

# L'ambiente pianeta Terra

## Introduzione

Cercherò qui di dare alcuni spunti su cui meditare riguardo allo stato dell'ecosistema globale in cui viviamo – insieme a molteplici specie animali e vegetali –, il pianeta Terra. Ognuno di noi può essere responsabile, con il suo stile di vita, di ciò che in questo articolo vado narrando. E non si pensi di essere insignificanti gocce nel mare dell'umanità.

La nostra amata Terra è, come si sa, uno dei pianeti del Sistema Solare. E' l'unico ad avere parte della superficie ricoperta d'acqua allo stato liquido (circa il 70%) e una atmosfera ricca di azoto e ossigeno. Essa è situata ad una distanza dal Sole giusta per non essere troppo fredda né troppo calda; ed ha una inclinazione dell'asse, rispetto alla sua orbita, tale che nel suo moto di rivoluzione intorno al Sole alterna le varie stagioni. Ma la *giusta distanza* dal Sole non basta, da sola, a far sì che il clima sulla sua superficie sia ben temperato e vivibile per le creature che la popolano. La Terra, infatti, è anche della *dimensione giusta* affinché la sua gravità possa trattenere intorno a sé una pellicola di gas di adeguata densità, molto importante per mantenere una temperatura idonea allo sviluppo e al sostentamento della vita stessa, l'*atmosfera*. Pianeti più piccoli della Terra, come ad esempio Marte (esso è il pianeta successivo alla Terra allontanandosi dal Sole), possono avere una atmosfera molto rarefatta<sup>1</sup>. La sua assenza o la sua estrema rarefazione sulla superficie di un pianeta, ne abbassa notevolmente la temperatura media, basti pensare che Marte ha una temperatura media di circa -63°C contro i +15°C della Terra. Se invece consideriamo Venere, che è il pianeta subito prima della Terra allontanandosi dal Sole e che ne ha circa le medesime dimensioni, esso ha una atmosfera con una composizione per certi aspetti simile a quella terrestre ma con percentuali molto maggiori di componenti come l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), che ne provocano, per meccanismi di cui parleremo più avanti (effetto serra), un surriscaldamento (Venere ha una temperatura media di circa +464°C).

1) Anche l'atmosfera è soggetta alla gravità e, se quest'ultima è molto debole, può evaporare nello spazio.

Insomma, la nostra Terra è della dimensione giusta, è alla distanza giusta dal Sole e ha l'atmosfera con la densità e le percentuali di composti chimici giusti da innescare fenomeni molto importanti nella protezione e nel sostentamento della vita sulla sua superficie.

Però c'è un problema: mentre la dimensione e la distanza della Terra dal Sole l'uomo non può modificarle (almeno per ora), la composizione della sua atmosfera sì, con conseguenze irreparabili!

Come detto l'atmosfera possiede semplici meccanismi che *proteggono* le forme di vita terrestri da alcune temibili radiazioni provenienti dal Sole. La stratosfera terrestre contiene infatti una concentrazione relativamente alta di *ozono*, un gas costituito da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>) e che rappresenta un vero e proprio schermo nei confronti delle pericolose radiazioni ultraviolette (raggi UV) provenienti dal Sole. Ogni anno, durante la primavera dell'emisfero australe, la concentrazione dell'ozono stratosferico nell'area situata in prossimità del Polo Sud diminuisce a causa di variazioni naturali.

Attività umane indiscriminate, quali gli inquinanti rilasciati in atmosfera sin dalla metà degli anni settanta, possono modificare, con gravi conseguenze, gli equilibri naturali – infatti questa periodica diminuzione dell'ozono è diventata sempre più grande, tanto da indurre a parlare del fenomeno come del “*buco dell'ozono*”.

Una riduzione dell'effetto schermante dell'ozono comporta un conseguente aumento dei raggi UV che giungono sulla superficie della Terra. Nell'uomo l'eccessiva esposizione a questi raggi è correlata ad un aumento del rischio di cancro della pelle, generato a seguito delle mutazioni indotte nel DNA delle cellule epiteliali. I raggi ultravioletti possono causare inoltre una inibizione parziale della fotosintesi delle piante, causandone un rallentamento della crescita e, nel caso si tratti di piante coltivate, una diminuzione dei raccolti. I raggi UV possono anche diminuire l'attività fotosintetica del fitoplancton che si trova alla base della catena alimentare marina, causando di conseguenza uno scompenso notevole a carico degli ecosistemi oceanici. Recentemente si è individuato un assottigliamento della fascia di ozono anche in una piccola zona al polo Nord, sopra il Mare Artico.

## **L'effetto serra**

E' un fenomeno senza il quale la vita come la conosciamo sulla Terra non sarebbe stata possibile. Questo processo consiste in un riscaldamento

del pianeta per effetto dell'azione dei cosiddetti gas serra, composti presenti nell'alta atmosfera a concentrazioni relativamente basse. I gas serra permettono alle radiazioni solari di passare attraverso l'atmosfera mentre ostacolano il passaggio verso lo spazio di parte delle radiazioni infrarosse provenienti dalla superficie terrestre e dalla bassa atmosfera; in pratica si comportano come i vetri di una serra e favoriscono la regolazione ed il mantenimento della temperatura ai valori odierni.

