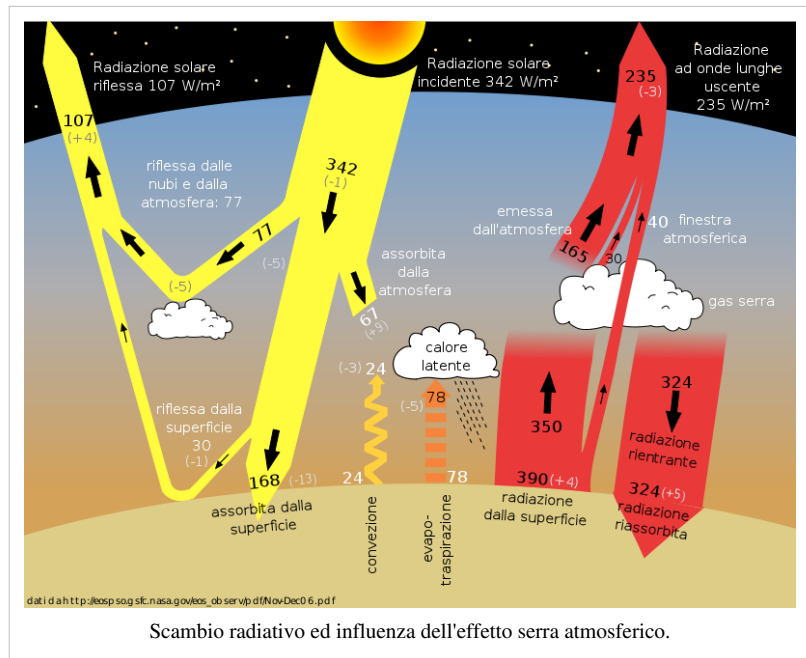


Effetto serra

L'effetto serra è un fenomeno naturale che entra a far parte dei complessi meccanismi di regolazione dell'equilibrio termico di un pianeta o di un satellite grazie alla presenza di un'atmosfera contenente alcuni gas. Questi, per le proprie particolari proprietà molecolari, riflettono oppure assorbono e riemettono la radiazione infrarossa; il nome deriva dunque dalla similitudine con quanto avviene nelle serre per la coltivazione.

I raggi solari a corta lunghezza d'onda penetrano facilmente nell'atmosfera raggiungendo in buona parte la superficie del pianeta, dove vengono in parte riflessi ed in parte assorbiti dalla superficie e convertiti in calore. Il calore viene dissipato verso lo spazio sotto forma di irraggiamento infrarosso, secondo la legge del corpo nero o legge di Stefan-Boltzmann. L'interferenza dei gas serra alla dissipazione della radiazione infrarossa comporta l'innalzamento della temperatura superficiale fino al raggiungimento di un punto di equilibrio tra radiazione solare in arrivo e infrarossa in uscita.



In assenza di gas serra la temperatura superficiale media della Terra sarebbe di circa $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ mentre il valore effettivo è di circa $+14 \text{ }^\circ\text{C}$, molto al di sopra del punto di congelamento dell'acqua, il che consente la vita come noi la conosciamo. È importante rilevare che l'acqua, sotto forma di vapore, costituisce essa stessa il più potente gas serra atmosferico.

L'inquinamento atmosferico dovuto alla continua e crescente combustione di fonti fossili a scopo energetico, alla deforestazione tropicale, all'agricoltura industrializzata e all'estensione della zootecnia, comporta un aumento dei gas serra in atmosfera in particolare dell'anidride carbonica (CO_2), del metano (CH_4), del protossido di azoto o ossido di diazoto (N_2O) e dell'ozono (O_3). Quanto agli effetti sul vapore acqueo essi sono indiretti (aumento dell'evaporazione dalla superficie oceanica) e poco compresi.

Nel sistema solare, oltre che sulla Terra, l'effetto serra regola le condizioni termiche su Marte, Venere e Titano, mentre la nostra Luna, priva di atmosfera e quindi di effetto serra, presenta escursioni di temperatura fortissime fra il giorno e la notte e fra le zone in ombra e quelle illuminate.

