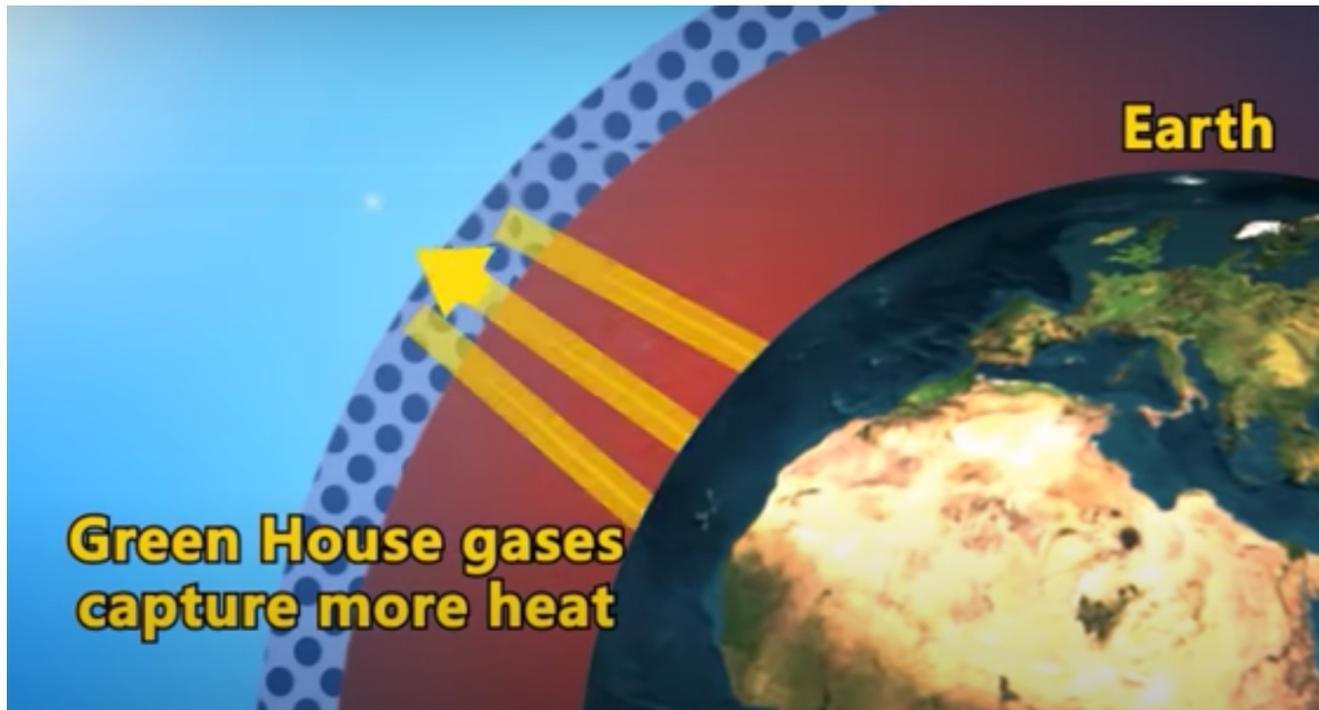




1. I limiti del pianeta
- 2. Effetto serra e riscaldamento globale**
3. L'impatto del cambiamento climatico sull'umanità
4. L'energia
5. La transizione energetica
6. Le politiche necessarie alla transizione
7. La politica energetica europea e italiana
8. Le difficoltà
9. Problema mondiale

