



Negli ultimi 200 anni, involontariamente, gli esseri umani hanno gravemente alterato gli equilibri globali dei nostri ecosistemi, immettendo in atmosfera quantità incontrollate di gas serra. Gli esseri umani hanno anche sviluppato le tecnologie sia per ridurre drasticamente le emissioni di gas serra, sia per rimuovere dall'atmosfera il principale di questi gas, la CO₂, attraverso una combinazione di soluzioni naturali e tecnologiche. In sostanza, l'umanità deve ricorrere alla rimozione della CO₂ in aggiunta alle massime riduzioni delle emissioni di gas serra mediante misure convenzionali di mitigazione, per raggiungere dapprima emissioni nette di gas serra pari a zero, e quindi un ammontare netto negativo delle emissioni stesse.

Il raggiungimento di questo obiettivo richiederà enormi sforzi finanziari e una sostanziale collaborazione tra gruppi di persone che solitamente non lavorano insieme: esperti di tecnologie, operatori finanziari e autorità di governo. Oltre all'aumento e all'accelerazione delle ambizioni, è altrettanto necessaria l'umiltà. Il compito richiede numerosi e rilevanti risultati in ambiti che normalmente molti scienziati e ingegneri comprendono solo approssimativamente (ad esempio, la predisposizione di strumenti legislativi e normativi, l'effettiva applicazione delle norme e l'incentivazione delle iniziative di project financing).

La mappa non è il territorio (Alfred Korzybski)

RIMOZIONE TECNOLOGICA DELLA CO₂, RIPRISTINO CLIMATICO E UMILTÀ

S. Julio Friedmann

Center on Global Energy Policy, School for International and Public Affairs, Columbia University, New York, NY, Stati Uniti.

Siamo arrivati a un momento allarmante nella storia dell'umanità. Negli ultimi 200 anni, involontariamente, gli esseri umani hanno gravemente alterato il nostro ecosistema globale a causa delle emissioni incontrollate di gas serra, ciò che Roger Revelle e Hans Suess hanno definito un imponente esperimento geofisico non pianificato (Revelle e Suess, 1957).

In modo forse ancora più audace, negli ultimi 10 anni abbiamo sviluppato soluzioni sia per fermare l'esperimento, sia per annullarne gli effetti.

Per la precisione, abbiamo sviluppato abbastanza tecnologie e imparato abbastanza attraverso la ricerca scientifica per rimuovere i gas dall'atmosfera e dagli oceani, tecniche note come CDR, carbon dioxide removal, ovvero rimozione di biossido di

carbonio (National Academies of Science Engineering and Medicine, 2018). Gli approcci tecnologici alla CDR comprendono la rimozione della CO₂ direttamente dall'aria (Ishimoto et al., 2017; Sandalow et al., 2018), l'erosione accelerata delle rocce (Schuiling e Krijgsman, 2006) e il sequestro e stoccaggio del carbonio rilasciato dalla produzione di energia da biomasse (BECCS, bioenergy plus carbon capture and storage, Sanchez et al., 2018; Vaughan et al., 2018). Infine, per rimuovere dall'atmosfera e dagli oceani la quantità di carbonio correlata alla combustione, occorre effettuare una rimozione della CO₂ che si aggiunga alla massima riduzione delle emissioni di gas serra ottenibile mediante le tecnologie convenzionali di mitigazione del cambiamento climatico, come l'ap-

plicazione di misure riguardanti l'efficienza e il risparmio energetico, o l'utilizzo di fonti energetiche a emissioni di carbonio quasi nulle come solare, eolico o nucleare (Smith e Friedmann, 2017). Insieme, la mitigazione tradizionale e la CDR possono portare ad azzerare le emissioni nette di gas serra e, successivamente, a un totale netto negativo di emissioni. Per ottenere questo obiettivo occorreranno sia approcci basati su processi naturali come il ripristino degli ecosistemi e la riforestazione di grandi aree (Griscom et al., 2017), sia l'impiego di soluzioni basate su processi tecnologici che hanno il vantaggio di permettere drammatici miglioramenti nei tassi di rimozione rispetto ai sistemi naturali e con ingombri e occupazione di suolo più contenuti – due cose di grande valore in un sistema non illimitato come il pianeta.