L'energia ricevuta complessivamente dalla superficie terrestre<sup>2</sup> e dalla troposfera viene riemessa sotto forma di energia termica come raggi



*Nell'immagine viene rappresentato l'effetto serra*

infrarossi. I gas serra presenti nella stratosfera assorbono gran parte di questa radiazione per poi reirradiarla in tutte le direzioni. Circa il 6% di questa energia si perde nello spazio, parte viene nuovamente assorbita dai composti atmosferici, mentre la quantità maggiore viene reirradiata verso la terra, riscaldandola.

Questo processo è in sé un fenomeno naturale e benefico, basti pen-

2) Le radiazioni provenienti dal sole non raggiungono la superficie terrestre nella loro totalità. La frazione della radiazione solare totale che viene riflessa da un corpo qualsiasi viene definita albedo, un corpo che ha un albedo del 100% significa che riflette tutta la luce solare che lo colpisce. Le aree ricoperte di neve hanno un valore elevato di albedo (circa il 90%) a causa del colore bianco, mentre la vegetazione ha un valore molto basso (circa il 10%) a causa del colore scuro e dell'assorbimento della luce ad opera della fotosintesi. L'albedo globale terrestre è circa del 30%, infatti, parte della radiazione solare viene riflessa nello spazio dal pulviscolo atmosferico, dalle nuvole e dalla superficie terrestre.

sare che senza l'effetto serra la Terra sarebbe di circa 35°C più fredda.

Si ritiene che il clima della Terra sia destinato a cambiare poiché alcune attività umane stanno alterando la composizione chimica dell'atmosfera. Le enormi emissioni antropogeniche di gas serra stanno causando un aumento della temperatura terrestre determinando, di conseguenza, dei profondi mutamenti a carico del clima sia a livello planetario che locale.

Prima della Rivoluzione Industriale, l'uomo rilasciava ben pochi gas in atmosfera, ma ora la crescita della popolazione, l'utilizzo dei combustibili fossili e la deforestazione contribuiscono non poco al cambiamento nella composizione atmosferica.

## I gas serra

I gas serra naturali comprendono il vapor d'acqua, l'anidride carbonica, il metano, l'ossido nitrico e l'ozono. Certe attività dell'uomo aumentano il livello di tutti questi gas e liberano nell'aria altri gas serra di origine esclusivamente antropogenica.

Il *vapor d'acqua* è presente in atmosfera in seguito all'evaporazione da tutte le fonti idriche (mari, fiumi, laghi, ecc.) e come prodotto delle varie combustioni. L'anidride carbonica è rilasciata in atmosfera soprattutto quando vengono bruciati rifiuti solidi, combustibili fossili (olio, benzina, gas naturale e carbone), legno e prodotti derivati dal legno.

Il *metano* (CH<sub>4</sub>) viene emesso durante la produzione di carbone, gas naturale e olio minerale.

Grandi emissioni di metano avvengono anche in seguito alla decomposizione della materia organica nelle discariche ed alla normale attività biologica degli organismi superiori (soprattutto ad opera dei quasi 2 miliardi di bovini presenti sulla terra).

L'*ossido nitroso* (N<sub>2</sub>O) o *protossido di azoto* è emesso durante le attività agricole ed industriali, come del resto nel corso della combustione dei rifiuti e dei combustibili fossili.

Gas serra estremamente attivi sono i gas non presenti normalmente in natura, ma generati da diversi processi industriali, come gli *idrofluorocarburi* (HFC), i *perfluorocarburi* (PFC) e l'*esafluoruro di zolfo* (SF<sub>6</sub>).

La presenza nel tempo di un gas in atmosfera è anche detta vita media atmosferica e rappresenta l'approssimativo ammontare di tempo che ci vorrebbe perché l'incremento della concentrazione di un inquinante dovuto all'attività umana scompaia e si ritorni ad un livello naturale (o

perché l'inquinante è stato convertito in un'altra sostanza chimica, oppure perché è stato catturato da un deposito naturale). Questo tempo dipende dalle sorgenti dell'inquinante, dai depositi e dalla reattività della sostanza. La vita media dei gas serra può variare da 12 anni (metano e HCFC-22), a 50 anni (CFC-11), a circa un secolo ( $\text{CO}_2$ ), a 120 anni ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ed anche a migliaia di anni (50000 per il  $\text{CF}_4$ )<sup>3</sup>.

## Le emissioni

Gli scienziati del Comitato Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici – *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* – delle Nazioni Unite ritengono che la temperatura media del pianeta sia aumentata di circa  $0,6^\circ\text{C}$  dal 1861 – che non è poco.

