

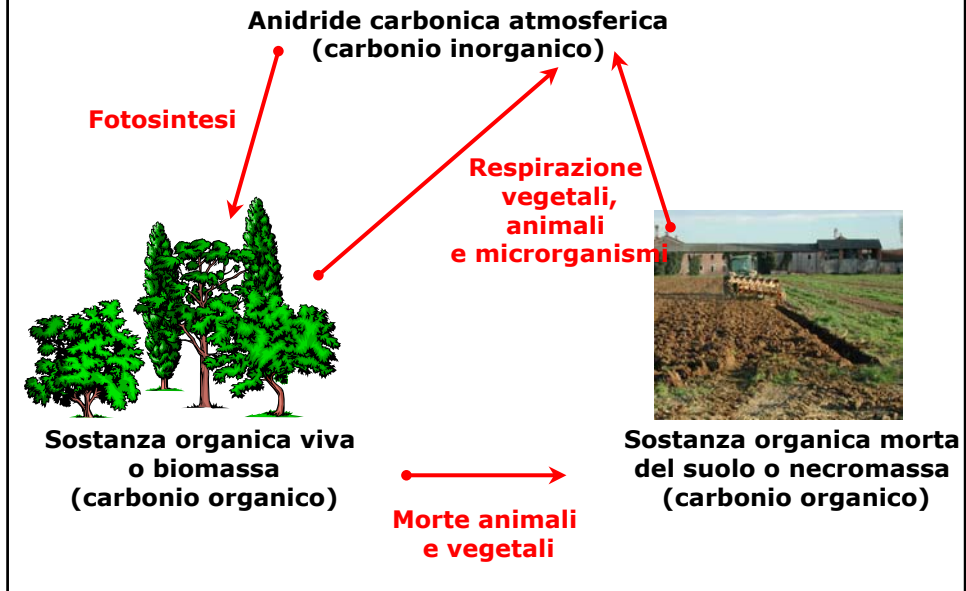
Ciclo bio-geochimico del carbonio, effetto serra e riscaldamento globale

Dott. Giuliano Bonanomi
Dott. Francesco Giannino

Effetto serra e riscaldamento globale

- a. Il ciclo del carbonio globale**
- b. L'anidride carbonica in atmosfera e gli altri gas serra**
- c. L'incremento dei gas serra in atmosfera nel XX secolo. Dinamica e cause**
- d. I meccanismi dell'effetto serra e il riscaldamento globale del XX secolo**
- e. Conseguenze del riscaldamento globale**
- f. Possibili soluzioni del problema ed il protocollo di Kyoto del 1997**

Il ciclo del carbonio nell'ecosistema



Ciclo del carbonio, produttività e biomassa ecosistemica

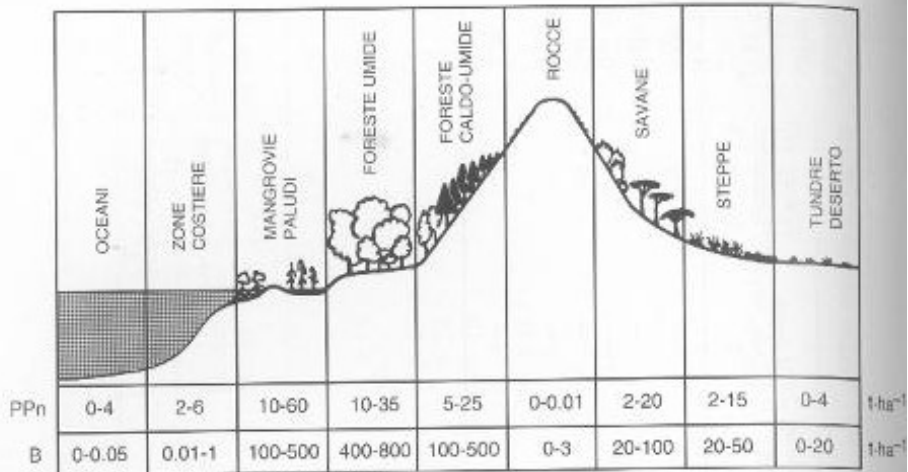


Fig. 104 - Differenza nella produzione netta primaria annuale (PP_n) e nelle disponibilità massive delle produzioni vegetali (B) sulla terra. Calcoli e dati di E. P. ODUM (1954), BAZILEVICH e RODIN (1971), WHITTLACHER e LIKENS (1975).

