



Raffreddiamo LA TERRA

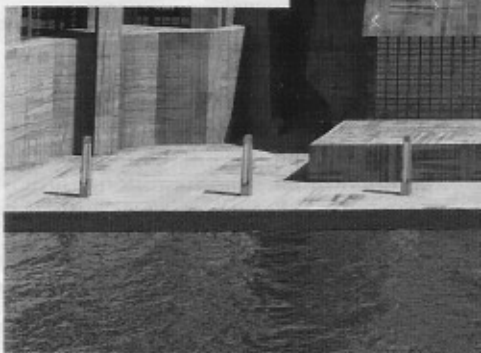
Dai gas sparati nell'atmosfera agli specchi orbitanti, gli scienziati studiano progetti per ridurre la temperatura. E la grande sfida della geoingegneria

DI FRED GUTER

L'improvvisa eruzione del vulcano Pinatubo il 15 giugno del 1991 scaraventò in cielo un'enorme colonna di cenere, oscurò completamente la luce del Sole, sterminò centinaia di persone. E mostrò un possibile modo per salvarci da un potenziale disastro climatico. Venti milioni di tonnellate di anidride solforosa scagliate

dal vulcano si alzarono dalle Filippine nella stratosfera, ricoprendo l'intero pianeta di una coltre che respinse verso lo spazio parte del calore del Sole. Negli anni successivi, i meteorologi constatarono stupiti che la coltre abbassava la temperatura terrestre di circa mezzo grado, in un certo senso riportando un po' indietro le lancette del riscaldamento globale.

Quell'effetto fu temporaneo: dopo circa un anno le temperature ripresero nuovamente



a salire. Gli scienziati tuttavia incominciarono a chiedersi se l'eruzione non avesse rivelato una possibile arma contro il cambiamento del clima. Perché sarebbe possibile ottenere artificialmente ciò che il vulcano produsse naturalmente: un'emissione sapientemente dosata di anidride solforosa nell'alta atmosfera - ottenuta lanciando i gas con razzi oppure spruzzandola da aerei

Foto: S. Lagom - Rea / Contrasto, Sgl - G. Neri

ad alta quota, o ancora rilasciandola da una sorta di alto fumaiolo - avrebbe un impatto pressoché immediato sulla temperatura. In aggiunta, costerebbe immensamente meno di qualsiasi altra misura finalizzata a una riduzione delle emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra.

Un gruppo di scienziati si è messo allora a studiare se esista un modo di influire sul cli-

ma mimando l'effetto Pinatubo. Utilizzando l'anidride solforosa o altre sostanze i geoingegneri cercano di deviare parte della luce solare verso lo spazio esterno. Uno di questi sistemi prevede il lancio in orbita di una serie di specchi che potrebbero schermare la Terra dalla luce del Sole, ma con una spesa che verosimilmente manderebbe in bancarotta il pianeta intero. Negli anni

Novanta il discusso inventore della bomba a idrogeno, Edward Teller, propose addirittura di lanciare nell'atmosfera particelle di metallo riflettenti e flottanti, conferendo un tocco da Dottor Stranamore al settore della geoingegneria.

Un altro sistema più plausibile si concentrerebbe sulla cattura di anidride carbonica dall'atmosfera e sul suo immagazzi- ►

Seppellire nel sottosuolo l'anidride carbonica non basterebbe a fermare il clima



namento sottoterra. Questa idea, nota oggi come cattura e sequestro dell'anidride carbonica (Ccs), è all'origine di moderni impianti sperimentali a energia pulita, che stanno attirando ricerche e finanziamenti. Ma gli impianti a carbone pulito ridurranno soltanto le emissioni future, senza influire sulla causa reale del problema. Perché una cosa ormai è chiara: l'allarmante lunga vita dell'anidride carbonica che continuerà a restare nell'aria per migliaia di anni, continuando a riscaldare il pianeta indipendentemente da quanto si ridurranno le emissioni. Per questo il sogno dei geoingegneri si nutre dell'urgenza di cambiare il clima artificialmente, aspirando tutta l'anidride carbonica o raffreddando l'aria con deflettori solari.

