

Stoccaggio di CO₂: l'esperimento del Sulcis

Romualdo Gianoli

La cattura e lo stoccaggio dell'anidride carbonica sono generalmente considerati come un importante contributo alla riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera. L'implementazione a livello mondiale di tecnologie CCS potrebbe consentire una significativa riduzione a medio termine e su larga scala delle emissioni di CO₂

I dati raccolti da decenni a questa parte parlano chiaro: più aumenta la CO₂ immessa in atmosfera, più sale la temperatura globale, con tutte le conseguenze negative per il clima e per l'equilibrio dell'ecosistema planetario.

Ma se l'aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera è il problema, qual è la sua origine? Quali sono le sue cause? Perché è chiaro che se si individuassero con certezza, si potrebbe cercare il modo di eliminarle o, quanto meno, limitarle. A ben guardare la CO₂ prodotta dalle attività umane è il risultato di due tipi di sorgenti: quelle 'diffuse' sul territorio e quelle concentrate o 'puntuali'. Alla prima categoria appartengono le emissioni prodotte dal traffico veicolare di ogni genere, dagli impianti di riscaldamento e anche dagli allevamenti intensivi. Nella seconda categoria rientrano, invece, tutti quelle strutture responsabili di grandi emissioni però fortemente localizzate sul territorio e quindi: centrali termoelettriche, acciaierie, cementifici e così via.

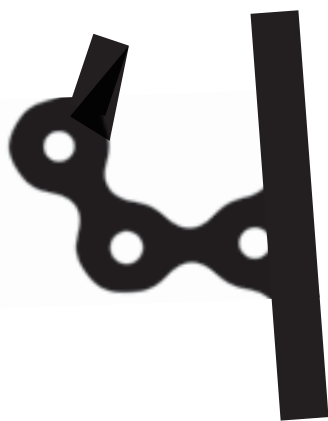
Intervenire sulla prima categoria è molto difficile, mentre nel secondo caso esiste già una tecnologia utilizzabile la cui applicazione, però, è ostacolata dagli alti costi di implementazione e, prevedibilmente, dal grado di accettazione da parte del pubblico, per la natura stessa della tecnologia in questione.