## L'effetto serra



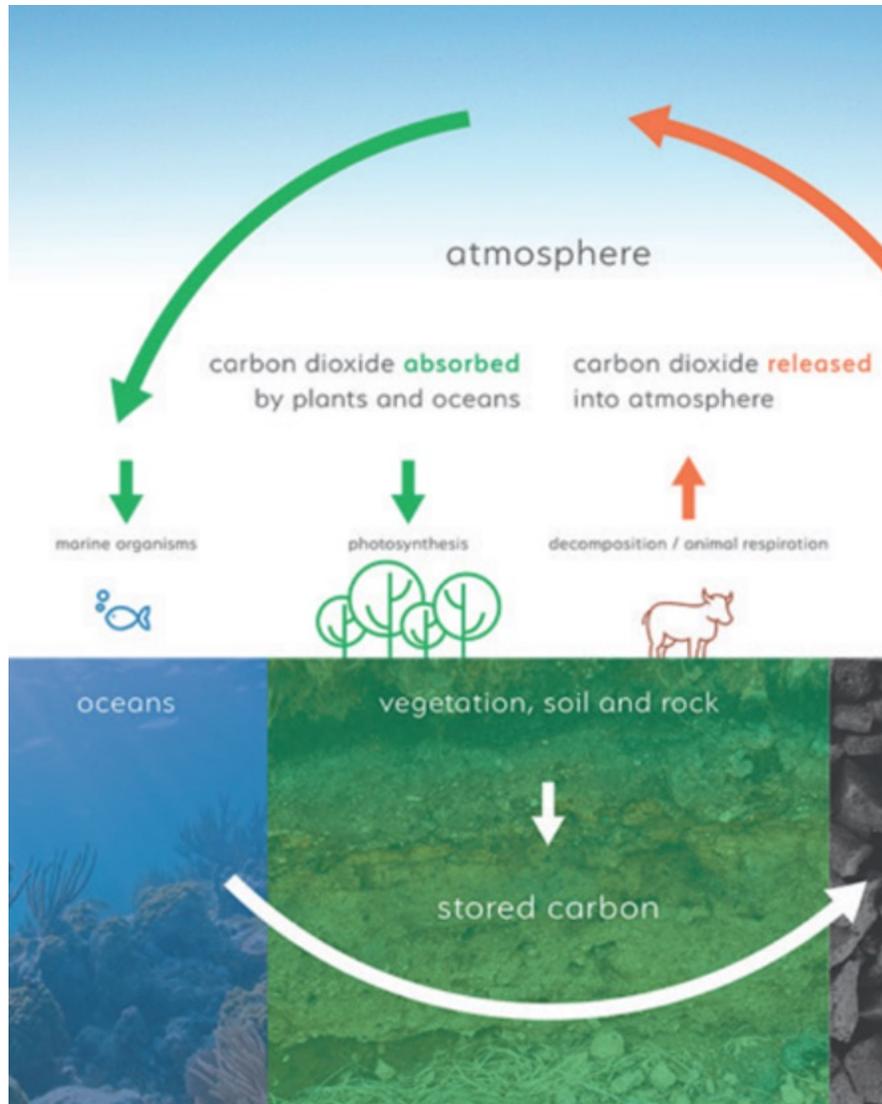
le emissioni di CO<sub>2</sub> e altri gas serra (GHG) si concentrano in una fascia nell'atmosfera intercettano il calore che esce, riflesso dalla superficie e ne rimandano una parte verso la Terra come i vetri di una serra

L'effetto serra è prezioso

Se non ci fosse la temperatura media della Terra sarebbe  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$  invece che  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$

Per millenni è stato stabile e ha tenuto la temperatura mediamente stabile

## il ciclo del carbonio



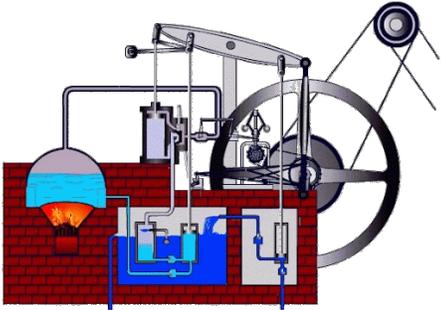
Il **ciclo naturale del carbonio** si è assestato nei millenni

e ha garantito la stabilità della **concentrazione** di gas serra nell'atmosfera

Nel **ciclo naturale del carbonio** le **emissioni** erano solo quelle derivanti dalla decomposizione delle biomasse.

Nelle ere geologiche, soprattutto le più antiche, si era venuto accumulando carbonio nel sottosuolo con la fossilizzazione delle biomasse (prevalentemente legnose).