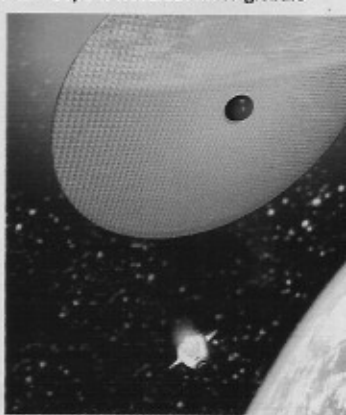
Ma tra le ipotesi degli esperti e quelle della politica non è sempre corso buon sangue: gli scienziati avevano liquidato come follie le soluzioni ingegneristiche, anche nel timore che sogni hi-tech potessero mettere in crisi i tentativi di convincere la gente a fare sacrifici per ridurre le emissioni. Inoltre, l'idea stessa di un cambiamento del clima deciso e at-



tuato artificialmente spaventa l'opinione pubblica: se la scienza non riesce a fare nemmeno previsioni meteorologiche attendibili, come può riuscire a modificare il clima globale?

Adesso, tuttavia, molti scienziati stanno iniziando a prendere sul serio la geoingegneria, se non altro per disperazione. Nel momento in cui un numero crescente di climatologi sono arrivati alla conclusione che

A sinistra: il rendering di una stazione spaziale e le particelle schermo sparate da una nave. Sotto: uno specchio orbitante. A destra: Paul Krutzen e, in basso, ipotesi di vita dopo il riscaldamento globale



i livelli già raggiunti di inquinamento da anidride carbonica stanno riscaldando il pianeta più rapidamente di quanto si pensasse, diventa sempre più difficile opporre resistenza a un piano di emergenza per salvare la Terra. I premi Nobel

Paul Crutzen e Thomas Schelling concordano appieno sulla necessità di mettere a punto un piano del genere. La British Royal Society sta cominciando a valutare le varie opzioni. L'Accademia nazionale delle scienze degli Stati Uniti ha convocato una conferenza nella quale si è parlato di ingegneria climatica. Michael Oppenheimer, climatologo di Princeton, ha commentato: «Non è ancora nelle agende politiche, ma

MILLE IDEE CONTRO L'APOCALISSE

di Luca Carra

Sono decine le tecniche di geoingegneria candidate per salvare il pianeta dalla cottura lenta dell'effetto serra. Richard Branson, il magnate della Virgin, ha istituito un premio di 25 milioni di dollari che si aggiudicherà l'inventore di un metodo per togliere dalla circolazione un miliardo di tonnellate di anidride carbonica dall'atmosfera all'anno. Eccone alcune

CATTURATE LA CO2 La più promettente, secondo gli esperti, resta la cattura e il sequestro di CO2, che ha seguaci anche in Italia. Eni ed Enel hanno firmato un accordo lo scorso autunno: entro il 2010 entrerà in funzione un impianto pilota in grado di catturare 6,5 tonnellate di CO2 al giorno dalla centrale termoelettrica di Brindisi, liquefarla e trasportarla su camion a Cortemaggiore, dove potrà essere stoccata

nel giacimento esaurito dell'Eni. «L'Europa finanzia parecchi progetti pilota di cattura e sequestro di carbonio, che verranno realizzati nei prossimi anni in aree industrializzate del centro e nord Europa, come la Ruhr, responsabili di grandi emissioni di CO2. Anche in Italia esistono aree industriali ad alta emissione di CO2 come pure siti ove è possibile condurre un sequestro geologico

ambientalmente sicuro», spiega Cristina Cavicchioli, del Cesi Ricerca, un centro all'avanguardia nella ricerca energetica e ambientale. La CO2 viene estratta chimicamente dai fumi degli impianti prima che escano dal camino e in forma liquida o gassosa viene convogliata e sequestrata. Secondo alcune stime, nel 2050 questo metodo potrebbe contribuire per il 50 per cento all'abbattimento dei gas serra.