Inoltre, sulla base delle tendenze attuali di emissione dei gas serra, vi è la stima di un ulteriore aumento della temperatura terrestre tra  $1,4$  e  $5,8^\circ\text{C}$  nel periodo fra il 1990 e il 2100. Il conseguente cambiamento climatico avrà implicazioni estremamente significative a carico della salute dell'uomo e dell'integrità dell'ambiente. Il clima infatti influenza fortemente l'agricoltura, la disponibilità delle acque, la biodiversità, la richiesta di energia e la stessa economia.

Il progresso che si farà nella riduzione delle emissioni dei gas serra nell'immediato futuro determinerà il livello di riscaldamento globale a cui dovranno andare incontro le generazioni che verranno. L'approccio dovrà essere necessariamente coordinato, infatti i progressi fatti con la riduzione

---

3) Per meglio definire l'apporto che ogni determinato gas serra fornisce al fenomeno del riscaldamento globale, si è concepito il potenziale di riscaldamento globale (Global Warming Potential, GWP). Questo valore rappresenta il rapporto fra il riscaldamento globale causato in un determinato periodo di tempo (di solito 100 anni) da una particolare sostanza ed il riscaldamento provocato dal biossido di carbonio nella stessa quantità. Così, definendo il GWP della  $\text{CO}_2$  pari a 1, il metano ha GWP pari a 21, il CFC-12 ha un GWP di 8500, mentre il CFC-11 ha un GWP di 5000. Vari HCFC e HFC hanno un GWP variabile fra 93 e 12100. L'esafuoruro di zolfo è un gas serra estremamente potente e ha un GWP pari a 23900, il che vuol dire che una tonnellata di  $\text{SF}_6$  provoca un aumento dell'effetto serra pari a quello causato da 23900 tonnellate di  $\text{CO}_2$ .

Una misura metrica utilizzata per comparare le emissioni dei vari gas serra sulla base del loro potenziale di riscaldamento globale sono gli equivalenti di biossido di carbonio (carbon dioxide equivalent, CDE). Sono comunemente espressi in "milioni di tonnellate di anidride carbonica" (million metric tons of carbon dioxide equivalents, MMTCDE). Gli equivalenti di biossido di carbonio di un determinato gas si ricavano moltiplicando le tonnellate di gas emesso per il corrispettivo GWP.

$\text{MMTCDE} = (\text{milioni di tonnellate di gas serra}) \times (\text{GWP del gas})$ .

Spesso la stima delle emissioni dei gas serra viene anche presentata in milioni di tonnellate di carbonio equivalente (MMTCE). La formula per ottenere gli equivalenti di carbonio è:  $\text{MMTCE} = (\text{milioni di tonnellate di gas}) \times (\text{GWP del gas}) \times (12/44)$

delle emissioni in un determinato settore possono essere facilmente compromessi dall'aumento delle emissioni in un altro. In ogni caso le azioni intraprese finora a livello internazionale e locale non sono confortanti e la situazione continua a peggiorare.

Dall'inizio della Rivoluzione Industriale la concentrazione atmosferica dell'anidride carbonica è aumentata del 30% circa, la concentrazione del gas metano è più che raddoppiata e la concentrazione dell'ossido nitroso è cresciuta del 15%. Inoltre dati recenti indicano che le velocità di crescita delle concentrazioni di questi gas, anche se erano basse durante i primi anni '90, ora sono comparabili a quelle particolarmente alte registrate negli anni '80.

Nei Paesi più sviluppati i combustibili fossili utilizzati per le auto e i camion, per il riscaldamento negli edifici e per l'alimentazione delle numerose centrali energetiche sono responsabili in misura del 95% delle emissioni dell'anidride carbonica, del 20% di quelle del metano e del 15% per quanto riguarda l'ossido nitroso.

L'aumento dello sfruttamento agricolo, le varie produzioni industriali e le attività minerarie contribuiscono ulteriormente per una buona fetta alle emissioni in atmosfera.

Anche la deforestazione contribuisce ad aumentare la concentrazione di anidride carbonica nell'aria, infatti le piante sono in grado di ridurre la presenza di  $\text{CO}_2$  mediante il processo fotosintetico. Il danno è ancora più evidente se si pensa che nel corso degli incendi intenzionali che colpiscono ogni anno le foreste tropicali viene emessa una quantità totale di anidride carbonica paragonabile a quella delle emissioni dell'intera Europa. Da notare che la respirazione dei vegetali e la decomposizione della materia organica rilasciano una quantità di  $\text{CO}_2$  dieci volte superiore a quella rilasciata dalle attività umane; queste emissioni sono state comunque bilanciate nel corso dei secoli fino alla Rivoluzione Industriale tramite la fotosintesi e l'assorbimento operato dagli oceani.

Se le emissioni globali di  $\text{CO}_2$  fossero mantenute come in questi ultimi anni, le concentrazioni atmosferiche raggiungerebbero un valore quasi il doppio di quello preindustriale.