Il ciclo del carbonio, distribuzione biomassa all'interno dei differenti ecosistemi terrestri

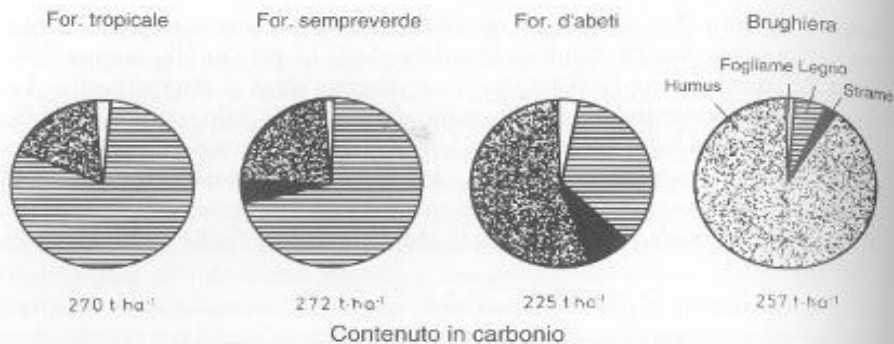
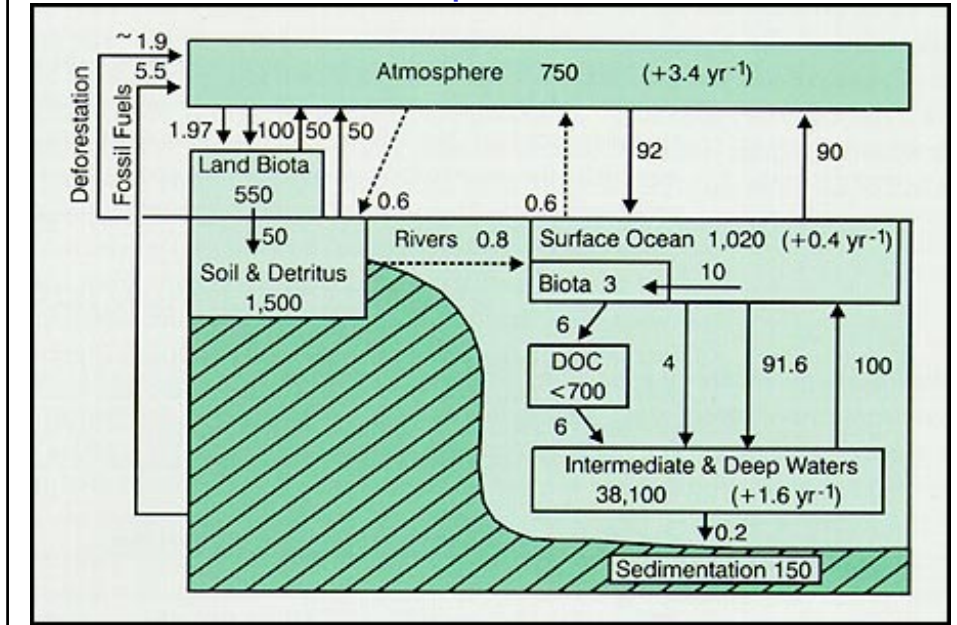


Fig. 102 - *Disponibilità di composti organici del carbonio nella massa vegetale (fogliame), nel legno, nello strame e nell'humus delle foreste a diverse condizioni pedoclimatologiche. Nella foresta umida tropicale e nelle foreste sempreverdi della zona caldo-temperata il carbonio è prevalentemente legato alla massa vegetale; il deposito al suolo viene rapidamente elaborato; nel terreno si trova solo poca sostanza organica. Nella brughiera subalpina vi è invece più sostanza organica nello strame e nell'humus che nella copertura fogliare delle piante, soprattutto perché alle condizioni caldo-umide esistenti la demolizione ha luogo nel terreno assai più lentamente che in ambienti caldi. Secondo YODA e KIRA (1969), LARCHIER (1977).*