FERRO AGLI OCEANI Più grandioso e azzardato è il progetto di fertilizzare gli oceani con il ferro, un ingrediente fondamentale per la fotosintesi di alghe e fitoplancton.



lento, dotato di un'enorme inerzia, ciò non significa che una catastrofe sarebbe anch'essa lenta ad arrivare. Il rapporto 2007 dell'Intergovernmental Panel on Climate Change dell'Onu ha appurato che alla fine del secolo le temperature potrebbero salire tra i 2 e i 5 gradi centigradi. E un numero crescente di scienziati temono uno scenario ben più catastrofico: un innalzamento di 5 gradi da qui al 2100, un istante brevissimo dal punto di vista del tempo geologico. Ecco perché molti hanno cominciato a prendere sul serio l'ipotesi di intervenire con la geoingegneria. Paradossalmente, l'alternativa geoingegneristica più rispettabile, la cattura dell'anidride carbonica, è anche la più costosa e quella che ha meno probabilità di contrastare un drastico aumento delle temperature. L'idea di ripulire l'aria è di gran lunga meno controversa rispetto all'idea di raffreddarla, in quanto ripulirla non comporta

delle dimensioni del lago di Ginevra. E tutto ciò senza contare l'aumento annuale di emissioni dell'1,8 per cento o i miliardi di tonnellate già accumulati nell'ultimo secolo e sulle quali non vi è una stima. Gli scienziati credono che nella profondità della Terra vi siano ancora rocce porose in abbondanza, in grado di contenere tutta l'anidride carbonica liquida che potremmo pompare, ma arrivare a quelle profondità richiederebbe anni e costerebbe miliardi. An- ►

Effetto Pinatubo

Così i geoingegneri pensano di imitare gli effetti dell'eruzione del Pinatubo che lanciò nell'atmosfera milioni di metri cubi di anidride solforosa che schermarono parte dei raggi solari



ormai gli scienziati parlano di ingegneria climatica come di una opzione possibile». Oppenheimer lavora in un team di esperti che deve redigere un rapporto per l'Accademia nazionale delle scienze nel quale si raccomanderà di adottare l'opzione geotermica per la politica climatica. E altri scienziati stanno iniziando a interessarsi sinceramente alla questione.

Perché il ritmo ovattato degli accordi internazionali (vedi box di pag. 147) potrebbe non andare di pari passo con quello del cambiamento climatico. Solo perché il sistema climatico terrestre è mastodontico e

una massiccia emissione di nuovi gas serra o attrezzature particolari, e implica molti meno rischi che l'esperimento vada fuori controllo. Wallace Broecker e Klaus Lackner, climatologi della Columbia University, hanno proposto che la tecnologia utilizzata per catturare l'anidride carbonica negli impianti di carbone possa essere sperimentata nell'atmosfera. Indubbiamente sarebbe un'impresa immane. Ogni anno le industrie e le auto rilasciano 30 miliardi di tonnellate di anidride carbonica, che, se fossero convertite in forma liquida, in quattro anni riempirebbero una cavità sotterranea

Seminando vasti tratti di oceano con il minerale si avrebbe un incremento di attività biologica che porterebbe a un aumento considerevole di fissazione dell'anidride carbonica da parte degli organismi vegetali marini, che una volta mangiati dai pesci o trasformati in scheletri di carbonato di calcio o di silice (come le diatomee e le foraminifere) farebbero precipitare il carbonio sottratto all'atmosfera nelle profondità marine. Senza ritorno. Dagli anni Novanta a oggi sono stati 13 gli esperimenti condotti negli oceani, con risultati ancora incerti. Come l'ultimo test concluso lo scorso marzo, in cui la quantità di carbonio assorbita dalla alghe non è stata all'altezza delle aspettative. Spiega

Cavicchioli: «I test sono stati condotti su piccola scala, anche perché cercare di alterare sistemi altamente complessi come gli oceani potrebbe generare pesanti effetti sulla biosfera».

