LE BASI SCIENTIFICHE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Sergio Castellari

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)
Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC)
Responsabile del *Focal Point Nazionale IPCC*

E-mail: *castellari@bo.ingv.it*
Sito web: *https://www.cmcc.it/web/public/IPCC-Italia*

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

CENTRO EURO-MEDITERRANEO PER I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Focal Point IPCC di Italia:

CMCC
(Centro Euro-Mediterraneo per Cambiamenti Climatici)

Cosa sono i cambiamenti climatici?

CAMBIAMENTO CLIMATICO:
una **variazione significativa sia dello "*stato medio*" che della "*variabilità*" del clima che persiste per un tempo "lungo" (almeno 30 anni).**

I cambiamenti climatici osservati:

Il riscaldamento globale è INEQUIVOCABILE

(WG1-AR4,-IPCC 2007)

AUMENTO: (dal 1970)

1) Temperature superficiali globali
2) Temperature della troposfera
3) Temperature globali degli oceani
4) Livello globale dei mari
5) Vapor acqueo
6) Intensità delle piogge
7) La precipitazione negli extra-tropici
8) Intensità degli uragani
9) Siccità
10) Estremi di alta temperatura
11) Onde di calore

DIMINUZIONE:

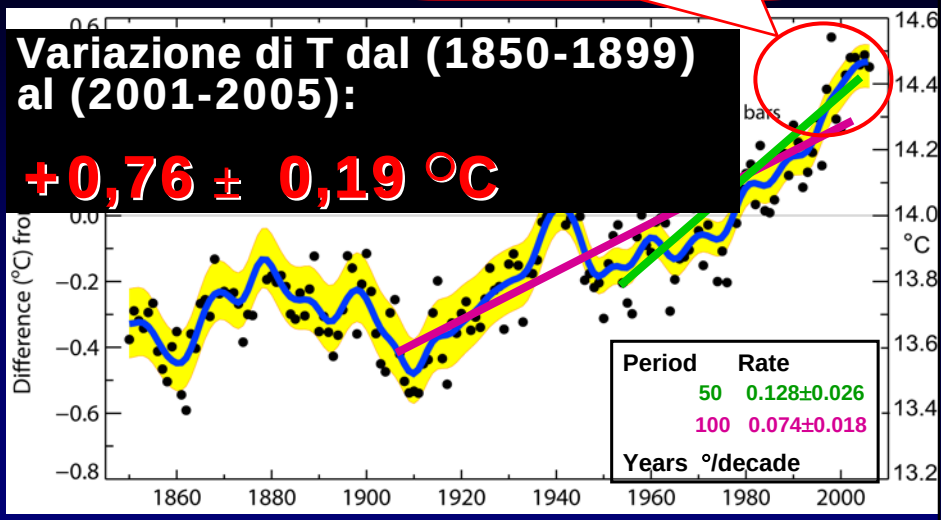
1) ghiaccio marino Artico
2) ghiacciai
3) temperature fredde

La temperatura media gl… …mente!

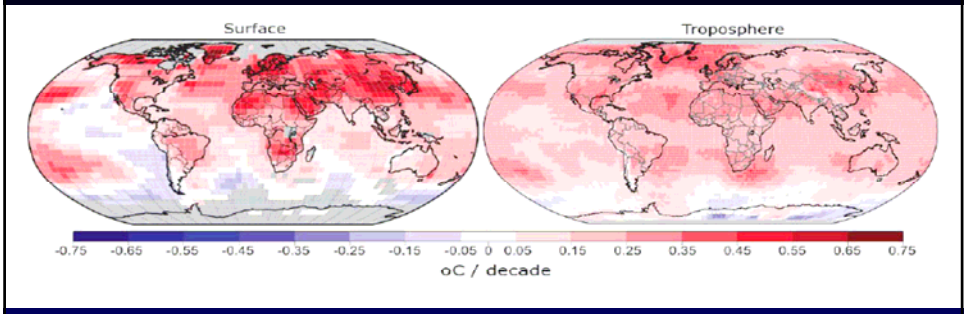
I 12 anni più caldi:
1998,2005,2003,2002,2004,2006,
2001,1997,1995,1999,1990,2000

Variazione di T dal (1850-1899) al (2001-2005):