## Cambia il ciclo del carbonio



Con la diffusione della combustione industriale, al **ciclo naturale del carbonio** si aggiunge **l'estrazione** di carbon fossile, petrolio, gas metano, e la loro **combustione**

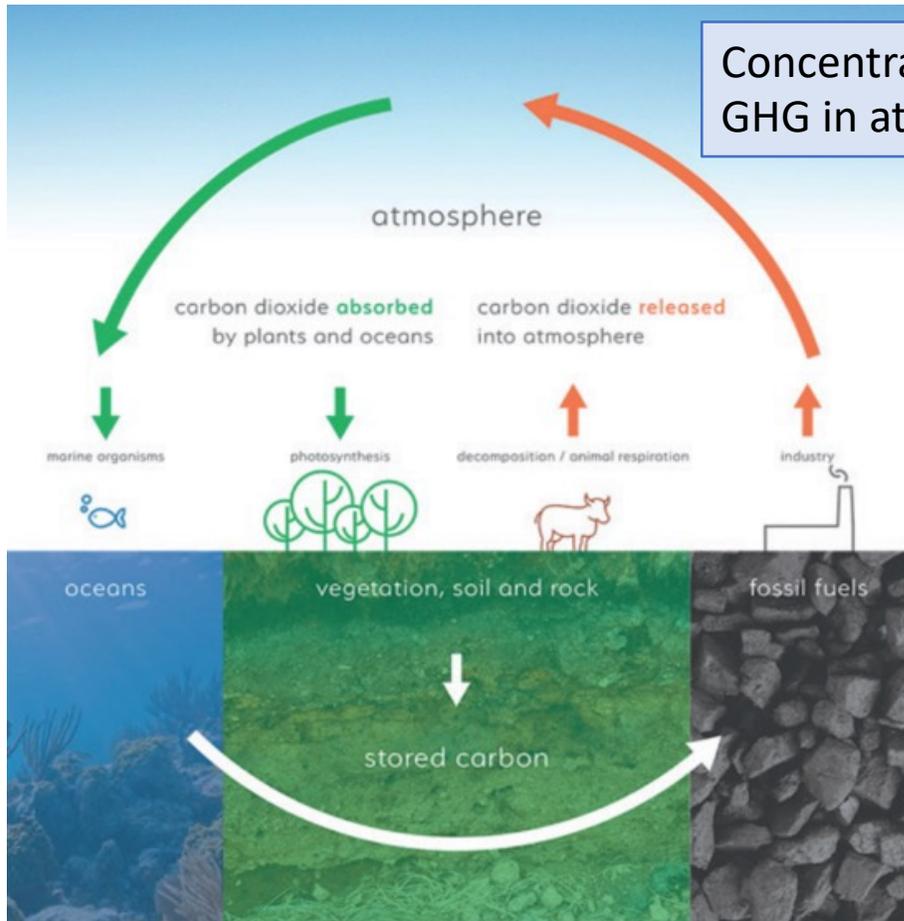
che trasforma energia chimica in energia termica

i motori trasformano l'energia termica in meccanica e in elettricità

Aumentano le **emissioni** di CO<sub>2</sub> e altri gas in atmosfera



## Alterato il ciclo del carbonio, l'effetto serra aumenta



Concentrazione di GHG in atmosfera

Se le emissioni di CO<sub>2</sub> e altri gas serra (GHG)



