



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna

Grafici & Clima

Olivia Levrini, Giulia Tasquier

Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Bologna

PAES
BOLOGNA PIANO D'AZIONE PER
L'ENERGIA SOSTENIBILE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA
Department of Physics and Astronomy - DIFA

tecn
scienza.it

Mercoledì 30-09-2015

Sommario presentazione

- Di cosa parliamo quando parliamo di clima?
- Il dato in climatologia
- L'importanza della rappresentazione grafica: il modello come chiave interpretativa del dato
- IPCC: nuovi linguaggi, nuovi concetti, nuove competenze
- Impatto sull'insegnamento delle scienze a scuola

Di che cosa parliamo
quando parliamo di
CLIMA e
CLIMATOLOGIA?

Climatologia NON è METEOROLOGIA

La meteorologia ...

- studia alcuni “fenomeni atmosferici” che si organizzano e si sviluppano su **distanze che vanno dalle decine alle migliaia di chilometri**
- cerca di **prevederne** l'evoluzione dinamica su **scale temporali che vanno da poche ore ai dieci giorni**

Esempi di fenomeni atmosferici studiati dalla meteorologia vanno dai mulinelli d'aria nei nostri cortili, ai tornado, ai temporali, ai fronti (caldo e freddo), ai cicloni tropicali ed ai cicloni ed anticicloni delle medie latitudini, ecc.

CLIMATOLOGIA è ...

Lo studio del comportamento di lungo periodo (maggiore di 10 anni) del sistema climatico.

Tale comportamento non dipende solo dalle proprietà **fisiche** dei fluidi (oceani, atmosfera, ghiaccio), ma anche dalle proprietà **chimiche** e **biologiche**.

... inoltre

- Il sistema climatico del nostro pianeta **NON è mai stato “stabile”** ed è stato soggetto a cambiamenti anche notevoli nel corso della sua storia.
- E' un sistema estremamente **complesso**, di cui conosciamo molti aspetti, ma in modo approssimato.

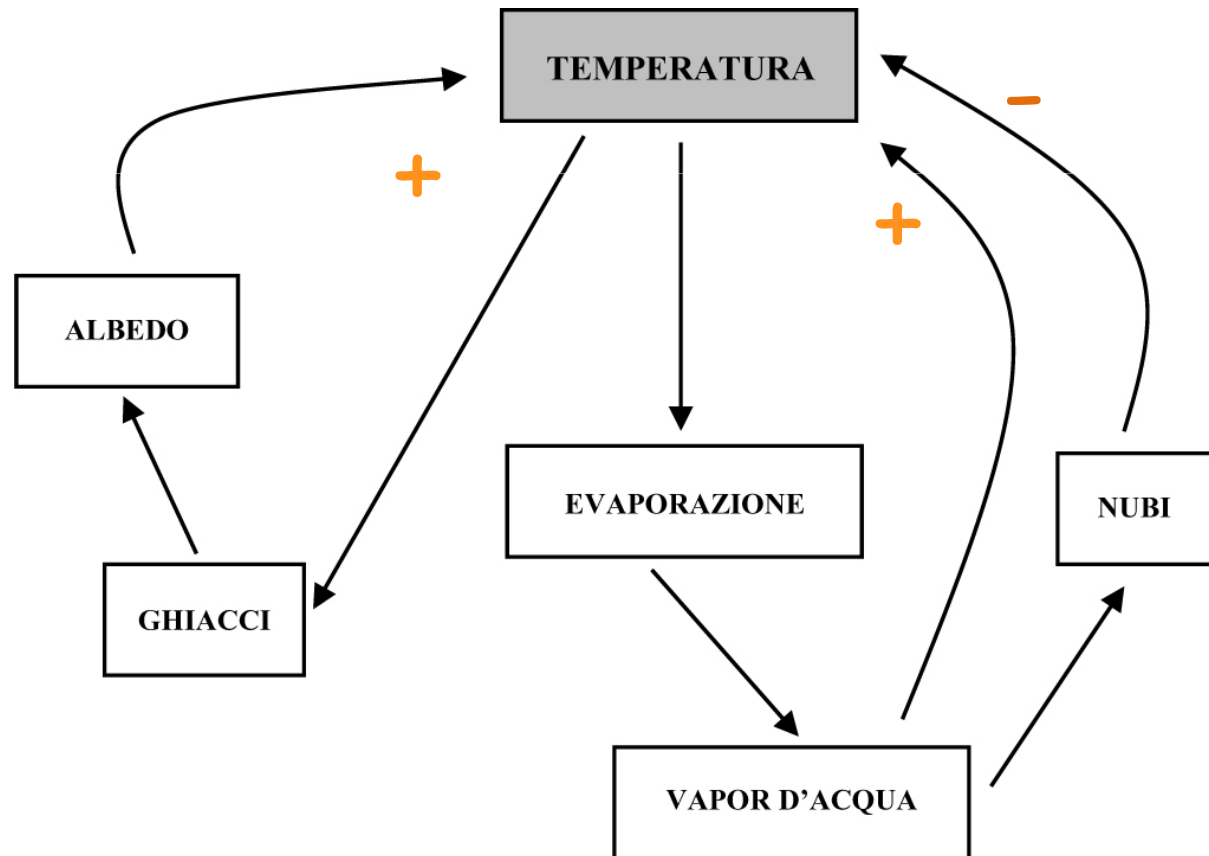
Perché il sistema climatico è complesso?

Un sistema complesso è tale perché:

- 1) molti processi sono in atto, descritti da molti parametri
- 2) alcuni di questi processi non sono lineari
- 3) i processi si influenzano vicendevolmente

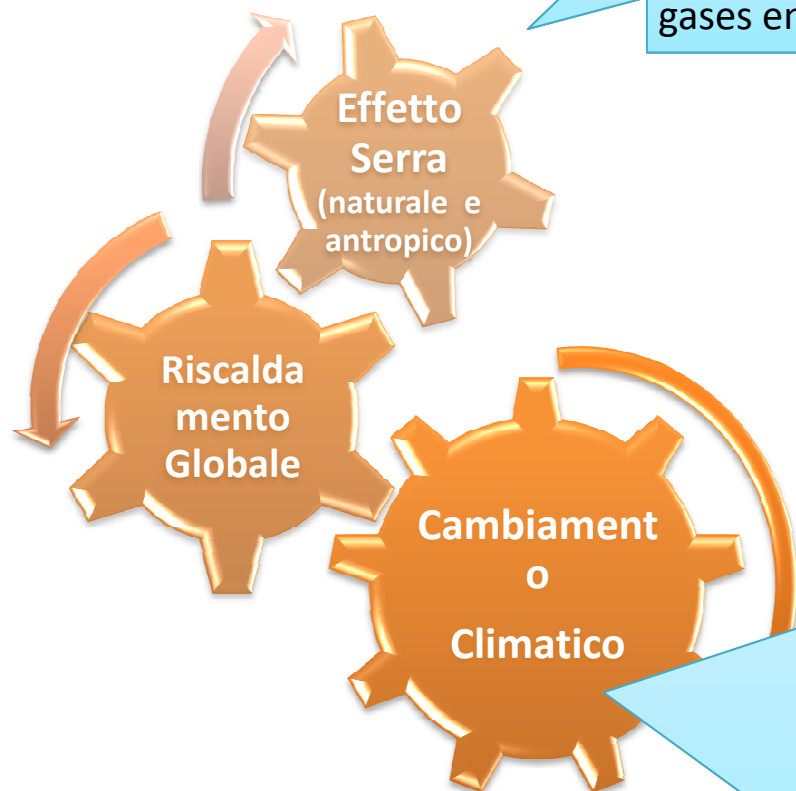
All'interno del sistema climatico accade spesso che la variazione di un parametro influenzi un altro che a sua volta ha impatto sul primo.

→ Quando ciò accade si dice che il sistema possiede contoreazioni (dette anche **feedbacks**)



Parole e concetti "sul clima"

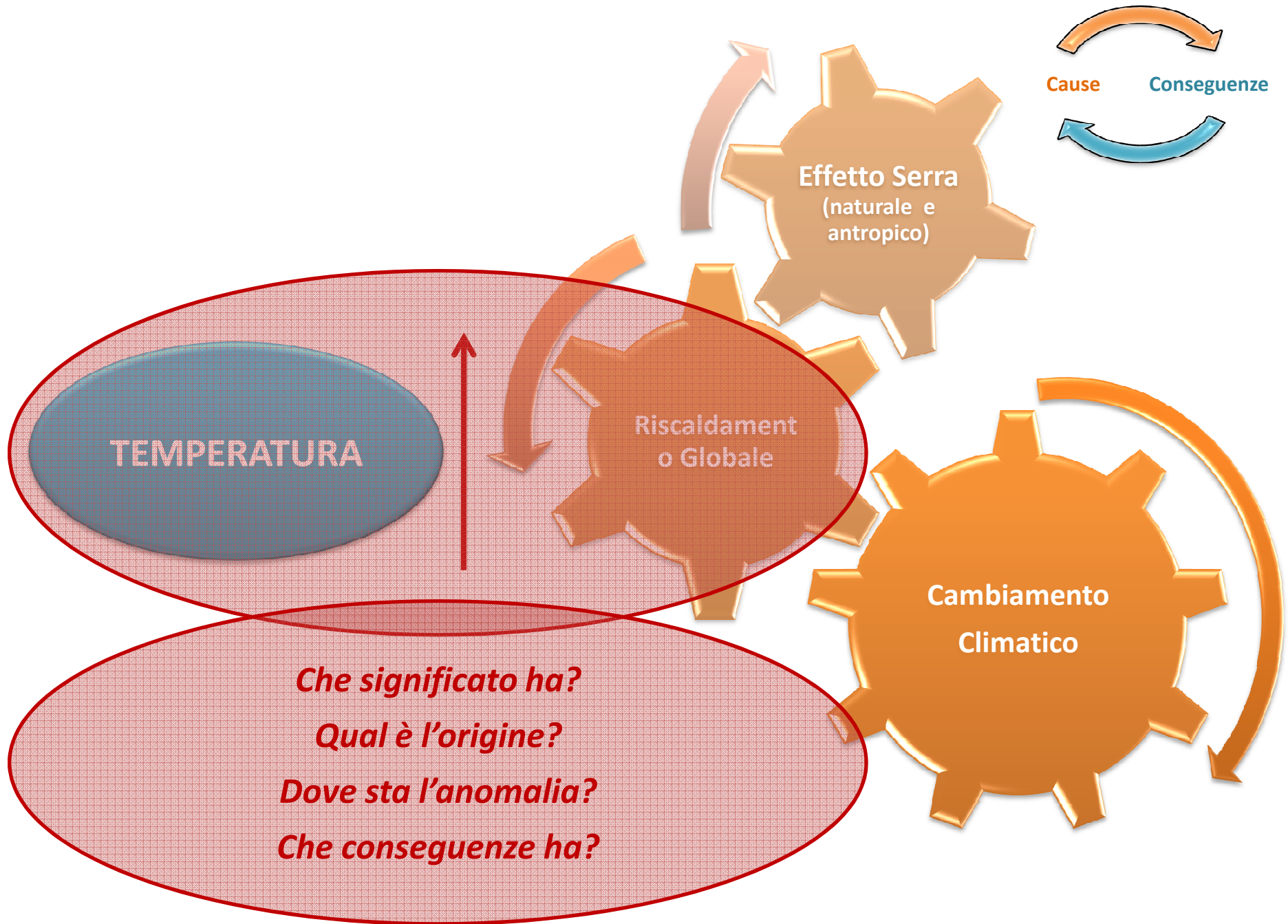
Greenhouse effect (GHE) is the process in which the absorption of infrared radiation by the *atmosphere* warms the Earth. In common parlance, the term GHE may be used to refer either to the natural greenhouse effect, due to naturally occurring *greenhouse gases*, or to the enhanced (*anthropogenic*) GHE, which results from gases emitted as a result of human activities. (*)



Con questo termine ci si riferisce a un **cambiamento dello stato del clima che persiste per un periodo di tempo prolungato** (solitamente di decenni o più), e identificabile (per esempio, attraverso l'uso di test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà. Il cambiamento climatico può essere dovuto a processi naturali interni, o a **forzanti esterni**, come le modulazioni dei cicli solari, le eruzioni vulcaniche, e i ripetuti cambiamenti antropogenici della composizione dell'atmosfera o dell'uso del suolo.

La Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change), nel suo articolo 1, definisce il cambiamento climatico come: **"un cambiamento del clima, attribuibile direttamente o indirettamente all'attività umana, che altera la composizione dell'atmosfera globale e che si somma alla variabilità climatica naturale osservata nel corso di periodi di tempo confrontabili"**. (*)

(*) dal glossario IPCC - AR5



Con che tipo di dati
abbiamo a che fare
quando parliamo di
CLIMA?

(*ri-*)Costruzione del dato

“Quando si parla di ricerca climatica, l’argomento principale è **la previsione dell’andamento del clima del passato** [*gli ultimi 100-150 anni*], soprattutto in relazione alle modifiche che potrebbero derivare dal potenziamento antropico dell’effetto serra (naturale).

[...] Si tratta di valutare se e come il clima potrà evolvere nei decenni a venire e quali conseguenze l’eventuale cambiamento potrà comportare sul piano ambientale e su quello socio-economico.”

(Michele Colacino)

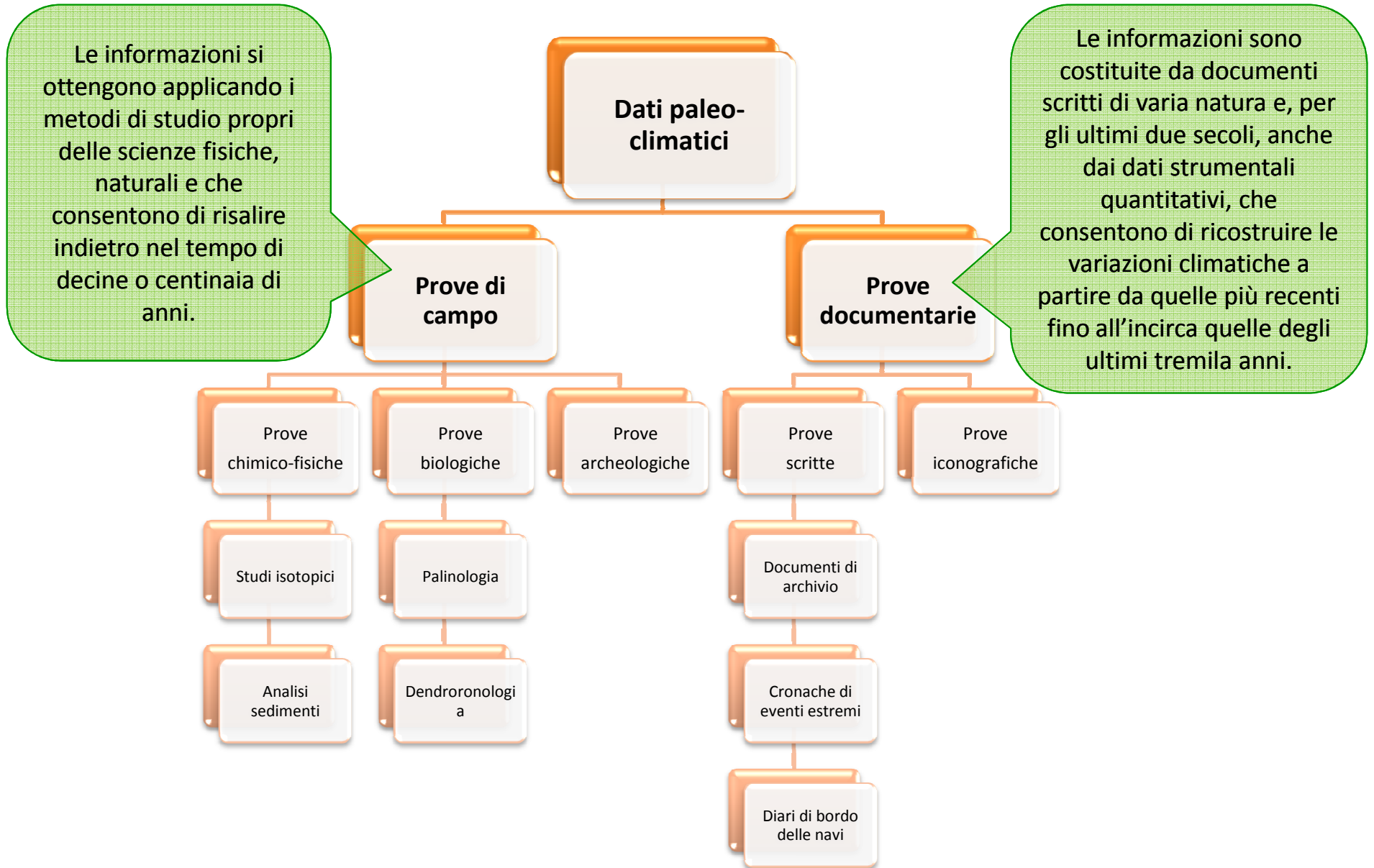
“Ricostruire il clima passato è come essere di fronte ad un gigantesco mosaico le cui tessere vanno un poco alla volta collocate nella giusta posizione in modo da ottenere il quadro di insieme, che ci consente di descrivere le **variazioni subite dal clima nel corso della storia geologica del pianeta.**”



(Michele Colacino)



La **ricostruzione dei climi del passato** si basa su **prove di campo** e su **prove documentarie**, dalle quali si possono ricavare informazioni relative ad eventi e tendenze climatiche.



Che contributo danno le PROVE DI CAMPO?

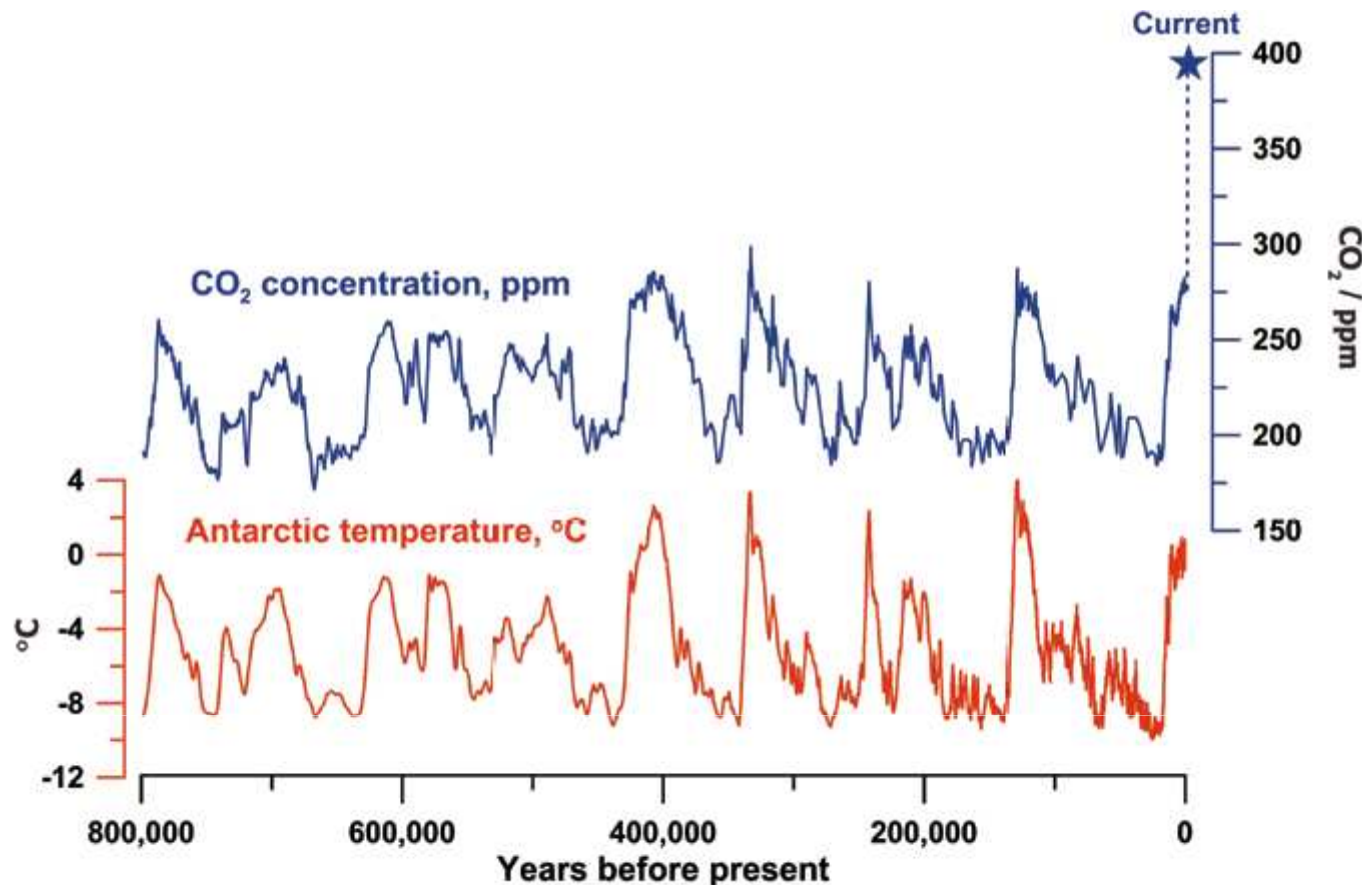
- **Geologi**, a cui si deve la determinazione delle variazioni del livello del mare
- **Naturalisti**, che esaminando le caratteristiche degli anelli di accrescimento delle piante possono ottenere indicazioni sull'andamento climatico (umidità, temperature, ecc...)
- **Geofisici/Geochimici**, che basandosi sulla misura del rapporto isotopico O^{16}/O^{18} hanno fornito indicazioni sulle transizioni fra le fasi glaciali ed interglaciali o tra periodi con caratteristiche climatiche ben marcate



Glaciologi,
che ricavano le informazioni dagli studi sulle variazioni delle dimensioni dei ghiacci



mediante l'esecuzione dei **carotaggi** effettuati nei ghiacciai in Artide (Groenlandia) e Antartide, ricostruiscono non solo la sequenza delle precipitazioni nevose nelle zone polari, ma anche il trend della temperatura dell'aria e della concentrazione di gas serra.



I dati delle carote di ghiaccio sono stati utilizzati per ricostruire le temperature antartiche e le concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera negli ultimi 800.000 anni. La rilevazione della temperatura è basata su misurazioni del contenuto isotopico dell'acqua nella carota di ghiaccio Dome C. La CO₂ viene misurata nell'aria intrappolata nel ghiaccio. La concentrazione di CO₂ corrente (blu stella) è data da misurazioni atmosferiche. Il modello ciclico di variazioni di temperatura costituisce l'era glaciale e i cicli interglaciali. **Dal grafico, i cambiamenti nelle concentrazioni di CO₂ (blu) sembrano correlare con i cambiamenti di temperatura (rosso). Come mostra il grafico, il recente aumento della concentrazione di CO₂ atmosferica non ha precedenti negli ultimi 800.000 anni.**

[Fonte: figura di Jeremy Shakun, dati provenienti da Lüthi et al. 2008 e Jouzel et al. 2007]

Che contributo danno le PROVE DOCUMENTARIE?