+0,76 ± 0,19 °C



(A): SUPERFICIE **(B): TROPOSFERA**

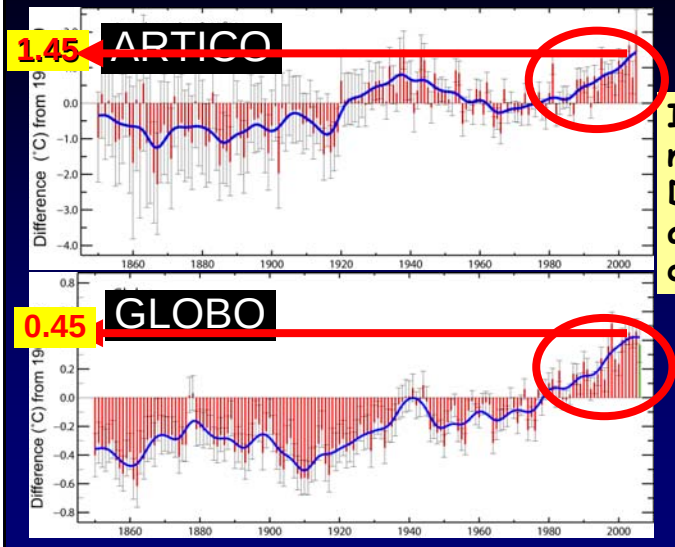


Trend lineari di Temperatura dal 1979 al 2005:

(A) alla superficie
(B) e per la troposfera (tramite satelliti)

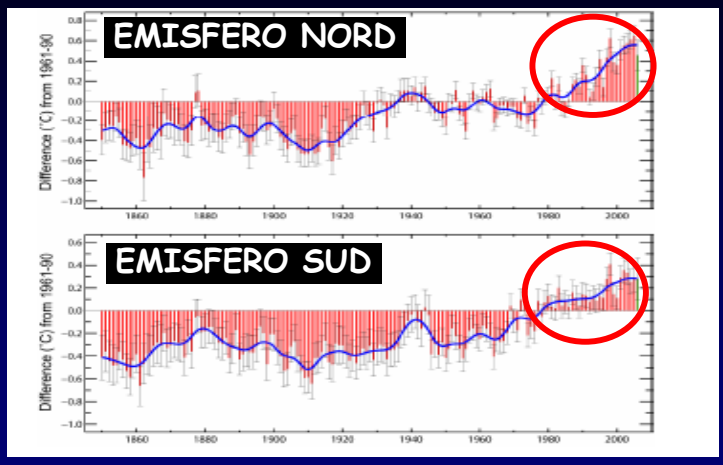
(Le zone grigie: aree con dati incompleti)

Anomalie di Temperatura annuale globale e Artica (°C)



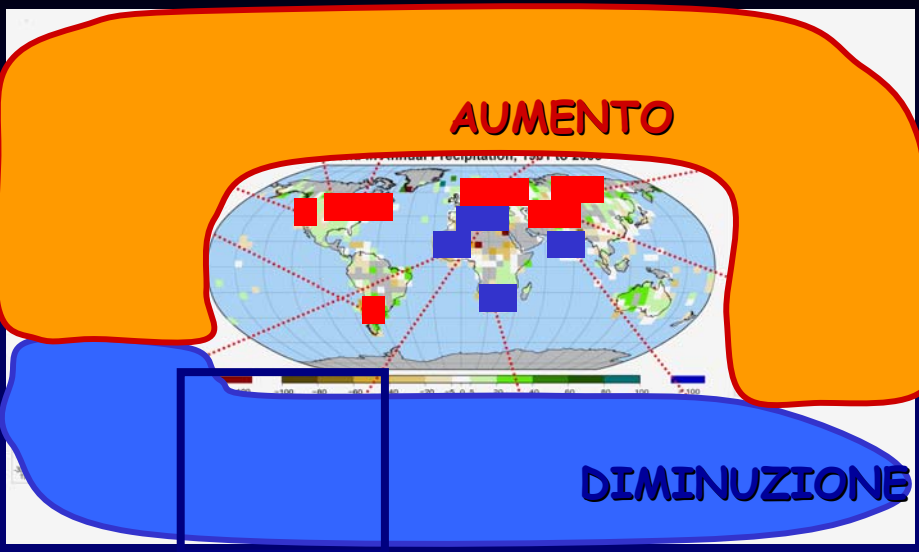
Il riscaldamento nell'Artico è DOPPIO rispetto a quello globale dal 1960.

Riscaldamento globale: Emisfero Nord e Emisfero Sud



1850 – 2006: ANOMALIE di temperature superficiali atmosferiche e temperature superficiali marine (SST) relative al periodo 1961-1990 mean (*HadCRUT3*)