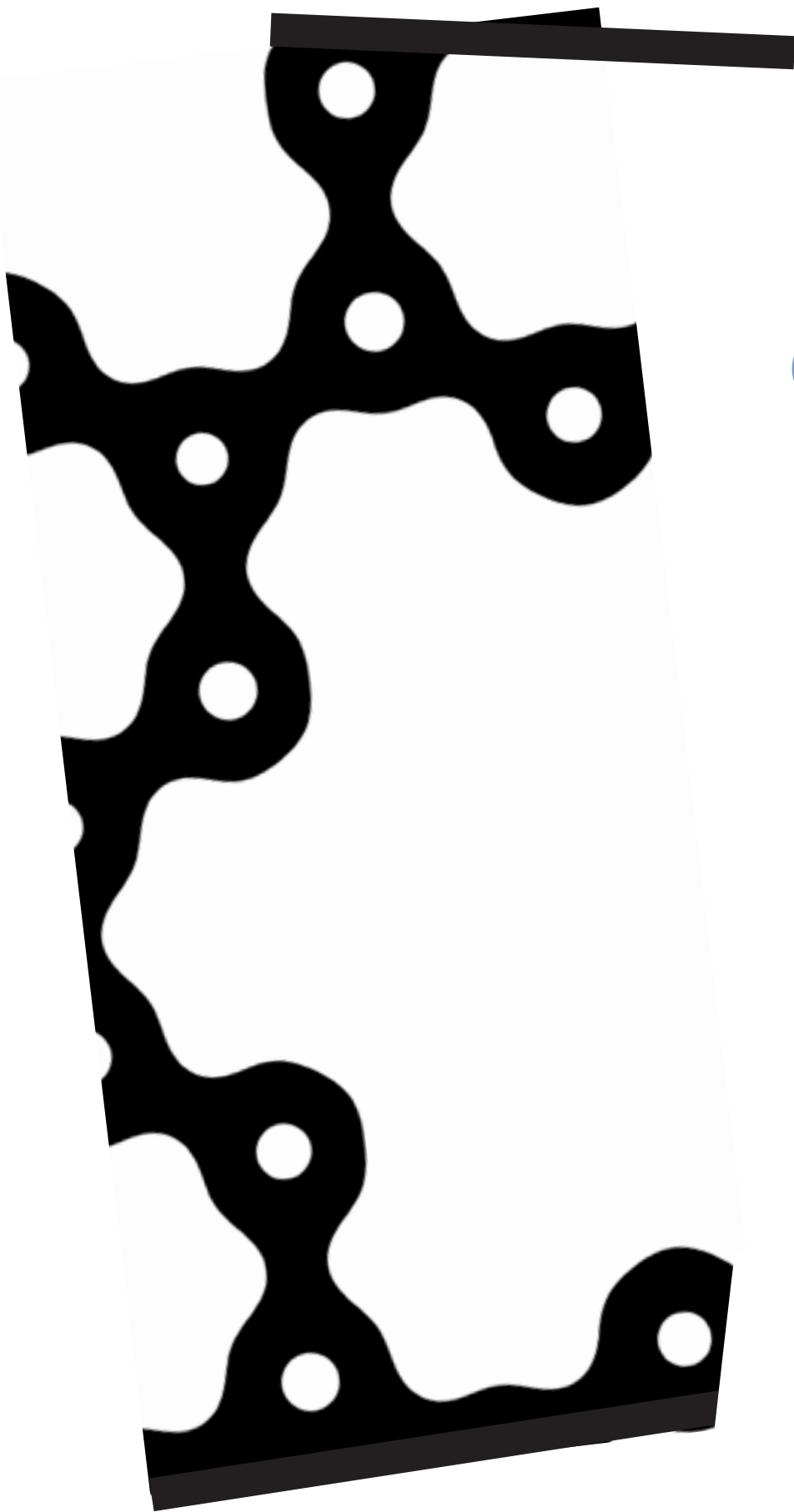
UNA POSSIBILE (PARZIALE) SOLUZIONE

Per risolvere il problema dell'eccesso di CO₂ esistono solo due possibilità: limitarne all'origine la quantità prodotta o evitare che finisca in atmosfera. Visto che a livello globale non solo non si riesce a ridurre la produzione, ma neppure a man-

tenere stabili i livelli già raggiunti (anche a causa della crescita di paesi come Cina e India), ciò che si potrebbe fare è evitare che almeno quella originata dalle sorgenti puntuali finisca in atmosfera. Come? Con la tecnica della cattura e stoccaggio geologico dell'anidride carbonica o *Carbon Capture and Sequestration*, abbreviata in CCS¹.

L'idea di fondo, almeno nei suoi principi generali, è molto semplice e consta di tre fasi principali: la cattura della CO₂ alla fonte, il suo trasporto e infine lo stoccaggio in strutture geologiche particolari, chiamate 'trappole geologiche' luoghi, cioè, dove l'anidride carbonica resta confinata nel sottosuolo senza avere più la possibilità di raggiungere l'atmosfera se non in tempi lunghissimi. Questo sistema è già stato ampiamente usato per altri fini ed è noto come tecnica di *Enhanced Oil Recovery* (E.O.R.)². Chiaramente non tutti i suoli sono adatti alla CCS. Occorre, infatti, la presenza di un sistema geologico formato da due tipi di rocce con caratteristiche molto diverse e ben precise. Il primo è una roccia del tutto impermeabile (ad esempio l'argilla) che può tenere dei fluidi al proprio interno ma non si lascia attraversare né dall'acqua, né dai gas: è quella che viene chiamata roccia di copertura e contenimento. La seconda roccia, invece, è molto più granulosa (tipo l'arenaria), presenta una struttura con vuoti e interstizi tutti collegati tra loro, che possono essere riempiti di fluidi e si lasciano quindi attraversare dalle acque o dai gas. È questa che costituisce il serbatoio vero e proprio. La coesistenza di questi due tipi di roccia forma un sistema serbatoio-copertura impermeabile. La situazione ideale si ha quando tale sistema ha una forma del tipo a 'tazza capovolta',





perché impedisce ancor meglio l'eventuale risalita dei fluidi verso la superficie. Strutture geologiche e zone adatte alla CCS sono presenti un po' in tutto il mondo e, se si considera un altro fattore, quello dei volumi stoccabili, il discorso