“Comprendono il complesso delle nozioni cosiddette storiche, che includono sia le serie quantitative dei dati di osservazione e misura, sia notizie qualitative riguardanti eventi meteo-climatici come uragani, piogge intense, esondazioni, inverni gelidi ed estati torride, siccità o fatti della vita di ogni giorno come andamento dei raccolti, date delle vendemmie, prezzo dei prodotti agricoli, carestie. Tutte queste informazioni, che sono contenute in documenti di archivio, cronache, diari di bordo delle navi, sono utili per ricostruire la più recente evoluzione del clima consentendo di risalire indietro di circa 2000-3000 anni.” (Colacino, 2006)




Dati proxy

Attraverso questi dati è possibile una ricostruzione per grandi linee del clima planetario a scala globale.

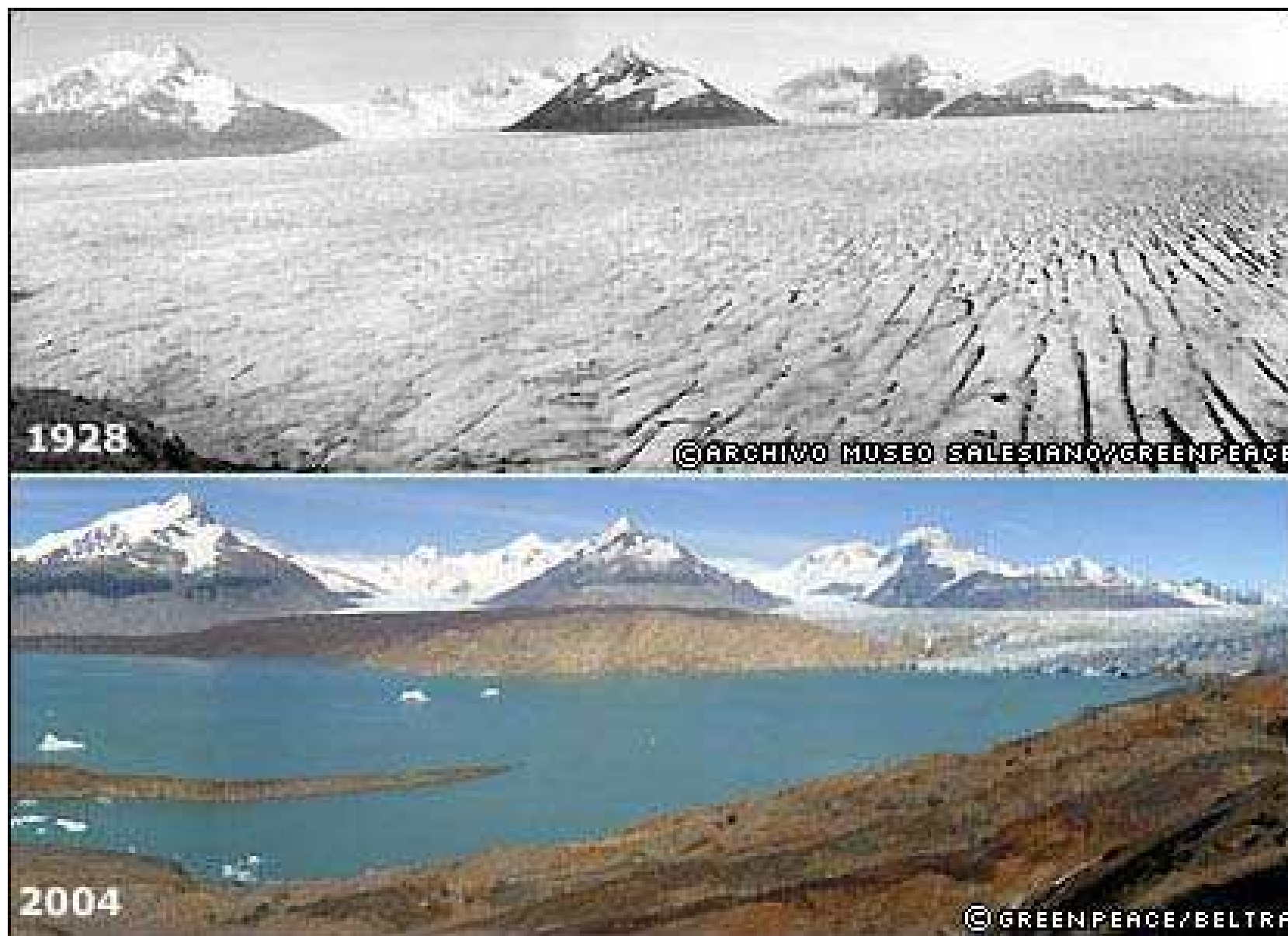


I dati delle serie storiche prima di essere usati per le elaborazioni climatiche vanno attentamente rivisti e devono essere valutati in termini di **attendibilità, rappresentatività, continuità ed omogeneità**

Ma quali sono gli indicatori del cambiamento climatico che vengono considerati?

- Temperatura
- Precipitazioni
- Estensione dei ghiacci 
- Volume dei ghiacci
- Livello dei mari

E' stato osservato che l'estensione dei maggiori ghiacciai si sta riducendo



Ghiacciaio UPSALA, Argentina

Muir Glacier, Alaska



Muir Glacier, photographed by William O. Field on 13 August 1941 (left) and by Bruce F. Molnia on 31 August 2004 (right).

Qori Kalls Glacier, Perù



Qori Kalls Glacier, photographed by Lonnie G. Thompson (1978 and 2004), Byrd Polar Research Center, The Ohio State University.



Columbia Glacier c. 1980



Columbia Glacier 2005



Arapaho Glacier 1898

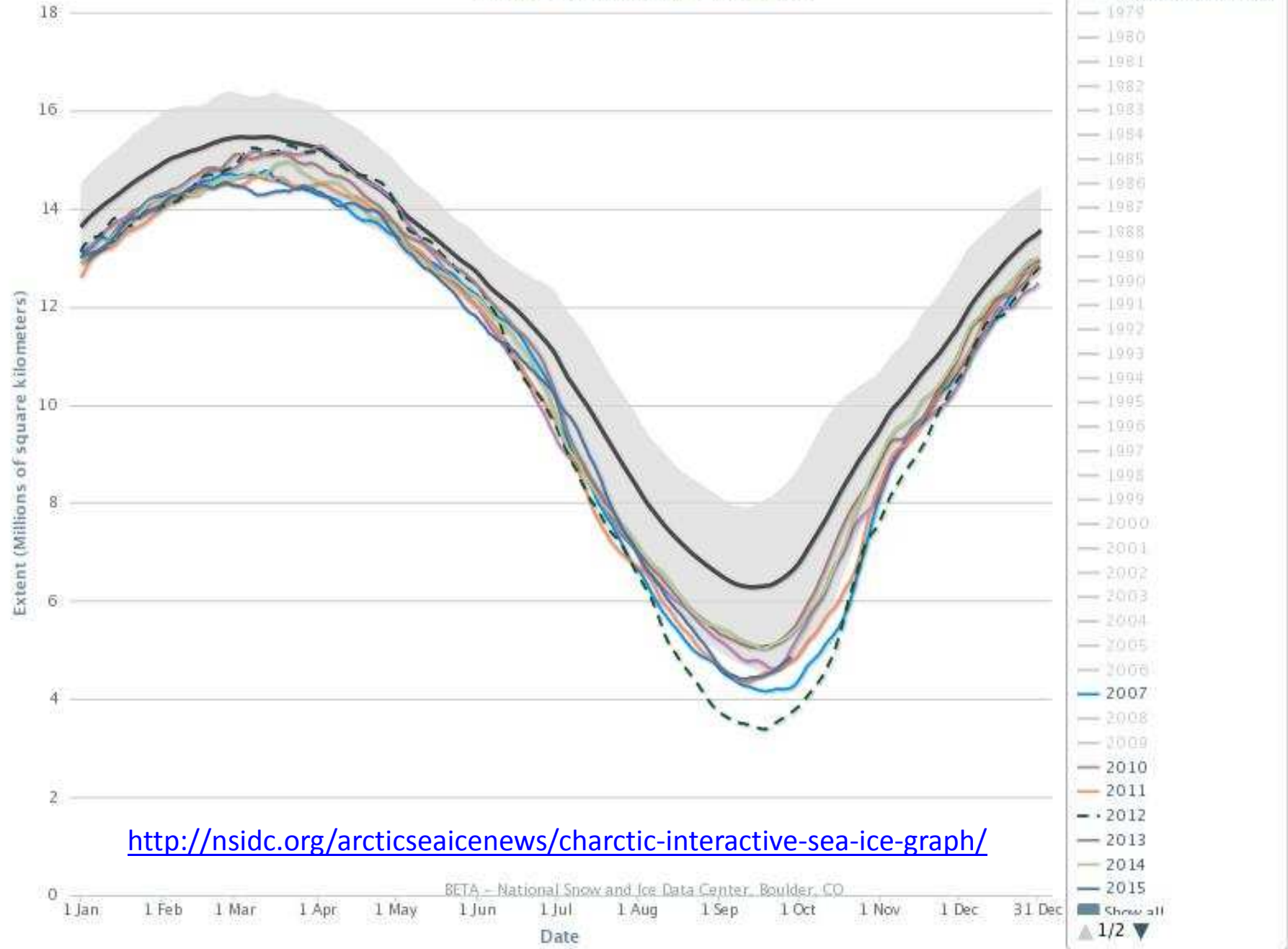


Arapaho Glacier 2003

The Columbia Glacier flows down from the Chugach Mountains and into Prince William Sound about 40 miles west of Valdez, Alaska. Since the Columbia began retreating around 1980, the terminus has retreated approximately 15 kilometers. The Arapaho Glacier is in the Rocky Mountains in, Colorado.

<http://nsidc.org/arcticseaicenews/>

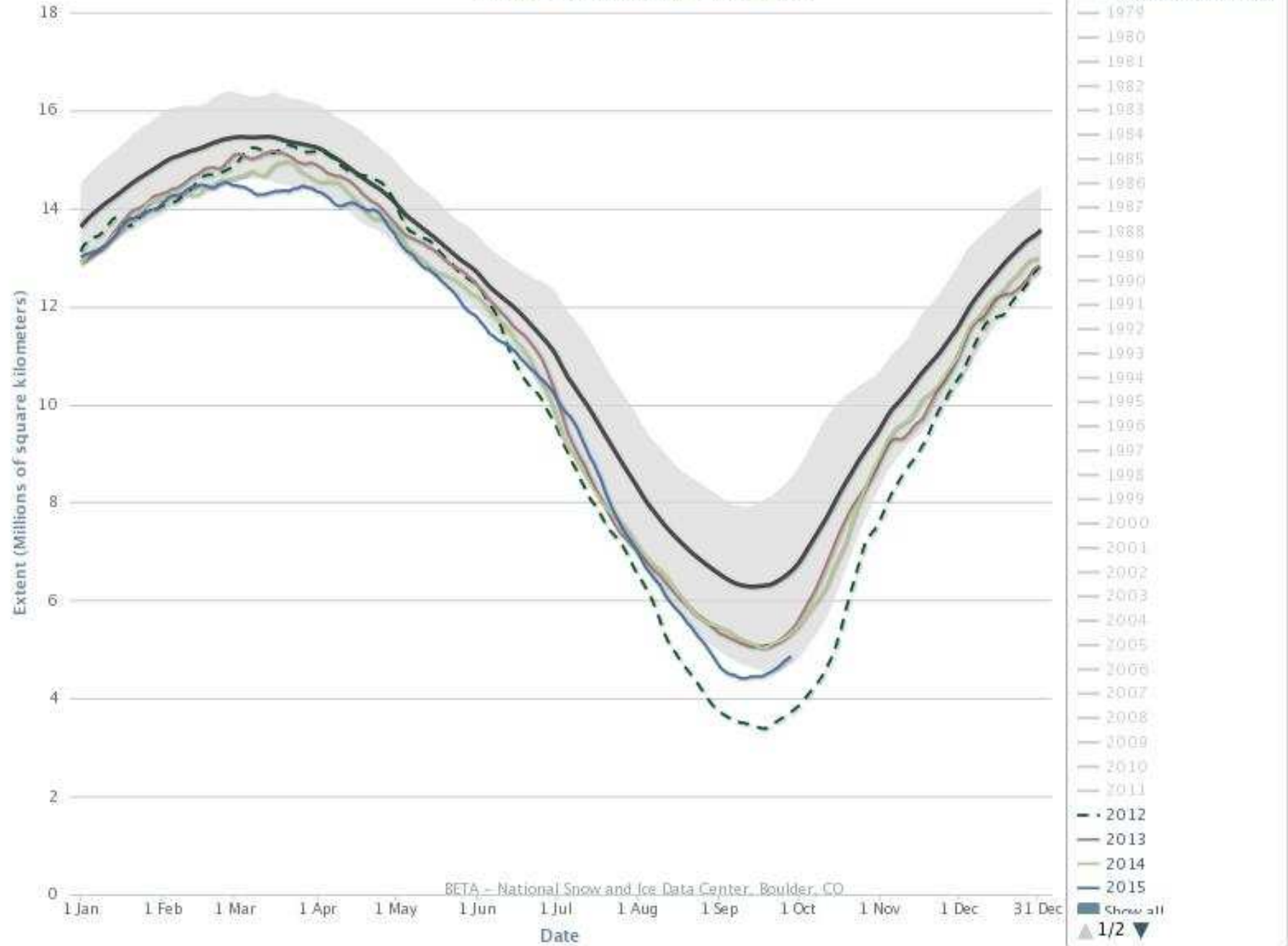
Arctic Sea Ice Extent (Area of Ocean with at least 15% sea ice)