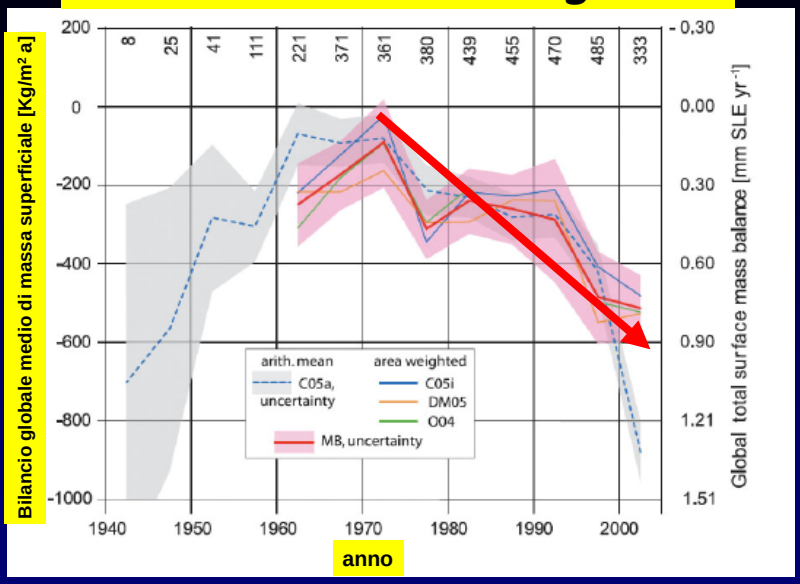
La precipitazione sul suolo è cambiata in varie aree



Anomalie annuali di precipitazione al suolo (%) dal 1900 al 2005;

Fonte:
WGI–AR4–IPCC(2007)

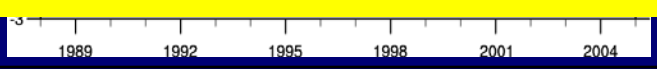
GHIACCIAI a livello globale



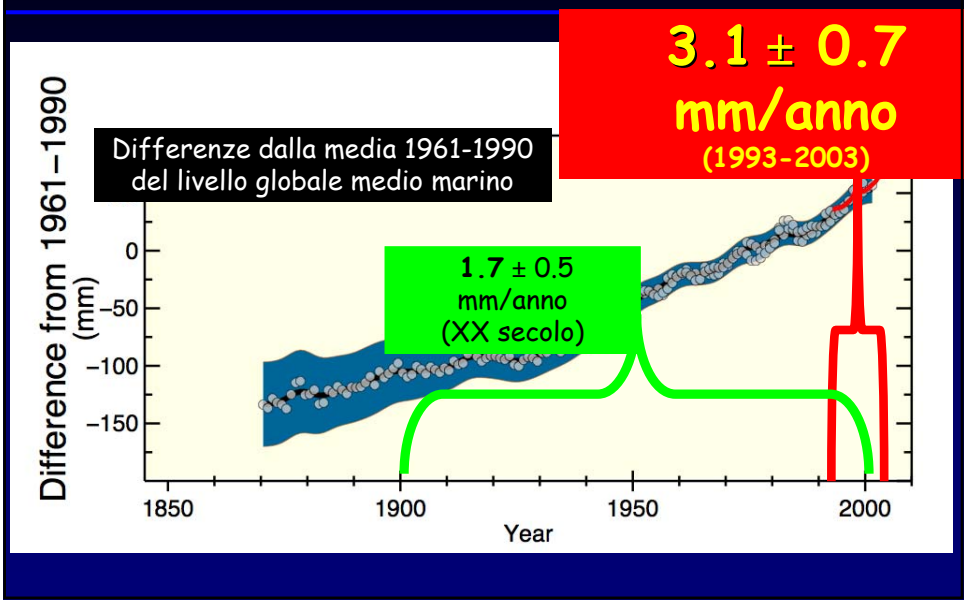
Riduzione della maggior parte dei ghiacciai montani.

L'aria contiene più vapor acqueo

Più UMIDITA' disponibile per cicloni tropicali e più EFFETTO SERRA!!!



Il livello globale marino sta aumentando nel secolo XX



Altri cambiamenti osservati

- Spostamento verso i poli delle perturbazioni.
- Maggiore intensità di cicloni tropicali ed extratropicali
- Aumento di ondate di calore ed eventi siccitosi.
- Aumento della intensita' della precipitazione.

- CAMBIAMENTI CLIMATICI -

CAUSE ESTERNE:

