

## L'impianto ZECOMIX

L'impianto pilota ZECOMIX (Zero Emission of CarbOn with MIXed Technologies) è un'infrastruttura di ricerca flessibile che implementa attraverso un approccio integrato diverse tecnologie a basse emissioni di carbonio.

In particolare, utilizza processi convenzionali e materiali a basso impatto ambientale ed economico per: (i) cattura della CO<sub>2</sub>, (ii) produzione di idrogeno da fonte convenzionale; (iii) stoccaggio chimico di energia. L'elemento chiave che contraddistingue ZECOMIX è quello di armonizzare in un unico processo diverse tecnologie convenzionali per la decarbonizzazione di impianti di potenza o altamente energivori.

Inoltre, ZECOMIX è in grado di simulare le reali condizioni di esercizio di letti fluidi riscaldati da una sorgente esterna di energia (e.g. energia solare) attraverso un circuito dedicato in cui far fluire un fluido termo-vettore (e.g. CO<sub>2</sub>). Grazie all'estrema flessibilità e al basso impatto ambientale dei processi sperimentati, ZECOMIX è stato inserito come infrastruttura europea in ambito ESFRI (*European Science Foundation Research Infrastructure*).

E' stata riconosciuta l'importanza delle attività sperimentali reputando queste in linea con la ricerca condotta a livello europeo. In seguito, ZECOMIX ha avuto il riconoscimento, da parte del Comitato Europeo sulle Infrastrutture di Ricerca, degli sforzi fatti nel campo delle tecnologie sostenibili promuovendo l'impianto ad Infrastruttura ECCSEL (*European Carbon dioxide Capture and Storage Laboratory infrastructure*).

La partecipazione a tale consorzio consente di sviluppare una rete di laboratori di eccellenza in materia di decarbonizzazione e produzione di idrogeno da combustibili convenzionali.

In questo modo si contribuirà ancora di più ad una strategia europea armonizzata con gli altri Stati Membri, agevolando le iniziative multilaterali e le negoziazioni internazionali sulla sostenibilità ambientale.



**Figura 1** Componente principale dell'infrastruttura ZECOMIX: reattore di cattura di CO<sub>2</sub> e produzione di H<sub>2</sub> attraverso l'uso di ossido di calcio



Figura 2 Vista d'insieme dell'Infrastruttura di Ricerca ZECOMIX

### Come funziona

I principali componenti di ZECOMIX, oltre il reattore di decarbonizzazione a letto fluido mostrato in Figura 1, sono il reattore di gassificazione/combustione in cui si possono produrre in condizioni reali correnti gassose tipiche di stabilimenti industriali. In particolare, variando le condizioni operative si possono produrre a scala pilota: (i) fumi di combustione da cementifici; (ii) off-gas provenienti da fornaci presenti in stabilimenti siderurgici. La corrente gassosa da decarbonizzare viene avviata ad un reattore a letto fluido

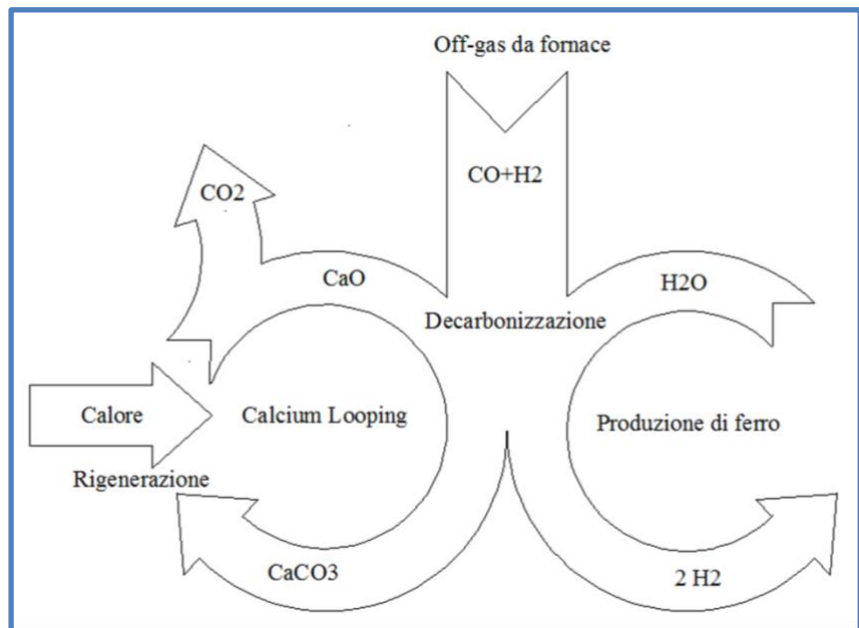


Figura 3 Esempio di applicazione dell'infrastruttura ZECOMIX alla decarbonizzazione di off-gas provenienti da fornaci per la produzione di ferro.