Cosa è e come agisce l'effetto serra sulla Terra

L'effetto serra è la capacità dell'atmosfera di trattenere più o meno calore: non è un fenomeno unico ma raggruppa tutti quei fenomeni (locali o globali, di breve o lunga durata) che fanno variare il contenuto atmosferico di vapore acqueo, CO_2 e metano. Infatti, un'atmosfera più umida, cioè con maggior contenuto di vapore acqueo, trattiene più calore di un'atmosfera meno umida; un'atmosfera che contiene maggior CO_2 o metano, ... trattiene più calore di un'atmosfera con minor contenuto di questi gas.

Quando si parla di aumento o diminuzione dell'effetto serra ci si riferisce proprio all'aumento o alla diminuzione della capacità di trattenere calore da parte dell'atmosfera: è ovvio che se l'atmosfera riesce a trattenere più calore si avrà un innalzamento della temperatura, se l'atmosfera riesce a trattenere meno calore si avrà una diminuzione delle

temperature.

Tuttavia l'effetto serra non coincide e non deve essere confuso con il semplice aumento o diminuzione della temperatura. Non è detto che un aumento o diminuzione della temperatura della Terra sia dovuta alla variazione dell'effetto serra: ad esempio quando il Sole nel passato ha emesso maggior energia verso la Terra si è avuto un innalzamento delle temperature senza che però sia necessariamente variato l'effetto serra. In questo caso la capacità dell'atmosfera di trattenere calore non è variata e l'aumento di temperatura è dovuto solo al fatto che maggior energia dal Sole è entrata in gioco nel sistema climatico terrestre.

Molti sono i fattori che contribuiscono ad alzare o abbassare l'effetto serra: alcuni sono interni all'atmosfera (piogge, spostamenti masse d'aria umide, annuvolamenti, contenuto di vapore acqueo, CO₂, metano,...) altri sono esterni (evaporazione dei mari, scambio CO₂ tra mare e atmosfera, respirazione del mondo vegetale e animale, azione batterica nei terreni, emissioni vulcaniche,...).

In una situazione di equilibrio termico ideale (tanta energia viene assorbita e tanta ne viene riemessa) tutti questi fattori partecipano insieme, chi apportando un'azione di aumento dell'effetto serra chi un'azione di diminuzione, in maniera tale che le varie azioni si annullano a vicenda facendo rimanere il sistema in equilibrio termico. Tuttavia il sistema clima vive di continuo in una situazione di maggiore o minore alterazione del suo equilibrio termico: piogge, annuvolamenti più o meno locali, campi di alta e bassa pressione, evaporazione,... sono tutti fenomeni che alterano di continuo l'effetto serra di una zona più o meno ampia. Tuttavia da un punto di vista globale tutte queste alterazioni si annullano a vicenda facendo rimanere pressoché costante la capacità globale dell'atmosfera di trattenere calore al suo interno.

Quando si parla di aumento o diminuzione dell'effetto serra si parla della tendenza di TUTTI questi fattori, nessuno escluso, a trovare un equilibrio globale tra loro verso una situazione di più alta o più bassa temperatura. L'effetto serra è elemento riequilibratore del clima, agisce a carattere locale, viene alterato continuamente su aree più o meno estese ma dona un equilibrio a carattere globale. Proprio l'equilibrio termico globale fa sì che si possano riequilibrare le alterazioni a carattere locale e proprio grazie alla compensazione delle alterazioni locali (alcune positive altre negative) si può mantenere un determinato equilibrio globale.