Il pool di sostanza organica (CO₂ immobilizzata) nella tundra: il permafrost



Il ciclo bio-geochimico del carbonio: analisi quantitativa



Ciclo del carbonio: relazione fra i pool di carbonio

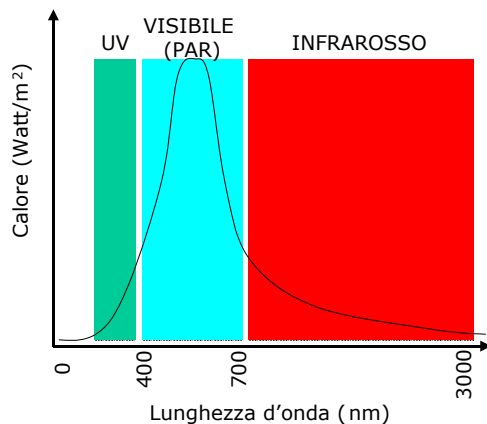
	Dimensione (10^{15} kg)	% Totale
A. Pool di carbonio nell'atmosfera come CO_2 , è relativamente piccolo ma molto attivo	0.75	0.001
B. Pool di carbonio negli oceani come carbonati disciolti. Relativamente grande ed attivo.	42	0.05
C. Pool di carbonio sulla terra ferma (sotto forma di sostanza organica sia viva=biomassa che morta=necromassa). Molto attivo e più grande di quello dell'atmosfera.	3.56	0.0057
D. Pool di carbonio nelle rocce, carbonato di Ca e Mg delle rocce sedimentarie (molto grande ma poco attivo).	60.000	80%
E. Pool di carbonio negli idrocarburi fossili (relativamente piccolo ed inattivo ma reso attivo dall'attività antropica).	4	0.005%
F. Sostanza organica sedimentaria (kerogene). Molto grande ma inattivo.	15.000	19%

I GAS SERRA NELL'ATMOSFERA

- Gas presenti ovunque in percentuali fisse
 - azoto= N_2 (78%), ossigeno= O_2 (21%), gas nobili (Idrogeno e Elio in tracce). **Questi non sono gas serra**.
- **I Gas Serra nell'atmosfera:**
 - anidride carbonica (280 ppm=0.028% pre-industriale, oggi >400 ppm).
 - Metano e ossidi di azoto presenti a concentrazioni inferiori
 - CFC presenti a concentrazioni molto inferiori alla anidride carbonica

Le proprietà dei gas serra

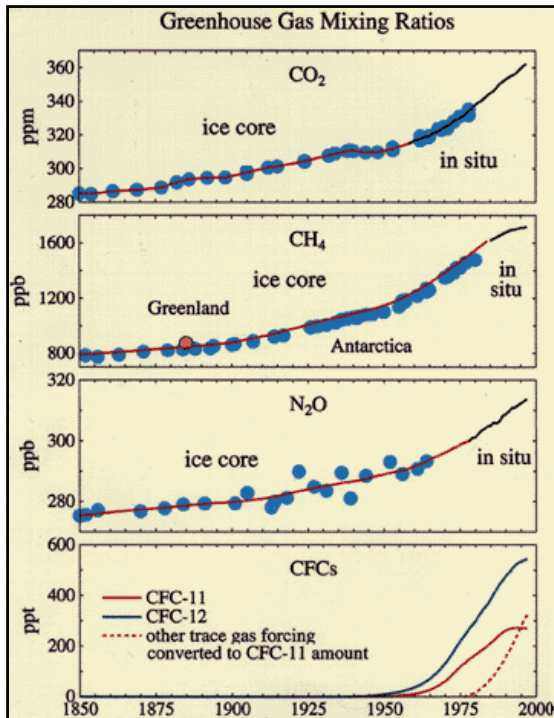
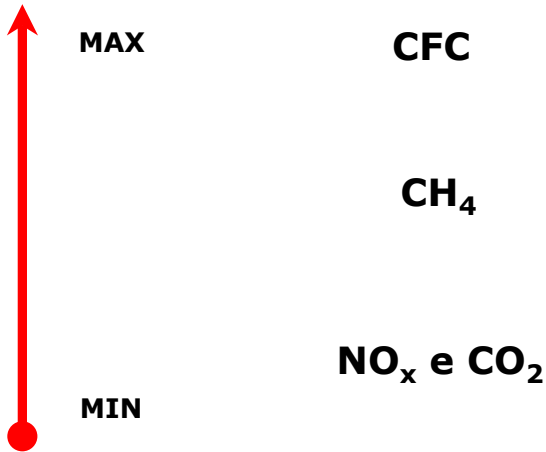
I gas serra sono quei gas che hanno la peculiarità di assorbire in maniera selettiva e preferenziale la radiazione infrarossa (lunghezza d'onda >700 nm)