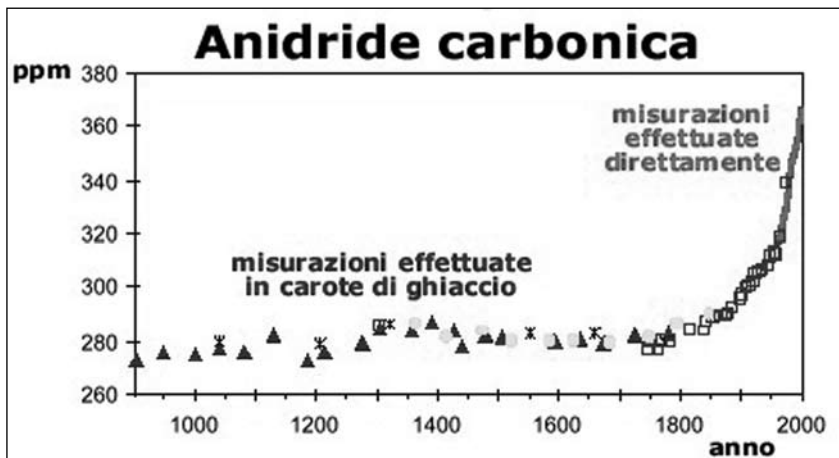
Il problema viene ulteriormente complicato dal fatto che molti gas serra possono rimanere nell'atmosfera anche per decine o centinaia di anni, così il loro effetto può protrarsi anche per lungo tempo.

## Gli effetti sull'ambiente e sull'uomo

### Sull'ambiente

L'incremento della temperatura della Terra può provocare una serie di effetti ambientali di notevoli proporzioni.

Con l'incremento della temperatura vi è un conseguente aumento dell'evaporazione, per cui si ritiene che, a livello globale, l'inasprimento dell'effetto serra porterà ad una crescita delle precipitazioni e ad una maggiore frequenza delle tempeste di forte intensità e dei fenomeni meteorologici più violenti (come gli uragani) con un conseguente aumento delle inondazioni e delle erosioni a carico del terreno. Quello che stiamo notando in questi ultimi anni.



*Come si può vedere dal grafico, la concentrazione di CO<sub>2</sub> è aumentata in maniera esponenziale a partire dall'avvento della Rivoluzione Industriale. I dati che fanno riferimento al periodo in cui non erano ancora disponibili degli strumenti adatti al rilevamento delle concentrazioni dei gas serra sono stati ottenuti analizzando l'aria intrappolata nel ghiaccio risalente agli anni in esame.*

I calcoli sui cambiamenti climatici in aree specifiche sono molto meno affidabili di quelli globali e, di conseguenza, non è chiara la variazione che avranno i climi regionali. Si ritiene, comunque, che per il maggior calore vi sarà una riduzione dell'umidità in varie regioni delle zone tropicali che andranno incontro a frequenti siccità.

Un'ipotesi interessante è stata formulata a proposito delle future condizioni climatiche dell'Europa. Alcuni ricercatori ritengono che lo sciogli-

mento dei ghiacci artici provocato dal riscaldamento globale provocherà un potenziamento delle correnti oceaniche provenienti dall'Artico. Queste causeranno la deviazione della Corrente del Golfo del Messico che attualmente lambisce le coste dell'Europa Occidentale. Per capire l'effetto che ha questa corrente sul clima europeo basta fare questa considerazione: a Dicembre in Normandia (Francia) la temperatura si aggira attorno a 0°C; in Canada, alle stesse latitudini si raggiungono spesso i -30°C. Il venir meno dell'effetto riscaldante della Corrente del Golfo potrebbe così paradossalmente condurre l'Europa verso una nuova glaciazione, in un periodo in cui la maggior parte della Terra va incontro ad un riscaldamento.

In ogni caso si è scoperto che, mentre la maggior parte della Terra si sta riscaldando, le regioni che sono sottoposte alla ricaduta delle emissioni di biossido di zolfo si stanno in genere raffreddando. Le nuvole di solfati atmosferici prodotti dalle emissioni industriali raffreddano l'atmosfera riflettendo la luce solare verso lo spazio ed attenuano l'effetto dell'incremento della concentrazione dei gas serra. I solfati hanno una permanenza atmosferica molto bassa e la loro presenza varia, anche di molto, nelle diverse zone della Terra.

L'aumento del calore e quindi dell'evaporazione dai grandi bacini idrici comporta un aumento corrispondente della quantità d'acqua in atmosfera e quindi un aumento delle precipitazioni. Alcuni ricercatori ritengono che queste siano cresciute di circa l'uno per cento su tutti i continenti nell'ultimo secolo. Le aree poste ad altitudini più elevate dimostrano incrementi più consistenti, al contrario le precipitazioni sono diminuite in molte aree tropicali. Il riscaldamento globale comporta anche una diminuzione complessiva delle superfici glaciali. Le grandi masse di ghiaccio della Groenlandia e dei 7 ghiacciai continentali stanno arretrando notevolmente; e, ultimamente, anche i ghiacci dell'Antartide hanno iniziato a diminuire.