L'effetto serra agisce realizzando effetti di retroazione negativa evitando che il sistema Terra entri in uno stato di squilibrio termico. Quando un fattore tende a fare alzare l'effetto serra il sistema clima reagisce con effetti di raffreddamento, quando l'effetto serra tende ad abbassarsi si avranno effetti di riscaldamento: alterando un parametro che squilibra il sistema climatico (insolazione, evaporazione, piogge, annuvolamento, attività vegetale, animale o batterica, attività vulcanica, contenuto gas serra,...) il sistema reagisce in maniera tale da riequilibrare la variazione che il clima subisce sia a livello locale (più velocemente) che a livello globale (in maniera più lenta). Se un fattore fa aumentare l'effetto serra (maggior contenuto di vapore acqueo o di CO₂,...) allora il sistema subirà una variazione che sviluppa quegli elementi che riequilibrano il clima (aumento delle perturbazioni atmosferiche che rilasciano il vapore acqueo contenuto nell'atmosfera, maggior sviluppo del mondo vegetale che consuma acqua e CO₂,...).

I fattori che influenzano l'effetto serra sono molti (alcuni ancora non ben conosciuti) e si comportano in maniera diversa tra loro. Alcuni sono fenomeni locali (piogge, evaporazione, venti, annuvolamenti,...) altri hanno comportamenti più globali (campi di alta o bassa pressione, spostamenti di masse d'aria, variazione del contenuto atmosferico globale di vapore acqueo, CO₂ o metano, correnti oceaniche,...), alcuni provocano variazione di breve durata (ore , giorni, settimane) altri di lunga durata (anni, decenni, secoli,...):

- 1) L' aumento di evaporazione provoca un effetto di riscaldamento: l'atmosfera diventa più umida (sale il contenuto di vapore acqueo) e l'atmosfera che diventa più umida trattiene più calore;
- 2) l'aumento delle piogge provoca un effetto di raffreddamento: l'atmosfera diventa meno umida (perde vapore acqueo) e trattiene meno calore.
- 3) L'aumento di nuvolosità svolge un doppio effetto: principalmente hanno un effetto di raffreddamento isolando la superficie terrestre dai raggi del sole (e quindi meno raggi arrivano dal sole alla superficie terrestre meno calore entra in gioco); in altri casi ha un effetto di riscaldamento bloccando la dispersione del calore già contenuto

- dall'atmosfera (come un tappo).
- 4) i campi di alta e bassa pressione regolano lo spostamento "rapido" di aria più calda o più fredda, più o meno umida, intervenendo direttamente e rapidamente sulla capacità dell'atmosfera di trattenere più o meno calore.
 - 5) Spostamenti di masse d'aria, cicloni,... sono fortemente connessi a quanto già detto per le piogge, le nuvole, e i campi di alta o bassa pressione.
 - 6) Le correnti oceaniche sembrano svolgere un ruolo importantissimo e fondamentale per riequilibrare il clima, simile a quello degli spostamenti di masse d'aria in atmosfera.
 - 7) Le variazioni globali nel contenuto atmosferico di vapore acqueo, CO₂ e metano, provocano variazioni di più lunga durata sulla temperatura e sono equilibrate dall'effetto serra perché fortemente connesse con alcune variazioni nei mari e nella biologia presente sulla Terra, tipo:
 - a) il consumo di CO₂ da parte delle piante (maggiore CO₂ c'è in atmosfera maggiore sarà il consumo da parte delle piante)
 - b) il passaggio di vapore acqueo o CO₂ dai mari all'atmosfera (più è caldo più vapore e CO₂ passano in atmosfera ma più vapore c'è in atmosfera e più nuvolosità e piogge si avranno)
 - c) il passaggio di metano dalle terre all'atmosfera causato dai batteri (più è caldo maggior metano viene immesso in atmosfera).

Ruolo dell'effetto serra nei cambiamenti climatici

Il clima è caratterizzato da 2 fattori principali:

- La *ciclicità* (cicli giornalieri, stagionali, annuali, decennali, millenari,...) legati principalmente ai movimenti della Terra (rotazione, rivoluzione, effetto dell'inclinazione dell'asse,...) o ad altre cause cicliche (fasi solari, macchie solari,...);
- La *variabilità* all'interno dei cicli dovute a cause, non cicliche, principalmente interne al pianeta (movimenti delle masse d'aria, eruzioni vulcaniche, correnti oceaniche,...) ma anche esterne (meteoriti, interazione con altre stelle o pianeti,...).