- UV assorbito dall'ozono
- Visibile assorbito dal vapore acqueo e pulviscolo
- Infrarosso assorbito dall'anidride carbonica e metano

Le proprietà dei gas serra

I differenti gas hanno differente capacità per unità di peso di assorbire l'infrarosso e quindi di agire da gas serra:



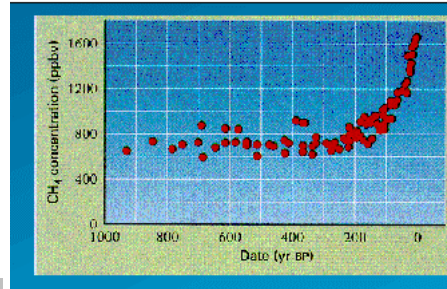
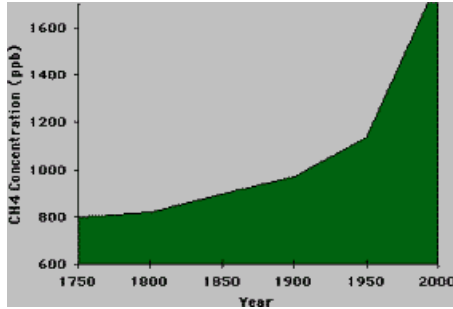
L'incremento dei gas serra nel XX secolo

Dati da ICE-CORE provenienti dalla Groenlandia e dall'Antartide.