- ✓ Meteoriti
- ✓Orbita terrestre

CAUSE INTERNE NATURALI

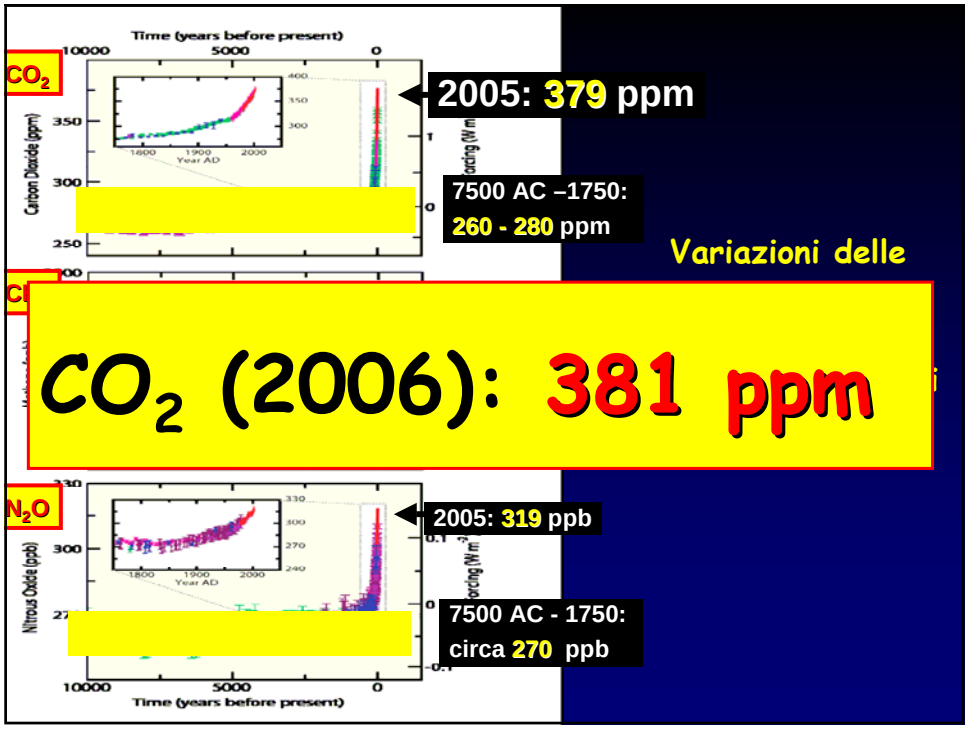
- ✓Deriva dei continenti
- ✓ Fenomeni naturali imprevisti

CAUSE INTERNE ANTROPICHE

- ✓Emissioni di gas a effetto serra
- ✓ Particelle/nubi
- ✓ Deforestazione, erosione…

- Metano (CH4)
- Protossido di azoto (NO2)
- CFC, HFC, CF4
- Vapor acqueo

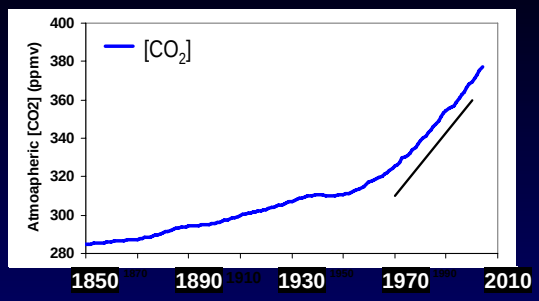
CO_2



La concentrazione atmosferica di CO_2

Anno 2006:

381 ppm

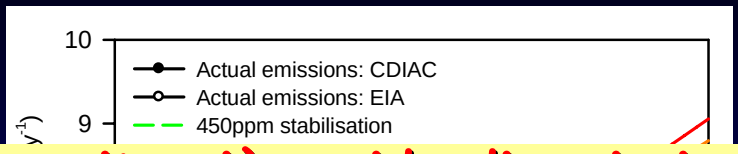


1970 – 1979: 1.3 ppm / anno
1980 – 1989: 1.6 ppm / anno
1990 – 1999: 1.5 ppm / anno

2000 - 2006: 1.9 ppm /anno

NOAA 2007; Canadell et al. 2007, PNAS

Trend delle emissioni globali da combustibili fossili



SRES (2000) growth rates in % y^{-1} for 2000-2010:

Crescita più rapida di emissioni CO2 dal 2000:

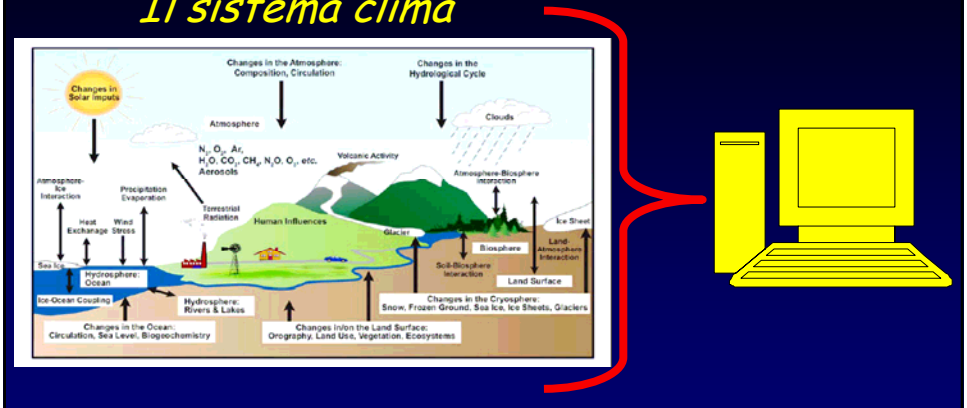
1) aumento del **3,3%/anno** nel 2000-2006
2) aumento del **1,3% /anno** nel 1990-1999
3) Aumento di "carbon intensity"
4) Possibile inefficienza dei carbon sinks.