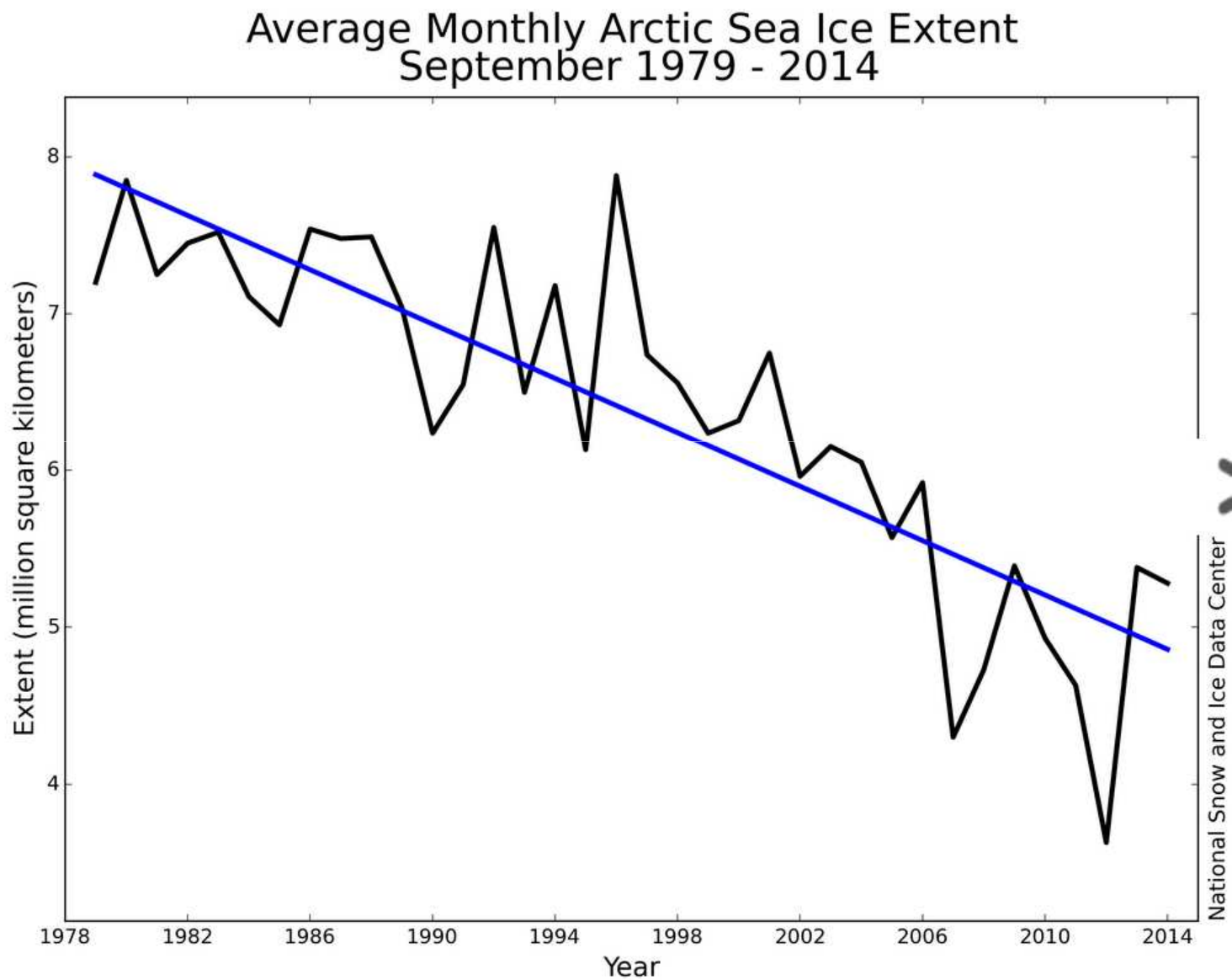
<http://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/>

Arctic Sea Ice Extent

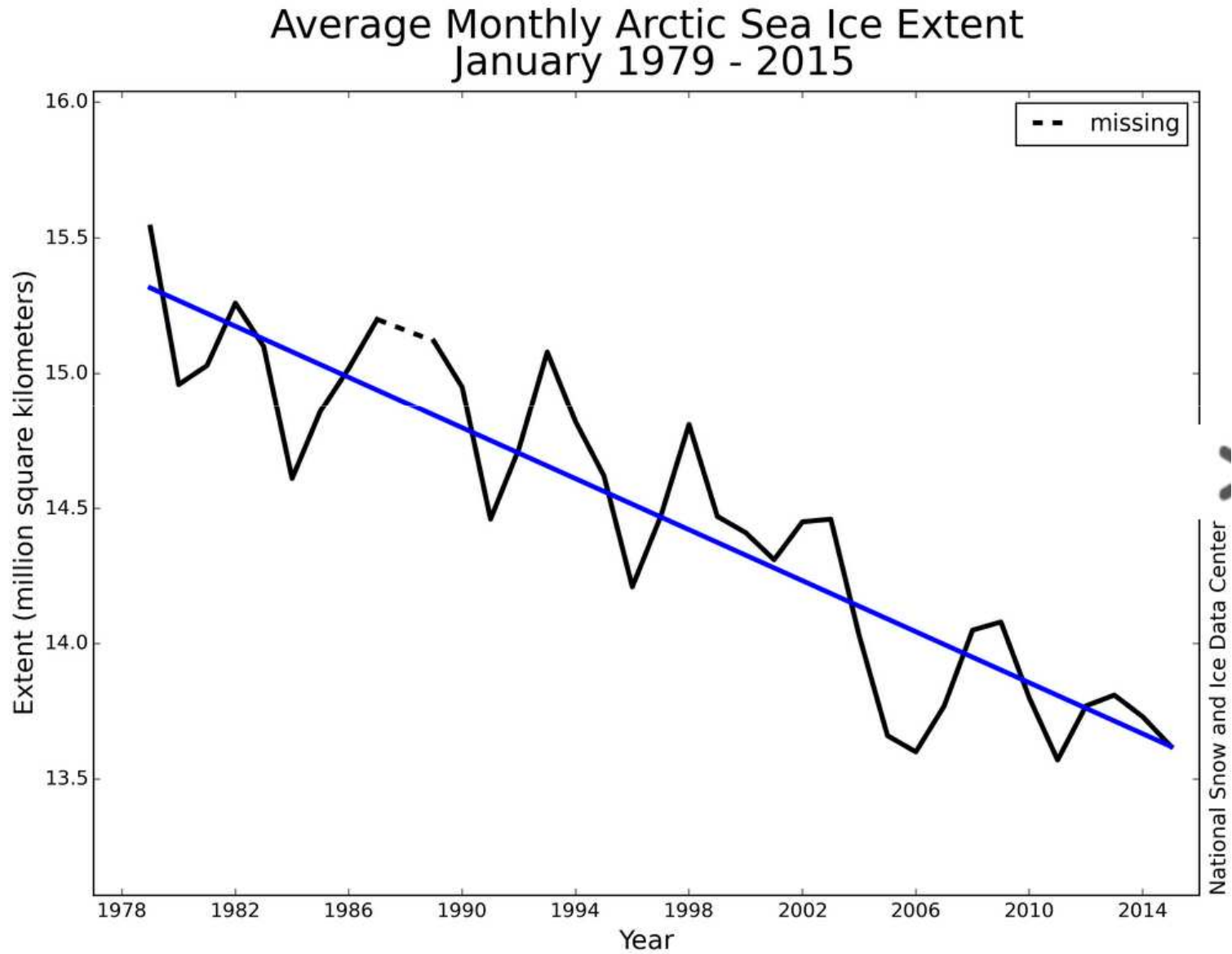
(Area of Ocean with at least 15% sea ice)