Recenti studi hanno sottolineato sia la grande dimensione del compito, sia la rapidità necessaria per arrivare a una rimozione del carbonio e a emissioni negative (Fuss et al., 2014). Le stime per il tasso di CDR necessario vanno da 10 a 20 Gt/anno entro la fine del secolo, a molte gigatonnellate entro la metà del secolo (Gasser et al., 2015; Fuss et al., 2018). Il “Rapporto 1,5°” dell'IPCC (IPCC, 2018) propone una rimozione globale cumulata di CO₂ entro la fine del secolo in un ampio intervallo, compreso tra 100 e 1.000 Gt, in aggiunta alla completa mitigazione delle emissioni di tutti i settori economici per raggiungere una riduzione dell'85% delle emissioni entro il 2050, un quantitativo considerevolmente superiore alle attuali emissioni di tutto il settore della produzione di energia.

Raggiungere questo obiettivo richiederà enormi somme di denaro e una sostanziale collaborazione tra esperti che normalmente non lavorano insieme, ad esempio tecnologi, operatori finanziari e autorità di governo, ognuno dei quali vede il proprio ruolo e la propria missione in maniera settoriale e diversa. È necessario che le comunità scientifiche, ambientaliste e politiche evitino atteggiamenti di sufficienza o di altezzosa indifferenza, considerato il livello di difficoltà, i costi e la loro influenza sulle grandi sfide in cui l'umanità è impegnata. Due atteggiamenti sono dunque necessari simultaneamente: ambizione e umiltà.

La dura aritmetica dei cambiamenti climatici pretende infatti un'ambizione senza precedenti e una reazione straordinaria, che richiede innovazione, ricerca e investimenti in molti nuovi campi della conoscenza (Carbon 180, 2018). Ma il compito trascende i meri tecnicismi, poiché richiede il rag-

giungimento di importanti traguardi in ambiti della conoscenza che ancora oggi molti scienziati e ingegneri comprendono solo approssimativamente. Nello specifico spiccano quattro ambiti: la definizione e l'implementazione di un quadro legislativo, la comprensione delle potenzialità di specifici mercati per prodotti e servizi, il project financing e l'accettazione sociale. Si tratta di dimensioni aggiuntive che dovrebbero suggerire umiltà e (idealmente) ulteriore ambizione, data la rilevanza del compito da affrontare.

I LIMITI DELLA MAGIA

Nel suo libro “Il mago e il profeta”, Mann (2018) descrive due approcci alla sfida del ripristino dell'equilibrio tra uomo e natura, e due individui che impersonano i due approcci. I maghi sono innovatori (come Norm Borlaug, l'inventore del grano nano), e inclini alle soluzioni tecnologiche. I profeti sono conservatori (come William Vogt, fondatore dell'ambientalismo moderno) e sono inclini alle soluzioni sociali (per esempio alle legislazioni che indirizzano i comportamenti individuali).

Mann sostiene che “maghi e profeti” sono rappresentativi di due approcci differenti, categorizzabili come “clan”, gruppi sociali solitamente con visioni del mondo e scale di valori molto diverse. Comprendere il quadro dei valori di riferimento dei due gruppi è essenziale per riconoscere la difficoltà del compito di un ripristino climatico e dell'uso estensivo della CDR. Ognuno dei due “clan”, maghi e profeti, pensa di avere ragione, crede nei fatti che supportano la propria tesi, e ritiene che l'altro clan sia ingenuo, dissennato, e incauto. Nonostante possano avere obiettivi comuni, a volte maghi e profeti dissentono profondamente sui metodi e considerano con disprezzo l'altro clan.

