

Q&A

Rimozione e sequestro di CO₂: domande e risposte

In generale e nel contesto della Svizzera

In breve

Per limitare il riscaldamento globale è indispensabile evitare che la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera aumenti ulteriormente. A tal fine esistono da un lato misure per ridurre le emissioni di CO₂ e dall'altro soluzioni per la riduzione della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera. Tali metodi per la rimozione e il sequestro di CO₂ sono designati anche come tecnologie a emissioni negative (NET). Queste comprendono tutta una serie di approcci per rimuovere il CO₂ dall'atmosfera e immagazzinarlo a lungo termine, stoccandolo in modo durevole nel sottosuolo o in prodotti longevi (p. es. materiali edili). Prima che la rimozione e il sequestro di CO₂ possano essere impiegati su vasta scala, vi sono ancora alcune domande da chiarire. Inoltre, anche per via dei costi elevati, tali misure saranno utilizzate soprattutto per le emissioni che anche in futuro saranno difficilmente evitabili (p. es. emissioni dell'agricoltura). Pertanto, l'eliminazione di base delle emissioni di gas serra continua a essere centrale per la protezione del clima. Il processo di cattura del CO₂ direttamente alla fonte di emissione e il successivo stoccaggio (in inglese «*carbon capture and storage*», CCS) sono spesso menzionati in combinazione con la rimozione e il sequestro di CO₂. Nella risposta alla domanda 6 trovate una spiegazione più dettagliata del motivo per cui tali concetti non devono essere confusi tra loro e del perché presentano però delle correlazioni.

Le domande e le risposte sulla rimozione e lo stoccaggio del CO₂ sono state sviluppate con il supporto dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) nell'ambito della Piattaforma svizzera per la rimozione del carbonio, un'iniziativa della Fondazione Dialogo sul rischio.

La rimozione del CO₂ dall'atmosfera e il successivo sequestro a lungo termine possono assumere un ruolo decisivo nella protezione del clima. Ma come funzionano esattamente la rimozione e il sequestro di CO₂? Questi processi vengono impiegati già oggi? E cosa dice la legislazione svizzera al riguardo?

In considerazione dell'avanzare del cambiamento climatico, resta poco tempo per adottare misure efficaci in grado di contenere il riscaldamento globale di origine antropica. Oltre alla riduzione delle emissioni di gas serra, svolge un ruolo importante anche la rimozione del CO₂ dall'atmosfera. Poiché in un futuro prossimo non sarà possibile evitare completamente determinate emissioni, come quelle provenienti dall'agricoltura, per il raggiungimento di un [saldo netto delle emissioni di gas serra pari a zero](#) si dovrà ricorrere anche alla rimozione e al sequestro di CO₂. Esiste una varietà di metodi di rimozione e sequestro finalizzati a ridurre la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera, che sono designati anche come tecnologie a emissioni negative (NET). Ma come funziona la rimozione del CO₂ dall'atmosfera? Dove può essere immagazzinato? E a cosa bisogna prestare attenzione nel potenziamento delle NET? Questi aspetti sono attualmente indagati su scala globale, testati sulla base di impianti pilota e discussi in un'ottica di attuazione.

Con le domande e risposte seguenti intendiamo offrire un orientamento sul tema complesso della rimozione e del sequestro di CO₂ e fare chiarezza sul ruolo di tali tecnologie nella protezione del clima globale e per la Svizzera. In alcuni punti, il rimando a fonti di informazione aggiuntive offre la possibilità di approfondire ulteriormente l'argomento.

L'introduzione di nuove tecnologie ha un prezzo e comporta numerose aspettative, incertezze e timori, anche per quanto riguarda la protezione del clima. Dal punto di vista della società in generale, la rimozione del CO₂ dall'atmosfera persegue l'obiettivo di ridurre il riscaldamento terrestre e le conseguenze catastrofiche che possono derivarne. Quest'obiettivo deve essere il parametro primario su cui misurare i metodi di rimozione e sequestro del CO₂ così come le misure per la protezione del clima. Occorre inoltre chiedersi a quale prezzo queste tecnologie siano sostenibili sotto il profilo etico, ecologico ed economico. Tutti questi aspetti devono essere periodicamente rinegoziati a livello di società e politica. In tale contesto, la valutazione delle nuove possibilità tecnologiche è tanto importante quanto la discussione di fondo sulla gestione della crisi climatica da parte della società. Infatti, solo attraverso un potenziamento sostenibile di tali tecnologie nel corso dei prossimi decenni, queste potranno affiancarsi alla riduzione continua delle emissioni di gas serra nel contribuire al rispetto del limite di +1,5 gradi. In Svizzera, il quadro giuridico di riferimento è costituito dalla Legge sul clima e l'innovazione (KIG). Ma sulla strada verso lo zero netto, molte domande sono ancora aperte.

Affinché la rimozione e il sequestro di CO₂ possano fornire un contributo durevole alla protezione del clima, è necessario garantire che il CO₂ rimosso dall'atmosfera venga immagazzinato a lungo termine e in modo sicuro al di fuori dell'atmosfera e che nel contempo siano presi in considerazione i possibili effetti sull'ambiente. Ai fini dell'accettazione sociale è inoltre importante trovare un giusto equilibrio tra costi e benefici e impostare il processo in modo trasparente. A tale scopo, la Swiss Carbon Removal Platform intende contribuire a un dibattito informato sul tema della rimozione e del sequestro di CO₂ in Svizzera.

1) Che cosa significa saldo netto pari a zero?

Un saldo netto delle emissioni di gas serra pari a zero significa che la quantità di emissioni di gas serra prodotte dall'attività umana corrisponde alla quantità di CO₂ rimossa da parte degli esseri umani dall'atmosfera. Con il saldo netto pari a zero si persegue pertanto l'obiettivo di mantenere costante la proporzione di gas serra nell'atmosfera e non farla aumentare ulteriormente. Poiché non tutte le emissioni potranno essere ridotte a zero in un futuro prossimo, per il raggiungimento del saldo netto pari a zero è indispensabile, oltre alla loro riduzione, anche la rimozione del CO₂ dall'atmosfera. Occorre dunque perseguire un rapido sviluppo e potenziamento dei metodi per la rimozione e il sequestro di CO₂ al fine di compensare le emissioni residue difficilmente evitabili. Il raggiungimento del saldo netto pari a zero per il CO₂, che è il principale gas serra, rappresenta un'importante tappa intermedia per rallentare l'aumento della temperatura media globale. In Svizzera, l'obiettivo di zero emissioni deve essere raggiunto entro il 2050. La Legge sul clima e l'innovazione KIG, approvata dall'elettorato svizzero il 18 giugno 2023, prevede anche ulteriori obiettivi intermedi e un ruolo pionieristico per la Confederazione e i Cantoni.

2) Che cosa sono la rimozione e il sequestro di CO₂?

L'obiettivo della rimozione e del sequestro di CO₂ è di mantenere costante o addirittura ridurre la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera rimuovendolo dall'atmosfera e stoccandolo in modo durevole. La rimozione e il sequestro di CO₂ contribuiscono quindi alla protezione del clima e al raggiungimento del saldo netto pari a zero. Esistono diversi metodi di rimozione e sequestro che sono designati come tecnologie a emissioni negative (NET) o Carbon Dioxide Removal (CDR).

Il processo di cattura del CO₂ direttamente alla fonte di emissione e il successivo stoccaggio (in inglese «*carbon capture and storage*», CCS) sono spesso menzionati in combinazione con la rimozione e il sequestro di CO₂. I due processi non dovrebbero tuttavia essere confusi tra loro: le emissioni negative si hanno quando la CO₂ già emessa viene rimossa dall'atmosfera. La CCS si riferisce al processo di cattura della CO₂ direttamente alla fonte di emissione, in modo che non venga rilasciata nell'atmosfera ma catturata e immagazzinata. La CCS può quindi essere utilizzata per ridurre le emissioni, ad esempio quelle dei combustibili fossili. Tuttavia, in determinate circostanze, la CCS può anche generare emissioni negative (vedi le domande 5 e 6).

