

Climalteranti.it

- [Home](#)
- [Chi siamo](#)
- [Sostenitori](#)
 - [LIBRI](#)
- [Netiquette](#)
- [Contatti](#)
- [Premio](#)
 - [Link](#)
- [Didattica](#)
- [Realclimate – ITA](#)
 - [Recensioni](#)
 - [Tutti i Post](#)
 - [faq](#)

Notizie e approfondimenti sul clima che cambia [Posts](#) [RSS](#) [Comments](#) [RSS](#)

Il problema della CO₂ in sei passi facili

*Il grande pubblico chiede sempre chiarimenti sui concetti base scritti in modo piano, i fondamenti che i siti negazionisti tentano sempre di negare. Riteniamo utile perciò tradurre [questo post – scritto da Gavin Schmidt su RealClimate](#) nel 2007, ma certo non invecchiato – sui **concetti base della climatologia e del cambiamento climatico in corso**.*



Spesso ci viene chiesto di spiegare in termini semplici perché l'aumento della CO₂ costituisca un problema significativo, senza basarci sui modelli climatici. Noi siamo in generale felici di farlo. La spiegazione è costituita da un certo numero di passi; spesso tendono ad essere confusi e così cercheremo di tenerli separati.

Passo 1: C'è un effetto serra naturale

L'esistenza di un effetto serra naturale (che l'atmosfera cioè rallenti il trasferimento delle radiazioni infrarosse, poi dette IR, a grande lunghezza d'onda, poi detta LW, dalla superficie terrestre verso lo spazio) è facilmente deducibile da

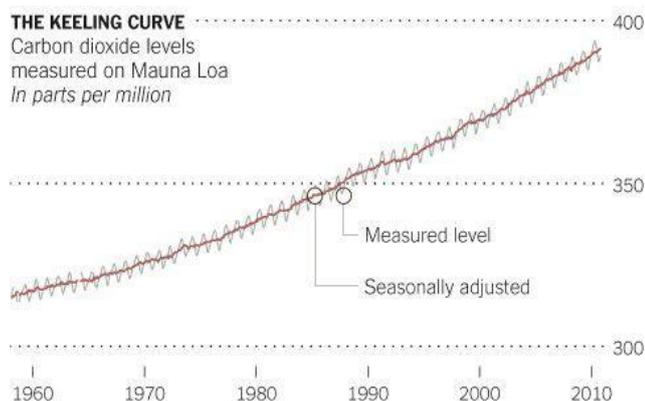
- a) la temperatura media della superficie (circa 15°C) e
- b) il pianeta praticamente in equilibrio radiativo.

Questo significa che c'è un flusso di radiazioni infrarosse dalla superficie terrestre verso lo spazio T^4 (~390

W/m^2), mentre il flusso al top dell'atmosfera (TOA) è grosso modo equivalente alla radiazione solare in arrivo $(1-a)S/4$ ($\sim 240 W/m^2$). Così c'è una gran quantità di LW assorbita dall'atmosfera, circa $150 W/m^2$. Un numero che sarebbe zero in assenza di gas ad effetto serra.

Passo 2: I gas in traccia contribuiscono all'effetto serra naturale.

Il fatto che vari assorbitori contribuiscano all'assorbimento netto della LW è chiaro dagli [spettri IR presi dallo spazio](#) che mostrano le caratteristiche differenze associate con vapor d'acqua, CO_2 , CH_4 , O_3 ecc. ([Harries et al, 2001](#)). L'unica domanda è quanta energia sia bloccata da ciascuno di essi. Questo non può essere calcolato in modo semplice (il numero delle linee di assorbimento e gli effetti della pressione lo precludono), ma si possono usare i programmi che calcolano linea per linea il trasferimento radiativo. I primi calcoli (realizzati da Ramanathan e Coakley, 1979) davano risultati molto simili a quelli più moderni ([Clough e Iacono 1995](#)) e dimostrano che rimuovendo l'effetto della CO_2 si riduce l'assorbimento netto della LW di circa il 14%, ossia di circa $30W/m^2$. Per alcune parti dello spettro, l'IR può essere assorbita o dalla CO_2 o dall'acqua, e così la rimozione della sola CO_2 ha un effetto minimo. Se ci fosse soltanto CO_2 l'effetto sarebbe invece maggiore. Nell'uno e nell'altro caso, comunque i gas in tracce sono una parte significativa degli assorbitori.