In questo contesto l'effetto serra si presenta come il fenomeno che regola i rapporti tra ciclicità e variabilità climatica rendendo il sistema clima un sistema attivo autoregolante e retroattivo: infatti cambiando un parametro climatico (insolazione, umidità dell'aria,...) l'effetto serra reagisce in maniera tale da far tornare regolari e costanti le condizioni energetiche totali del sistema Terra. Più in particolare per effetto serra si intendono tutti quei fenomeni attraverso i quali la natura interviene a regolare la capacità dell'atmosfera di trattenere o meno l'energia proveniente dal Sole.

Ad esempio d'estate quando è massima l'insolazione (l'energia solare che arriva sulla Terra) diminuisce il potenziale serra dell'atmosfera poiché diminuisce l'umidità dell'aria (ossia il contenuto di vapore acqueo) ed è minimo il contenuto di CO₂ (grazie al consumo di CO₂ delle piante in estate) e quindi l'atmosfera trattiene minor calore al suo interno. Al contrario d'inverno, quando l'insolazione è minima (cioè è minima l'energia che proviene dal sole), è massimo il potenziale serra dell'atmosfera: infatti è massima sia l'umidità dell'atmosfera sia il contenuto di CO₂ (le piante in inverno ne consumano molto meno) e quindi l'atmosfera riesce a trattenere maggiore energia al suo interno. Questa caratteristica è facilmente osservabile di notte in inverno: è noto che, quando osserviamo un cielo invernale pieno di stelle, ci dobbiamo aspettare una notte fredda, con possibili gelate notturne, mentre una serata con cielo nuvoloso è di sicuro più calda.

Un altro esempio comune di effetto serra è quello che interviene nei cicli giornalieri del clima ossia l'alternanza giorno-notte e la variazioni di temperatura ad essa associata: la ciclicità in questo caso riguarda le temperature che a causa dell'insolazione sono massime intorno alle ore 12-15 del pomeriggio e minime intorno alle 3-5 di notte; la variabilità è data dalle piogge e dagli spostamenti di masse d'aria (più o meno calde e umide) che possono investire una zona e cambiare il clima di uno o più giornate. L'effetto serra, si mostra attraverso le piogge (ossia la perdita di umidità da parte dell'atmosfera), l'evaporazione o il movimento di masse d'aria umida (ossia l'arricchimento

d'umidità dell'atmosfera) e il movimento o la formazione di corpi nuvolosi (cioè il tentativo di isolare una zona e diminuire l'insolazione respingendo i raggi solari). Tutti questi sono fenomeni che possono investire una zona in un momento della giornata o persistere per più giornate. Attraverso le piogge, l'evaporazione e i movimenti d'aria e nuvole, l'effetto serra interviene giornalmente (e in modo diverso da zona a zona) regolando la capacità dell'atmosfera di trattenere energia, in maniera tale da mantenere regolare e costante il rapporto tra l'energia che nel trascorrere dei giorni arriva sulla Terra e l'energia che la Terra perde. In pratica l'effetto serra opera attraverso l'atmosfera (regolando la concentrazione in atmosfera di vapore acqueo, anidride carbonica, metano,...) ed ha come obiettivo la mitigazione del clima eliminando gli eccessi di riscaldamento o gli eccessi di raffreddamento ai quali è soggetta la Terra a causa dei suoi moti.

Quindi l'effetto serra non è un fenomeno fisso e sempre costante ma è un fenomeno che varia per regolare il clima e le sue variazioni sono sia di carattere giornaliero, sia di carattere stagionale e varia anche per cicli climatici molto più lunghi come nel caso dell'alternarsi di periodi glaciali e interglaciali (cicli di migliaia di anni) o addirittura di ere glaciali e interglaciali (cicli di milioni di anni).