[Raupach et al. 2007, PNAS]

I modelli climatici:

MODELLI NUMERICI DEL CLIMA

Il sistema clima



Il sistema clima è un sistema complesso, e i modelli non sono perfetti!

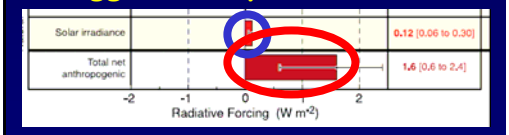
Tutto si spiega (passato, presente e futuro) principalmente con la variabilità naturale del clima (la variazione solare e le eruzioni vulcaniche).

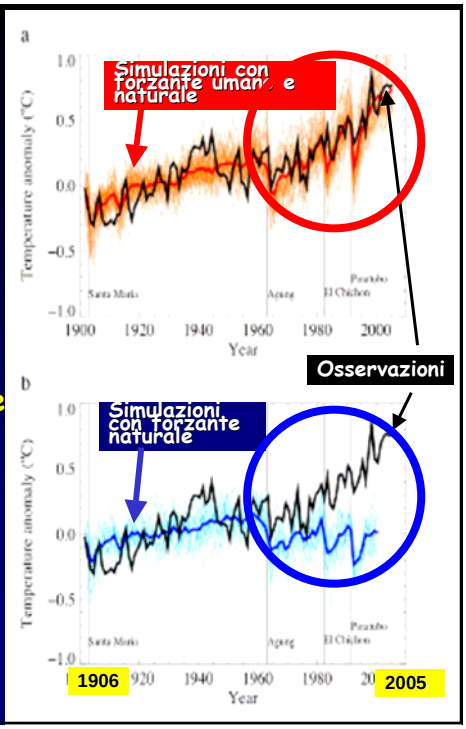
"Gli scettici"

1906 – 2005:
Anomalie di T_{surf} globale relative a (1901-1950)

(58 Simulazioni con 14 AOGCM)

Il contributo umano al "forzante radiativo" dal 1750 è molto maggiore di quello naturale





E nel futuro?

Proiezioni del clima futuro

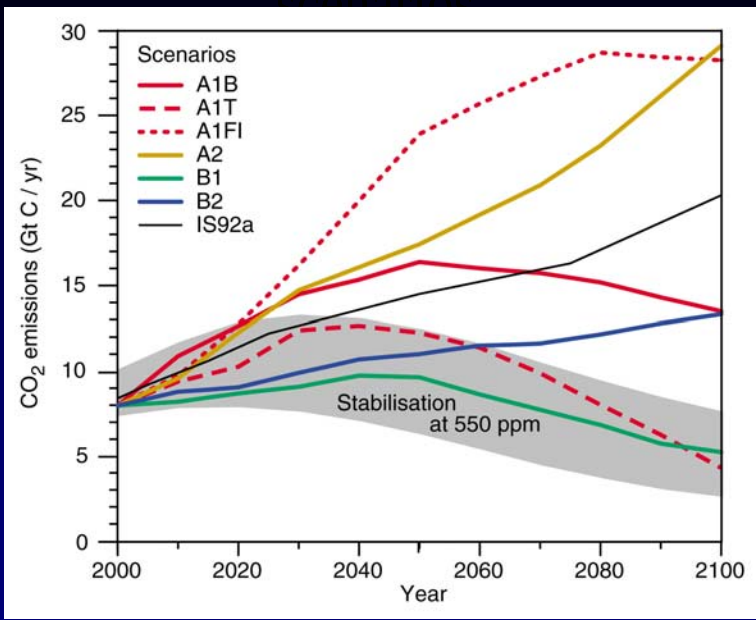
Non sappiamo esattamente cosa accadrà nel futuro, ma possiamo usare dei **MODELLI CLIMATICI** per fare **SCENARI**.