Nel lungo periodo la rimozione e il sequestro di CO₂ possono anche determinare un calo delle emissioni storiche, riducendo la quantità di CO₂ nell'atmosfera e quindi il riscaldamento globale. La strada però è ancora lunga. Per la Svizzera, l'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) prevede che per raggiungere un saldo netto nazionale pari a zero entro il 2050 dovranno essere rimossi dall'atmosfera, come minimo, diversi milioni di tonnellate di CO₂ ogni anno (cfr. la domanda 9: Quale ruolo svolgono la rimozione e il sequestro di CO₂ per gli obiettivi climatici della Svizzera?). Secondo gli scenari del [rapporto IPCC del 2022](#), a livello globale si parla addirittura di 10-20 miliardi di tonnellate all'anno. Affinché le necessarie tecnologie siano disponibili in misura adeguata al raggiungimento del saldo netto pari a zero della Svizzera entro il 2050, occorre gettare ora le basi e sperimentare e attuare approcci promettenti.

3) Quali metodi per la rimozione del CO₂ dall'atmosfera sono attualmente in discussione?

Esiste un ampio portafoglio di metodi diversi che vengono attualmente indagati, testati o sono già entrati nella fase attuativa. Tutti hanno in comune il fatto di perseguire sostanzialmente la rimozione del CO₂ (o di altri gas serra) dall'atmosfera. In alcuni casi le modalità d'azione di questi diversi metodi per la rimozione e il sequestro di CO₂ possono differenziarsi in misura notevole. Ne sono un esempio il rimboschimento, la gestione forestale e l'utilizzazione del legno, la produzione e lo stoccaggio del carbone vegetale ricco di carbonio, l'accumulo del carbonio nel suolo, la cattura diretta del CO₂ dall'atmosfera e stoccaggio (in inglese «*direct air carbon capture and storage*», DACCS), la degradazione accelerata, l'inserimento nel cemento del carbonio rimosso dall'atmosfera, la bioenergia con cattura e stoccaggio di CO₂ (in inglese «*bioenergy carbon capture and storage*», BECCS) o anche l'aumento dell'alcalinità dell'acqua marina.

Tutti questi metodi diversi hanno in comune il fatto che il CO₂ deve prima essere catturato e successivamente stoccato. In una prima fase, il CO₂ rimosso dall'atmosfera deve essere immagazzinato. Ciò avviene mediante processi biologici (fotosintesi), geochimici (degradazione) o chimici. In una seconda fase si pone la questione dello stoccaggio: possibili pozzi di carbonio sono per esempio la vegetazione, il suolo, i sedimenti, i minerali, le formazioni geologiche, i materiali longevi e gli oceani. Qui il carbonio può essere immagazzinato sotto forma di CO₂ concentrato oppure come parte di composti organici (biomassa) e minerali. L'importante è che non sia restituito all'atmosfera. Alla luce dei numerosi processi utilizzati, non c'è da stupirsi che tra i singoli approcci esistano notevoli differenze in termini di esigenze di ubicazione, fabbisogno di risorse, effetti secondari e costi. Mentre alcuni di questi metodi possono essere integrati in processi esistenti come la produzione di energia o l'agricoltura, altri necessitano di nuovi impianti e infrastrutture. Il seguente [grafico](#) dell'IPCC del 2022 mostra una classificazione scientifica dei diversi metodi per la rimozione del CO₂ dall'atmosfera.

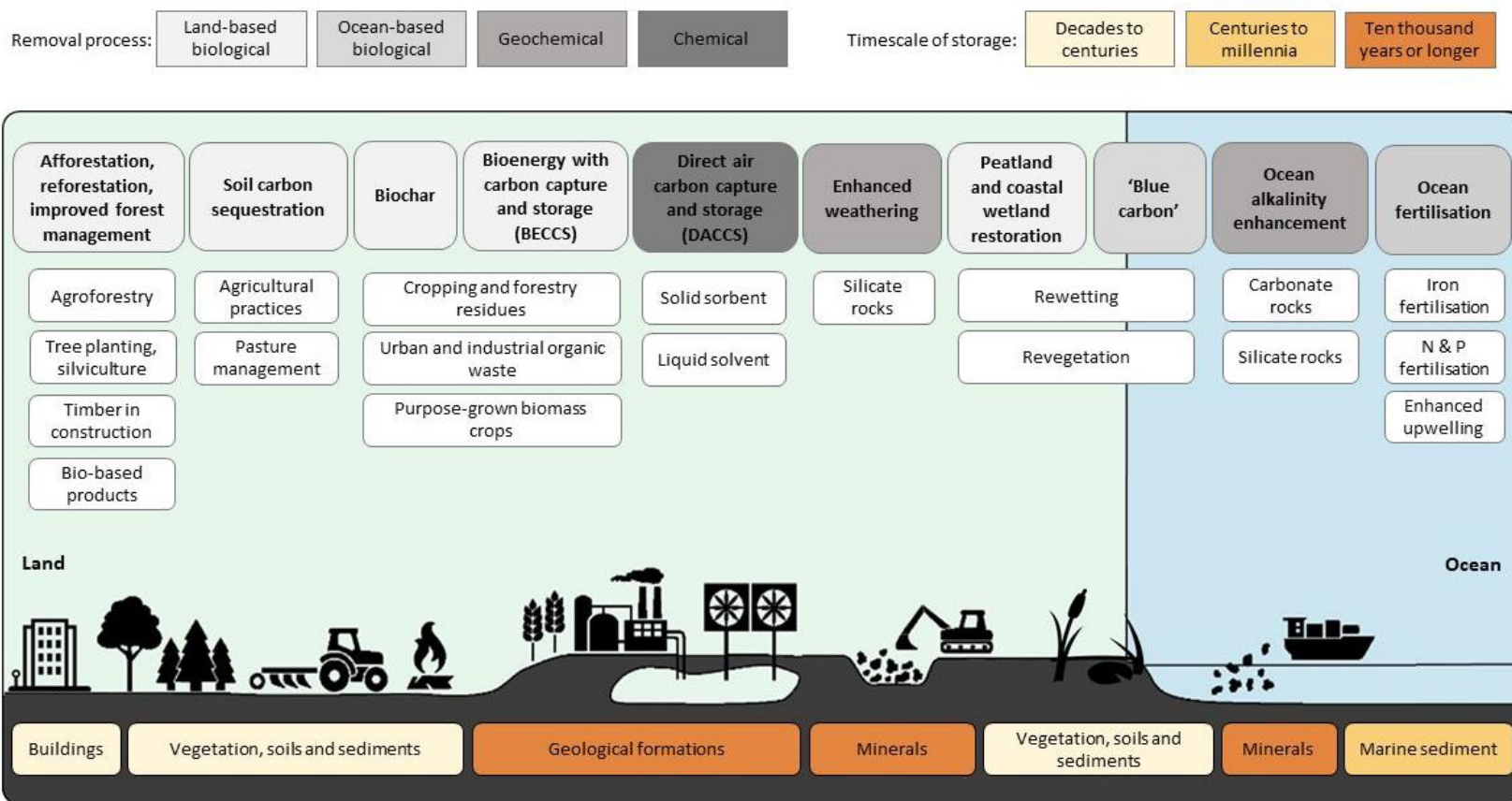


Grafico: Classificazione sistematica dei metodi per la rimozione e il sequestro di CO₂ (tecnologie a emissioni negative) in base alle loro diverse modalità d'azione. In inglese questi metodi sono denominati «*carbon dioxide removal (CDR) methods*». Fonte: Parte 3 del sesto rapporto di valutazione (AR 6) del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico delle Nazioni Unite (IPCC): <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>.

4) La rimozione e il sequestro di CO₂ rendono superflue le altre misure di protezione del clima?

No. La priorità va sempre alla riduzione rapida e drastica delle emissioni di gas serra. Tuttavia, per il raggiungimento dell'obiettivo del saldo netto di emissioni pari a zero, la rimozione del CO₂ è indispensabile al fine di compensare le emissioni difficilmente evitabili.

Restano ancora alcune incertezze legate al potenziale esatto e alla sostenibilità a lungo termine, in quanto la maggior parte delle tecnologie non è ancora applicata nel necessario ordine di grandezza. Inoltre, la rimozione di grandi quantità di CO₂ è costosa e impegnativa e la dimostrazione della permanenza dello stoccaggio è legata a oneri e incertezze. Una riduzione delle emissioni che impedisca ai gas serra di raggiungere l'atmosfera riveste dunque la massima priorità. Quanto più rapide e cospicue saranno le riduzioni delle emissioni, tanto minore sarà il fabbisogno di rimozione del CO₂ dall'atmosfera.