Il progetto Sulcis prevede la realizzazione di una centrale a carbone della potenza di 50 megawatt termici

diventa veramente interessante. Iniettando la CO₂ a profondità superiori agli 800-1000 metri, la pressione diventa tale che 1000 metri cubi di gas a condizione ambiente, si riducono a soli 2,7 metri cubi, con un evidente guadagno che permette di stoccare grandi quantità di CO₂. Dal momento che su scala globale l'abbattimento della CO₂ ottenibile con la CCS è stimato in circa il 21%, questo metodo da solo non è certo in grado di risolvere il problema (e quindi bisognerà prendere altri provvedimenti), tuttavia è pur sempre un apporto significativo. In ogni caso oggi la CCS è considerata una tecnica sufficientemente matura (seppur di transizione) da poter essere implementata da subito in situazioni reali.

LA SICUREZZA DEL SISTEMA

A tutti gli effetti il sistema è ritenuto sicuro dagli esperti del settore che hanno avuto a disposizione molti dati e molte sperimentazioni precedenti per valutare la questione, a cominciare dalle esperienze accumulate dalle compagnie petrolifere in circa quarant'anni di attività di E.O.R. o dalle attività di stoccaggio stagionale di metano, condotte per questioni economiche. Ulteriori conoscenze sono arrivate anche dai progetti di ricerca internazionali che l'Unione Europea ha cominciato a finanziare fin dal 1993 o da progetti privati in cui alcuni industriali hanno messo a disposizione i loro siti di E.O.R. per condurre studi sulla migrazione dei gas₃ o, ancora, progetti pilota⁴ in molte nazioni del mondo. Tutti questi studi hanno permesso di determinare i criteri di sicurezza da seguire per tenersi al riparo da eventuali rischi derivanti dalla CCS. Innanzi tutto vi è l'accurata scelta del sito idoneo che avviene attraverso l'uso di una vasta serie di metodologie quali il rilievo geologico strutturale, i model-

li di migrazione dei gas, il rilievo geofisico e quello geochemico, cui fa seguito l'attività di monitoraggio del sito, che comprende tecniche geofisiche, geochimiche e di *remote sensing*⁵.

I timori principali legati alla CCS sono due: il primo è che una volta stoccata in questi serbatoi geologici, la CO₂ trovi la strada per risalire in superficie. Date le profondità in gioco la struttura geologica del serbatoio, normalmente, risulta coperta da strati rocciosi spessi 1000, 2000, 3000 metri a seconda dei casi, ed è molto difficile che la CO₂ possa fuoriuscire improvvisamente o esplodere (anche perché l'anidride carbonica non esplose). Tuttavia una naturale fuoriuscita avviene sempre, seppure con tempi lunghissimi. Basti pensare che un serbatoio realizzato correttamente, in assenza di vie di fuga quali pozzi creati dall'uomo o faglie naturali che intacchino l'integrità della struttura, impiega circa 500 milioni di anni solo per arrivare alla metà dello svuotamento!

Il secondo timore (il più sentito dalla popolazione) è quello che l'iniezione di anidride carbonica in profondità possa innescare terremoti o che, viceversa, terremoti di origine naturale possano liberare la CO₂ stoccata. Su questo punto la posizione ufficiale dei tecnici e degli scienziati europei che si occupano della materia è chiara: escludono pericoli di tale natura, affermando che «...questa tecnologia può essere sviluppata in maniera sicura ed efficiente per ridurre le emissioni di CO₂, con ciò contribuendo sostanzialmente al controllo dei cambiamenti climatici⁶».

In maniera molto onesta, però, gli stessi scienziati ammettono che è possibile che si verifichino dei microtemori di livello strumentale e non percepibili dalla popolazione a seguito di attività di stoccaggio, ma proprio per questo tutte le operazioni si svolgono secondo le indicazioni della direttiva europea che impone di mettere in atto attività di monitoraggio. Va sottolineato che sulla questione dei rischi derivanti dalla CCS è stato aperto un utile dialogo tra mondo scientifico e società civile per condividere le informazioni con il pubblico, così da giungere (come già accaduto in alcuni casi all'estero) a scelte condivise che possano evitare situazioni di muro contro muro

vissute in altri casi come, ad esempio, la gestione dei rifiuti o la costruzione della TAV Torino-Lione⁷.

