia quello relativo alla messa a punto e installazione del sistema di monitoraggio in continuo.

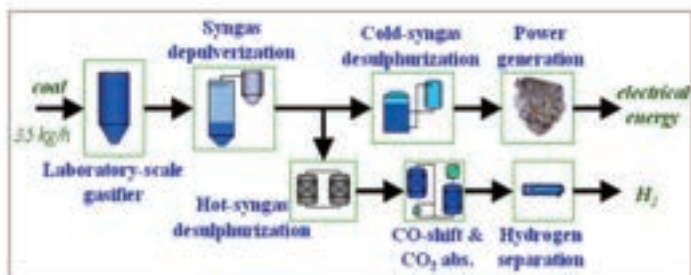
Elaborazione di un unico sistema di generazione elettrica con cattura e stoccaggio CO₂

Con l'ausilio di software di progettazione impiantistica e analisi termodinamica di tipo commerciale, si è dato corso allo sviluppo di modelli teorici e simulazioni numeriche di un unico sistema di generazione elettrica equipaggiato con cattura e stoccaggio della CO₂. Sono state in questo ambito effettuate comparazioni tra le diverse tecnologie, considerando anche l'integrazione di sistemi di produzione di combustibili di opportunità sia liquidi che gassosi, andando ad investigare in particolare la tecnologia di liquefazione del carbone per via indiretta, che si basa sulla gassificazione e sulla sintesi di Fisher Tropsch.



Simulazione di processo

Con l'obiettivo di effettuare un confronto tra le due tecnologie CCS più promettenti per un utilizzo negli impianti di potenza, sono state analizzate le due tipologie di impianto basate sulla combustione (impianto a vapore con ciclo supercritico basato su caldaia a polverino) e sulla gassificazione del carbone (impianto di gassificazione integrata in ciclo combinato turbogas e vapore) con l'integrazione di sistemi di cattura e stoccaggio della CO₂.



Schema semplificato dell'impianto pilota ENEA/SOTACARBO



Dettaglio del reattore di cattura della CO₂

Documentazione disponibile

I documenti tecnici che riportano i risultati delle attività e delle ricerche sono consultabili sul sito www.enea.it.