In un futuro prossimo, alcune emissioni non potranno ancora essere del tutto evitate o potranno esserlo solo a fronte di costi molto elevati. La rimozione del CO₂ per compensare tali emissioni difficilmente evitabili è irrinunciabile al fine di conseguire il saldo netto pari a zero. La Confederazione annovera attualmente tra queste emissioni residue difficilmente evitabili soprattutto le emissioni dell'agricoltura, dell'industria chimica e di quella del cemento, nonché dell'incenerimento dei rifiuti. Quali emissioni sono da ritenersi inevitabili è dunque una questione di natura non solo tecnica, ma anche politica ed economica, che richiede negoziazioni sociali e decisioni a livello politico.

Il saldo netto pari a zero presuppone l'integrazione di molteplici approcci e la messa in campo di sforzi importanti, possibilmente in tempi rapidi. Alla luce delle conseguenze fatali che comporta ogni aumento di un decimo di grado della temperatura globale, occorre sperimentare quanto prima un gran numero di misure e tecnologie diverse per la protezione del clima e combinare approcci differenti.

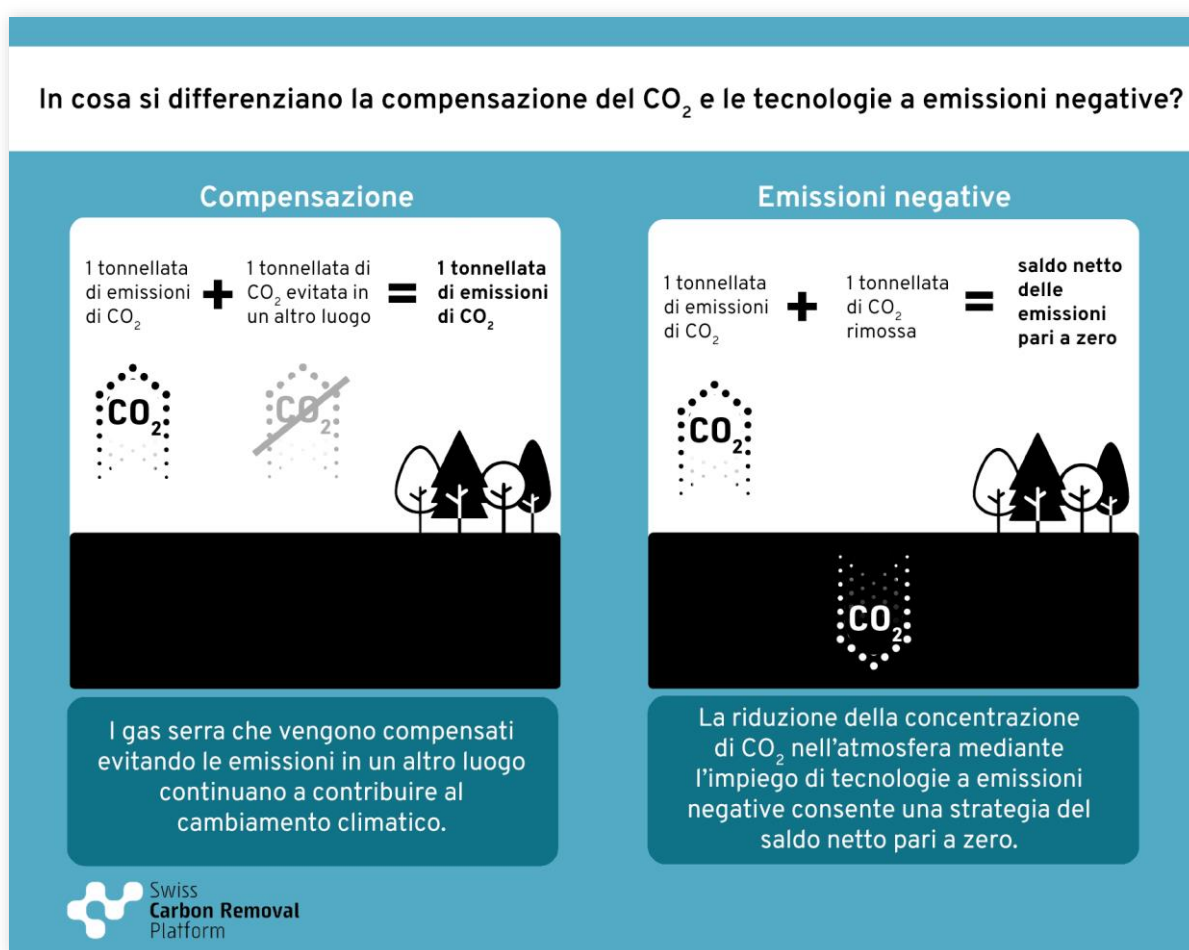
Quale fonte di approfondimento sul ruolo della rimozione e del sequestro di CO₂ nella protezione del clima raccomandiamo il contributo [Negative Emissionen – «Wir müssen jetzt anfangen!»](#) di SRF News.

5) In che modo la rimozione del CO₂ dall'atmosfera si differenzia dalla compensazione del CO₂ e da altre misure per la protezione del clima?

Nella compensazione del CO₂, le emissioni di gas serra vengono evitate in egual misura in un'altra sede, ma i gas serra già emessi rimangono nell'atmosfera. Con le NET, il CO₂ emesso viene invece rimosso dall'atmosfera. Se per esempio si compensa un volo pagando una compensazione, il CO₂ emesso dall'aereo rimane nell'atmosfera. Una quantità corrispondente di emissioni può però essere evitata in un'altra sede, per esempio mediante l'installazione di impianti solari in sostituzione dei generatori diesel. Tali meccanismi di compensazione possono svolgere un ruolo importante nel finanziamento conforme al principio di causalità dei progetti di protezione del clima. Tuttavia, il raggiungimento di un saldo netto delle emissioni

globali pari a zero non è possibile mediante la sola compensazione: le compensazioni del CO₂ riducono sì le quantità di emissioni globali, ma senza azzerarle. Per contro, la rimozione del CO₂ dall'atmosfera con successivo sequestro durevole consente un azzeramento delle emissioni («saldo netto pari a zero»). Perché funzioni, è necessario che l'emissione e la rimozione del CO₂ dall'atmosfera siano vicine nel tempo e che sia garantito un sequestro sicuro e durevole del CO₂ rimosso al di fuori dell'atmosfera.

Oltre ai progetti di compensazione, aziende e privati possono sostenere anche progetti relativi ai cosiddetti pozzi di carbonio, che promettono la rimozione e il sequestro di CO₂ su diverse scale temporali.