Il successo però richiederà misure straordinarie, alle quali dovranno collaborare entrambi i clan. L'entità della rimozione di CO₂ su vasta scala e lo sforzo per conseguire il ripristino climatico sono infatti spaventosi.

- *Zero netto di emissioni entro il 2050*: Un risultato assodato condiviso da molti gruppi di ricerca che sviluppano modelli di valutazione integrati è che una traiettoria per la stabilizzazione climatica con un incremento massimo di 2° C richieda di conseguire lo zero netto di emissioni entro la metà del secolo. Raggiungere un risultato così straordinario e senza precedenti richiederà un completo riassetto dei riferi-

menti finanziari ed economici dell'industria energetica e dell'industria pesante, nonché miglioramenti radicali nei sistemi di trasporto e nell'efficienza energetica per gli utilizzatori finali, con un immenso dispiegamento di capitali (IEA, 2018). Sfortunatamente il lungo tempo di permanenza della CO₂ in atmosfera e l'aumento graduale della temperatura degli oceani rende questo risultato insufficiente per evitare i peggiori impatti dei cambiamenti climatici (IPCC, 2018).

- *Un trilione di tonnellate*: Il "Rapporto 1,5° C", cui si è accennato in precedenza, stima che per stabilizzare le temperature globali a questo obiettivo entro la fine del secolo dovrà essere rimossa dall'atmosfera e dagli oceani una quantità di CO₂ compresa tra 100 e 1.000 miliardi di tonnellate (Gt). I serbatoi di assorbimento naturale esistenti non hanno un volume o un tasso di assorbimento tali da conseguire questo risultato senza un contestuale incremento di CDR con mezzi tecnologici (Smith et al., 2016; National Academies of Science Engineering and Medicine, 2018).
- *Ripristino del clima*: Nell'Enciclica *Laudato si*, Papa Francesco (2015) sostiene che la responsabilità morale della gestione climatica si estende oltre l'abbattimento delle emissioni e la mitigazione. Per ridurre la sofferenza umana e minimizzare i danni all'ecosistema globale, l'umanità deve tentare di ripristinare il clima il più possibile, il che richiede l'applicazione sia di capacità tecniche che di sensibilità morale – un'argomentazione a favore della CDR accelerata mediante sistemi tecnologici. In altre parole, la definizione di "ripristino del clima" può far riferimento a diverse condizioni, quali, per esempio, un semplice ritorno ai livelli preindustriali di CO₂ in atmosfera, oppure la ricostruzione dell'albedo superficiale o il ripristino del livello del mare mediante la ricostituzione dei volumi dei ghiacci continentali. Persino in questo caso, si perderanno o saranno irrimediabilmente danneggiati alcuni ecosistemi e alcune specie, il che renderà prepotentemente necessaria e urgente una risposta alla questione di quale stato di ripristino sia sufficiente o necessario.
- *Ogni fallimento impone più CDR per avere successo*: Attualmente, l'economia globale non sta seguendo una traiettoria che conduca al raggiungimento degli obiettivi sopra descritti. Se la mitigazione venisse rallentata per qualsiasi motivo (per esempio la complessità tecnica o la

mancanza di investimenti), o se gli impatti climatici accelerassero e innescassero un'ulteriore accelerazione all'incremento della temperatura (per esempio un rapido collasso dei ghiacci polari che riducesse l'albedo o temperature elevate che farebbero aumentare drasticamente l'impatto degli incendi boschivi), le valutazioni quantitative dei modelli climatici indicano che sarebbe necessario incrementare gli interventi di CDR, in aggiunta all'enorme sforzo richiesto a scala globale. Ci sarebbe anche da porsi la domanda sul ruolo potenziale della gestione della radiazione solare e della sua potenziale relazione e interazione con la CDR – un argomento non discusso in questa sede.