IL PROGETTO INTEGRATO SULCIS IN ITALIA

Già a partire dagli anni '90 sono stati avviati importanti programmi di ricerca sulla CCS in molti Paesi europei così come negli Stati Uniti, Canada, Australia e Giappone. Tra i progetti più grossi che hanno avuto riscontri positivi e sono attualmente in esercizio, troviamo le località di Sleipner in Norvegia con circa 1 milione di tonnellate all'anno iniettate a partire dal 1996, Weyburn in Canada, un sito già ampiamente sfruttato per l'estrazione petrolifera ma ormai pressoché esaurito, dove circa 1,8 milioni di tonnellate all'anno di CO₂ sono state iniettate a partire dal 2004. E ancora In Salah (Algeria) con circa 1 milione di tonnellate all'anno iniettate a partire sempre dal 2004, più altre decine di località minori dove sono in corso progetti pilota con finalità dimostrative come, ad esempio, Lacq in Francia, Compostilla in Spagna e Schwarze Pumpe in Germania. Complessivamente, in Europa, si prevede di realizzare almeno 12 progetti dimostrativi su grande scala entro il 2020.

La scommessa su questa tecnologia è forte non solo per le positive ricadute sull'ambiente ma anche per le grandi potenzialità economiche che già si delineano. A livello mondiale, soprattutto nei paesi delle economie emergenti, esiste infatti un enorme mercato potenziale per la CCS perché si prevede l'installazione di numerosi nuovi impianti termoelettrici che potranno essere dotati di questa tecnologia. Quindi è chiaro che chi oggi sviluppa questa tecnologia, presumibilmente, nel prossimo futuro occuperà quote rilevanti di questo nuovo mercato. Anche l'Italia si sta muovendo in questa direzione, acquisendo competenze anche attraverso un progetto sperimentale di notevole livello che, per alcune caratteristiche, è del tutto unico nel panorama internazionale. Si tratta del progetto integrato dell'area Sulcis in Sardegna. Questo progetto si inquadra in un più ampio accordo, sviluppato lo scorso anno tra Regione Sardegna



e Ministero dello Sviluppo Economico, per avviare iniziative di innovazione industriale e contrasto del processo di deindustrializzazione della zona. Una concreta possibilità per raggiungere tale scopo è stata individuata proprio nella tecnologia di CCS. Il progetto prevede la realizzazione di una centrale a carbone dimostrativa di taglia industriale, della potenza di 50 megawatt termici, che è la dimensione tipica degli impianti pilota su cui l'Unione Europea sta puntando molto. L'impianto, da realizzarsi entro il 2015, sarà di nuova concezione perché basato sulla tecnologia dell'ossicombustione, una metodologia che usa ossigeno al posto dell'aria per la combustione, con il risultato che i gas di scarico sono essenzialmente composti da anidride carbonica e acqua. Ciò rende molto più facile ed estremamente meno costoso separare queste due sostanze ottenendo, inoltre, un gas che non contiene altri tipi di inquinanti. La centrale userà carbone di basso rango del Sulcis (o di tipo analogo ma di importazione, perché l'Ue ha voluto che il funzionamento non fosse vincolato al carbone prodotto da quelle miniere per non trasformare l'impianto in un progetto assistenziale) e riutilizzerà le miniere per lo smaltimento delle ceneri. La CO₂, invece, sarà stoccata sia negli strati sotterranei profondi del bacino carbonifero, che nell'acquifero salino⁸.

Il fatto di poter provare nello stesso sito due tecnologie diverse (l'ossicombustione e la CCS) che per di più possono interagire tra loro, rappresenta davvero un elemento di unicità in Europa del sito sardo, indipendentemente da qualsiasi altra considerazione, perché realizza un esempio concreto di *clean coal technology*. Quello del Sulcis, dunque, si presenta come un vero programma di innovazione industriale con il quale sviluppare una tecnologia nuova. Un piano che prevede tutte le fasi necessarie: quella di ricerca, quella di prova su un impianto pilota, quella dimostrativa e, finalmente, anche quella volta a informare la popolazione. A questo riguardo va ricordato, infatti, che l'anno scorso è stata attivata una *summer school*, un canale di comunicazione con la società civile, che proseguirà anche nei prossimi anni e con cui affrontare le problematiche legate alla CCS.