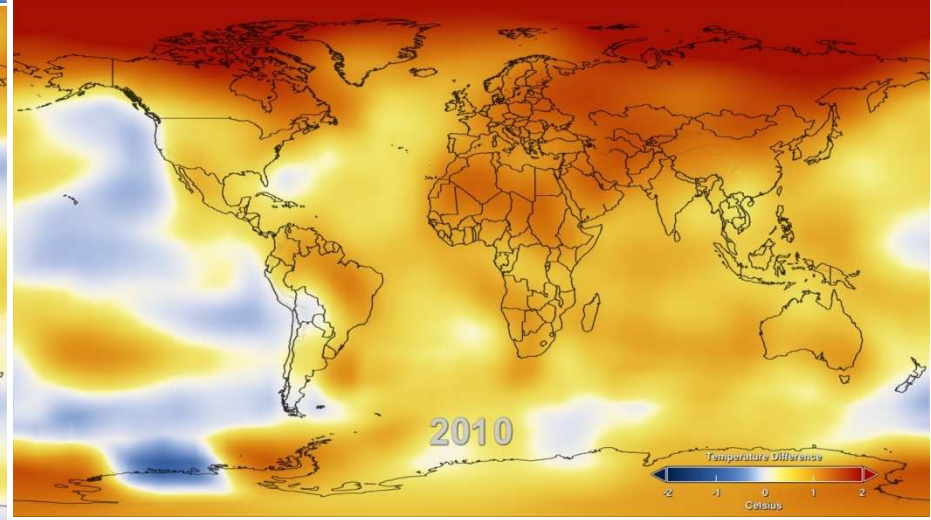
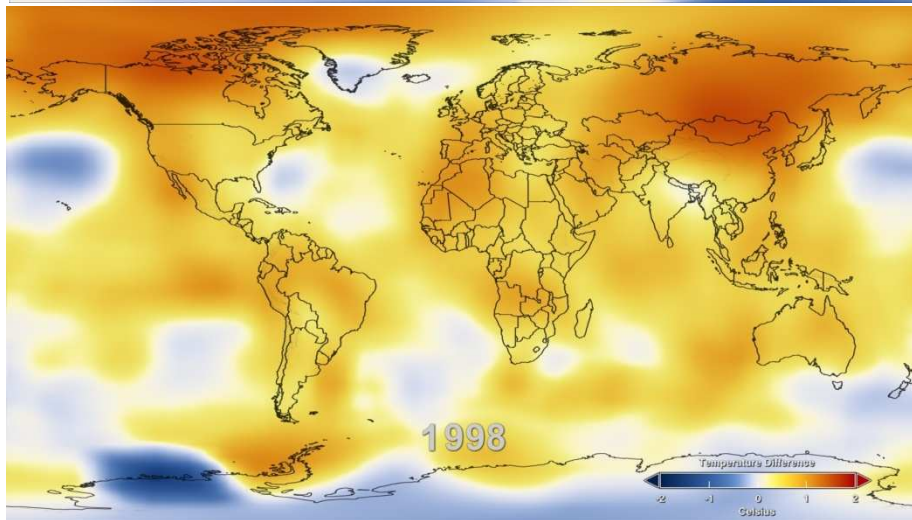
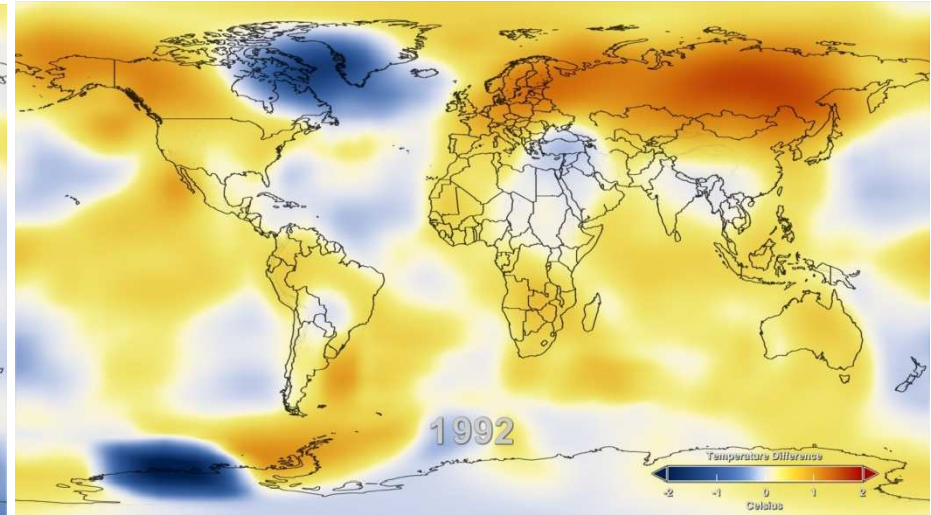
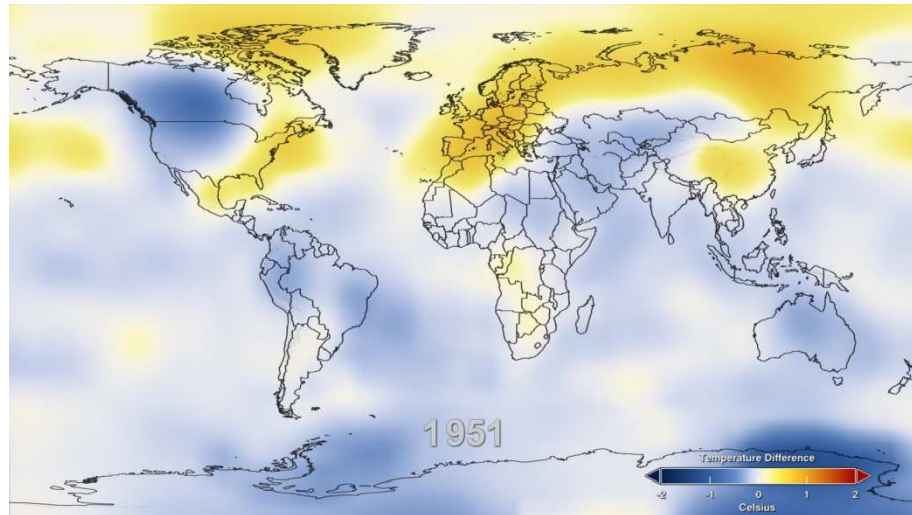
La superficie dei ghiacci artici si sta riducendo: settembre



La superficie dei ghiacci artici si sta riducendo: gennaio



Che tipo di feedback ci da questo esempio sulla temperatura?



[Fonte: ISAC-CNR Torino]

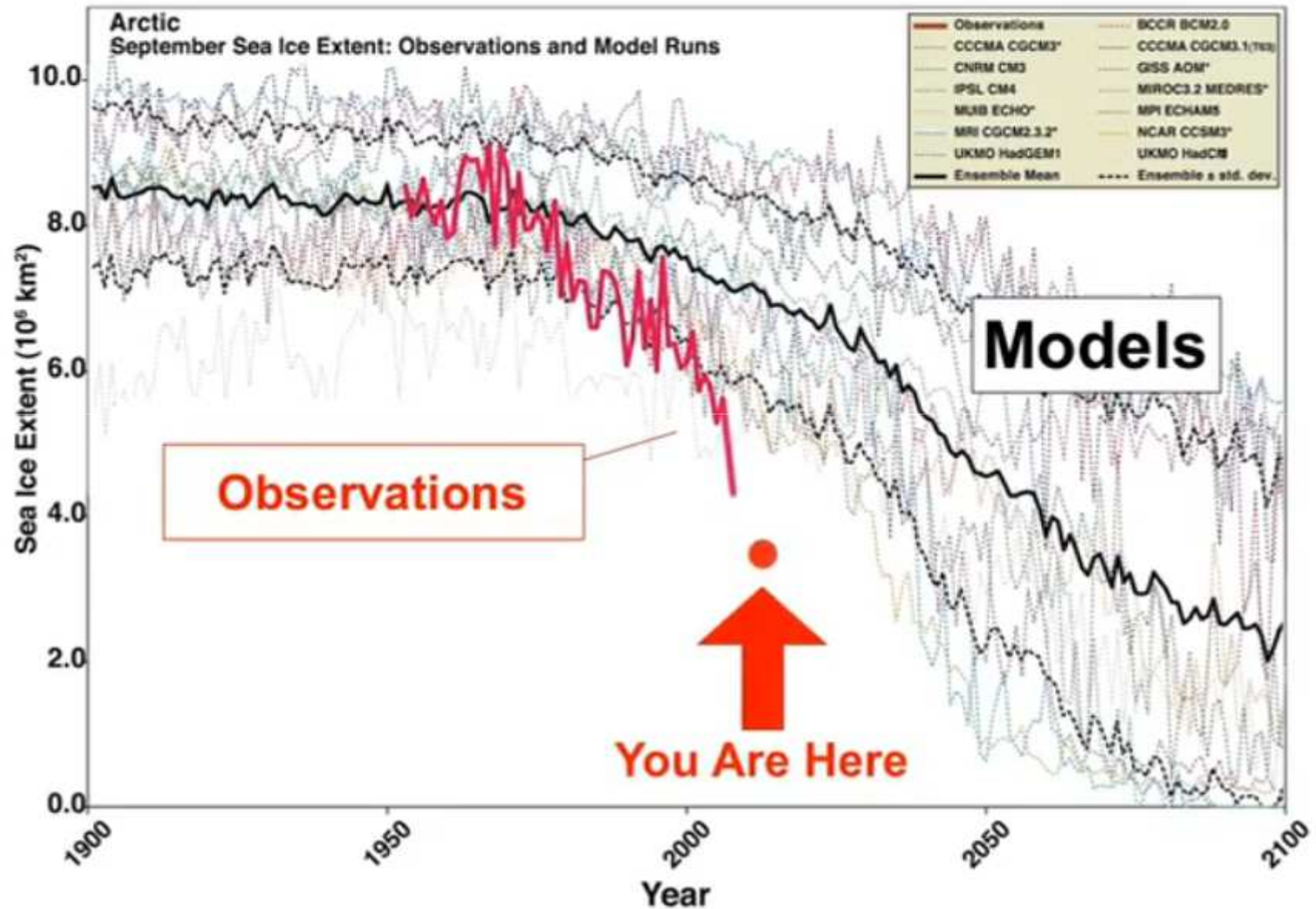
Che cosa ci si
aspetta da un
grafico del CLIMA?

Che faccia delle
previsoni sul
clima futuro

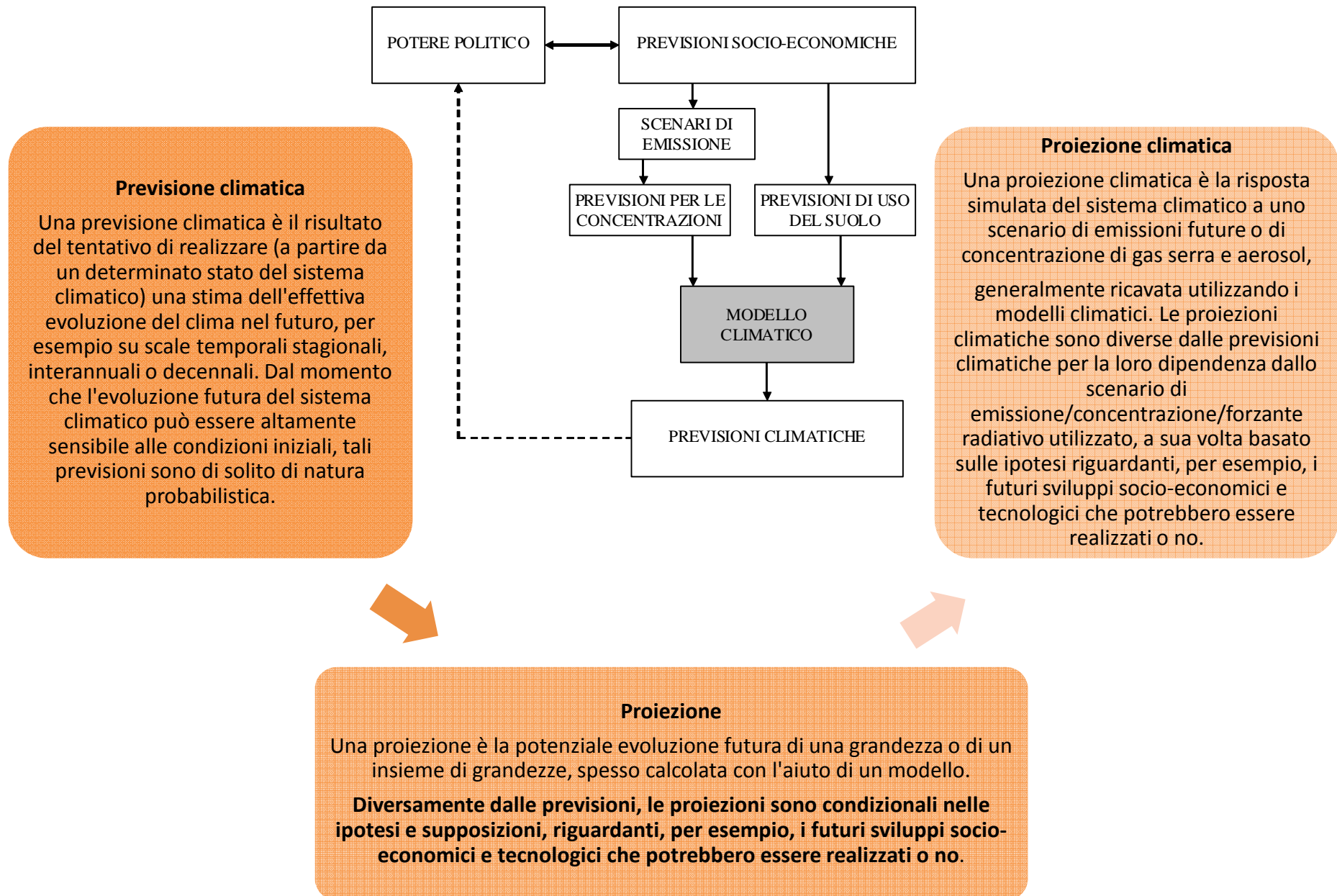
Come faccio a dire
che sto utilizzando
un buon modello?