Il successo tecnico è necessario, ma insufficiente per raggiungere la stabilizzazione del clima globale. Innanzitutto, il successo tecnico (mediante investimenti governativi, di imprese private o filantropici) diminuirebbe lo sforzo finanziario e faciliterebbe l'attuazione delle politiche, dal momento che il peso dei costi per la comunità e il livello di alterazione dell'esistente verrebbero ridotti. La sola riduzione dei costi, però, non potrà bastare per liberare risorse necessarie per l'attuazione della CDR. Rimuovere la CO₂ dall'aria e dagli oceani su una scala di molte Gt richiede la creazione di nuovi mercati, trilioni di dollari di investimenti e una mobilitazione globale (Smith e Friedmann, 2017; Sandalow et al., 2018). Interventi a livello politico, di mercato e una accettazione sociale diffusa di tali sforzi sono componenti indispensabili per raggiungere una stabilizzazione che utilizzi anche tecnologie CDR.

LO SPAZIO IN CUI SI REALIZZA

Oggi il supporto politico per gli approcci che impiegano le tecnologie CDR è sorprendentemente solido ed evoluto. Gli Stati Uniti vantano il maggior supporto grazie all'approvazione nel 2018 del *FUTURE Act*, che ha ampliato ed emendato una piccola detrazione fiscale esistente per il sequestro e lo stoccaggio della CO₂. Gli emendamenti, tra le altre modifiche, hanno incluso esplicitamente la rimozione diretta dall'atmosfera (Energy Futures Initiative, 2018). Questa politica è stata la prima a dare un valore approvato da un governo alla CO₂ rimossa dall'aria sotto forma di detrazione fiscale trasferibile. Inoltre, lo Stato della California possiede un meccanismo separato nella forma del *Low Carbon Fuel Standard*, convertito in legge nel

2006, emendato poi nel 2018 per includere due disposizioni relative alla rimozione diretta dall'aria (California Air Resource Board, 2018). La prima ha stabilito che i carburanti sintetici prodotti con CO₂ estratta dall'aria potevano essere riconosciuti come carburanti innovativi al fine dell'ottenimento di crediti di carbonio (in senso stretto non si tratta di CDR). La seconda ha permesso a qualsiasi impianto che estrae CO₂ dall'aria e la immagazzina in modo permanente *in qualsiasi parte del mondo* di avere diritto a crediti di carbonio. Queste politiche hanno creato negli Stati Uniti nuovi mercati in rapida espansione per la CDR.

Le politiche di mercato possono essere e sono già state rafforzate da un ulteriore supporto politico. Per esempio, i governi di Gran Bretagna e Giappone hanno creato un programma specifico di ricerca e sviluppo per sostenere lo sviluppo di tecnologie di CDR. Negli Stati Uniti diversi governi statali stanno prendendo in considerazione la creazione di legislazioni "buy clean", che danno alle agenzie governative l'obbligo o la facoltà di acquistare prodotti a basso contenuto di carbonio (definiti mediante l'analisi del ciclo di vita). Alcune normative proposte richiedono esplicitamente agli stati di comprare una percentuale di carburanti o materiali prodotti con CO₂ rimossa dall'aria. Se diventassero obblighi di legge, la domanda creerebbe un mercato, stimolerebbe gli investimenti e fornirebbe nuovi incentivi a innovatori, investitori e imprenditori.

Nonostante i recenti progressi, la maggior parte delle nazioni non ha tuttavia messo in campo le iniziative politiche necessarie per sviluppare soluzioni tecnologiche per la CDR. Un punto critico fondamentale è l'assenza di un mercato adeguato per i servizi CDR, necessario per pagare i tecnici o le aziende che li assumono. Altre questioni basilari rimaste irrisolte nell'indefinitezza di questo mercato sono: chi sostiene i costi (per esempio contribuenti, utenti o consumatori) e come (per esempio: tramite appalti governativi diretti, sistemi di scambio, o tariffe di riacquisto su beni e servizi).