L'aumento del volume oceanico a causa della temperatura più alta e lo scioglimento dei ghiacci provocano anche l'innalzamento del livello medio del mare. Negli ultimi cento anni è cresciuto approssimativamente di 15-20 cm.

Inoltre, in molte zone tropicali già si assiste ad una riduzione dell'umidità del suolo che comporta una diminuzione nella resa agricola; molte aree, anche in Europa, sono a rischio di desertificazione.



Tutti questi effetti sono già scientificamente evidenti per i molti dati ottenuti a riguardo e si ipotizza un inasprimento della situazione attuale nel caso in cui le concentrazioni dei gas serra aumentassero.

### **Sull'uomo**

L'aumento delle temperature a causa del riscaldamento globale provocato dall'incremento della concentrazione dei gas serra nell'atmosfera può comportare sia *effetti diretti* che *indiretti* per la salute dell'uomo.

Le temperature estremamente calde aumentano soprattutto i rischi fisici a carico delle persone che presentano problemi cardiaci. Questi soggetti sono più vulnerabili perché in condizioni termiche più elevate il sistema cardiovascolare deve lavorare in modo maggiore per mantenere la temperatura corporea stabile. Il clima più caldo comporterebbe inoltre una maggiore frequenza dei colpi di calore ed un aumento della diffusione dei problemi respiratori.

Le temperature più elevate aumentano inoltre la concentrazione dell'ozono a livello del suolo, favorendone la formazione. Le statistiche sulla mortalità e sui ricoveri ospedalieri dimostrano chiaramente che la frequenza delle morti aumenta nei giorni particolarmente caldi, in modo particolare fra le persone molto anziane e fra i malati di asma.

In ogni luogo della Terra, la presenza e la diffusione delle malattie sono fortemente influenzate dal clima locale. In effetti molte malattie infettive potenzialmente mortali sono diffuse solamente nelle aree più calde del pianeta. Malattie come la malaria, la febbre gialla e l'encefalite potrebbero aumentare la loro diffusione se le zanzare e gli altri insetti che le diffondono trovassero delle condizioni climatiche più favorevoli alla loro diffusione.

Le temperature più elevate possono anche favorire l'aumento dell'inquinamento biologico delle acque, favorendo la proliferazione dei vari organismi infestanti.

Molti degli impatti del cambiamento climatico potrebbero comunque essere risolti tramite l'organizzazione ed il mantenimento di adeguati programmi a difesa dell'ambiente e della salute pubblica. Invece, nei Paesi del Terzo (e Quarto) Mondo, l'inasprimento delle condizioni ambientali provocherebbe delle situazioni sanitarie e sociali insostenibili. L'aumento delle malattie, delle carestie e degli scontri sociali per la crescente povertà

e precarietà della vita comporterà delle conseguenze inimmaginabili che finiranno per ricadere anche sui paesi più civilizzati.

## Quello che si sta cercando di fare: da Rio de Janeiro a Kyoto

Nel 1992 si tenne a Rio de Janeiro una Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo, meglio nota come il “Summit della terra”, dove si parlò per la prima volta di *riscaldamento globale*.

Gli scienziati dell’IPCC indicarono le prove di un riscaldamento del pianeta nel ritiro dei ghiacciai, nell’assottigliamento della calotta polare, nella diminuzione delle nevi perenni, nell’aumento delle precipitazioni e nell’incremento delle manifestazioni meteorologiche più estreme.

Imputati principali del riscaldamento furono indicati nei gas ad effetto serra.

Basti osservare il grafico qui sotto detto a “bastone di hockey” (per la sua caratteristica forma). Esso rappresenta la variazione delle temperature

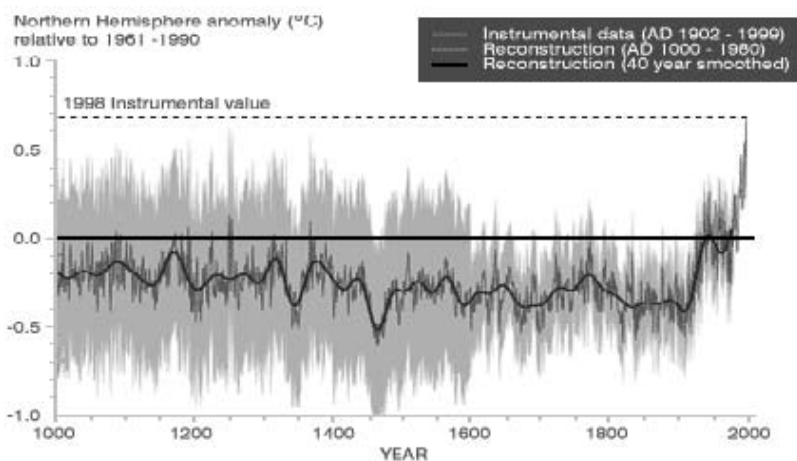


Grafico a bastone di hockey

del pianeta nell’emisfero nord nel corso di mille anni. Come si può notare negli ultimi 100 anni e in particolare nel periodo che va dal 1961 al 1990 si vede un aumento della temperatura rispetto al passato.