Devo validarlo
sul passato

Modelli: "costruirli, validarli, usarli"



Previsioni vs. Proiezioni



**Nuove sfide, nuovi
linguaggi, nuove
competenze ...**



**L'IPCC e il nuovo scenario
scientifico sul CLIMA**

Le tappe istituzionali del cambiamento climatico

- 1979: prima conferenza sul clima (World Climate Conference)
- 1988: viene istituito l'IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*
- 1992: UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change:
- 1995: prima Conferenza delle Parti (COP-1) a Berlino
- 1997: protocollo di Kyoto (adottato a Kyoto, l'11/12/1997; entrato in vigore il 16/02/2005 a causa di un lungo processo di ratificazione)
- 2007: esce il quarto rapporto dell'IPCC. Alla COP-13 di Bali si inizia a pensare al dopo 2012
- 2010: accordi di Cancun
- 2011: la conferenza di Durban
- 2012: la conferenza di Doha
- 2013: la conferenza di Varsavia

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

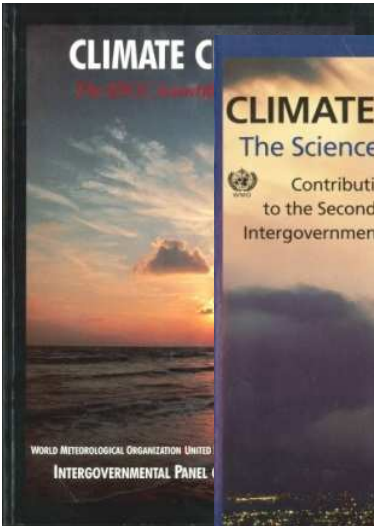
1988: viene istituito l'IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

- Tre gruppi di lavoro:
 - **Gruppo I:** basi scientifiche dei cambiamenti climatici
 - **Gruppo II:** impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e umani
 - **Gruppo III:** mitigazione dei cambiamenti climatici (riduzione gas serra)

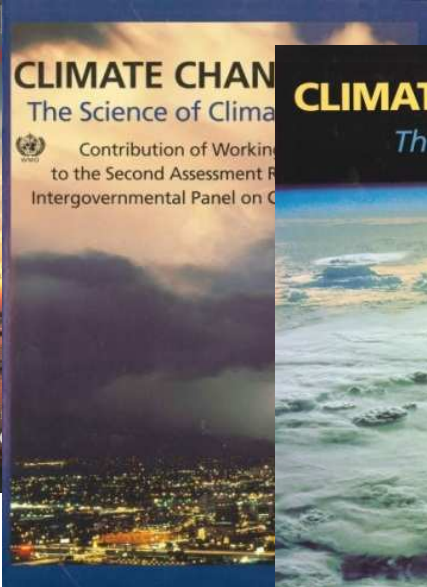
- Obiettivo: studio del riscaldamento globale

- Report periodici di valutazione (1990-1995-2001-2007-2014) di cui gli organismi internazionali si servono per i trattati sul clima
 - *Nel report del 1990 l'IPCC ha dichiarato che la CO2 contribuisce all'aumento dell'effetto serra naturale*

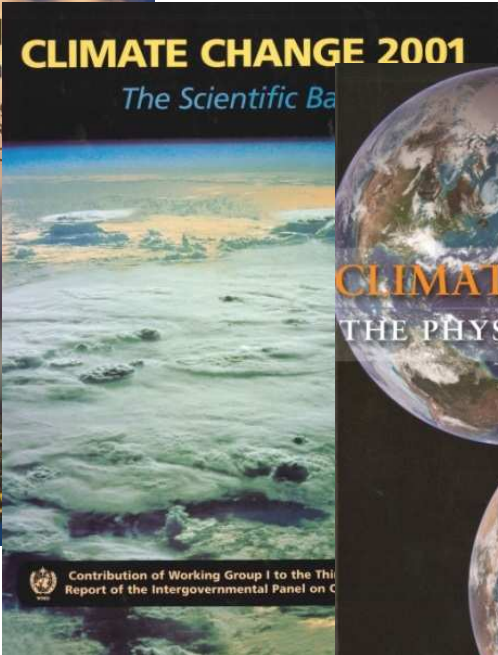
IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change



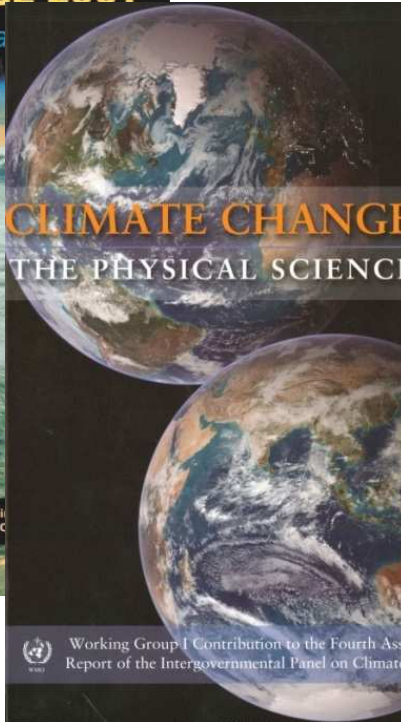
1990



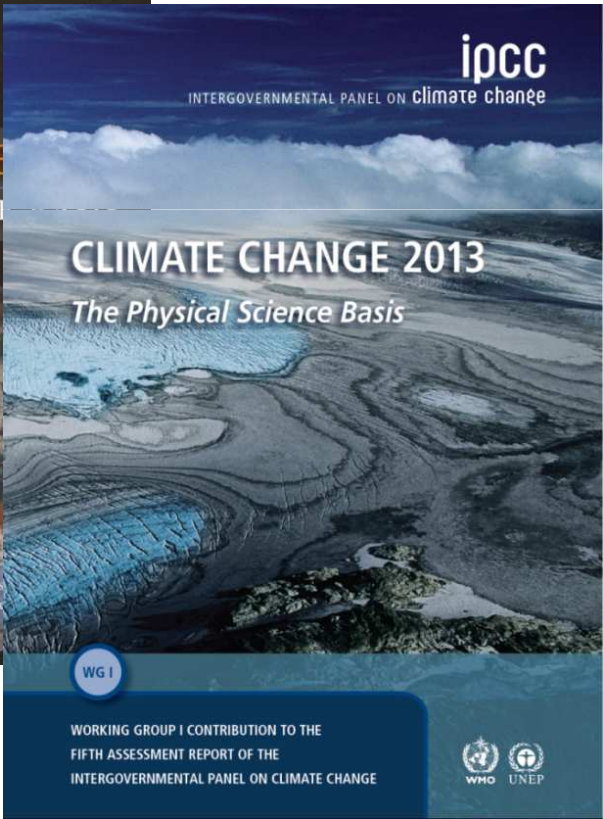
1995



2001



2007



2013

IPCC Assessment Reports since 1990

www.ipcc.ch

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



WGI



WGII



WGIII

THE SCIENTIFIC SCENARIO

WGI

Warming of the climate system is unequivocal, and since the 1950s, many of the observed changes are unprecedented over decades to millennia. The atmosphere and ocean have warmed, the amounts of snow and ice have diminished, sea level has risen, and the concentrations of greenhouse gases have increased.

Total radiative forcing is positive, and has led to an uptake of energy by the climate system. The largest contribution to total radiative forcing is caused by the increase in the atmospheric concentration of CO₂ since 1750.

Human influence on the climate system is clear. This is evident from the increasing greenhouse gas concentrations in the atmosphere, positive radiative forcing, observed warming, and understanding of the climate system.

Continued emissions of greenhouse gases will cause further warming and changes in all components of the climate system. Limiting climate change will require substantial and sustained reductions of greenhouse gas emissions.

Il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile e, a partire dagli anni '50, molti dei cambiamenti osservati sono senza precedenti su scale temporali che variano da decenni a millenni. L'atmosfera e gli oceani si sono riscaldati, le quantità di neve e ghiaccio si sono ridotte, il livello del mare si è alzato, e le concentrazioni di gas serra sono aumentate.

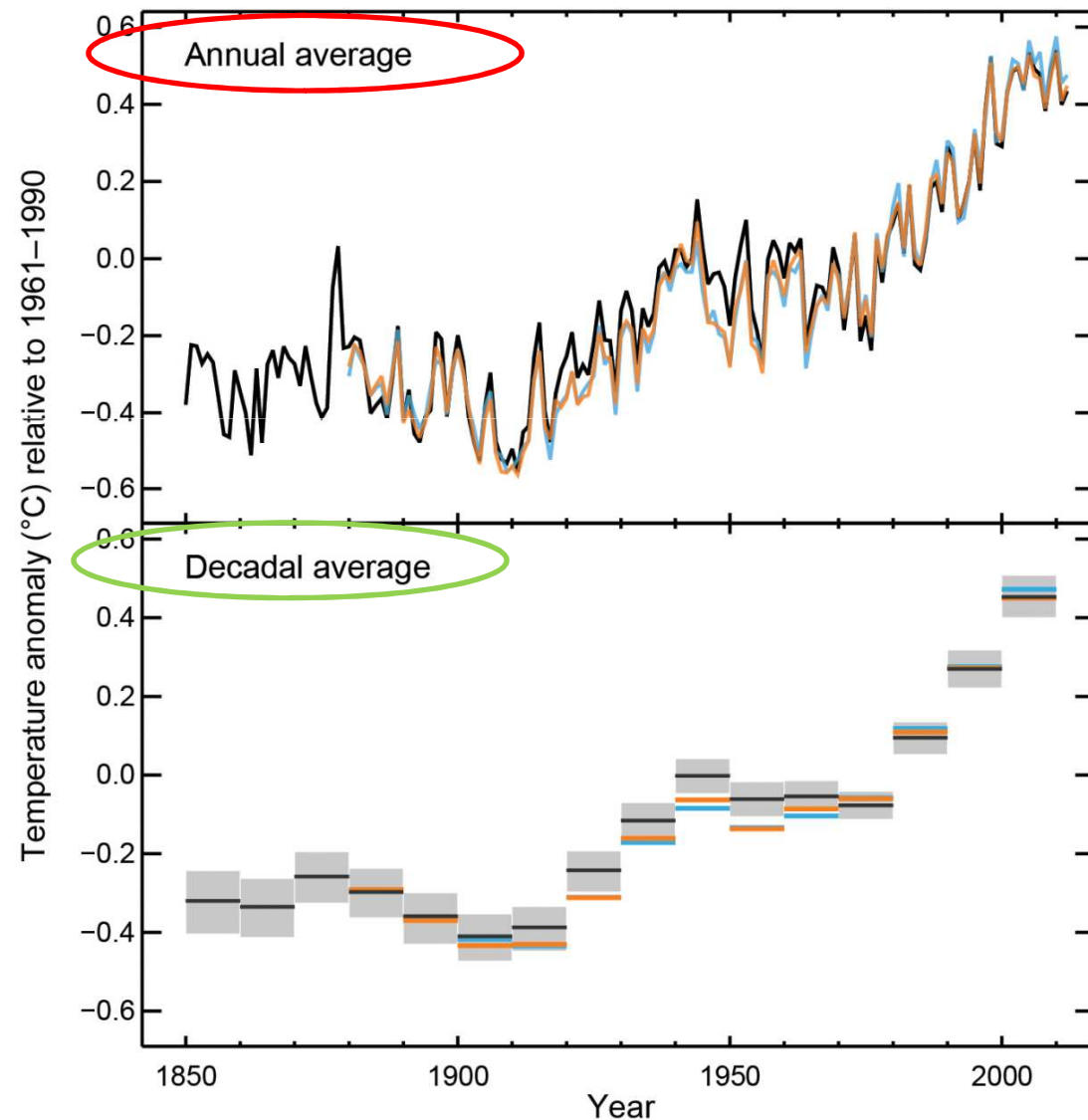


Figure SPM.1a

Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850-2012

Il forzante radiativo (RF) totale è positivo, e ha portato a un assorbimento di energia da parte del sistema climatico. Il più grande contributo al forzante radiativo totale è dovuto a un aumento della concentrazione atmosferica di CO₂ dal 1750.