Non tutti i gas che formano l'atmosfera hanno una capacità serra (cioè una capacità a trattenere calore) ed è ancora aperta la discussione sulla maggiore o minore influenza dei vari gas serra (cioè quelli che hanno più o meno capacità a trattenere calore), tra i quali i più importanti sono:

-il vapore acqueo (rappresenta circa il 70% dell'effetto serra) che ha la caratteristica di poter essere trovato rapidamente (evaporazione di mari, fiumi e laghi) e altrettanto rapidamente può essere scartato dall'atmosfera (piogge) ed è quindi importante per i cicli giornalieri e stagionali. In generale l'aumento di umidità dell'aria fa aumentare l'effetto serra (ossia l'atmosfera più umida trattiene più calore) mentre la formazione di nuvole interviene per diminuire l'effetto serra contrastando l'insolazione diretta e facendo perdere umidità all'atmosfera attraverso le piogge;

-l'anidride carbonica e metano (rappresentano insieme il 25% dell'effetto serra) che al contrario rimangono molto più a lungo in atmosfera e sono quindi importanti per regolare i cicli stagionali e decennali. Questi gas riescono a trattenere calore sulla Terra riflettendo determinate lunghezze d'onda e come accade per il vapore acqueo, sono continuamente scambiati tra atmosfera, terra e mari (attraverso l'evaporazione, piogge, respirazione delle piante, eruzioni vulcaniche) dando luogo a variazioni sia giornaliere che stagionali nel contenuto in atmosfera sia di CO₂ che di metano.

-altri tra cui: protossido d'azoto (N₂O), clorofluorocarburi (CFC), esafluoruro di zolfo (SF₆),... che insieme rappresentano il restante 5% dell'effetto serra.

Dinamica del fenomeno sulla Terra

Il Sole emette in tutte le direzioni dello spazio un flusso di energia di circa 64 milioni watt per metro quadrato. La Terra è investita da una frazione di tutta questa energia che al di sopra dell'atmosfera è stimata come valore medio in 1366 Watt per metro quadrato; questo valore è denominato costante solare. Di conseguenza, tenuto conto della superficie sferica del nostro pianeta, la potenza solare che viene indirizzata sulla Terra ha un valore di circa di 174×10^{15} watt, ossia di 174 milioni di gigawatt. In altri termini, l'energia luminosa arriva sulla Terra al ritmo di 174 milioni di gigajoule al secondo. Si tratta di una quantità di energia di gran lunga superiore a quella complessivamente generata dall'uomo. I 1366 watt per metro quadrato sarebbero il flusso di energia che investirebbero la Terra se questa fosse ferma, piatta e se i raggi giungessero perpendicolarmente ad essa ma tenendo conto della sfericità della Terra (e quindi del fatto che i raggi investono perpendicolarmente solo la zona equatoriale) e dei suoi movimenti, la quantità media di energia che arriva sopra l'atmosfera è 342 watt per metro quadrato.

Vediamo il bilancio energetico Sole-Terra. In condizioni di equilibrio la quantità di radiazione ricevuta (il Sole a 6000°K emette fondamentalmente raggi a 0,5 μ m, che sono lasciati passare dall'atmosfera) è bilanciata da una eguale quantità riemessa in due modi:

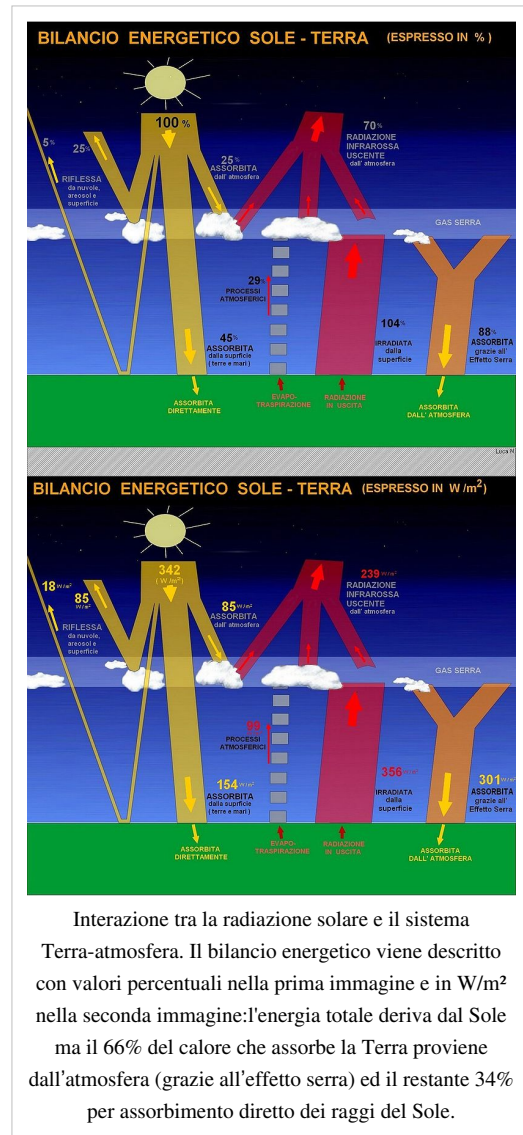
- riflessione (circa il 30% del totale, prevalentemente dalle nubi e dalle superfici ghiacciate),
- riemissione come radiazione di corpo nero (il restante 70%).