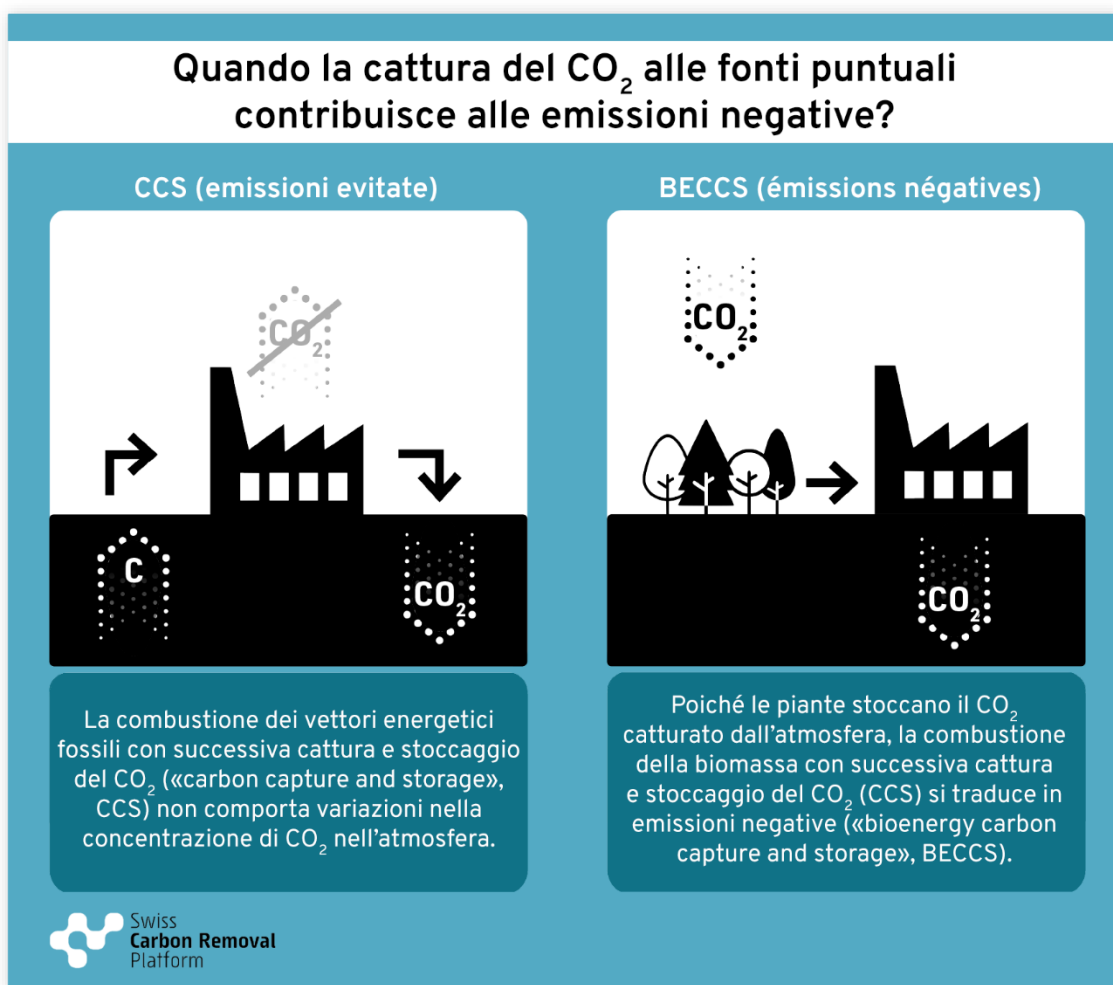


6) In che modo le tecnologie a emissioni negative (NET) si differenziano dal Carbon Capture and Storage (CCS) e dal Carbon Capture and Use (CCU)?

La provenienza del CO₂ immagazzinato o riutilizzato è determinante sia per la distinzione tra i metodi sia per monitorare il loro effetto sul clima. L'espressione «tecnologie a emissioni negative (NET)» è un concetto collettivo utilizzato per indicare tutti i metodi che rimuovono gas serra (principalmente CO₂) dall'atmosfera e li immagazzinano. In inglese si chiama "Carbon Dioxide Removal" (CDR). Il processo di cattura e stoccaggio del CO₂ (in inglese «carbon capture

and storage», CCS) indica invece la cattura del CO₂ direttamente nel luogo in cui viene originato (la cosiddetta fonte puntuale), per esempio in corrispondenza dei camini di centrali elettriche o impianti industriali, e il successivo stoccaggio. Queste emissioni provengono da processi chimici, per esempio per la produzione di cemento, o dalla produzione di energia. Il combustibile utilizzato può provenire da fonti fossili come petrolio, gas naturale o carbone, oppure dalla biomassa. A seconda del combustibile, il CCS può contribuire a ridurre le emissioni di CO₂ fossile o di processo (CCS fossile) oppure, utilizzando la biomassa come combustibile, rimuovere il CO₂ dall'atmosfera e immagazzinarlo (in inglese «*bioenergy carbon capture and storage*», BECCS).

Nel BECCS si utilizza materiale vegetale come materia prima per la produzione di energia e le emissioni di CO₂ generate nel processo industriale vengono catturate e immagazzinate. Poiché le piante rimuovono il CO₂ dall'atmosfera e lo immagazzinano (fotosintesi), la loro combustione con successiva cattura e stoccaggio del CO₂ (CCS) contribuisce a ridurre la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera. Il BECCS può essere impiegato per esempio negli impianti per la produzione di biogas o nelle centrali termiche a legna.



In Svizzera si sta attualmente pianificando la cattura del CO₂ negli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani (IIRU). Circa la metà dei rifiuti che vi vengono inceneriti proviene da fonti vegetali (biomassa), mentre l'altra metà è di origine fossile (p. es. plastica). Un impianto CCS presso un IIRU può quindi per metà generare emissioni negative (BECCS mediante la quota della biomassa) e per metà ridurre le emissioni difficilmente evitabili (CCS fossile).

Nel caso della cattura e dell'utilizzo del carbonio (CCU), la CO₂ catturata alla fonte viene utilizzata nei prodotti o direttamente riutilizzata, ad esempio come acido carbonico nelle bevande o per la produzione di combustibili sintetici. Se il carbonio viene immagazzinato fuori dall'atmosfera a lungo termine, ad esempio in materiali da costruzione durevoli come il cemento riciclato o il legno, si parla di CCU con stoccaggio (CCUS).

Un esempio di CCUS è l'uso e lo stoccaggio della CO₂ catturata nel calcestruzzo da demolizione. Questo metodo è stato testato nel progetto di ricerca e dimostrazione [DemoUpCARMA](#) (2021-2023) ed è già stato reso parzialmente operativo e integrato nella catena del valore. Anche in questo caso, l'origine della CO₂ gioca un ruolo importante nell'effetto sul clima: se la CO₂ proviene da fonti fossili o di processo, la CCU porta a emissioni ritardate e la CCUS a emissioni evitate. Tuttavia, se la CO₂ proviene dalla combustione di biomasse, la CCU può contribuire a una produzione "climaticamente neutra", e la CCUS addirittura alla generazione di emissioni negative, proprio come la BECCS. Per ulteriori domande su CCS e CCUS, consultare le [FAQ](#) di DemoUpCARMA.

7) Quali pericoli, rischi e incertezze celano la rimozione e il sequestro di CO₂?

I metodi in discussione per la rimozione e il sequestro di CO₂ sono fondamentalmente sicuri, a condizione che le norme di base siano definite e rispettate. Il potenziamento su vasta scala comporta delle sfide, in quanto lo sviluppo di nuove tecnologie è sempre accompagnato da incertezze e possibili conflitti di obiettivi. La sostenibilità e la sicurezza sono aspetti fondamentali in questi progetti, per cui è necessario discutere e stabilire in anticipo le opportune precauzioni.

Uno [studio del 2023 di TA Swiss](#) esamina in dettaglio le opportunità e i rischi di cinque metodi per l'estrazione e lo stoccaggio di CO₂ dall'atmosfera e formula raccomandazioni basate su un'analisi dello stato delle conoscenze e su un'indagine sistematica di esperti in Svizzera.

Per la rimozione e il sequestro di CO₂, le precauzioni riguardano per esempio la manipolazione, il trasporto e lo stoccaggio del CO₂ rimosso dall'atmosfera. Il CO₂ è un gas che, sebbene non tossico, deve essere maneggiato con cautela per proteggere la salute delle persone e l'ambiente. Quindi, anche nella rimozione e nel sequestro di CO₂ si devono rispettare norme di sicurezza di comprovata efficacia per la manipolazione industriale dei gas. Quando si conducono attività di ricerca e si sperimentano nuove tecniche, occorre prestare la massima attenzione agli aspetti di sicurezza, per esempio nella ricerca di un sito per il possibile stoccaggio geologico del CO₂ nel sottosuolo. Si devono inoltre tenere in considerazione le possibili conseguenze future, come gli effetti a lungo termine sul biotopo suolo nel caso del

carbone vegetale. In questo svolgono un ruolo importante i progetti pilota con accompagnamento scientifico e con un monitoraggio corrispondente.

La rimozione e il sequestro di CO₂ su piccola scala e adottando le misure di sicurezza del caso non sono considerati preoccupanti. Per poter fornire un contributo sostanziale alla protezione del clima, tali processi devono però riguardare grandi quantità, che a loro volta comportano un maggiore fabbisogno di risorse. In tale contesto, le sfide variano a seconda dell'approccio specifico, in quanto ognuno dipende da risorse diverse e alcuni metodi richiedono molta energia. Il maggiore fabbisogno, da parte di determinate tecnologie a emissioni negative (NET), di superfici boschive o agricole e di materiale vegetale come il legno rappresenta un'ulteriore sfida, in quanto solleva domande legate alla fattibilità e alla sostenibilità che devono essere tenute in considerazione e valutate sistematicamente in ogni fase dello sviluppo della rimozione e del sequestro di CO₂.