UN TELO SUI GHIACCI

Ciò che i climatologi temono più di tutto è che il riscaldamento globale porti allo scioglimento dei Poli e del permafrost di Siberia e Scandinavia. Da questo seguirebbe il rilascio di grandi quantità di metano in atmosfera, che andrebbe a potenziare l'effetto serra. Con il venir meno dei ghiacci artici e antartici si ridurrebbe inoltre l'effetto albedo (la capacità riflettente dei raggi solari da parte del ghiaccio) che rimanda nello spazio parte dell'energia

solare. Intanto grandi quantità di acqua dolce provenienti dal disgelo si andrebbero ad aggiungere agli oceani minacciando di interrompere le circolazioni delle correnti, come quella del golfo che protegge l'Europa da una nuova era glaciale. Per preservare il ghiaccio dei Poli, gli ingegneri ipotizzano di coprire le distese ghiacciate di roccia e terra, o con improbabili quanto giganteschi teli di plastica, in modo da aumentare l'isolamento termico. Un'altra idea, presentata recentemente da Peter Flynn dell'Università dell'Alberta, in Canada, consiste

nello sparare sopra i Poli grandi quantità di acqua di mare che ispessirebbe i ghiacci rendendoli più resistenti allo scioglimento. In un'altra ancora una flotta di navi automatizzate dovrebbe sparare in aria una nebbia di aerosol marino che renderebbe più spesse e bianche le nuvole, riducendo l'irraggiamento solare, soprattutto ai Poli.

che immaginando che la spesa per la cattura della CO₂ possa scendere a 50 dollari alla tonnellata (oggi è di 200 dollari), il costo della sola rimozione delle emissioni dell'anno in corso sfiorerebbe i 150 miliardi di dollari.

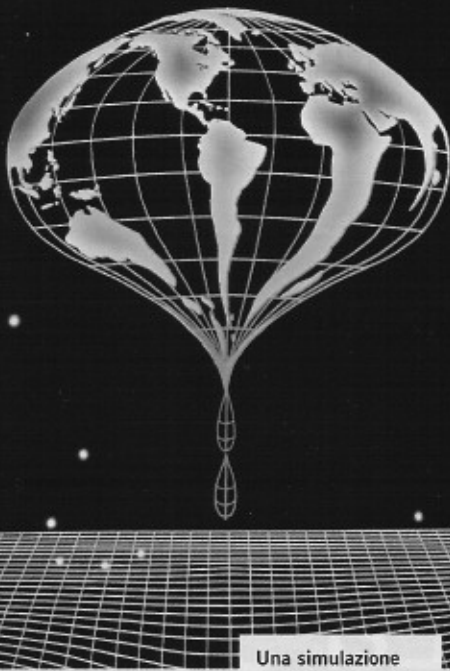
Diversa è invece l'idea che lanciò nel 2006 un chimico di nome Paul Crutzen con un articolo pubblicato sulla rivista "Climate Change", nel quale riprese un'idea del fisico russo Mikhail Budyko, che nel 1974 aveva suggerito di far spargere da appositi aerei dell'anidride solforosa (SO₂) nell'at-

Una flotta di jet potrebbe irrorare gas schermanti con un costo di pochi miliardi di dollari

mosfera, dove avrebbe reagito con acqua e altre molecole formando particelle di solfato, le medesime che sono presenti nelle ceneri vulcaniche. Nel suo articolo Crutzen faceva notare che la quantità di SO₂ necessaria ad abbassare in modo significativo le temperature è sorprendentemente modesta: occorrerebbero circa 1,5 milioni di tonnellate per contrastare gli effetti di un raddoppiamento delle concentrazioni di anidride carbonica dai livelli pre-industriali al livello di 550 parti per milione (oggi siamo intorno a 385 parti per milione, ma prima che un qualsiasi procedimento possa influire in maniera incisiva, tale livello aumenterebbe di sicuro). Altri hanno calcolato una cifra pari a 5 milioni di tonnellate, una quantità che potrebbe essere gestita con facilità da una flotta di aerei al costo di pochi miliardi di dollari. Che sono assai pochi se si pensa che l'autorevole "Rapporto Stern"

del 2006 stima che i costi necessari a ridurre le emissioni del necessario per poter stabilizzare le temperature sono l'1 per cento del Pil mondiale, mentre altre stime raggiungono addirittura il 4 per cento. L'opzione di raffreddare il pianeta deflettendo i raggi solari è di gran lunga la più economica: con un millesimo dell'1 per cento del Pil «si potrebbe innescare un'era glaciale», assicura David Keith, fisico dell'Università di Calgary.