RF: tasso di cambiamento di energia per unità di superficie [W/m²] che consente di misurare omogeneamente l'effetto dell'azione dei *drivers climatici* sull'equilibrio radiativo del sistema atmosferico-Terra. Se RF è positivo determina nel tempo l'aumento del contenuto energetico del sistema, con conseguente incremento della temperatura atmosferica, viceversa se è negativo.

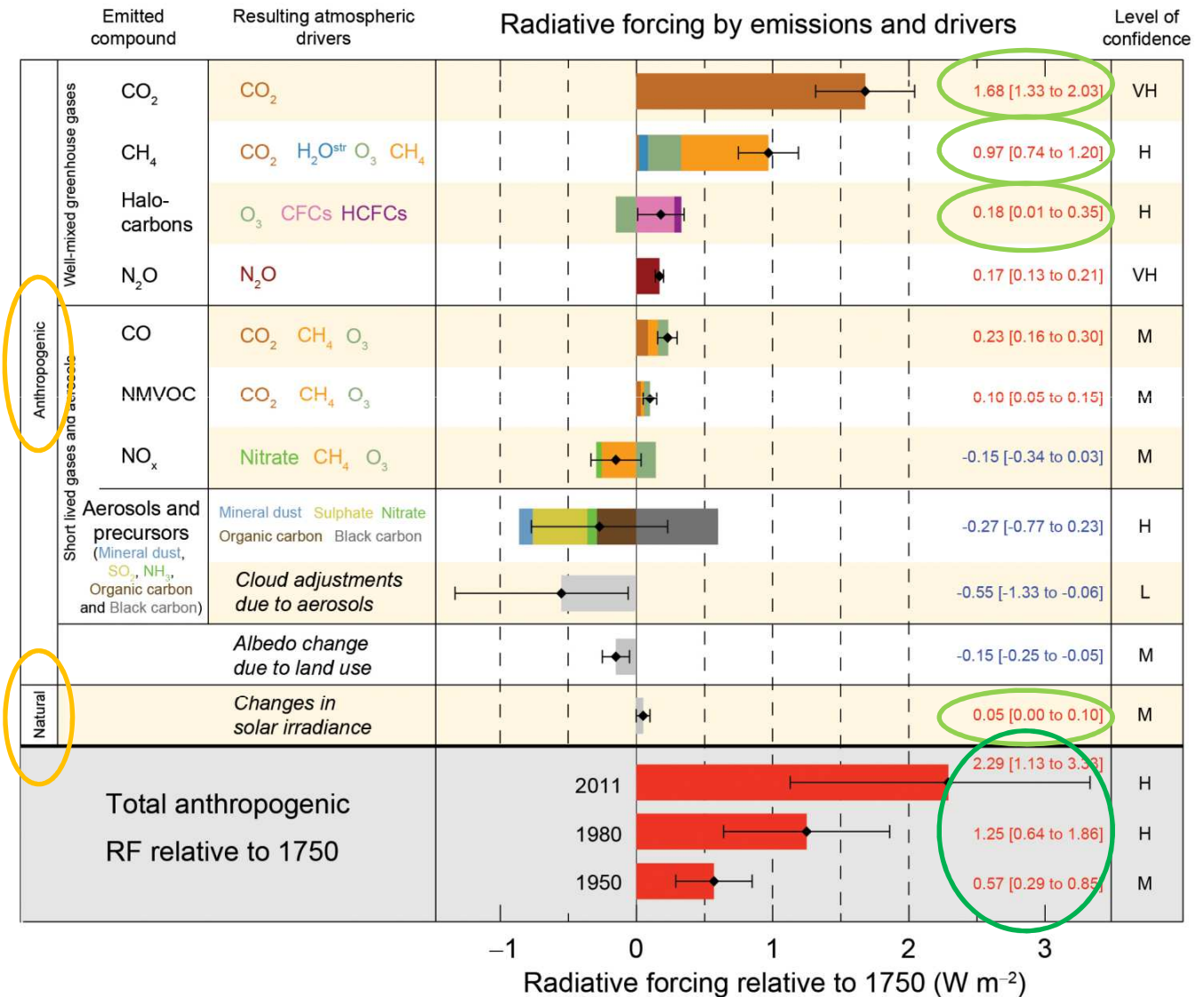


Figure SPM.5. Radiative forcing estimates in 2011 relative to 1750

L'influenza umana è stata rilevata nel riscaldamento dell'atmosfera e degli oceani, nelle variazioni del ciclo globale dell'acqua, nella riduzione delle coperture di neve e ghiaccio, nell'innalzamento a livello globale del livello medio del mare, e nei cambiamenti di alcuni eventi climatici estremi.

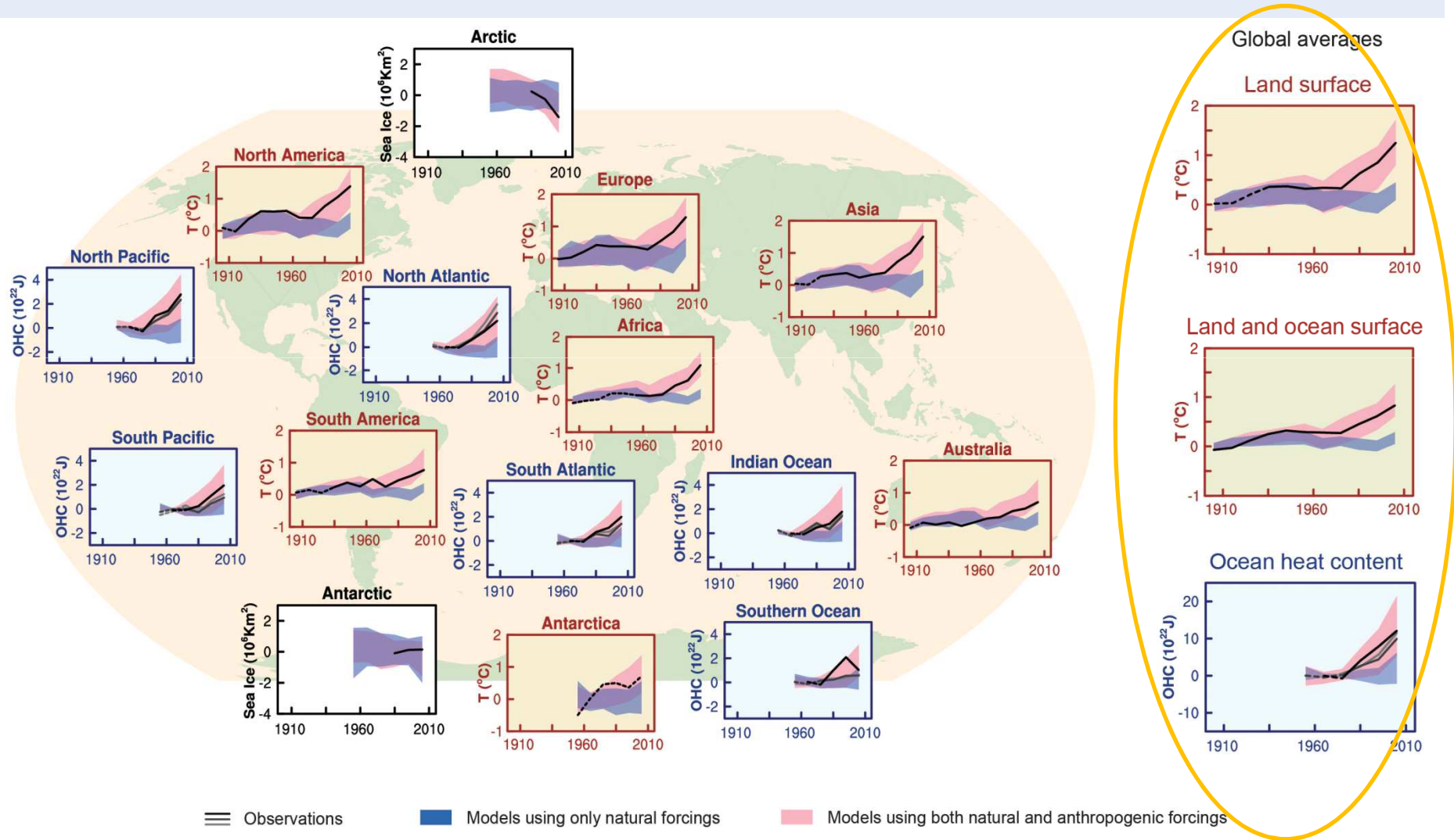


Figure SPM.6. Comparison of observed and simulated climate change

Le continue emissioni di gas serra causeranno un ulteriore riscaldamento e cambiamenti in tutte le componenti del sistema climatico. Limitare il cambiamento climatico richiederà una riduzione sostanziale e prolungata nel tempo delle emissioni di gas serra.

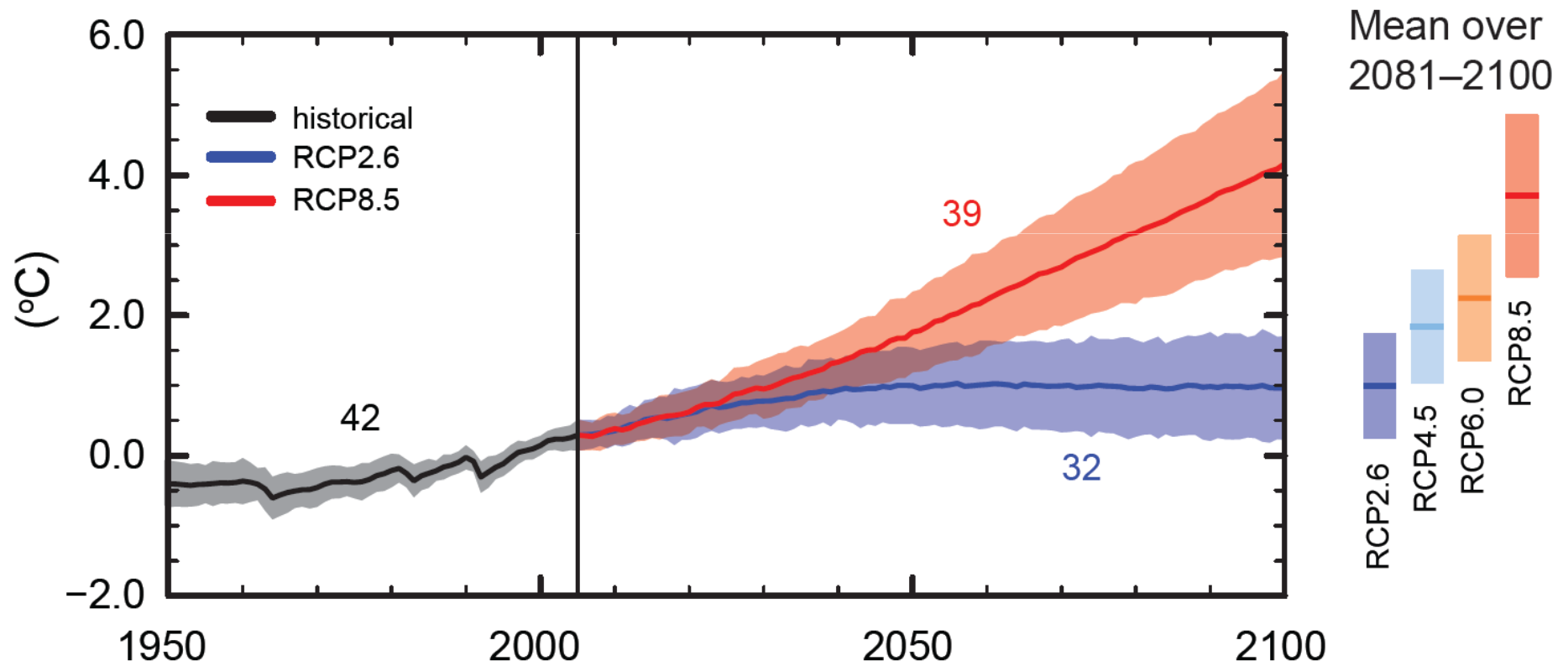


Figure SPM.7a. Global average surface temperature change

GLOSSARIO

"nuove parole per nuovi concetti"

Cambiamento climatico: con il termine cambiamento climatico ci si riferisce a un cambiamento dello stato del clima che persiste per un periodo di tempo prolungato (solitamente di decenni o più), e identificabile (per esempio, attraverso l'uso di test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà. Il cambiamento climatico può essere dovuto a processi naturali interni, o a forzanti esterni, come le modulazioni dei cicli solari, le eruzioni vulcaniche, e i ripetuti cambiamenti antropogenici della composizione dell'atmosfera o dell'uso del suolo.