Significativamente, questa mancanza di indicazioni, la cui definizione spetterebbe all'ambito della politica, non è dovuta solitamente a una carenza di informazione, considerato che molti decisori politici hanno ricevuto informative su CCS, BECCS, CO₂U (riutilizzo di CO₂) e persino riguardo alla rimozione diretta dall'aria, e sono anche informati sulla loro fattibilità e sull'importanza dell'argomento. La mancanza di meccanismi politici riflette in gran parte un'incapacità di scienziati, inge-

gnieri e professionisti di inquadrare il supporto politico in un contesto che i politici possano usare. In generale il coinvolgimento è minimo, e la comunicazione è spesso sovraccarica di termini tecnici ed eccessivamente complessa. In alcuni casi, i fattori che gli scienziati e gli ingegneri ritengono vincenti politicamente (per esempio mostrare leadership, creare occupazione, mantenere la competitività) non sono di interesse per politiche specifiche o non si differenziano da richieste che arrivano da altri settori (lavoro, giustizia, sanità). La comunità degli innovatori e dei professionisti deve migliorare il modo con cui si confronta con i decisori politici se vuole creare, espandere o diffondere le soluzioni tecnologiche nei mercati.

I SOLDI DEGLI ALTRI

Coloro che vogliono utilizzare approcci basati sulle tecnologie CDR devono riconoscere che alla fine questo sarà realizzato attraverso meccanismi di mercato. È improbabile che i governi si facciano completamente carico dei costi mediante finanziamenti pubblici. Gli investitori privati e le aziende partecipate da pubblico e privati forniranno soluzioni a questi mercati in evoluzione, mettendosi in competizione per le quote di mercato. Il modello di business potrebbe essere simile a quello dei servizi forniti dalle aziende di gestione dei rifiuti e di controllo dell'inquinamento: attenendosi alle autorizzazioni e alle normative, le aziende potrebbero offrire servizi di CDR applicando specifiche tariffe.

Fortunatamente, il desiderio di "investimenti di impatto", intendendo con ciò strumenti di investimento che recano benefici sociali in generale e benefici ambientali nello specifico, è sostanzialmente aumentato negli ultimi anni (USSIF, 2018). Fondi pensionistici, fondi di investimento, hedge fund e investimenti filantropici hanno incrementato sostanzialmente la quantità di denaro destinata e hanno espanso la gamma di progetti considerati (Global Impact Investing Network, 2016). In generale, questi investitori cercano ancora ritorni significativi sugli investimenti a breve termine (3-5 anni) e alcuni investitori, come i fondi pensionistici, hanno responsabilità fiduciarie stabili e ben definite. Molti investitori richiedono ritorni cospicui (10-30%) per continuare a investire, e hanno a disposizione per l'investimento molte opzioni in competizione tra loro. In questo modo la maggior parte degli investimenti sono rimasti in campi come biomedicina, l'alta tecnologia o le infrastrutture convenzionali. Alcuni investimenti in energie pu-

lite sono stati indirizzati solo verso ambiti piuttosto sicuri (per esempio dividendi garantiti da investimenti in sistemi di produzione di energia rinnovabile), mentre altre opportunità come l'efficienza o l'energia geotermica hanno suscitato molto meno interesse (Reicher et al., 2017).

Per questi e altri motivi, nonostante l'interesse verso la CDR sia effettivamente aumentato e nonostante l'entusiasmo per gli investimenti di impatto, la sfida principale per la CDR rimane quella di ricevere grandi flussi di capitali. Il principale di questi motivi è stato discusso sopra, e cioè la mancanza di un mercato che valorizzi i servizi di CDR. Però un adeguato segnale di mercato o un prezzo di carbonio equivalente non sono necessariamente sufficienti. Le tecnologie e i mercati sono eterogenei e complessi, il che rende difficile per i potenziali investitori capire i potenziali rischi tecnici e di mercato. Superare queste sfide richiede pazienza e dedizione, e potrebbe richiedere un ulteriore supporto politico per stimolare investimenti su larga scala e un flusso di capitali nella CDR tecnologica.