Passo 3: I gas serra in tracce sono aumentati significativamente a causa delle emissioni umane.

La CO_2 è aumentata di più del 30% (nel 2011 siamo a +40%, n.d.t.), il CH_4 è più che raddoppiato, l' N_2O è aumentato del 15%, nella troposfera è aumentato l'ozono. Nuovi composti come i CFC e gli HFC non esistevano nell'atmosfera pre-industriale. Tutti questi incrementi contribuiscono all'aumento dell'effetto serra.

Passo 4: La forzante radiativa è uno strumento diagnostico utile e può essere facilmente calcolata.

Da [modelli semplici](#) e dai più sofisticati modelli climatici globali (GCM), si capisce che qualunque perturbazione al bilancio radiativo del TOA, da qualunque sorgente essa provenga, è un indicatore abbastanza buono di eventuali cambiamenti della temperatura superficiale. Così se il Sole divenisse più caldo del 2%, il bilancio TOA della radiazione cambierebbe di circa $0,02 \cdot 1366 \cdot 0,7/4 = 4,8 W/m^2$ (considerando l'albedo e la geometria del sistema) e questo sarebbe una forzante radiativa. Un aumento degli assorbitori serra o un cambiamento dell'albedo avrebbe analogo impatto sul bilancio TOA. Però il calcolo della forzante radiativa è di nuovo un lavoro per programmi di calcolo che considerano ogni linea nonché i profili di temperatura, vapor d'acqua ed aerosol. I calcoli più accurati per i gas in tracce sono quello di [Myhre et al \(1998\)](#) e quelli usati dall'IPCC per il terzo e il quarto rapporto. Questi calcoli possono essere condensati e semplificati per fittare i dati, per esempio attraverso la comune formula per la CO_2 , $RF = 5,35 \ln(CO_2/CO_{2_orig})$ (vedi anche il terzo rapporto Ipcc [per gli altri](#))

La forma logaritmica viene dal fatto che alcune specifiche linee sono già saturate e che l'aumento della forzante dipende dalle "ali" dei picchi (le parti laterali, vedi qui <http://www.realclimate.org/index.php/archives/2007/06/a-saturated-gassy-argument-part-ii/> per i dettagli). Le forzanti per gas meno abbondanti, come i CFC, sono lineari con la concentrazione. I calcoli di Myhre e altri usano profili rappresentativi per varie latitudini, ma diverse assunzioni per le nubi. le loro proprietà e l'eterogeneità spaziale significano che

la forzante media globale è incerta per il 10%. Così la forzante radiativa per un raddoppio di CO₂ è circa $3.7 \pm 0.4 \text{ W/m}^2$, lo stesso ordine di grandezza di un aumento del flusso solare del 2%.

Ci sono un paio di piccole complicazioni sul concetto di forzante radiativa. Una è che la CO₂ gioca un ruolo importante nel bilancio della radiazione stratosferica. La stratosfera reagisce molto velocemente a cambiamenti in quel bilancio e ciò cambia di poco ma in maniera non trascurabile la forzante del TOA. La risposta alla superficie, che è molto più lenta, è quindi più proporzionale alla forzante “modificata” e, in generale, si usa quest’ultima invece di quella istantanea. L’altro problema dipende dalla distribuzione spaziale degli agenti forzanti, possono intervenire diversi feedback e una forzante quantitativamente equivalente però proveniente da due diverse sorgenti può non dare lo stesso effetto. Il fattore che quantifica questo effetto si chiama “efficacia” della forzante, di solito ragionevolmente vicina ad 1 e non modifica granché una descrizione approssimata (Hansen e altri, [Efficacy of climate forcings](#), 2005). Quindi le forzanti climatiche possono essere semplicemente sommate per approssimare l’effetto complessivo.