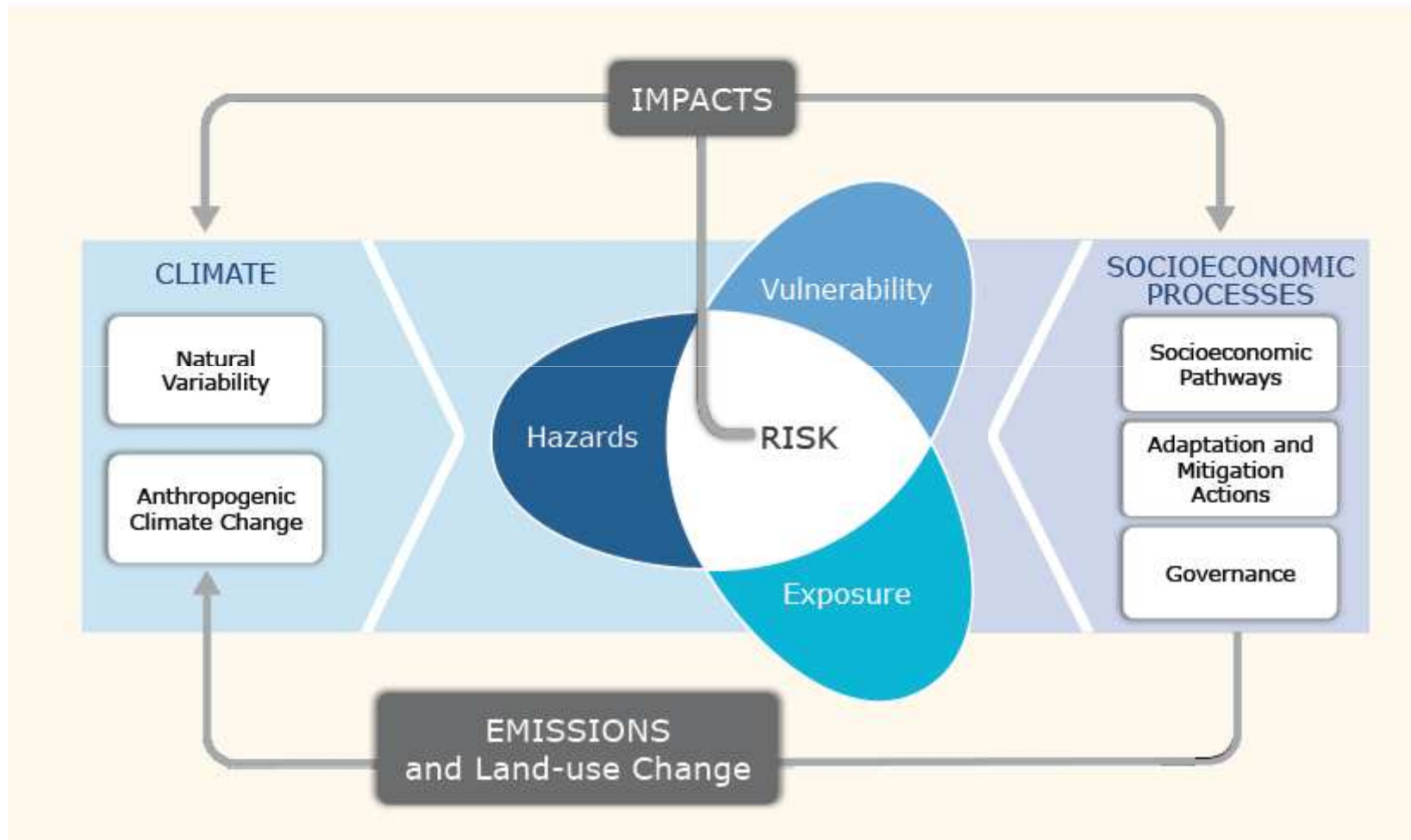
Adattamento: il processo di adattamento al clima attuale o atteso e ai suoi effetti. Nei sistemi umani, l'adattamento cerca di limitare i danni o di sfruttare le opportunità favorevoli. Nei sistemi naturali, l'intervento umano può agevolare l'adattamento al clima atteso e ai suoi effetti.

Mitigazione (del cambiamento climatico): Qualsiasi intervento umano che riduca le fonti (*sources*) di rilascio, o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento (*sinks*) dei gas serra.

Scenario climatico: La rappresentazione plausibile e spesso semplificata del clima futuro, basata su un insieme internamente coerente di relazioni climatologiche, costruita per un suo uso esplicito nell'indagine delle potenziali conseguenze del cambiamento climatico antropogenico, e che serve spesso come input ai modelli sugli impatti. Le proiezioni climatiche spesso servono da materiale grezzo per costruire scenari climatici, ma gli scenari climatici di solito richiedono ulteriori informazioni, come per esempio sul clima attuale osservato.

ADAPTATION

WGII



Pericolosità (*hazard*): il potenziale verificarsi di un evento fisico naturale o antropico o impatti fisici che potrebbero causare perdita di vita, lesioni, o altri effetti sulla salute, così come danni e perdite a/di proprietà, infrastrutture, mezzi di sussistenza, fornitura di servizi, ecosistemi, e risorse ambientali.

Esposizione (*exposure*): la presenza di persone, mezzi di sostentamento, specie o ecosistemi, servizi e risorse ambientali, infrastrutture, o attività economiche, sociali, e culturali in luoghi in cui potrebbero essere compromessi.

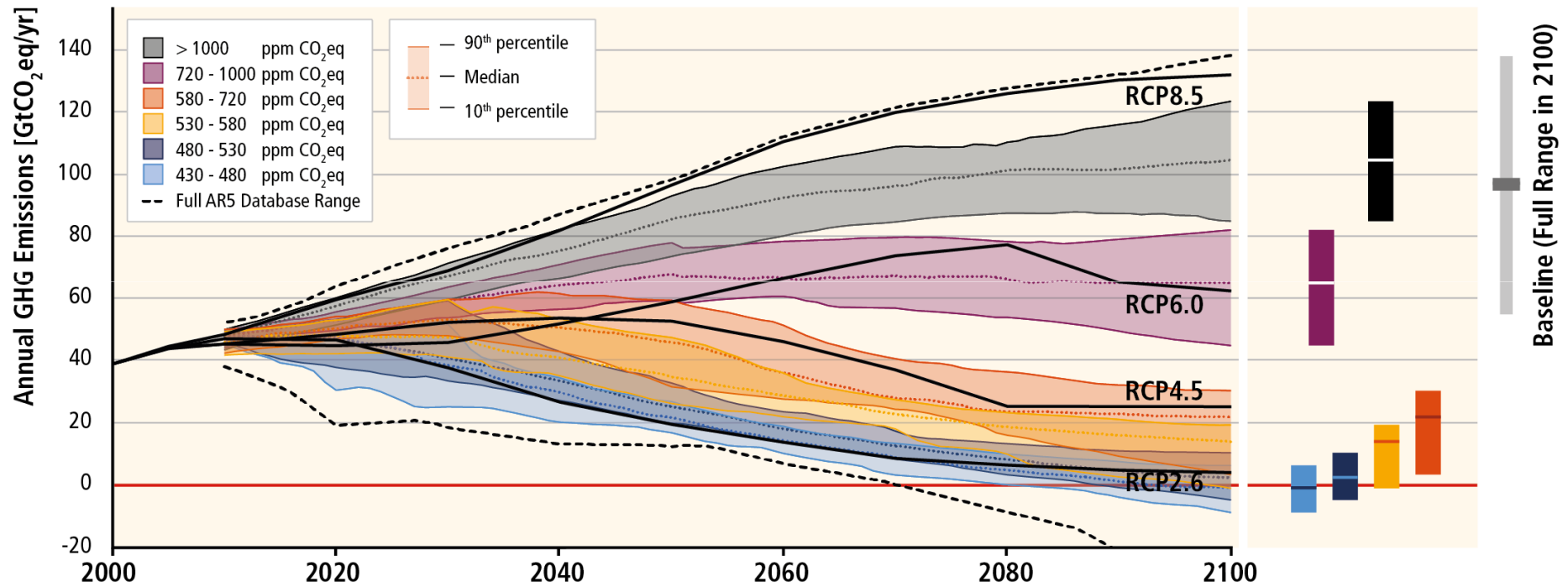
Vulnerabilità (*vulnerability*): La propensione o predisposizione a essere pregiudicate. Vulnerabilità comprende una varietà di concetti ed elementi, tra cui la sensibilità o suscettibilità di nuocere e la mancanza di capacità di far fronte e di adattarsi.

RISCHIO

MITIGATION

WGIII

GHG Emission Pathways 2000-2100: All AR5 Scenarios



Without more mitigation, global mean surface temperature might increase by 3.7° to 4.8°C over the 21st century.

Immagine
di
Scienza

Costruzione
di nuove
competenze

Interdisciplinarietà

**Che impatto ha tutto
questo
sull'insegnamento
delle Scienze a
scuola?**

Immagine
dello
Scienziato

Educazione scientifica
come educazione alla
cittadinanza

Bibliografia

- Besson, U. (2009). Paradoxes of thermal radiation, *Eur. J. Phys.* 30, 995–1007.
- Besson, U., De Ambrosis, A., & Mascheretti, P. (2010). Studying the physical basis of global warming: thermal effects of the interaction between radiation and matter and greenhouse effect. *European Journal of Physics*, 31(2), 375-388.
- EC (European Commission), *Special Eurobarometer 409: Climate Change* (2014).
- EC (European Commission), *Special Eurobarometer 364: Public awareness and acceptance of CO₂ capture and storage* (2011).
- IPCC (2007). Climate change: Synthesis Report.
- IPCC (2014). Climate change: Synthesis Report.
- Pasini, A. (2003). *I cambiamenti climatici. Meteorologia e clima simulato* [Climate Change. Meteorology and simulated clima]. Milano, IT: Bruno Mondadori press.
- Pasini, A., & Fiorani, L. (2010). *Il pianeta che scotta. Capire il dibattito sui cambiamenti climatici*. Città Nuova, 120pp.
- Rizzi R. (2014). Atmospheric Physics. Material from lectures, A.A. 2013-2014.
- Tasquier, G. (2013). Cambiamenti Climatici e Insegnamento/Apprendimento della Fisica: una Proposta Didattica [Climate Change and Teaching/Learning Physics: a Teaching Proposal]. *Giornale di Fisica*, 54(03), 173-193.
- Tasquier, G. (2015). Leading secondary school students to face the disciplinary, epistemological and societal challenges of climate change: design and analysis of multi-dimensional teaching/learning experiences. *Phd Thesis*.
- UNESCO (2009). Learning to Mitigate and Adapt to Climate Change: UNESCO and Climate Change Education. http://climatefrontlines.org/ed_seminar_brochure.pdf, p. 2. 4.