A TUTTA FORZA

Neppure il supporto politico e investimenti consistenti garantiscono necessariamente l'impiego o la diffusione di una tecnologia. La rimozione su larga scala della CO₂ richiederà accettazione e supporto popolare, principalmente a causa della scala di realizzazione e dell'entità dei capitali richiesti. Le innovazioni, persino quelle che hanno drasticamente migliorato la qualità della vita delle persone, hanno dovuto fronteggiare una notevole opposizione nella popolazione e nei governi (Juma, 2017). Il caso della CDR è più complicato, dal momento che reca pochi benefici immediati e tangibili ai consumatori o ai cittadini. Così, l'accettazione e il diritto ad agire possono giocare un ruolo sproporzionato nel suo sviluppo.

La comunità scientifica della CDR ignora il problema dell'accettazione pubblica, a suo rischio. Per esempio, molti gruppi di ricerca stanno cercando metodi per aumentare l'assorbimento del suolo, la resa e la performance della BECCS, e la mineralizzazione mediante manipolazioni genetiche di consorzi microbici o specie vegetali. La reazione della popolazione agli OGM è stata decisamente varia (Lucht, 2015) e in alcuni casi ha condotto a divieti e a normative limitanti. Analogamente, la risposta pubblica agli esperimenti di fertilizzazione degli oceani e agli studi sulla gestione della ra-

diazione solare è stata forte e in gran parte negativa (Abate e Greenle, 2010; Cummins et al., 2017), complicando molto i futuri tentativi di impiego di questi approcci.

Un importante caso di accettazione sociale riguarda due progetti geologici di stoccaggio del carbonio in Olanda e in Germania: Barendrecht e Schwarze Pumpe. Questi due progetti, uno riguardante una raffineria di gas e l'altro un impianto industriale, avevano lo scopo di essere precursori dell'impiego su larga scala di CCS in Europa e di creare nuove tecnologie (per esempio i sistemi di combustione del carbone mediante ossigeno puro), fornire una leadership internazionale, mantenere posti di lavoro e creare prodotti verdi per l'esportazione. Entrambi erano focalizzati sullo stoccaggio della CO₂ in mare vicino alla riva, e questo è diventato il fulcro dell'opposizione locale. Lo scarso coinvolgimento del pubblico nel progetto di Barendrecht ha rafforzato l'opposizione, e alla fine il progetto è stato accantonato, portando a ulteriori pressioni politiche e al collasso finale anche del progetto Schwarze Pumpe (Lockwood, 2017).

Mentre ci sono molti casi in cui un coinvolgimento pubblico insufficiente ha portato al fallimento, ce ne sono altrettanti in cui il coinvolgimento pubblico è stato positivo e ha portato al successo dell'iniziativa (Forbes et al., 2010). In diversi settori e progetti, le lezioni apprese dall'esperienza sono diventate strategie per il coinvolgimento pubblico (Lockwood, 2017). In questi casi, osservatori tecnici neutrali (per esempio provenienti dalle università o da centri di ricerca governativi) hanno un ruolo fondamentale nel guadagnare la fiducia dei cittadini. Va osservato che il coinvolgimento precoce, l'ascolto e l'attenzione alle preoccupazioni dei cittadini, anche attuando processi per il coinvolgimento pubblico, si sono dimostrati componenti importanti per il successo delle iniziative.

Tutti gli approcci basati sulle tecnologie CDR sono fondamentalmente nuovi e portano a domande da parte di tutta la popolazione sui costi, sul valore pubblico potenziale, sui rischi e la sicurezza locale, e, infine, preoccupazioni di carattere etico. È importante coinvolgere in ambito pubblico figure diverse, come scienziati, professionisti e ingegneri con "due orecchie e una bocca" [cit. Epitteto: "Dio ci ha dato due orecchie e una bocca per ascoltare il doppio di quanto parliamo" *ndT*], in modo da affrontare al meglio le questioni sollevate nella discussione pubblica.