Inoltre, alcuni metodi di CDR richiedono investimenti infrastrutturali a lungo termine, ad esempio per la cattura, il trasporto e lo stoccaggio di milioni di tonnellate di CO₂. Alla luce delle incertezze sopramenzionate, i vari metodi devono essere testati e la rotta deve essere tracciata oggi se si vuole che contribuiscano in modo significativo al raggiungimento degli obiettivi climatici entro il 2050. Alla luce degli elevati costi finanziari di tali processi, è importante garantire che forniscano un contributo a lungo termine alla protezione del clima. A tal fine occorre considerare l'intera catena di valore aggiunto, in modo che come risultato finale non vengano generate più emissioni di quelle rimosse. Alcuni approcci si trovano ancora a uno stadio sperimentale e per la maggior parte delle tecnologie mancano ancora studi a lungo termine sulla permanenza del sequestro di carbonio al di fuori dell'atmosfera (cfr. la domanda 13: Per quanto tempo deve essere garantito lo stoccaggio?). Viste le incertezze, è necessario sperimentare già oggi i diversi metodi e gettare le basi affinché possano contribuire al raggiungimento degli obiettivi climatici entro il 2050. Certificazioni e nuove leggi devono garantire che vengano impiegati solo approcci sufficientemente sicuri e durevoli e che ogni tonnellata di CO₂ rimossa dall'atmosfera sia computata correttamente.

Per garantire l'accettazione sociale e l'integrità etica della rimozione del CO₂ servono un finanziamento conforme al principio di causalità e la ripartizione sociale di costi, rischi e profitti (cfr. la domanda 16: In che modo la rimozione e il sequestro di CO₂ possono essere finanziati nel rispetto del principio di causalità?). A tal fine sono indispensabili condizioni quadro eque e trasparenti. Un elemento centrale consiste nella riflessione pubblica sul ruolo dei diversi approcci per la protezione del clima in Svizzera e su scala globale, che comprenda la questione di quali emissioni sono da ritenersi difficilmente evitabili, ma anche aspetti legati alla responsabilità internazionale e alla giustizia climatica globale.

Maggiori informazioni sulle sfide etiche da tenere in considerazione per il potenziamento della rimozione e del sequestro di CO₂ sono disponibili nel nostro [blog](#).

8) Qual è il potenziale della Svizzera per la rimozione e il sequestro di CO₂?

Il potenziale della Svizzera per la rimozione e il sequestro durevole del CO₂ è attualmente stimato ad alcuni milioni di tonnellate di CO₂ all'anno; il potenziale realizzabile in modo sostenibile potrebbe però essere sensibilmente inferiore a causa di fattori economici, ecologici e sociali (cfr. il [rapporto del Consiglio federale del 2 settembre 2020 in adempimento del postulato 18.4211](#)). Le [schede informative di TA Swiss](#) del 2023 forniscono stime del potenziale di cinque metodi per l'estrazione e lo stoccaggio della CO₂, oltre a una panoramica di costi, opportunità e rischi.

Fattori limitanti sono per esempio la superficie disponibile (per il rimboschimento) e la disponibilità di biomassa vegetale per determinati metodi come la bioenergia con rimozione e sequestro del CO₂ (in inglese «*bioenergy carbon capture and storage*», BECCS) e la produzione di carbone vegetale. Nel caso del BECCS e del filtraggio e stoccaggio meccanico del CO₂ dall'aria (in inglese «*direct air carbon capture and storage*», DACCS), un possibile fattore limitante oltre al fabbisogno di energia dei processi è anche la capacità di stoccaggio disponibile nel sottosuolo per il CO₂ catturato. Per altri metodi, come per esempio lo stoccaggio di una quantità maggiore di CO₂ nei suoli agricoli, e per la degradazione accelerata di polvere di roccia o calcestruzzo riciclato, non si dispone ancora di dati sufficienti per una stima realistica del potenziale e dei fattori limitanti.

A titolo di confronto: nel 2020 le emissioni nazionali complessive di gas serra della Svizzera erano pari a circa 43 milioni di tonnellate di CO₂ equivalenti. L'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) stima che entro il 2050 le emissioni si ridurranno di oltre l'80 per cento. I restanti 7 milioni circa di tonnellate di emissioni residue dovranno essere compensati in Svizzera e all'estero mediante la rimozione e il sequestro di CO₂. Stime dettagliate del potenziale e dei costi per la Svizzera sono fornite, da un lato, da [uno studio condotto da TA Swiss](#) nel 2023 e, dall'altro, da [uno studio condotto dal Politecnico di Zurigo \(ETH Zurich\)](#) per conto dell'UFAM nel 2022.

9) Quale ruolo svolgono la rimozione e il sequestro di CO₂ per gli obiettivi climatici della Svizzera?

La rimozione e il sequestro di CO₂ svolgono un ruolo centrale nei modelli e negli scenari climatici attuali per il rispetto del limite di 1,5 gradi stabilito nell'Accordo di Parigi sul clima, ma anche per l'obiettivo della Svizzera di raggiungere un saldo netto pari a zero entro il 2050. Secondo la [Strategia climatica 2050](#) e le [Prospettive energetiche 2050+](#), le emissioni di gas serra della Svizzera devono essere ridotte nella maggior misura possibile. In futuro le emissioni difficilmente evitabili dovranno venir compensate mediante la rimozione e il sequestro di CO₂, al fine di raggiungere l'obiettivo di un saldo netto delle emissioni pari a zero entro il 2050. Entro tale data, la Confederazione intende sviluppare le capacità per essere in grado di rimuovere dall'atmosfera, ogni anno, 7 milioni di tonnellate di CO₂ in Svizzera e all'estero e immagazzinarle in modo sicuro. Tale cifra corrisponde al 16 per cento circa delle attuali emissioni nazionali di gas serra. L'intenzione è quella di intercettare direttamente alla fonte, in

particolare, il CO₂ risultante dalla depurazione delle acque di scarico, dalla produzione di biogas e dalla combustione di materiali vegetali negli IIRU e trasportarlo in siti di stoccaggio adatti. Questi approcci rientrano nella categoria della bioenergia con rimozione e sequestro di CO₂ (in inglese «*bioenergy carbon capture and storage*», BECCS).

Altre emissioni negative dovranno essere ottenute per esempio mediante il filtraggio e stoccaggio del CO₂ dall'aria (in inglese «*direct air carbon capture and storage*», DACCS) all'estero. Oltre alla rimozione del CO₂ dall'atmosfera, 5 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂ dovranno essere evitati per mezzo del CCS fossile (per il CCS, cfr. la domanda 6). Una panoramica dell'impiego previsto dei diversi metodi in Svizzera è offerta dal dossier sulle emissioni negative di CO₂ del webzine dell'UFAM [«l'ambiente» 2022 | 2](#) nonché dalla [Roadmap della Confederazione per la cattura e il sequestro di CO₂ \(CCS\) e le tecnologie a emissioni negative \(NET\)](#).

Oltre alle emissioni nazionali, vi sono anche questioni legate alla riduzione o alla compensazione dell'impatto del traffico aereo sul clima, così come all'impronta di CO₂ dei consumi svizzeri di beni importati e degli investimenti svizzeri che causano emissioni all'estero. Maggiori dettagli al riguardo si trovano per esempio nella [Strategia climatica a lungo termine della Svizzera](#) (cap. 8.5) e nel [masterplan per il clima](#) dell'Alleanza climatica svizzera.

La [Legge sul clima e l'innovazione \(KIG\)](#), adottata dal popolo svizzero il 18 giugno 2023, fornisce un quadro giuridico per il raggiungimento di emissioni nette di gas serra pari a zero a livello nazionale: la priorità principale è quella di ridurre il più possibile le emissioni nel più breve tempo possibile. La rimozione di CO₂ dall'atmosfera (CDR) deve integrare questo obiettivo compensando le emissioni residue che sono difficili da evitare entro il 2050. Per maggiori informazioni sul KIG si rimanda alla risposta alla domanda 17.