Si sa che il clima del nostro pianeta è dinamico e si sta ancora modificando da quando la Terra si è formata. Le fluttuazioni periodiche nella temperatura e nelle modalità di precipitazione sono conseguenze naturali di questa variabilità. Vi sono comunque delle evidenze scientifiche che

fanno presupporre che i cambiamenti attuali del clima terrestre stiano eccedendo quelli che ci si potrebbe aspettare a seguito di cause naturali.

L'aumento della concentrazione dei gas serra in atmosfera sta causando un corrispondente incremento della temperatura globale della Terra. Le rilevazioni effettuate hanno dimostrato che negli ultimi 15 anni del XX secolo vi sono stati i 10 anni più caldi di tutto il periodo; il 1998 è stato l'anno più caldo in assoluto. Inoltre si ritiene che la temperatura media globale superficiale possa significativamente aumentare nei prossimi 15 anni, pur con significative variazioni regionali.

Dopo Rio fece seguito la Convenzione di New York, che si pose come obiettivo la stabilizzazione delle concentrazioni in atmosfera dei gas a effetto serra, mentre il 10 dicembre 1997 venne firmato il Protocollo di Kyoto che impegnò i paesi industrializzati a ridurre le emissioni di gas serra del 5,2 per cento rispetto ai livelli del 1990. Il tutto entro il periodo compreso tra il 2008 e il 2012.

Ma perché il Protocollo di Kyoto entri in vigore lo dovranno ratificare almeno 55 Paesi rappresentanti non meno del 55% delle emissioni del 1990.

Quest'ultima condizione risulta la più critica dal momento che gli USA – lo stato nazionale con maggiori emissioni – non ratificò il Protocollo che venne invece approvato da Unione Europea, Giappone, Canada, Polonia ed altri paesi in rappresentanza del 37% delle emissioni.

Nel 1998, con una decisione del Consiglio dei Ministri dell'Ambiente dell'Unione europea, anche l'Italia s'impegnò a ridurre le proprie emissioni del 6,5 % nel quadro degli impegni comunitari di riduzione complessiva dell'8 %.

Infine, dopo essere stato avversato dagli Stati Uniti e non sottoscritto da paesi in via di sviluppo come Cina, India e Brasile, il Trattato è entrato in vigore il 16 febbraio del 2005 grazie alla firma della Federazione Russa

Paesi	Mton CO <sub>2</sub> /anno
USA	5410
Cina	2893
Russia	1416
Giappone	1128
Germania	857
India	908
Regno Unito	550
Canada	477
Italia	426
Francia	376
Sud Africa	353
Brasile	295
Arabia Saudita	270
Iran	259
Indonesia	208

*Nella tabella i principali Paesi emettitori di CO<sub>2</sub> nel 1998 in Mton di CO<sub>2</sub>/anno (milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno)*

che ha portato in dote il suo 17,4% delle emissioni – e grazie alle forti pressioni di paesi come la Germania, la Francia e la Gran Bretagna.

## Il protocollo

Il Protocollo di Kyoto è uno strumento giuridico internazionale i cui obblighi a carico degli Stati firmatari sono legati ad obiettivi di riduzione dei gas serra e sono modulati attraverso una analisi dei costi-benefici.

Questa analisi si fonda su tre strumenti definiti dal Trattato come i “*meccanismi flessibili*”, il principale dei quali è il commercio di quote di emissione, detto anche

1. *Emission Trading (ET)*: strumento finalizzato a permettere lo scambio di crediti d'emissione tra paesi o società in relazione ai rispettivi obiettivi. Una società o una nazione che abbia conseguito una diminuzione delle proprie emissioni di gas serra superiori al proprio obiettivo potrà cedere tali “crediti” a un paese o una società che non sia stata in grado di abbattere sufficientemente le proprie.

*Potenziali offerenti di diritti di emissione in Mton CO<sub>2</sub>*

	Allocazione annuale 2008-2012	Emissioni 2002	Quote vendibili
Federazione Russa	3040	1876	-1163
Ucraina	919	483	-435
Repub. Ceca	176	143	-33
Ungheria	106	78	-28
Gran Bretagna	657	634	-27
Slovacchia	66	51	-14

Questi paesi sono in possesso di tali quote a seguito della chiusura di numerose grandi aziende energivore, tipiche delle ex-economie pianificate. Aumentare l'efficienza di una vecchia centrale a carbone o convertirla a gas in questi paesi comporterebbe riduzioni di emissioni notevoli e (oggi) poco costose.

Una serie di studi sostiene che il costo di abbattimento della CO<sub>2</sub> in questi paesi sarebbe di circa 1,5 Euro/tonn, un valore decisamente inferiore ai prezzi di mercato dei permessi di emissione (che al gennaio 2005 valevano ca. 9 Euro/tonn) e ovviamente molto più bassi delle multe per inadempienza.