La radiazione non riflessa viene assorbita dall'atmosfera (17%), dalle nubi (8%) e dalla superficie terrestre e dai mari (45%), dove si trasforma in calore.

La Terra, riscaldata come visto dai raggi solari, riemette una radiazione elettromagnetica la cui lunghezza d'onda è legata alla temperatura dalla legge di Wien (come qualunque corpo caldo). Alla temperatura della superficie terrestre, circa 287 K, l'emissione è nel campo dei raggi infrarossi cioè con lunghezza d'onda di circa 10-15 micrometri.

L'atmosfera terrestre, che è trasparente alla luce visibile e all'infrarosso vicino, non lo è alla lunghezza d'onda di 10-15 micrometri, per cui solamente il 12% della radiazione riemessa (corrispondente al 9% rispetto alla radiazione solare entrante) riesce a sfuggire nel cosmo. Il resto viene assorbito dall'atmosfera stessa e la riscalda; a sua volta l'atmosfera riemette energia che in parte viene persa nello spazio.

La temperatura al suolo aumenta così fino a quando la quantità di radiazione che riesce a sfuggire compensa quella ricevuta dal Sole e nel corso di milioni di anni si è stabilizzata su valori che hanno permesso la vita: la temperatura media terrestre globale è di circa 15 °C, mentre, senza tale meccanismo, sarebbe di -20 °C.



Surriscaldamento globale

La composizione dell'atmosfera è cambiata molto nel corso della storia della Terra a causa di fattori geologici (emissioni vulcaniche, emissioni gas terrestri, assorbimento o emissioni degli oceani,...) e biologici (attività batteriche, respirazione di piante e animali, attività degli organismi viventi,...): con essa è cambiata anche la capacità dell'atmosfera di trattenere più o meno calore e l'effetto serra del pianeta ha subito una continua e lenta evoluzione. Anche l'uomo, come tutto il mondo biologico, con le sue attività (respirazione, coltivazione, allevamento, consumo di energia, bonifica delle paludi, salvaguardia degli ecosistemi, risanamento dei suoli, cementificazione,...) influenza l'ambiente in cui vive e si ritiene che incida sull'atmosfera apportando un aumento esagerato di gas ad effetto serra.

Infatti una grande impennata nella concentrazione di *gas serra* si è registrata con l'utilizzo di combustibili fossili, che ha intaccato le riserve geologiche di carbonio alterandone il ciclo, e con la maggior produzione di metano dovuta ad un'esplosione dell'allevamento di bestiame (suini e bovini) e delle colture a sommersione (per esempio il riso).

Anche prodotti di sintesi, quali i clorofluorocarburi (CFC) ed i perfluorocarburi, contribuiscono - oltre al noto problema del buco dell'ozono - all'intensificazione dell'effetto serra ^[1].

Una possibile importante fonte di rilascio del gas serra metano nell'atmosfera è il fondale oceanico quando è sottoposto al riscaldamento globale stesso.

I Paesi che emettono la maggior parte dei gas serra sono i Paesi industrializzati, ma anche paesi in via di sviluppo stanno svolgendo un ruolo significativo: al primo posto per quantitativi di gas serra ci sono gli Stati Uniti d'America (~30%) mentre la Cina è già al secondo posto.