Per rispettare il limite di 1,5 gradi, non solo è necessario raggiungere emissioni nette di gas serra pari a zero, ma addirittura emissioni nette negative a livello globale nella seconda metà del secolo. Ciò significa che è necessario rimuovere dall'atmosfera una quantità di CO₂ superiore a quella emessa. Anche questo è già previsto nella KIG (articolo 3.2): "Dopo il 2050, la quantità di CO₂ rimossa e immagazzinata attraverso l'applicazione di tecnologie a emissioni negative deve superare le restanti emissioni di gas serra". Con questi piani a lungo termine, tuttavia, è importante non creare aspettative troppo elevate per i metodi, visto il limitato potenziale realizzabile in modo sostenibile, e non perdere di vista la necessità di misure di riduzione drastiche.

10) La Svizzera impiega già metodi per la rimozione e il sequestro di CO₂?

Diversi approcci per rimuovere il CO₂ e immagazzinarlo in modo durevole sono impiegati già oggi in Svizzera in misura limitata, ma vi è ancora un ampio potenziale inutilizzato. I boschi e i suoli catturano già oggi grandi quantità di CO₂, ma a seconda delle condizioni emettono anche CO₂, metano e protossido di azoto. Sono quindi nel contempo fonti e pozzi di gas serra. Secondo l'attuale livello di conoscenze, il potenziale di riduzione del CO₂ (pozzo di carbonio) di boschi e

suoli potrà essere mantenuto anche in futuro o addirittura ulteriormente aumentato mediante una gestione sostenibile a lungo termine (cfr. [Thuerig, Esther in «ZürcherWald 2022 | 8», pag. 28-32](#)). L'aumento della capacità di assorbimento di boschi e suoli per effetto dell'intervento umano può essere considerato un metodo per la rimozione del CO₂, a condizione che il suo stoccaggio avvenga in modo durevole. Il carbonio immagazzinato nei boschi e nei suoli è sempre esposto al pericolo di essere nuovamente rilasciato nell'atmosfera a causa di variazioni nell'utilizzazione del suolo e del cambiamento climatico (siccità, incendi boschivi). Per tale ragione, una gestione sostenibile nel lungo periodo riveste un ruolo importante. Già oggi il legno viene utilizzato anche per prodotti longevi e per la produzione di carbone vegetale ricco di carbonio, che a sua volta trova impiego nell'agricoltura, nel giardinaggio e persino nei materiali edili. Grazie a tutte queste possibili opzioni, il carbonio presente negli alberi può essere tenuto in maniera durevole al di fuori dell'atmosfera. Attraverso la combustione dei prodotti derivati dal legno e dei rifiuti vegetali per la generazione di energia con cattura del CO₂ (in inglese «*bioenergy carbon capture and storage*», BECCS), o mediante l'utilizzo di specifiche tecniche di combustione (pirolisi per la produzione di carbone vegetale), in futuro tali prodotti e rifiuti potrebbero essere sfruttati per scopi energetici anche alla fine del loro ciclo di vita, senza che il CO₂ sia nuovamente rilasciato nell'atmosfera.

Nei settori bosco, suolo e carbone vegetale, oltre alle applicazioni in corso, si sta attualmente indagando mediante studi a lungo termine il potenziale di tali approcci per la rimozione del CO₂ nel lungo periodo. Inoltre, oltre ai progetti pilota, esistono già i primi impianti operativi per la cattura diretta dell'aria (dall'aria?), per la cattura di CO₂ dalle emissioni di biogas e dal trattamento delle acque reflue e per lo stoccaggio di CO₂ nel cemento da demolizione. La cattura della CO₂ dai fumi degli impianti di incenerimento dei rifiuti e dei cementifici potrebbe essere il prossimo grande passo (stato 2023). In Svizzera mancano però attualmente capacità di stoccaggio per il CO₂ ottenuto con questi approcci, in quanto il calcestruzzo riciclato presenta un potenziale limitato e non sono ancora disponibili siti di stoccaggio nazionali nel sottosuolo. Occorre esaminare il potenziale per lo stoccaggio geologico del CO₂ in Svizzera (cfr. le domande 12 e 13).

Ulteriori informazioni ed esempi di rimozione e sequestro di CO₂ in Svizzera troverete nella nostra [brochure informativa](#), sul [sito web dell'UFAM](#) e nel dossier sulle [emissioni negative di CO₂](#) della rivista dell'UFAM ["l'ambiente" 2022 | 2](#). Sul tema del carbone vegetale, l'Ufficio federale dell'ambiente UFAM e l'Ufficio federale dell'agricoltura UFAG, nonché il Cercle Sol dei Cantoni, hanno pubblicato la scheda informativa ["Il carbone vegetale nell'agricoltura svizzera - Rischi e opportunità per il suolo e il clima"](#) nel gennaio 2023.

11) In che modo viene trasportato e immagazzinato il CO₂?

Il CO₂ può essere trasportato in container e condotte. Lo stoccaggio avviene nel sottosuolo o in prodotti e materiali edili longevi e ricchi di carbonio. Il carbonio può inoltre essere temporaneamente catturato in boschi e suoli. Il CO₂ rimosso dall'aria può essere immagazzinato geologicamente in idonei strati rocciosi. È questo il caso degli strati sotterranei di basalto nei quali viene pompato il CO₂ disciolto nell'acqua, dando così vita al calcare. Altri

possibili siti di stoccaggio geologico sono per esempio i serbatoi svuotati di gas naturale o gli strati rocciosi profondi permeati da acqua salata (i cosiddetti acquiferi salini). Al momento, per il sequestro di CO₂ in Svizzera entrano in linea di conto solo gli acquiferi salini.

Se la fonte e il sito di stoccaggio sono distanti fra loro, il CO₂ deve essere trasportato per molti chilometri. A tal fine viene liquefatto e trasportato in container su autocarri, treni o battelli. Tali trasporti sono effettuati già oggi, in piccole quantità, per l'industria chimica e quella alimentare. In un'ottica di lungo periodo, per trasportare grandi quantità di CO₂ ottimizzando i costi e limitare il più possibile le emissioni di CO₂ legate al trasporto, serviranno condotte e battelli cisterna. Questi potrebbero per esempio trasportare il CO₂ da IIRU, impianti per la produzione di biogas, cementifici o impianti di depurazione delle acque di scarico in Svizzera a siti di stoccaggio geologico all'estero (p. es. in Islanda o nel Mare del Nord). Nell'ambito del progetto di ricerca e dimostrazione [DemoUpCARMA](#) sono stati testati con successo l'utilizzo e lo stoccaggio permanente di CO₂ in calcestruzzo nuovo e riciclato, nonché il trasporto di CO₂ all'estero e lo stoccaggio permanente in un giacimento geologico. Maggiori informazioni sono disponibili nelle [FAQ](#) di DemoUpCARMA.

Altri metodi puntano sul sequestro durevole del carbonio nei boschi e nelle superfici agricole, obiettivo che può essere raggiunto mediante una corrispondente gestione del suolo e l'apporto di carbone vegetale. Nel caso della degradazione accelerata, per esempio della polvere di roccia, il CO₂ reagisce chimicamente con la roccia e viene così disciolto.

12) Il CO₂ viene immagazzinato geologicamente in Svizzera?

Attualmente il CO₂ non viene ancora immagazzinato nel sottosuolo svizzero. La ricerca si sta adoperando per stimare il potenziale di stoccaggio del CO₂ in Svizzera. Secondo le stime dell'Ufficio federale dell'energia (UFE), siti di stoccaggio geologico del CO₂ in Svizzera potrebbero essere pronti solo tra 15-20 anni (stato: 2022), ma sperimentazioni pilota iniziali potrebbero avere luogo già prima. Nelle [Prospettive energetiche 2050+](#) della Confederazione si ipotizza un possibile stoccaggio geologico a partire dal 2040, che potrebbe essere ampliato a 3 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno entro il 2050. Tuttavia si tratta solo di uno scenario, in quanto finora il sottosuolo svizzero è stato indagato in misura insufficiente per poter formulare affermazioni più precise. Dal punto di vista geologico potrebbero essere idonee allo stoccaggio di CO₂, tra l'altro, parti del bacino molassico tra Olten e Sciaffusa nonché la regione di Yverdon-Morges-Nyon. Un programma nazionale di esplorazione del suolo per l'individuazione di serbatoi geologici di CO₂ è stato approvato dal Parlamento nel 2021 sulla base della [mozione 20.4063](#). Un primo rapporto sarà disponibile entro il 2023. A causa delle capacità di stoccaggio finora mancanti ed eventualmente limitate della Svizzera, vengono indagati anche il trasporto del CO₂ catturato in Svizzera verso siti di stoccaggio all'estero, così come l'impiego del filtraggio meccanico dell'aria per la rimozione e il sequestro di CO₂ (in inglese «*direct air carbon capture and storage*», DACCS) all'estero (cfr. [«l'ambiente» 2022 | 2](#)).