CONCLUSIONI: PERCHÉ FACCIAMO CIÒ CHE FACCIAMO

Nell'esaminare il lavoro che ci attende, è utile ricordare che il caso della CDR è estremamente urgente, fondato su dati scientifici incontrovertibili, ma che potrebbero apparire scoraggianti. Facciamo ciò che facciamo innanzitutto perché è necessario e perché diamo valore al nostro progresso, alla civiltà e a una prospettiva rassicurante per gli ecosistemi. Sono motivazioni che restano vere indipendentemente da quanto possa essere difficile il percorso o da quanto siano problematici gli aspetti sociali dell'impresa. Può essere sgradevole pensare che si debba "ripulire" il nostro spazio comune, ma in definitiva è necessario estendere questo approccio anche al ripristino del clima.

In questo contesto, è necessario in egual misura il coinvolgimento di politica, finanza, mercati e società civile. Il lavoro di riduzione e inversione delle emissioni di gas serra non è semplice come potrebbe essere lo sviluppo di un prodotto (un microchip più veloce o un nuovo scanner medicale), ma è assai più complesso, trattando un tema drammatico che non solo è globale, ma deve coinvolgere tutta la popolazione.

A questo scopo scienziati e ingegneri coinvolti nelle tecnologie CDR dovrebbero ascoltare attentamente i politici di tutte le parti per comprenderne le necessità e operare in modo coerente con il rapido dispiegamento delle tecnologie CDR. Questo richiede perseveranza, quanto realismo e capacità di posporre una soluzione ottimale a una realizzabile.

Dovranno studiare e arrivare a comprendere le necessità degli investitori e dei business leader. Questo richiederà fiducia e pazienza, e una certa dose di ascolto e silenzio.

Dovranno incontrarsi con soggetti pubblici coinvolti, sospettosi o contrari. Questo richiederà ge-

nerosità di tempo e di spirito, e una volontà di essere sempre positivi.

Dovranno migliorare le loro capacità nel comunicare con gli investitori, i decisori politici, i profani e i media. Riuscire in questo intento richiederà creatività e la volontà di provarci essendo anche disposti a sbagliare.

Poiché la sfida è sia immensa che urgente, è essenziale iniziare subito. Mentre potrebbero esserci opportunità per accelerare in qualche azione cruciale, è più probabile che la maggior parte del lavoro di coinvolgimento sarà lento e laborioso.

Alla fine, comunque, questo fa parte del lavoro necessario per avere successo, ed è richiesto alla nostra comunità. Abbiamo poche scelte – il lavoro è lavoro.

RINGRAZIAMENTI

Grazie a Jennifer Wilcox per avermi incoraggiato a scrivere questo articolo e per la sua assistenza. Grazie a Matt Robinson del CGEP che ha prestato assistenza nell'elaborazione e preparazione di questa visione. Ringraziamo Piera Patrizio e Matt Lucas per le loro revisioni.

L'articolo è la traduzione italiana di "Engineered CO₂ Removal, Climate Restoration and Humility", originariamente pubblicata su *Frontiers in Climate* (26 luglio 2019, vol.1, art. 3), pubblicata con il permesso dell'autore, S. Julio Friedmann. Traduzione di Erminio Cella, Stefano Caserini, Roberto Canziani e Mario Grosso.

This is Italian translation of "Engineered CO₂ Removal, Climate Restoration, and Humility", originally published in Frontiers in Climate (26 July 2019, vol. 1, art. 3). Erminio Cella, Stefano Caserini, Roberto Canziani e Mario Grosso prepared this translation. Permission was granted by S. Julio Friedmann.



Foto di enriquelopezgarre da Pixabay