**Nota le scale per i diversi gas serra*

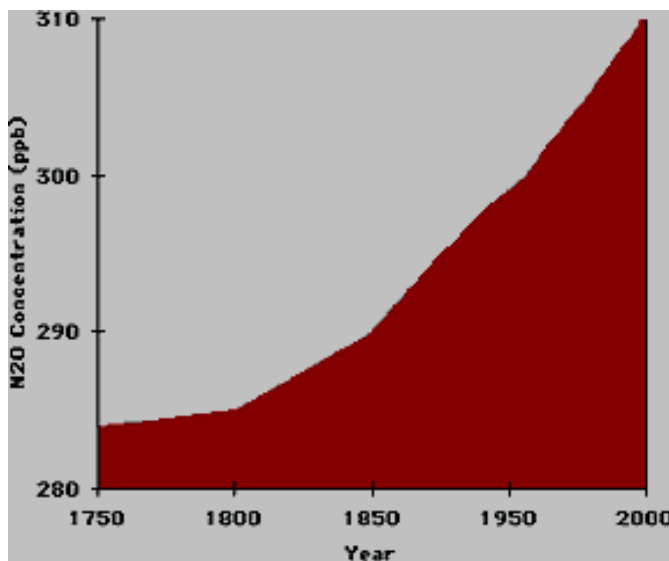
L'incremento del metano nel XX secolo

Antartide



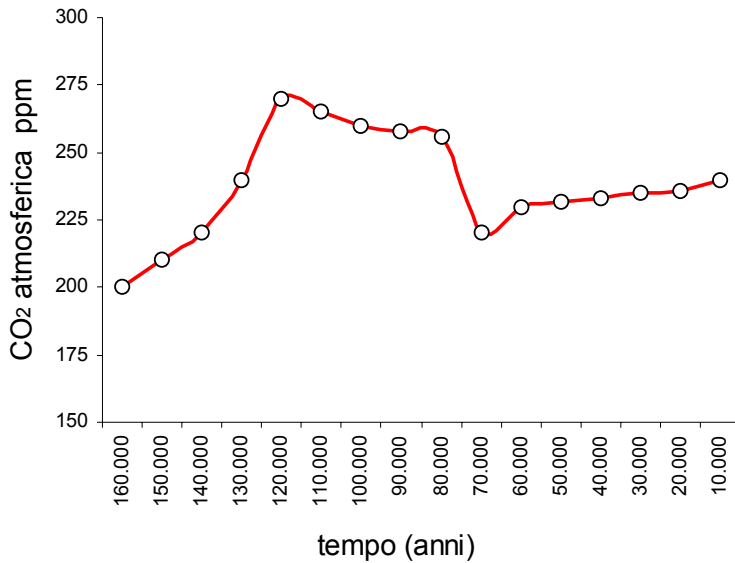
Groenlandia

L'incremento degli ossidi di N nel XX secolo

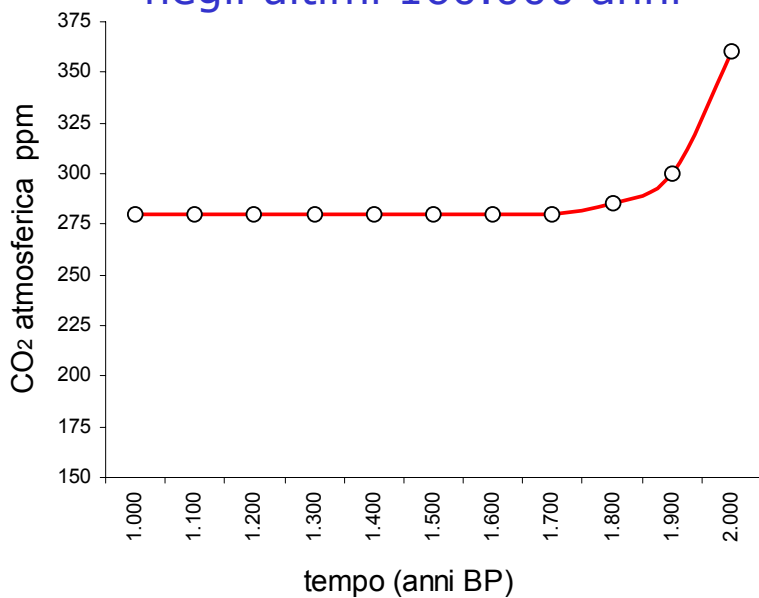


Antartide Vostok

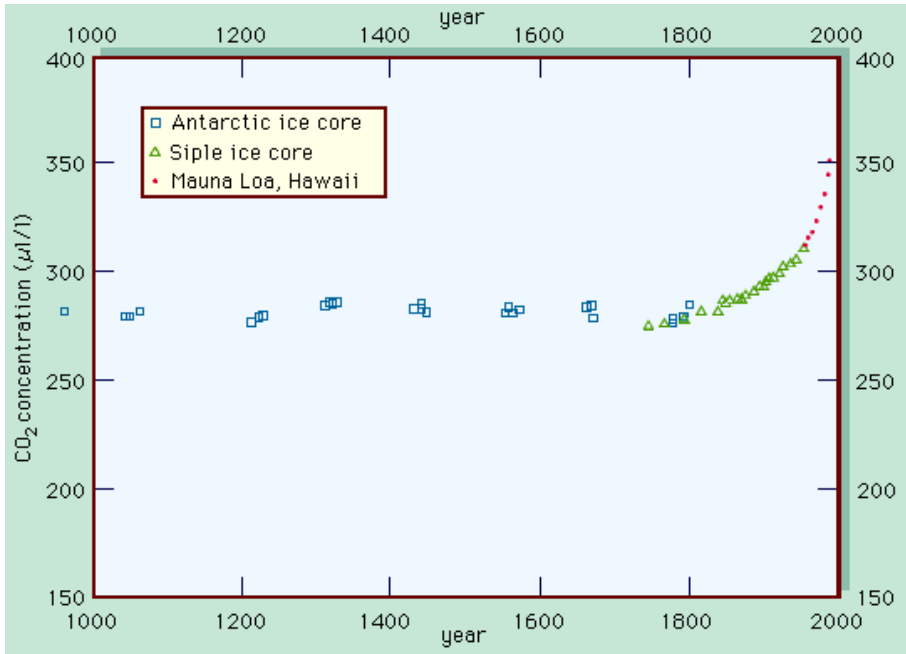
La concentrazione atmosferica di CO₂ negli ultimi 160.000 anni