13) Per quanto tempo deve essere garantito il sequestro di CO₂?

A partire dal momento in cui il CO₂ immagazzinato viene nuovamente rilasciato nell'atmosfera, esso contribuisce al riscaldamento globale come se non fosse mai stato rimosso. Per tale ragione, la permanenza del sequestro di CO₂ è un aspetto fondamentale ai fini del contributo a lungo termine alla protezione del clima. Al riguardo sussistono notevoli incertezze e differenze tra i diversi approcci, a seconda della forma in cui viene immagazzinato il carbonio. La biomassa come alberi, legno o carbone può bruciare o essere biodegradata, mentre il CO₂ può fuoriuscire se il sito di stoccaggio non è più ermetico. La fissazione della permanenza a 100, 1000 o più anni affinché si possa parlare di emissioni negative è un tema controverso che dipende dal ruolo previsto del metodo nella rispettiva strategia climatica a lungo termine. In teoria, anche i serbatoi di stoccaggio a breve termine potrebbero rappresentare una soluzione transitoria utile per contenere il riscaldamento globale nei prossimi decenni, purché siano sostituiti in un secondo momento da metodi di stoccaggio a lungo termine. Una simile logica, in cui la responsabilità viene scaricata sulle generazioni future, comporta tuttavia considerevoli rischi morali e politici.

La permanenza dei singoli approcci è già adeguatamente dimostrata. Se per esempio il carbonio viene immagazzinato nel sottosuolo sotto forma di calcare, si può prevedere una durata del sequestro superiore a 1000 anni ([IPCC, 2022](#)). Per altri metodi, la permanenza dello stoccaggio di CO₂ per diversi secoli o decenni non è ancora stata comprovata: da un lato, mancano studi a lungo termine (p. es. per il carbone vegetale) e, dall'altro, la permanenza dipende in parte anche dalle condizioni ambientali, per esempio nel caso del sequestro di CO₂ nei boschi e in prodotti longevi come i materiali edili. Per la certificazione dei boschi come pozzi di carbonio, il «[Forest Protocol](#)» della Climate Action Reserve presuppone per esempio una permanenza di 100 anni. Viste le incertezze esistenti, la sorveglianza dei siti di stoccaggio e la tracciabilità dei prodotti rivestono grande rilevanza. Sarebbe ipotizzabile anche un'assicurazione contro la fuoriuscita di CO₂; un tale modello commerciale comporta tuttavia notevoli incertezze per le compagnie assicurative.

14) Perché non basta piantare più alberi?

I boschi svolgono un ruolo importante, e non solo per la protezione del clima. Non possono però salvare il clima da soli. Inoltre sono anch'essi minacciati dal riscaldamento globale. In linea di principio tutte le piante, crescendo, immagazzinano CO₂ dall'atmosfera attraverso la fotosintesi. Gli approcci per la rimozione del CO₂ basati sulla biomassa beneficiano di tale processo. L'approccio più evidente consiste nel piantare alberi. Tale strategia presenta però alcune insidie. Gli alberi crescono lentamente e rilasciano nuovamente il CO₂ immagazzinato non appena il legno si decompone naturalmente o viene bruciato. Il cambiamento climatico minaccia inoltre i progetti di rimboschimento a causa della canicola, della siccità e del pericolo di incendi boschivi. I popolamenti esistenti in tutto il mondo e in Svizzera sono già minacciati, sicché anche il solo mantenimento dei pozzi di assorbimento rappresenta una sfida. Proprio alla luce di tutto questo, è però ancora più importante preservare gli ecosistemi e gestire i boschi di produzione in modo sostenibile. La capacità di stoccaggio attuale stimata dei boschi

svizzeri si attesta a 2,5 milioni di tonnellate di CO₂ all'anno ([«l'ambiente» 2022|2](#)), con un limitato potenziale di espansione in quanto ormai le superfici disponibili scarseggiano e i boschi esistenti immagazzinano già molto più CO₂ delle superfici rimboschite. La capacità di assorbimento del settore svizzero del legno può tuttavia essere aumentata in una certa misura mediante una gestione ottimizzata del bosco e l'utilizzazione del legno in prodotti longevi ed edifici, come anche per la produzione di carbone vegetale ed energia. Maggiori informazioni sono disponibili nell'articolo ["Wie der Schweizer Wald dem Klimawandel entgegenwirken kann"](#) di Esther Thuerig del 2022.

15) Quanto costano la rimozione e il sequestro di CO₂ oggi e in futuro?

Molti dei metodi oggi in discussione per la rimozione e il sequestro di CO₂ sono ancora molto costosi; in futuro, però, gli effetti di scala e l'innovazione potrebbero ridurre i costi. Stime dettagliate del potenziale e dei costi per la Svizzera sono fornite, da un lato, da uno studio condotto da TA Swiss nel 2023 e, dall'altro, da uno studio condotto dal Politecnico di Zurigo per conto dell'UFAM nel 2022. In teoria, alcuni approcci possono essere realizzati in modo economicamente conveniente. Spesso, però, nel prezzo non è inclusa la garanzia di uno stoccaggio durevole. Per esempio, non è sufficiente piantare gli alberi, ma bisogna anche sorvegliarli, proteggerli e curarli se si vuole garantire uno stoccaggio a lungo termine del carbonio. Le stime dei costi legati a una migliore permanenza oscillano tra circa 200 e oltre 1000 franchi per tonnellata di CO₂ rimosso. All'estremità più conveniente dello spettro si collocano tecnologie come il carbone vegetale, la gestione del suolo e dei boschi, la degradazione accelerata delle rocce e il calcestruzzo riciclato. Più costose risultano invece tecnologie quali il filtraggio meccanico del CO₂ dall'atmosfera in combinazione con lo stoccaggio geologico. La rimozione del CO₂ dall'atmosfera in un futuro prossimo è estremamente dispendiosa in termini di costi, anche a confronto con altre misure di protezione del clima, come indica il [rapporto di valutazione dell'IPCC dell'aprile 2022](#). Spesso, quindi, evitare le emissioni è più conveniente che rimuovere il CO₂ dall'atmosfera. Per tale ragione la rimozione e il sequestro di CO₂ dovrebbero essere utilizzati soprattutto per compensare le emissioni difficilmente evitabili. Inoltre, sono in corso sforzi molto promettenti per rendere le emissioni negative meno onerose o per integrarle nelle catene del valore aggiunto. Ne sono un esempio la cattura del CO₂ da IIRU, impianti di depurazione e impianti per la produzione di biogas, l'utilizzo del carbone vegetale in agricoltura o la degradazione accelerata del calcestruzzo riciclato.

16) In che modo la rimozione e il sequestro di CO₂ possono essere finanziati nel rispetto del principio di causalità?

Un finanziamento della rimozione e del sequestro di CO₂ conforme al principio di causalità significa che i costi sono sostenuti direttamente o indirettamente dai responsabili delle emissioni di gas serra da compensare. A tal fine sono ipotizzabili diversi meccanismi, come per esempio un finanziamento statale diretto mediante la tassa sul CO₂, un obbligo previsto per legge di compensare le emissioni attraverso la rimozione del CO₂ o anche pagamenti compensativi volontari, equiparabili alle compensazioni del CO₂.

In Svizzera si ricorre attualmente a diversi meccanismi, sebbene ancora solo in misura limitata. Da un lato, gli impianti pilota per la rimozione di CO₂ ricevono sovvenzioni statali e dal 2022 anche gli effetti di pozzo di carbonio e i progetti di stoccaggio del CO₂ fossile o di processo (CCS fossile) possono essere computati agli importatori di carburanti nell'ambito del loro obbligo di compensazione del CO₂, il che può aumentare il finanziamento della rimozione e del sequestro di CO₂ ([maggiori informazioni sugli strumenti di compensazione](#)). Dall'altro, nel mercato volontario sussiste la possibilità di sostenere progetti relativi ai cosiddetti pozzi di carbonio, che puntano alla rimozione e al sequestro di CO₂ su diverse scale temporali.