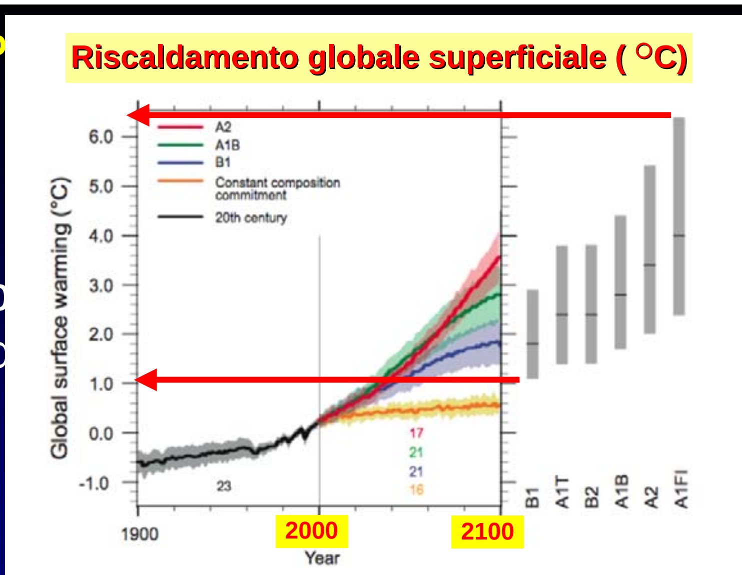
Uno **SCENARIO** è una descrizione plausibile di cosa potrebbe accadere nel Sistema Terra come lo conosciamo, basato su un insieme coerente ed internamente consistente di assunzioni sulle forze che lo guidano (soprattutto economiche, tassi di sviluppo tecnologico, andamento dei mercati, etc.).

Gli SCENARI non sono previsioni!

Gli **SCENARI "SRES"** sono quelli più utilizzati e sono **SCENARI DI EMISSIONI**.

Emissioni di CO_2 degli SRES:



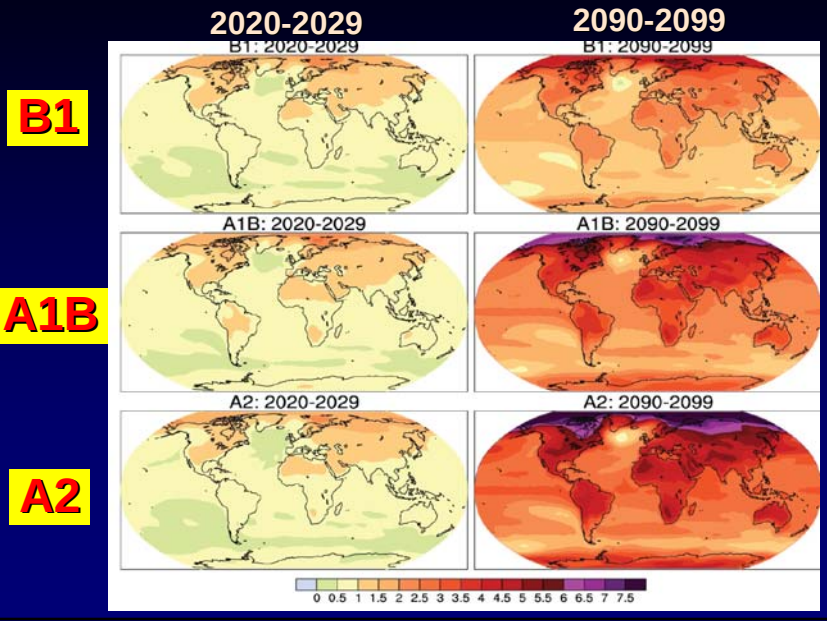


Le line solide sono le medie globali di più modelli del riscaldamento delle superficie (rispetto al periodo 1980-1999) per gli scenari A2, A1B e B1, mostrati come la continuazione delle simulazioni del XX secolo. Le aree ombreggiate indicato l'intervallo di più o meno una deviazione standard delle medie annuali di ogni modello.

Le proiezioni della temperatura media globale e dell'innalzamento del livello medio globale del mare per 2090-2099 rispetto al 1980-1999

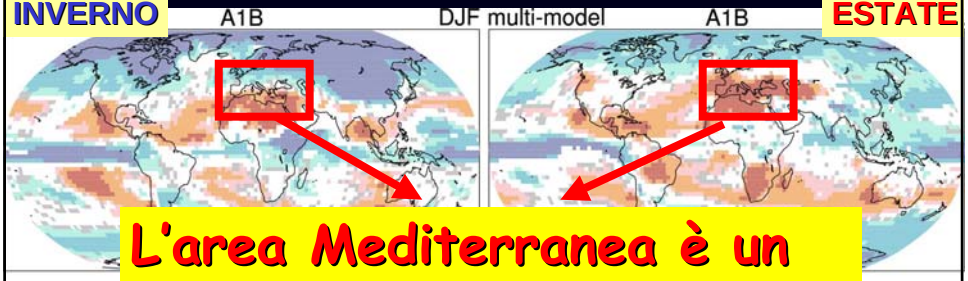
SCENARIO:	Variazione di Temperatura		Innalzamento del livello medio globale del mare
	Migliore stima	Intervallo di probabilità	
B1	1,8°C	(1,1 – 2,9)°C	0,18 – 0,38 m
A1T	2,4°C	(1,4 – 3,8)°C	0,20 – 0,45 m
B2	2,4°C	(1,4 – 3,8)°C	0,20 – 0,43 m
A1B	2,8°C	(1,7 – 4,4)°C	0,21 – 0,48 m
A2	3,4°C	(2,0 – 5,4)°C	0,23 – 0,51 m
A1FI	4,0°C	(2,4 – 6,4)°C	0,26 – 0,59 m

Scenari B1, A1B, A2: Differenze di T_{surf} atmosferica rispetto al (1980-99)



Le proiezioni della precipitazione per il XXI secolo

INVERNO



ESTATE

L'area Mediterranea è un "hot-spot", molto sensibile ai cambiamenti climatici!!!