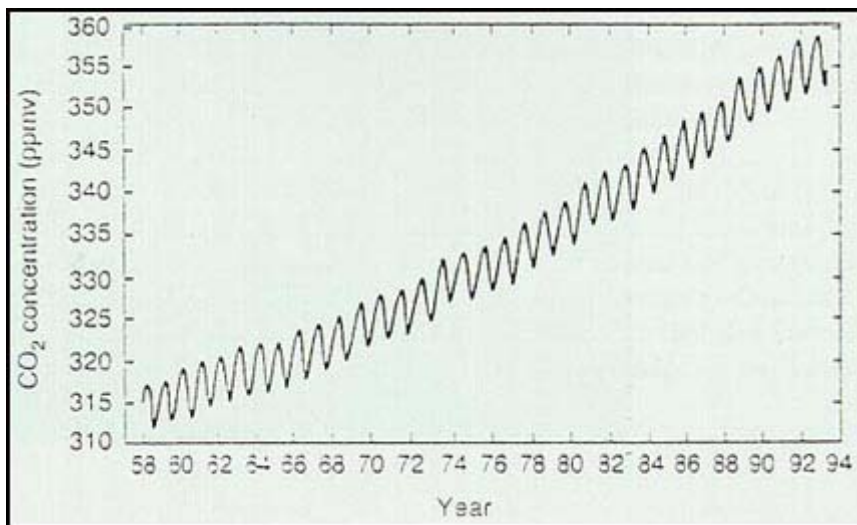
La concentrazione atmosferica di CO₂ negli ultimi 160.000 anni



L'incremento della CO₂ nel XX secolo



L'incremento della CO₂ nel XX secolo



Mauna Loa Hawaii

Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CFC

I **CFC** provengono dai vecchi sistemi di refrigerazione (frigoriferi, condizionatori) e dalle bombolette spray. Sono stati banditi con il protocollo di Montreal.

Sono estremamente attivi come gas serra, ma la loro bassissima concentrazione nell'atmosfera ne riduce notevolmente il ruolo nell'effetto serra a livello globale, quindi nel complesso hanno un ruolo secondario in tale fenomeno.

Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: NO_x

Sono relativamente poco attivi come gas serra, ed inoltre sono presenti a bassa concentrazione nell'atmosfera il che ne riduce notevolmente il ruolo nell'effetto serra a livello globale.

Si originano essenzialmente durante la combustione di combustibili fossili in reazione con l'azoto molecolare atmosferico (N₂), quindi traffico cittadino e centrali elettriche a combustibili fossili.

Sono importanti come inquinanti al livello del suolo per la loro tossicità. Sono una delle componenti dello smog delle città.

Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CH₄

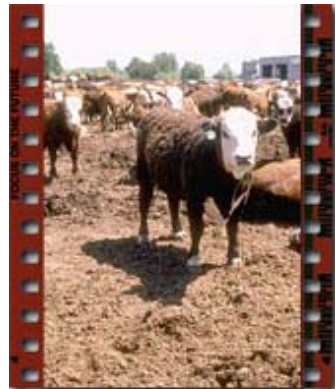
E' estremamente attivo come gas serra ma è presente a concentrazione relativamente bassa. Nel complesso è il secondo gas serra come importanza relativa nel determinare il fenomeno nel complesso dopo l'anidride carbonica.

Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CH₄

Le cause antropiche di incremento del metano nell'atmosfera sono essenzialmente tre:

- perdite dagli impianti di estrazione (molto limitate)
- produzione diretta attraverso decomposizione anaerobica della sostanza organica in discariche di varia forma
- produzione attraverso gli allevamenti di animali poligastrici durante la digestione degli alimenti.

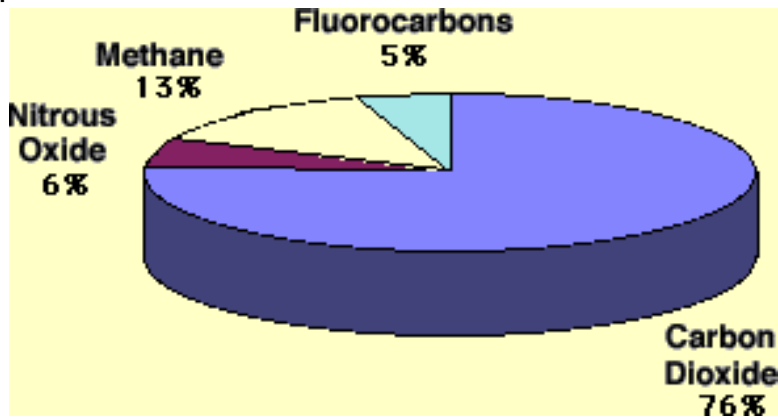
Questa è la prima causa per importanza.



Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CO₂

E' poco attivo come gas serra ma è presente a concentrazione relativamente alta (di alcuni ordini di grandezza superiore agli altri gas serra).

Nel complesso è il primo gas serra come importanza relativa nel determinare il fenomeno.

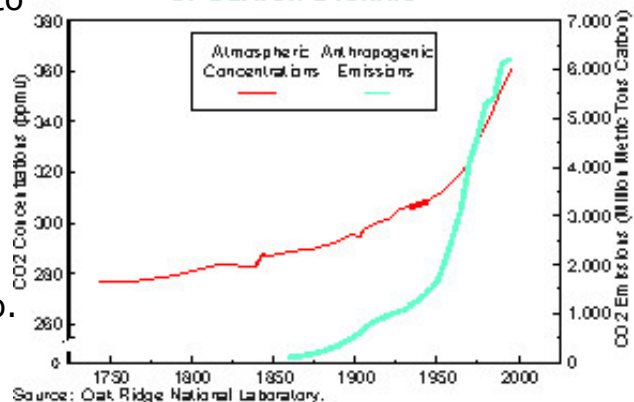


Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CO₂

Con l'avvento dell'era industriale alla fine del 1700 in Inghilterra è iniziato l'incremento della CO₂ nell'atmosfera.

La relazione fra incremento rilevato nell'atmosfera ed incremento nelle emissioni da parte dell'uomo indica in quest'ultimo il primo indiziato per tale fenomeno.

Figure 1. Trends in Atmospheric Concentrations and Anthropogenic Emissions of Carbon Dioxide



Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CO₂

Deforestazione attraverso il fuoco: la CO₂ viene prodotta durante la combustione del legname e del materiale vegetale in generale (ossidazione del carbonio organico in inorganico).



Foresta boreale (naturale)



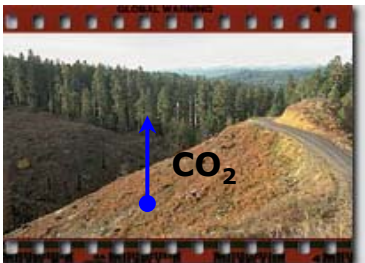
*Foresta mediterranea
(naturale ed antropico)*