L'esperienza maturata con il progetto Sulcis sarà utile, in prospettiva, anche in vista di coinvolgimenti su più vasta scala delle competenze italiane. Il progetto, infatti, è stato già inserito nel database del SETIS (*Strategic Energy Technologies Information System*), il registro degli impianti con tecnologia *low carbon* presenti in Europa e rappresenta un'opportunità enorme per partecipare ai prossimi bandi del programma Horizon 2020 non più rivolti a finanziare singoli progetti, ma interi programmi che richiedono una forte presenza degli Stati e dei governi. In altre parole, saranno bandi che richiederanno la definizione di vere politiche industriali tracciate a livello di sistema-paese, con tutto il relativo *know-how* necessario. Questo vuol dire che d'ora in poi l'Italia si troverà a competere con paesi che già si sono dotati di politiche energetiche e le stanno implementando (si veda il caso della Norvegia).

Ecco, il progetto integrato del Sulcis è un'ottima occasione per verificare se è possibile immaginare una politica energetica diversa anche per l'Italia. Le professionalità non mancano perché sono coinvolti i più importanti attori della ricerca italiana (come l'ENEA che sta seguendo questa tecnologia da almeno dieci anni) e i migliori operatori tecnologici e industriali per quanto riguarda la parte impiantistica e lo stoccaggio della CO₂. Alla fine, come sempre, però, è soprattutto una questione di risorse finanziarie, oltre che di volontà politica e competenze scientifiche. Per quanto riguarda le prime, sono disponibili fondi per un ammontare complessivo di 60 milioni di euro in 10 anni, una cifra non elevatissima in senso assoluto, ma tale da permettere all'Italia di restare nel gruppo dei Paesi che puntano sulle nuove tecnologie della CCS e della produzione energetica *low carbon*.

Note bibliografiche

¹ Sull'argomento si veda il materiale informativo presente al seguente link: <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/pdf-eai/gennaio-febbraio/speciale-stoccaggiogeologico.pdf>

² E' un sistema che consiste nell'iniezione di CO₂ in profondità per estrarre ulteriore petrolio o gas naturale da giacimenti in via di esaurimento, aumentando la pressione interna

³ Gran parte delle formazioni idonee si trova a profondità comprese tra 1.000 e 4.000 metri dove la pressione è sufficientemente elevata per immagazzinare la CO₂ in fase liquida.

⁴ Sleipner (Norvegia) dal 1996, Weyburn (Canada) dal 2000, In Salah (Algeria) dal 2004.

⁵ Frio (USA), Nagaoka (Giappone), Ketzin (Germania), Otway (Australia), K12B (NL), Lacq (Francia).

⁶ Le attività di monitoraggio comprendono tecniche di: geofisica profonda (Seismic, EM, Gravity), geochimica profonda (Water Composition), geofisica marina di superficie (Side-scan sonar, hydroacoustics), geochimica marina (Spatial, Intermittent and continuous monitoring), geochimica terrestre di superficie (Soil gas, gas flux), geochimica dell'atmosfera (eddy covariance, laser, groundwater), remote sensing (Airborne hyperspectral, Satellite INSAR).

⁷ Citazione dal documento ufficiale reperibile sul sito CO₂GeoNet (<http://www.co2geonet.com/>), il network di eccellenza europeo sullo stoccaggio geologico della CO₂, in risposta all'articolo: "Earthquake triggering and large-scale geologic storage of carbon dioxide", di Zoback e Gorelick, pubblicato in Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 109 no. 26, nel quale si sollevano dubbi sui rischi sismici legati alla CCS. L'articolo di Zoback e la risposta degli scienziati di CO₂GeoNet possono essere consultati al seguente link: <http://www.co2geonet.com/NewsData.aspx?IdNews=74&ViewType=Actual&IdType=18>

⁸ Su questo punto è utile la lettura dello studio: "La percezione pubblica dello stoccaggio dell'anidride carbonica" di Samuela Vercelli e Jonathan Andreucci, pag. 13-21 del supplemento al numero 1-2/2011 della rivista Energia, Ambiente e Innovazione dell'ENEA.

⁹ In merito alle attività di stoccaggio della CO₂ relative a questo progetto, va ricordato che non si parte da zero ma dall'esperienza acquisita già qualche anno fa con un programma coordinato dall'Ordine dei Geologi della Sardegna, che ha coinvolto una serie di soggetti membri della rete europea CO₂GeoNet, l'Università di Cagliari, l'ENEA e l'Università La Sapienza