Con quali effetti collaterali? Uno degli svantaggi più preoccupanti dell'anidride solforosa è che essa distrugge lo strato dell'ozono che protegge la Terra, e ciò esporrebbe gli abitanti dell'emisfero australe a letali radiazioni ultraviolette. L'eruzione del Pinatubo, in effetti, allargò il buco nell'ozono sopra il Polo Sud soltanto di poco, mentre da alcuni studi risulta che un inge-



Una simulazione grafica che ipotizza l'effetto estremo del global warming sulle condizioni del pianeta

te rilascio di SO₂ lo ingrandirebbe considerevolmente e forse potrebbe aprirne un altro sopra il Polo Nord. Per questo Keith sta progettando particelle più efficienti ai fini del raffreddamento dei solfati, ma prive di effetti collaterali. «Ci stiamo lavorando. Potrebbero anche rivelarsi inefficaci, ma una cosa è certa: se gli ingegneri ci si applicassero, di sicuro otterrebbero qualcosa di meglio dei solfati», commenta.

L'effetto collaterale più devastante potrebbe però essere quello politico. Riuscire a ridurre con successo le temperature potrebbe frenare la volontà di procedere a costose riduzioni delle emissioni. Ma persino i più zelanti sostenitori sanno che ricorrere alla geoingegneria per mantenere artificialmente basse le temperature mentre i livelli di anidride carbonica continuano a salire vorrebbe dire raddoppiare il rischio di un rapido riscaldamento qualora il progetto di raffreddamento dell'aria dovesse essere repentinamente interrotto per una ragione qualsiasi. L'idea di condizionare il clima a piacimento può incutere timore e destare allarme, ma se il riscaldamento globale negli anni a venire accelerasse, qualsiasi metodo atto a fermarlo potrebbe iniziare a sembrare più sicuro dell'alternativa.

Michael Levitin ha collaborato da Berlino e Sangwon Yoon da New York
© "Newsweek" - "L'espresso"
traduzione di Anna Bissanti

KYOTO E GLI IMPEGNI TRADITI

Invece di tagliare le emissioni, 21 dei paesi firmatari le hanno aumentate

La motivazione più eloquente a favore delle soluzioni proposte dalla geoingegneria è il fallimento del Piano A, la riduzione delle emissioni di anidride carbonica. Gli accordi di Kyoto prevedevano una riduzione del 5,2 per cento delle emissioni per portarle entro il 2012 sotto i livelli degli anni Novanta. Dei 40 paesi che hanno firmato l'accordo nel 2001, ben 21 hanno di fatto aumentato da allora le loro emissioni. E né Cina né Stati Uniti - il primo e il secondo produttore al mondo di anidride carbonica - hanno aderito al trattato. La campagna per espandere e rendere Kyoto più vincolante è verosimilmente destinata a rivelarsi inadeguata anch'essa. A dicembre i delegati si incontreranno a Copenhagen per cercare di espandere l'accordo, che scade nel 2012: di negoziare tagli più drastici alle emissioni, e di coinvolgere anche Cina e Stati Uniti. La speranza è che a Copenhagen si arrivi a fissare una quota massima per l'anidride carbonica nell'atmosfera, stabilita a un livello sufficientemente basso da evitare che le temperature possano aumentare di oltre due gradi centigradi. Perché se questo accadesse, molti scienziati temono che le ripercussioni potrebbero essere drammatiche: aggravamento della siccità, moltiplicazione delle inondazioni, erosione delle aree costiere con l'innalzamento del livello dei mari, danni all'agricoltura e perdita della biodiversità. Nessuno sa con certezza quanto incisivi dovrebbero essere i tagli alle emissioni di gas serra, ma l'ipotesi più accreditata è che si debba arrivare ad abbassare dell'80 per cento i livelli attuali entro il 2050. Si tratta di un obiettivo ambizioso per l'Europa, il Giappone e gli Stati Uniti. Ma per la Cina e per l'India, che stanno cercando faticosamente di uscire dalla povertà, è pressoché inconcepibile.