superano gli assorbimenti,

cresce la concentrazione di GHG in atmosfera



Giacimenti fossili cumulati nei millenni bruciando liberano CO<sub>2</sub>

Source: Forest products commission, Western Australia

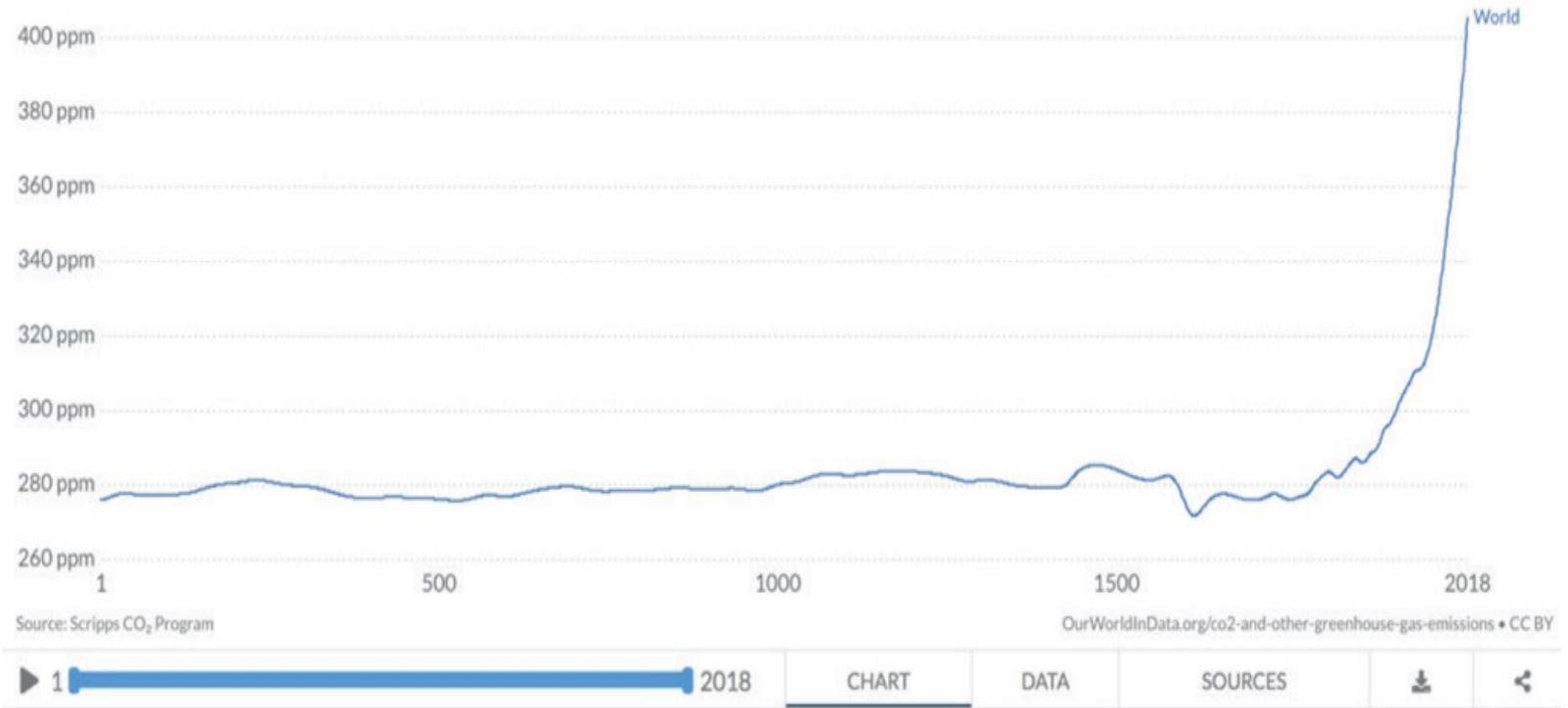
## concentrazione

Dal periodo pre-industriale a oggi la concentrazione globale di gas serra (GHG) è salita di 140 ppm (*parti per milione*) da 279 a 411

Il livello limite del rischio è stimato 450

### Atmospheric CO<sub>2</sub> concentration

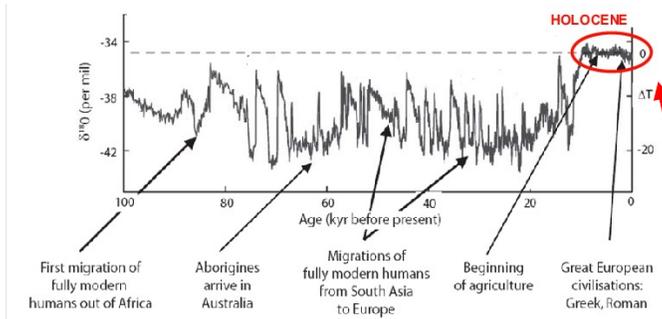
Global average long-term atmospheric concentration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), measured in parts per million (ppm).



Source: Macfarling Meure, C. et al., 2006: Law Dome CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O ice core records extended to 2000 years BP. *Geophysical Research Letters*, 33.