*Foresta tropicale
(prevalentemente antropico)*



Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CO₂

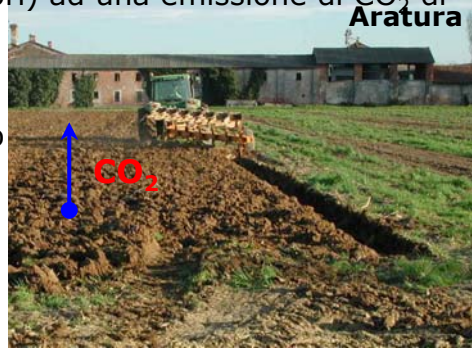
La deforestazione: la CO₂ viene prodotta durante la decomposizione della sostanza organica del suolo che è superiore a quella aerea. Tale fenomeno è intensificato perché senza copertura vegetale il suolo diviene più caldo e rende più rapida le attività microbiche e fungine. Inoltre viene a mancare l'attività di assorbimento diretto da parte delle piante. Il destino del C nel legname (50% in peso) dipende dal destino di questo. Se viene combusto diviene anidride carbonica altrimenti rimane come carbonio organico. La deforestazione è in calo nei paesi sviluppati (ex Italia) ma nel complesso a livello globale è in forte crescita.



Se viene combusto diviene anidride carbonica altrimenti rimane come carbonio organico. La deforestazione è in calo nei paesi sviluppati (ex Italia) ma nel complesso a livello globale è in forte crescita.

Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CO₂

Le pratiche agricole moderne. Una delle cause assolutamente poco considerate nell'emissione della CO₂ sono le pratiche agricole moderne quali le arature (lavorazioni profonde) e la tendenza a mantenere il suolo privo di copertura vegetale per lunghi periodi dell'anno (ex Colture e rotazioni tipiche, grano-bietola). In tale modo la sostanza organica del suolo (humus) si mineralizza più rapidamente portando oltre che ad una perdita di fertilità del suolo (con vantaggi solo transitori) ad una emissione di CO₂ di elevata entità. I nostri suoli del centro-sud Italia sono oggi con tenore di SO inferiore a 1% con valori di partenza di inizio secolo del 3-8%. E' stato calcolato che tale perdita ha determinato un rilascio di CO₂ vicino a quello dei combustibili fossili.

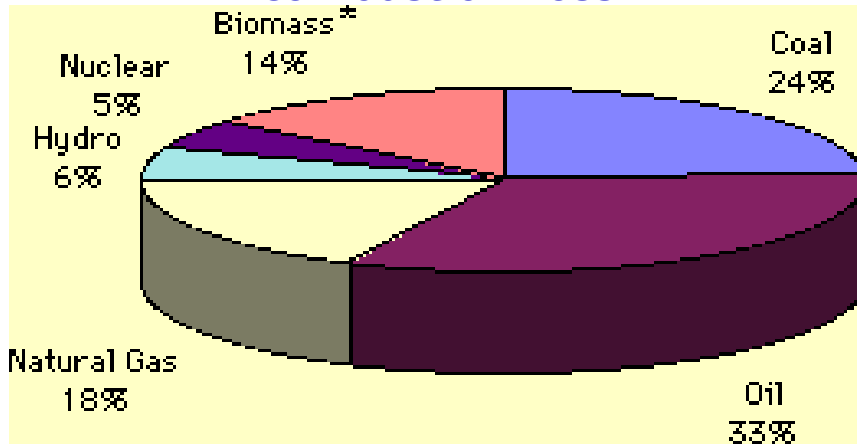


Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: CO₂

Combustione di combustibili fossili. L'uomo dal almeno 200 anni ottiene l'energia per lo sviluppo delle società moderne dai combustibili fossili (petrolio, carbone e gas naturale). Questa è considerata la principale causa per l'incremento della anidride carbonica (emissione diretta). Attraverso la combustione il carbonio organico è ossidato ad anidride carbonica.



Cause dell'incremento della CO₂ i combustibili fossili



Importanza relativa di diverse fonti per l'approvvigionamento energetico a livello globale. Petrolio, carbone e gas naturale derivano da biomasse interrate milioni di anni fa (*ex Carbonifero*) e quindi immobilizzate. L'uomo così determina l'entrata in atmosfera del carbonio prima immobilizzato. Ciò causa lo spostamento di carbonio da un pool non reattivo all'atmosfera attraverso l'intervento antropico.

Cause dell'incremento dei gas serra nel XX secolo: il ruolo relativo dei Paesi nel mondo