Scenario A1B:

differenza in % (2090-2099) – (1980-1999).

[medie di modelli]

Impatti dei cambiamenti climatici:

La temperatura media sale

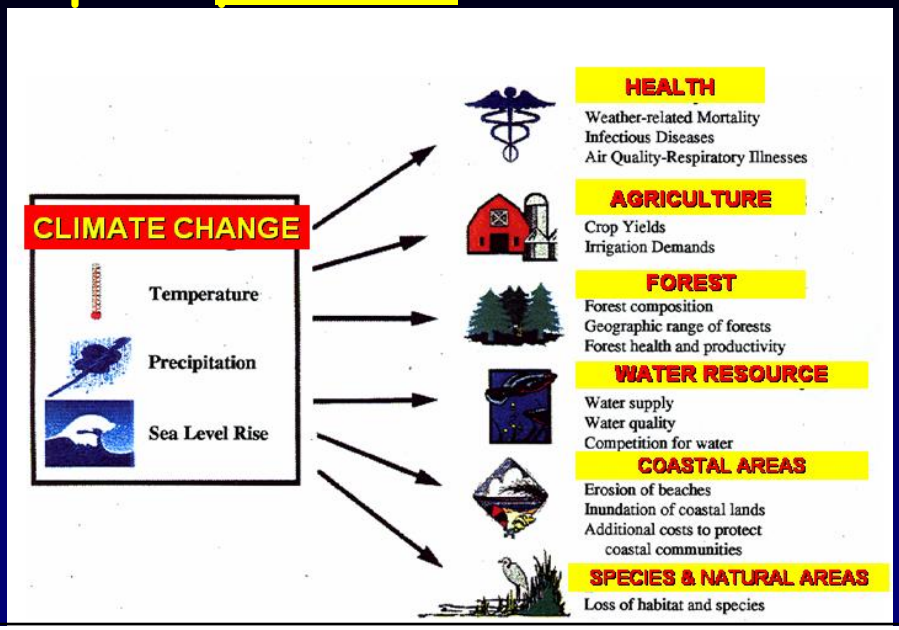
Le condizioni metereologiche cambiano: quando, dove, con che frequenza, in che misura…

Le precipitazioni sono più forti e più frequenti (Inondazioni, frane…)

Aumenta l'evaporazione

Siccità, erosione, incendi…

Impatti potenziali dei cambiamenti



Le regioni che sono e potranno essere più colpite:

- Artico
- Africa Sub-Sahariana
- Piccole isole
- mega-delta in Asia

Ed in Europa?

Ecosistemi in Europa:

MEDITERRANEO:

- riscaldamento maggiore della media globale (specialmente in estate),
- aumento delle onde di calore,
- marcata diminuzione di precipitazione.

Proiezioni future di temperatura superficiale atmosferica in Europa:

L'adattamento sarà necessario per evitare IMPATTI INEVITABILI !!!

Ma per evitare ALTRI FUTURI IMPATTI è anche necessario avviare azioni di MITIGAZIONE!!!

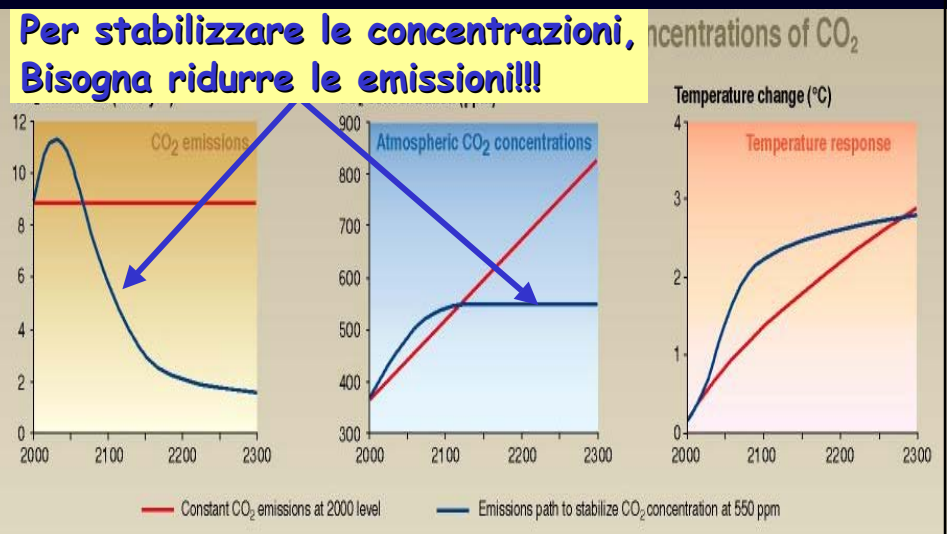
Cos'è la MITIGAZIONE?