La forzante totale dai gas serra in tracce menzionata nel passo 3, è al momento di circa $2,5 \text{ W/m}^2$, e la forzante netta (inclusi gli effetti di raffreddamento degli aerosol e i cambiamenti naturali) è di circa $1,6 \pm 1,0 \text{ W/m}^2$ dall’era preindustriale. La maggior parte dell’incertezza è legata agli effetti degli aerosol. La crescita attuale delle forzanti è dominata dalla CO₂, con potenzialmente un piccolo ruolo di decrescita per gli aerosol riflettenti (solfati, in particolare negli USA e in Europa) e aumenti negli aerosol assorbenti (come la fuliggine, in particolare da India e Cina e dalla combustione di biomasse).

Passo 5: La sensibilità climatica è di circa 3°C per il raddoppio di CO₂.

Nella definizione classica, la sensibilità climatica è definita come la risposta della temperatura globale media ad una forzante una volta che tutti i “feedback veloci” siano avvenuti (temperatura atmosferica, nubi, vapor d’acqua, venti, neve, banchisa ecc.) ma prima che qualcuno dei feedback “lenti” (calotte glaciali, vegetazione, ciclo del carbonio ecc.) entri in gioco. Dato che non importa molto quale forzante stia cambiando, la sensibilità può essere valutata a partire da ciascun periodo del passato per il quale i cambiamenti nelle forzanti siano conosciuti e i corrispondenti cambiamenti nelle temperature di equilibrio possano essere valutati. Come discusso in [precedenza](#), l’ultimo periodo glaciale è un buon esempio di una grande forzante ($\sim 7 \text{ W/m}^2$ da calotte glaciali, gas serra, polvere e vegetazione) con una grande risposta in temperatura ($\sim 5^\circ \text{ C}$), che implica una sensibilità climatica di circa 3° C (con significative barre di errore). In maniera più formale, potete combinare questa stima con altre tratte dal 20esimo secolo, dalla risposta alle eruzioni vulcaniche, dall’ultimo millennio, da sensori remoti o da altro ancora, per ottenere degli intervalli molto affidabili sui valori cercati. Così hanno fatto [Annan and Hargreaves \(2006\)](#) ottenendo circa 3° C . Se convertiamo questa stima per il raddoppio di CO₂ in un fattore più utile e generale si ottiene $\sim 0,75^\circ \text{ C/W/m}^2$.

Passo 6: La forzante radiativa x la sensibilità climatica è un numero significativo.

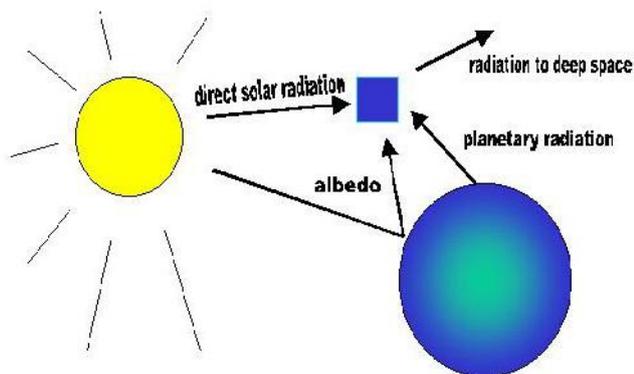
Le forzanti correnti ($1,6 \text{ W/m}^2$) x $0,75^\circ \text{ C/(W/m}^2)$ implicano una variazione all’equilibrio di $1,2^\circ \text{ C}$. Poiché l’oceano ha bisogno di tempo per riscaldarsi, noi non ci siamo ancora arrivati (finora abbiamo sperimentato $0,7^\circ \text{ C}$) e restano $0,5^\circ \text{ C}$ in arrivo. Possiamo stimarlo in altro modo, usando i cambiamenti nel contenuto termico dell’oceano durante l’ultimo decennio (\sim uguale allo sbilancio radiativo) $\sim 0,7 \text{ W/m}^2$, una forzante “non realizzata” che porterà ad un ulteriore aumento di $0,7 \times 0,75^\circ \text{ C}$, cioè $0,5^\circ \text{ C}$. Forzanti addizionali in scenari “business as usual” vanno da 3 a 7 W/m^2 e perciò il riscaldamento aggiuntivo (all’equilibrio) andrebbe da 2 a 5° C . Questo è significativo.