Un primo tentativo di limitare l'alterazione climatica indotta dall'uomo è il Trattato delle Nazioni Unite sul clima (UNFCCC) che vede nel *Protocollo di Kyōto* il primo strumento di attuazione di una politica ambientale più responsabile. Alcuni Paesi come gli Stati Uniti, pur avendo sottoscritto il Trattato hanno deciso di non aderire al Protocollo, inizialmente citando studi in cui si metteva in dubbio la responsabilità delle attività antropiche, poi, nel 2005, sostenendo che l'economia americana non sarebbe pronta ad effettuare la transizione verso un minore impatto ambientale. La sede dell'UNFCCC si trova a Bonn. L'ultimo atto della lotta all'emissioni di CO₂ si è avuto al G20 dell'Aquila in cui si è deciso che i paesi industrializzati dovranno assumere la guida del processo per contribuire in maniera determinante alla riduzione delle emissioni di CO₂ secondo una condivisione equilibrata delle responsabilità.

Voci correlate

- Disboscamento
- Gas serra
- Mutamenti climatici
- Protocollo di Kyōto
- Emissions trading

Collegamenti esterni

- Effetto Serra, fenomeno e riscaldamento globale ^[2]
- Fondazione Michelagnoli - Poster effetto serra (pdf 3,12 MB) ^[3]
- Energia e ambiente ^[4] Fonte: OEW
- (DE) Der Treibhauseffekt - Arbeit im Rahmen des Abiturs 2005 über den globalen Klimawandel ^[5]
- I gas ad effetto serra ^[6]
- Stazione di misura al Plateau Rosà ^[7]

Note

- [1] Annex A del Protocollo di Kyoto (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>)
 - [2] <http://www.nonsoloaria.com/effser.htm>
 - [3] http://www.fondazionemichelagnoli.it/poster_fonda/effetto_serra.pdf
 - [4] http://www.oew.org/it/archiv_news.php?id=288&arch_id=2&annorum=2006
 - [5] http://www.the-threat.de/geo/climate_change/2.treibhauseffekt.php
 - [6] http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/pdf/gases_it.pdf
 - [7] <http://greeninfo.ricercadisistema.it/>
-

Fonti e autori delle voci

Effetto serra *Fonte:* <http://it.wikipedia.org/w/index.php?oldid=27563741> *Autori::* .anaconda, Adfe, Alexander VIII, Amonsul, Aracuano, Ariel, Avesan, Barbaking, Barmar, Baruneju, Biopresto, Bixxio, Blakwolf, Brownout, Cerrigno, Chicco2, Cisco79, Cruch, Danilo, Demart81, Dispe, Diuturno, Elwood, Erococo, Exephyo, F. Cosoleto, Fire90, Frack, Frazzone, Gggg81, Ginosal, Giovannigobbin, Grigio60, Guam, Guidomac, Henrykus, Kaus, Kiado, Kibira, L736E, Luisa, M7, MapiVanPelt, Maurizio.Cattaneo, Maximix, Melos, Myfilippodb, Nase, Nick84, Olando, Osk, Paolo1 74, Phantomas, Pipep, Plastique, Pomo 00, PravoSlav, Qbert88, Rael, Retaggio, Sandrobt, Saxonyking, Sbazzone, Scheggia92, Scriban, Senpai, Senza nome.txt, Tia solzago, To011, Trixt, Vale maio, Weissbach, WinstonSmith, Yoruno, Yuma, 171 Modifiche anonime

Fonti, licenze e autori delle immagini

File:Sun_climate_system_it.svg *Fonte:* http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Sun_climate_system_it.svg *Licenza:* sconosciuto *Autori::* Retaggio, Scriban

Immagine:Bilancio energetico Sole - Terra.jpg *Fonte:* http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=File:Bilancio_energetico_Sole_-_Terra.jpg *Licenza:* sconosciuto *Autori::* Chicco2, Jacopo, Retaggio

Licenza

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>