(Figura 1) in cui la  $\text{CO}_2$  viene catturata attraverso la reazione di questa con un letto composto da particelle di ossido di calcio ( $\text{CaO}$ ) mediante un processo noto come *Calcium Looping* ( $\text{CaL}$ ). In questo modo si viene a formare un materiale del tutto inerte (calcare,  $\text{CaCO}_3$ ) che viene avviato a rigenerazione (Figura 3).

## Possibili applicazioni

La Figura 3 mostra un esempio di applicazione del processo CaL per la decarbonizzazione di stabilimenti siderurgici. La miscela gassosa proveniente da fornaci (presenti in processi integrali altoforno/forni ad ossigeno, o processi per riduzione diretta del ferro) viene avviata ad un reattore a letto fluido composto da particelle di CaO in cui avviene un processo intensificato di spostamento del gas d'acqua ( $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ) e cattura della  $\text{CO}_2$  ( $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$ ). In questo modo si viene a produrre un gas ad alto contenuto di idrogeno che può essere utilizzato per la riduzione di minerali ferriferi a ferro metallico riducendo il consumo di carbone e le emissioni di  $\text{CO}_2$  in atmosfera.

L'impiego di un materiale a base di calcio offre interessanti spunti di integrazione del processo CaL per la decarbonizzazione di fumi di combustione provenienti da stabilimenti per la produzione di cemento. Una volta esaurita la propria capacità sorbente, il materiale a base di calcio, invece di essere avviato ad un sistema di smaltimento, come avviene con altre soluzioni tecnologiche (e.g. ammine), viene avviato alla produzione di clinker che utilizza materiali a base di calcio (e.g. dolomite, calcare). In questo modo si ha un uso più efficiente delle risorse minerarie attuando un esempio virtuoso di economia circolare.

## Attività in corso

Al momento, ZECOMIX è impiegato sia per la decarbonizzazione di fumi di combustione da metano o carbone sia per produzione di idrogeno da miscele contenenti monossido di carbonio (CO). Tali attività, in particolare, sono volte all'applicazione a scala pilota di materiali solidi a base di calcio sia di origine naturale (e.g. dolomite) che sintetica (e.g. mayenite).

## Attività future

L'impianto sarà impegnato in attività di caratterizzazione di materiali e processi che sono stati studiati nel progetto ASCENT (*Advanced Solids Cycles with Efficient Novel Technologies*) coordinato da ENEA e finanziato dalla Commissione Europea ([www.ascentproject.eu](http://www.ascentproject.eu)). Tale progetto, conclusosi nel 2018, ha gettato solide basi per lo sviluppo futuro del processo CaL dimostrando la sua applicazione sia come processo per la produzione di idrogeno blu (ossia prodotto da fonti convenzionali con l'ausilio di