Un intervento umano per ridurre le sorgenti o aumentare i "pozzi" dei gas serra.

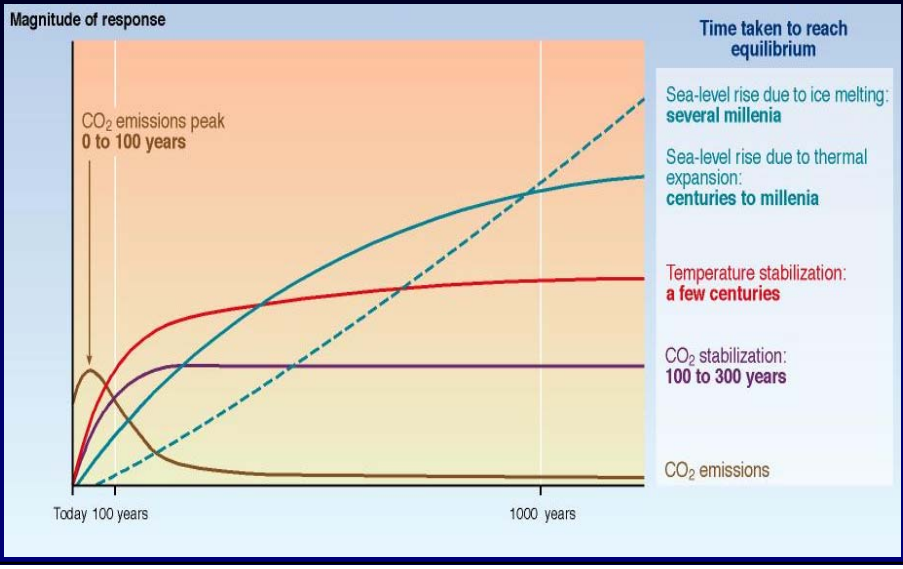
Inerzia del sistema clima
->
Stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche di gas serra

Una emissione costante di CO_2 non porta alla stabilizzazione della concentrazione atmosferica

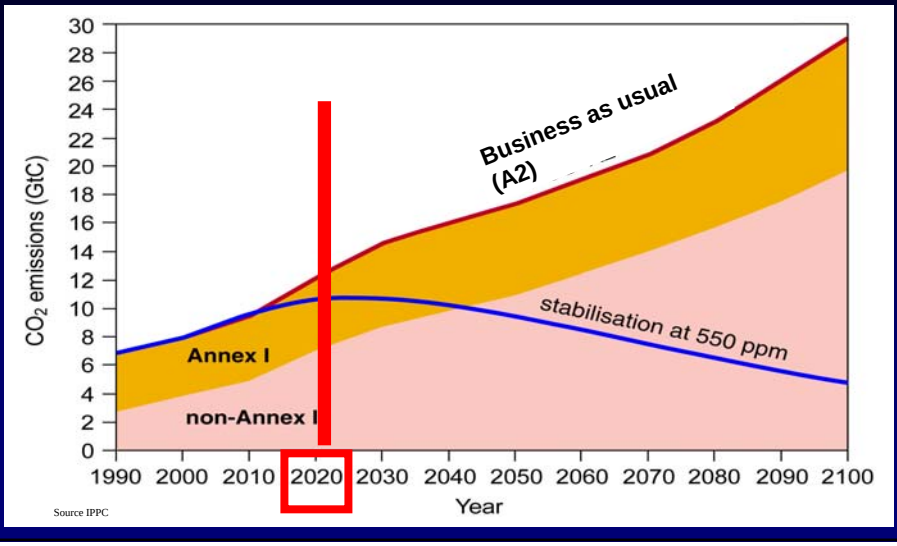
Per stabilizzare le concentrazioni, Bisogna ridurre le emissioni!!!



Comcentrazione di CO_2, temperatura e livello del mare possono continuare ad aumentare dopo la riduzione delle emissioni



Per stabilizzare a meno di 550 ppm, bisogna ridurre le emissioni presto e i PVS devono fare la loro parte!!!



Conclusioni ?

Azioni da intraprendere nella scienza, tecnologia, economia, politica internazionale, nazionale e locale.

Alcune presto, altre tra pochi decenni.