QED (quod erat demonstrandum)

Traduzione di Claudio Della Volpe e Sylvie Coyaud

Una nota sul valore dell'albedo della Terra.

Il valore numerico dell'albedo del nostro pianeta usato nel post potrebbe dar luogo a qualche discussione, perché è facile trovare sia sul web che su libri anche recenti valori diversi, ossia più alti, attorno a 0.4.



Esistono due definizioni di albedo di un oggetto astronomico, l'albedo di Bond e l'albedo geometrico.

L'albedo cosiddetto di Bond, dal nome dell'astronomo americano Georges Phillip Bond che lo propose per primo può essere definito come *“la frazione della potenza della radiazione elettromagnetica totale incidente su un oggetto astronomico che è diffuso nello spazio tenendo conto di tutte le lunghezze d'onda e di tutti gli angoli di fase”* (cioè gli angoli con la direzione della sorgente di illuminazione).

Invece l'albedo geometrico di un corpo astronomico è il rapporto della sua brillantezza effettiva ad angolo di fase zero (cioè visto dalla sorgente di luce) rispetto a quello di una superficie a disco ideale piana, completamente riflettente, che fa diffusione Lambertiana con la medesima sezione trasversale. Nel caso della Terra l'albedo geometrico è 0.367, mentre quello di Bond che ci serve per i calcoli climatici è 0.306 (valore proposto dalla Nasa).

Chi è interessato può leggere [qui](#) oppure [qui](#) ed ancora per i metodi sperimentali [Global Change and the Dark of the moon di Flattè, Koonin e MacDonald](#).

Tags: [Hansen](#), [Schmidt](#)

. [Climalteranti](#) on Mar 18th 2011 Categorie: [Didattica](#), [Fenomenologia](#) [Stampa questo articolo](#)

91 responses so far

91 Responses to “Il problema della CO₂ in sei passi facili”

1. [# claudio della volpe](#) on Mar 18th 2011 at 21:14

una precisazione sull'equazione del passo 1, che potrebbe far sorgere qualche dubbio:

S è il flusso solare in arrivo per unità di superficie e il termine $\frac{4}{1-a}$ a denominatore serve a tener conto che mentre la sezione di ingresso della radiazione è pari all'area del cerchio massimo della sfera terrestre, la superficie su cui si ripartisce la radiazione è TUTTA la superficie della sfera terrestre, che come per ogni sfera è 4 volte l'area del cerchio massimo (e questo è vero per ogni superficie unitaria di incidenza); il termine $(1-a)$, dove a è l'albedo di Bond, infine, esprime la frazione di energia che effettivamente penetra nei confini del pianeta

2. [# Vincenzoon](#) on Mar 18th 2011 at 22:52

Ottimo post, però pur capendo la necessità di semplificare, la semplificazione del passaggio 1 è un po' troppo brutale.

Dire che i 150 W/m² intrappolati nell'atmosfera, sui 390 emessi, sono LW, è molto impreciso.

In realtà l'assorbimento di LW dell'atmosfera è molto maggiore, circa 330 sui 390. Solo 60 di quei 150 quindi sono dovuti agli IP. Il resto della chilocaloria per chilogrammo di CO₂ è dovuto alla