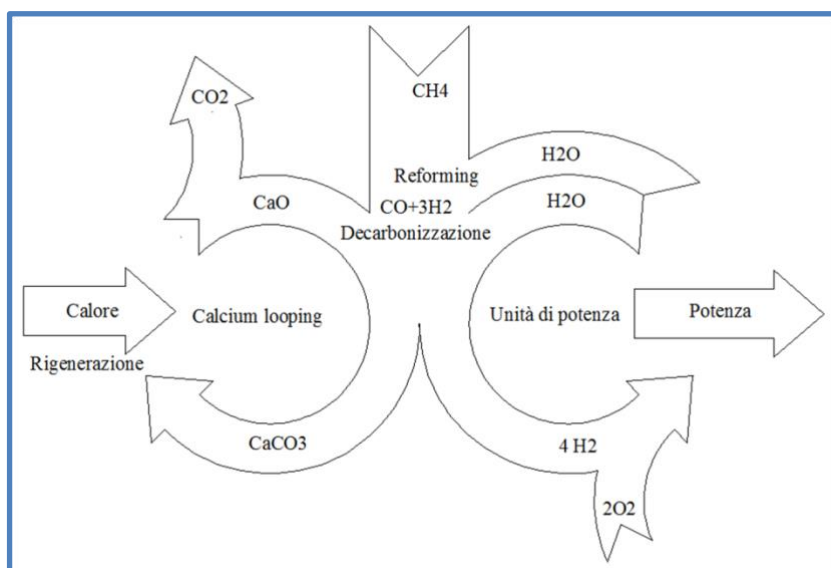


Figura 4 Utilizzo dell'infrastruttura ZECOMIX per la produzione di idrogeno blu

tecnologie CCS) che per lo stoccaggio chimico di energia. Nel primo caso il metano viene sottoposto a reforming producendo una miscela di CO e  $\text{H}_2$  (gas d'acqua) avviata ad processo intensificato di spostamento del gas d'acqua con contemporanea cattura della  $\text{CO}_2$  (vedi Figura 4). Il processo CaL per lo

stoccaggio chimico dell'energia è mostrato, invece, in Figura 5. L'eccesso di energia (e.g. energia solare e/o cascami termici) viene utilizzata per decomporre il carbonato di calcio in CaO e CO<sub>2</sub> (Figura 4(a)) che vengono successivamente ricombinati, rilasciando energia termica per la produzione di energia elettrica e/o calore (Figura 4(b)).

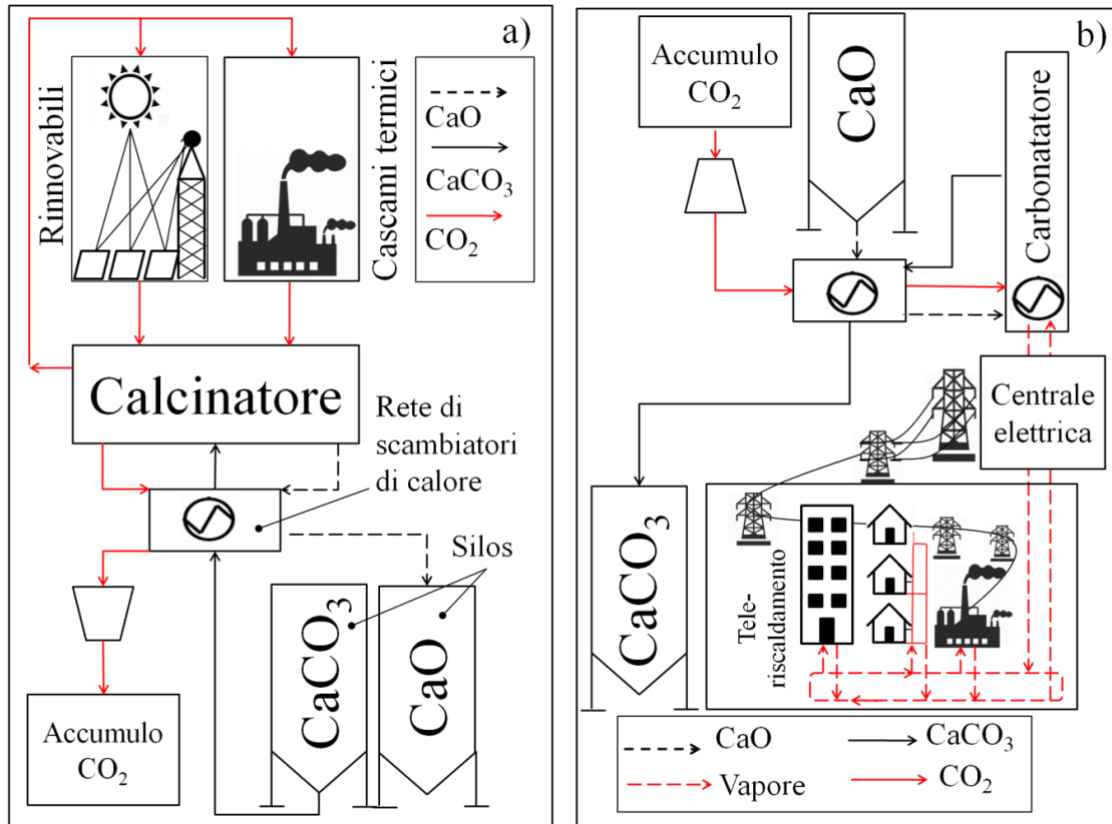


Figura 5 (a) Stoccaggio chimico di eccesso di energia attraverso l'utilizzo del processo CaL; (b) Rilascio dell'energia accumulata per la produzione di energia elettrica e calore.