Imprese internazionali in tutto il mondo stanno dando impulsi importanti sotto forma di investimenti e annunci di acquisto dell'ordine di miliardi per la rimozione e il sequestro di CO₂, che dovranno servire da finanziamento di partenza per mettere in moto il mercato, come per esempio l'iniziativa [NextGen](#) e il [Frontier Fund](#). Al momento non è ancora chiaro quali modelli di finanziamento avranno un ruolo in Svizzera nel medio e lungo termine (stato: luglio 2022).

17) Che cosa stabiliscono le leggi e le ordinanze riguardo alla rimozione e al sequestro di CO₂ in Svizzera?

La rimozione e il sequestro di CO₂ sono un tema molto attuale nella politica svizzera, ma la legislazione in materia è ancora agli inizi. La legge sul CO₂ e la relativa ordinanza vengono costantemente rielaborate. Sono in corso numerose mozioni e interventi parlamentari relativi alla rimozione del CO₂. Nei testi di legge attualmente vigenti, tali processi non sono ancora disciplinati in maniera completa; le prime regolamentazioni in materia sono contenute nella revisione dell'[ordinanza sul CO₂](#) del maggio 2022. Con la proroga delle misure previste dalla legge sul CO₂, tutti gli effetti di pozzo di carbonio in Svizzera e all'estero sono anche considerate misure di compensazione (stato: luglio 2022). Le modifiche pianificate a livello di legge e di ordinanza, così come le misure perseguite per i prossimi anni, sono riportate nella [Roadmap della Confederazione per il CCS e le NET](#).

La [Legge federale](#) sugli obiettivi in materia di protezione del clima, innovazione e rafforzamento della sicurezza energetica (LOCli), che è stata approvata dall'elettorato svizzero nel giugno 2023, prevede una Svizzera clima-neutrale entro il 2050. Per raggiungere questo obiettivo, le emissioni di gas serra devono essere ridotte il più possibile. L'effetto delle restanti emissioni di gas serra deve essere compensato con la rimozione e sequestro di CO₂ in Svizzera e all'estero. La forma esatta di questo intervento non è ancora stata stabilita (Stato Luglio 2023).

Il KIG è importante per il settore della cattura del carbonio. (1) Fissa gli obiettivi, (2) crea la domanda e (3) promuove l'innovazione nella rimozione del CO₂. (1) Il CDR è destinato a compensare le emissioni rimanenti dopo la riduzione delle emissioni e si prevede che la Svizzera sarà addirittura negativa dopo il 2050. A tal fine, il Consiglio federale può stabilire valori guida per l'applicazione del CDR. (2) La KIG crea una domanda di rimozione dell'anidride carbonica imponendo a tutte le aziende di avere emissioni nette pari a zero al più tardi entro il 2050. L'amministrazione pubblica assume un ruolo esemplare, in quanto la Confederazione e i

Cantoni devono aver già raggiunto lo zero netto entro il 2040. (3) Inoltre, la Confederazione deve promuovere nuove tecnologie e processi con 1,2 miliardi di franchi entro il 2030. La proposta copre anche i rischi e gli investimenti nelle infrastrutture pubbliche, ad esempio gli impianti di stoccaggio della CO₂ e le condutture. Tuttavia, è importante notare che la KIG è una "legge quadro" e contiene poche misure. Queste saranno introdotte con la revisione della legge sulla CO₂. La Legge sul clima e l'innovazione e la relativa ordinanza entreranno in vigore il 1° gennaio 2025.

Sul nostro [blog](#), si trova una valutazione dell'importanza della legge sui cambiamenti climatici (CCA) per la cattura e lo stoccaggio di CO₂, nonché una sintesi della tabella di marcia del governo federale in materia di CCS & NET. Ulteriori dettagli sul KIG sono disponibili anche sulla [pagina dell'Ufficio federale dell'ambiente UFAM](#).

18) Cosa avviene con gli altri gas serra come il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O)?

Gli approcci attualmente discussi e sperimentati in Svizzera sono tutti volti alla rimozione del CO₂. Secondo l'[IPCC](#), il metano già emesso dall'attività umana in ogni parte del mondo contribuisce al riscaldamento globale nella misura di circa 0,5 gradi. Questo gas proviene principalmente dall'agricoltura, dalle discariche e dall'estrazione dei combustibili fossili. La riduzione delle emissioni di gas serra come il metano e il protossido di azoto rappresenta dunque un mezzo importante e altamente efficace nel breve periodo per rispettare gli obiettivi di temperatura. Maggiori informazioni sui gas serra di breve durata come il metano e sul concetto di CO₂ equivalenti si trovano nel rapporto [«Klimawirkung und CO₂-Äquivalent-Emissionen von kurzlebigen Substanzen» \(ProClim, 2022\)](#).

Anche la rimozione del metano e del protossido di azoto dall'atmosfera potrà contribuire in futuro alla protezione del clima. Sono attualmente in corso di studio tecnologie corrispondenti, che si trovano però ancora in una fase di sviluppo iniziale. Una panoramica dei metodi per rimuovere e prevenire le emissioni di metano, unitamente a una stima iniziale dei costi, si trova in una pubblicazione scientifica dal titolo [«Perspectives on removal of atmospheric methane» \(Ming et al., 2022\)](#).

Glossario

Atmosfera: l'atmosfera è un involucro d'aria, formato da CO₂ e da altri gas, che circonda la Terra. Attraverso la sua composizione, l'atmosfera regola la temperatura sulla superficie terrestre, da un lato riflettendo nello spazio una parte dei raggi solari (p. es. attraverso le nuvole) e dall'altro intercettando una parte della radiazione termica della Terra e impedendole così di disperdersi nello spazio (effetto serra).

Biomassa: la biomassa è il materiale ottenuto dalle piante e dai resti di animali ed è un vettore energetico naturale. Può quindi essere utilizzata come combustibile per generare la cosiddetta bioenergia. Esempi di biomassa sono il legno o il letame.

Concentrazione di CO₂ nell'atmosfera: le emissioni generate dall'attività umana, come per esempio i gas di scarico di una fabbrica o di un veicolo, raggiungono l'atmosfera e ne modificano la composizione e quindi il bilancio radiativo. Vale il principio per cui quanto più CO₂ è presente nell'atmosfera, tanto meno calore può essere disperso nello spazio. Ciò significa che aumentando il tenore di CO₂ nell'atmosfera aumenta anche la temperatura media della Terra.

CO₂ equivalente: l'unità di misura CO₂ equivalente descrive l'effetto dei gas serra sul cambiamento climatico. Non tutti i gas serra incidono sul clima allo stesso modo. Per esempio, una tonnellata di metano ha un impatto maggiore sul riscaldamento globale rispetto a una tonnellata di CO₂. Per questo motivo, gli altri gas serra sono convertiti in quote corrispondenti di CO₂ e sommati al quantitativo di CO₂ al fine di ottenere un bilancio complessivo. In tal modo l'effetto sul clima di una miscela composta da gas serra diversi può essere espresso con un unico valore.

Limite di 1,5 gradi: il limite di 1,5 gradi descrive l'obiettivo di limitare il riscaldamento globale entro il 2100 a un aumento di 1,5 gradi rispetto al 1850 (secondo l'Accordo di Parigi del 2015). Se tale obiettivo non verrà raggiunto, le conseguenze potrebbero essere un massiccio aumento degli eventi estremi causati da fenomeni climatici e meteorologici, nonché il raggiungimento di punti di non ritorno nel sistema climatico.

Pozzi di carbonio: per pozzi di carbonio (anche pozzi di diossido di carbonio o pozzi di CO₂) si intendono i processi e i sistemi naturali che assorbono più CO₂ di quanto ne rilasciano, immagazzinandolo così in maniera temporanea o permanente. La concentrazione di CO₂ nei pozzi di carbonio è dunque dinamica e modificabile. Esempi di pozzi di carbonio sono i suoli naturali, i boschi e i mari. Se la concentrazione di CO₂ rimane costante, si parla di serbatoi di carbonio.