*Principali acquirenti di diritti di emissione in Mton CO<sub>2</sub>*

	Allocazione annuale 2008-2012	Emissioni 2002	Quote acquistabili
Giappone	1116	1330	214
Canada	572	731	159
Italia	475	553	78
Spagna	327	399	72
Germania	990	1014	23
Belgio	135	150	15

Alcune stime indicano per la Russia un potenziale di riduzione di 350-500 Mton nel periodo 2008-2012 e un introito per questo paese di c.a 1-3 MD di \$.

Un vantaggio ulteriore del meccanismo verrebbe anche dal trasferimento di tecnologie e competenze innovative in questi paesi.

2. *Joint implementation (JT)*: partecipazione a programmi di riduzione delle emissioni in Paesi “ in via di transizione” (ex economie pianificate URSS e paesi dell’est europeo) che permettono l’acquisizione di “crediti” che valgono ai fini del raggiungimento degli obiettivi di abbattimento nel Paese (o nell’azienda) promotore. Le esperienze concrete fin qui fatte non sono però esaltanti; su 29 progetti di risparmio energetico in Russia oltre la metà ha avuto problemi di finanziamento e ben 26 sono stati ostacolati dalla burocrazia locale.
3. *Clean Development Mechanism (CDM)*: meccanismo in base al quale i paesi industrializzati possono realizzare, nei paesi in via di sviluppo progetti che conseguano un beneficio ambientale in termini di emissioni di gas serra e trasferire tali benefici (crediti) sull’obbligo relativo al proprio paese.

Per l’Italia il ricorso ai CDM è molto importante al fine di raggiungere i propri obiettivi di riduzione e il Ministero dell’Ambiente ha stanziato 24,5 milioni di \$ per l’acquisto dei “*certificati di riduzione delle emissioni*” (CER) che si creano a partire dai progetti che apportano benefici reali, misurabili e in relazione alla mitigazione dei cambiamenti climatici.

## **Cambiamento del clima: minaccia o mito?**

Com'è ovvio il Protocollo ha anche i suoi oppositori i quali sostengono che gli allarmi per le modifiche ambientali causate dai gas serra NON sono scientificamente giustificati e ciò a causa delle notevoli incertezze che gravano su questa correlazione.

Le critiche degli scettici si possono così riassumere:

- i. Anche in passato la CO<sub>2</sub> è cresciuta e non per cause antropogeniche.
- ii. In epoca storica, tra il 1000 e il 1300 d.c., vi è stato un periodo detto di “caldo medievale” che ha permesso la coltivazione di melograni, fichi e ulivo nella valle del Reno e ai Vichinghi di colonizzare la Groenlandia. Secondo questa interpretazione il riscaldamento terrestre – ammesso che esista – potrebbe avere cause esclusivamente naturali (attività e orbita solare, vulcani).
- iii. I dati climatici raccolti fino ad oggi, al suolo, sulle superfici marine, in atmosfera e, solo recentemente, dallo spazio NON sono in accordo tra loro e NON giustificano il famoso grafico a “bastone da Hockey” dell'IPCC.
- iv. I modelli computerizzati di mutamento climatico elaborati sono molto rozzi a causa dei comportamenti non lineari/caotici intrinseci alla meteorologia. Le simulazioni condotte NON spiegherebbero né il clima del passato né, tantomeno, quello del futuro.
- v. L'efficacia del Trattato di Kyoto è molto dubbia: nel breve-medio periodo due terzi delle nuove emissioni proverrà da Paesi in “via di sviluppo” che non hanno firmato (Cina, India, Indonesia, Brasile) e dopo il 2030 le previsioni AEA (Agenzia Europea dell'Ambiente) indicano che le emissioni di questi paesi raggiungerà il 50% del totale.

Alcuni fatti sono però da considerare incontrovertibili.

- I. E' fuori dubbio che alcuni gas come la CO<sub>2</sub> intrappolano il calore sulla terra e generano l'effetto serra.
- II. E' indubbio che le attività umane stanno “pompano” CO<sub>2</sub> in atmosfera e che i livelli attuali sono maggiori dell'età preindustriale. Ne consegue che le attività umane contribuiscono (da sole o in concomitanza con eventuali cause naturali) all'effetto serra.

III. Se possono esserci fondati dubbi metodologici sull'affermazione che gli anni '90 siano stati i più caldi del millennio (come afferma il grafico "a bastone di hockey") NON è dubbio che 19 dei 20 anni più caldi negli ultimi 150 anni si sono verificati dopo il 1980.

IV. 928 pubblicazioni scientifiche, ovvero verificate da altri scienziati, pubblicate dal 1993 ad oggi hanno dato il loro consenso al concetto di "cambiamento del clima".

Quindi, se previsioni a medio-lungo termine sulle variazioni climatiche restano praticamente impossibili a causa della intrinseca oscillazione caotica del fenomeno, resta fuori discussione la necessità di ridurre le attuali emissioni da gas serra e, in particolare, da combustibili fossili. I mutamenti climatici (provocati dall'uomo o meno) saranno la questione politica, economica, tecnologica più rilevante del XXI secolo.

Per concludere, riporto due scoraggianti notizie:

- La prima. E' prassi per i climatologi, al termine di ogni anno, confrontare le temperature con i record storici degli anni passati. Il 2005 appena trascorso è stato tra i più caldi da quando le temperature vengono misurate. Esso è infatti confrontabile con il 1998 che è considerato l'anno più caldo mai registrato. L'aspetto più significativo, secondo gli scienziati, è che alle temperature del 2005 non ha contribuito un grande evento di El Niño<sup>4</sup>: "In soli sette anni - spiega James Hansen del Goddard Institute for Space studies della NASA - la temperatura globale è salita fino a un livello uguale a quella del picco durante El

---

4) "El Niño" è un disturbo del sistema atmosferico oceanico del Pacifico tropicale che ha importanti conseguenze per il clima di tutto il pianeta. Tra queste, citiamo l'incremento della piovosità sull'America Centrale e sul Perù dove ha provocato alluvioni distruttive e le condizioni di aridità nelle regioni del Pacifico orientale talvolta associate a devastanti incendi in Australia.

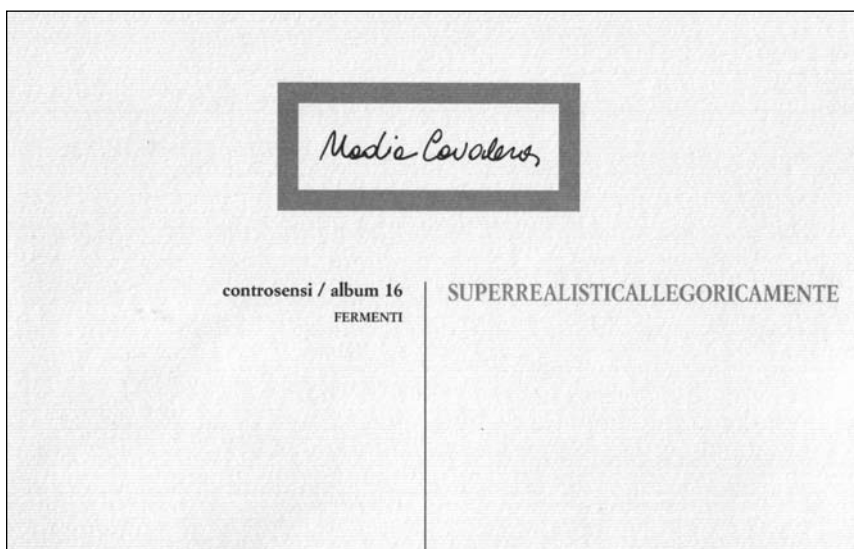
Le osservazioni delle condizioni nel Pacifico tropicale sono considerate essenziali per le previsioni a breve termine (da pochi mesi a un anno) delle variazioni climatiche. Al fine di fornire i dati necessari il NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) gestisce una rete di boe che misura la temperatura, la corrente e i venti della fascia tropicale. Queste boe trasmettono i dati che possono essere ricevuti in tutto il mondo, in tempo reale, dai ricercatori.

El Niño è un fenomeno climatico che i meteorologi hanno identificato solo da pochi anni, grazie alle osservazioni dei satelliti, nonostante le grandi conseguenze che ha sul clima. Ma quando ha avuto origine questo fenomeno? Alcuni studi svolti da ricercatori dell'Università del Maine e della Georgia presso vari siti archeologici peruviani sembrano offrire sostegno alla teoria secondo cui il clima moderno ebbe origine, insieme a El Niño, circa 5000 anni fa. Le nuove scoperte sono state descritte in un articolo pubblicato sulla rivista "Science". In particolare, l'articolo presenta i risultati dell'analisi chimica delle lische, note come otoliti, di un pescegatto marino, il *Gelichthys peruvianus*, che vive lungo le coste del Perù.

Niño degli anni 1997-1998”. In quegli anni, El Niño portò nel Pacifico tropicale acqua insolitamente calda. Nel 2005 non c’è stato un evento di quel tipo, ma molte altre regioni sono state considerevolmente calde, compreso l’atlantico del Nord, dove si è formato un numero di cicloni tropicali senza precedenti.

- La seconda notizia è uscita sul New York Times nella prima metà dello scorso 2005. La Casa Bianca di George W. Bush nominò, ad un certo punto della sua farsa governativa, Philip Cooney come capo di gabinetto del comitato presidenziale per la qualità dell’ambiente. Cooney è un economista senza alcuna esperienza scientifica che aveva lavorato come lobbista per l’industria petrolifera, cioè per il nemico numero uno dell’ambiente e nel nuovo incarico ha continuato a servire gli interessi dei grandi inquinatori, correggendo e forzando i rapporti preparati dagli esperti sull’effetto serra e sulle sue cause. Ma si sa che gli USA hanno i loro interessi a raccontare bugie. Sempre la stessa storia.

**Roberto Maggiani**



Nadia Cavaleri  
*Superrealistic allegoricamente*