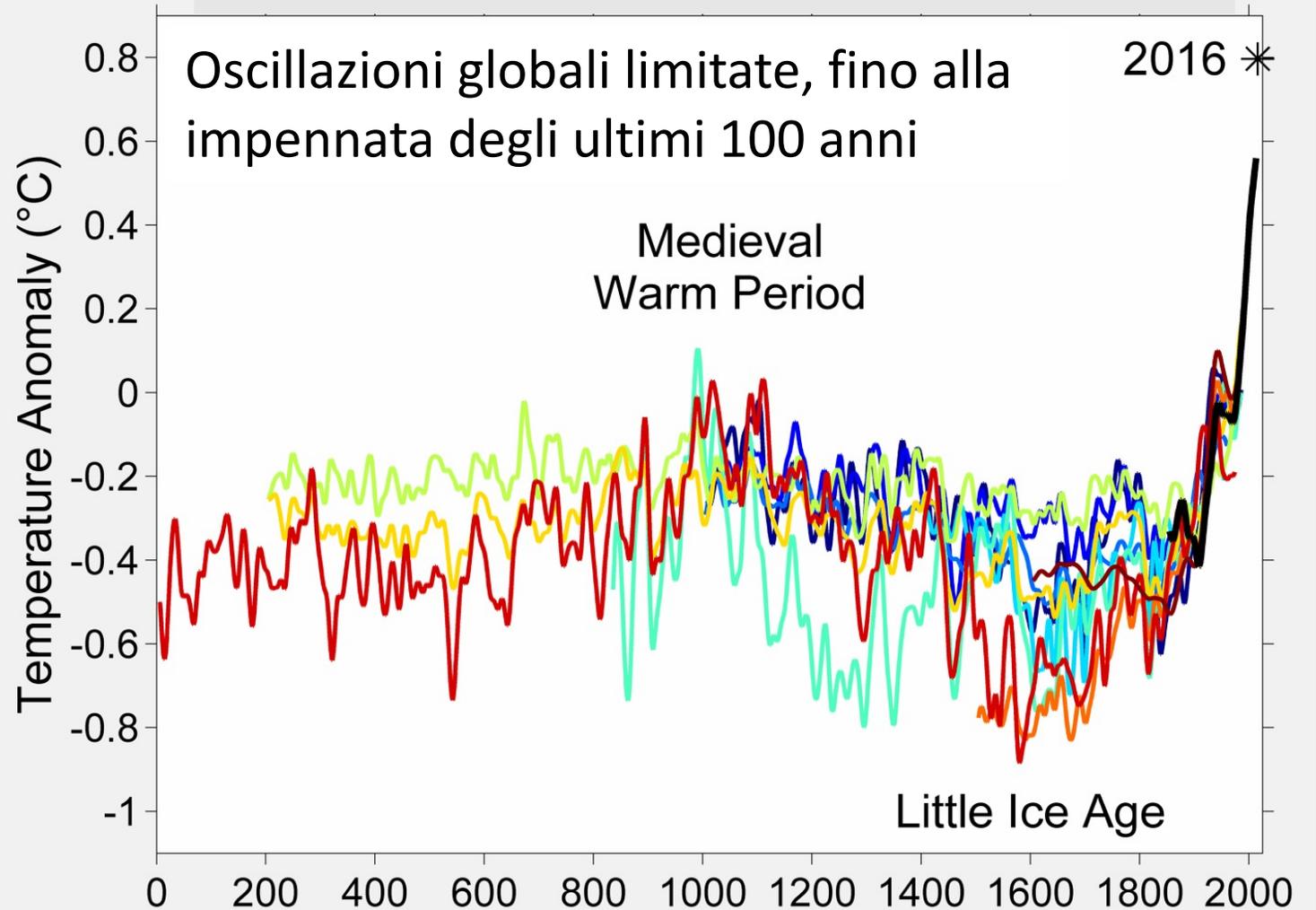
## temperatura

### Gli ultimi 100 millenni



i 10 millenni più recenti sono l'Olocene con temperatura stabile (pur con oscillazioni) favorevole allo sviluppo umano

### Gli ultimi 2 millenni



## riscaldamento globale negli ultimi 170 anni

**La temperatura media globale è salita circa 1,1 °C**

(cioè da - 0,4 a + 0,7: la linea Nord Atlantico zero è convenzionale, è la media 1961-1990)

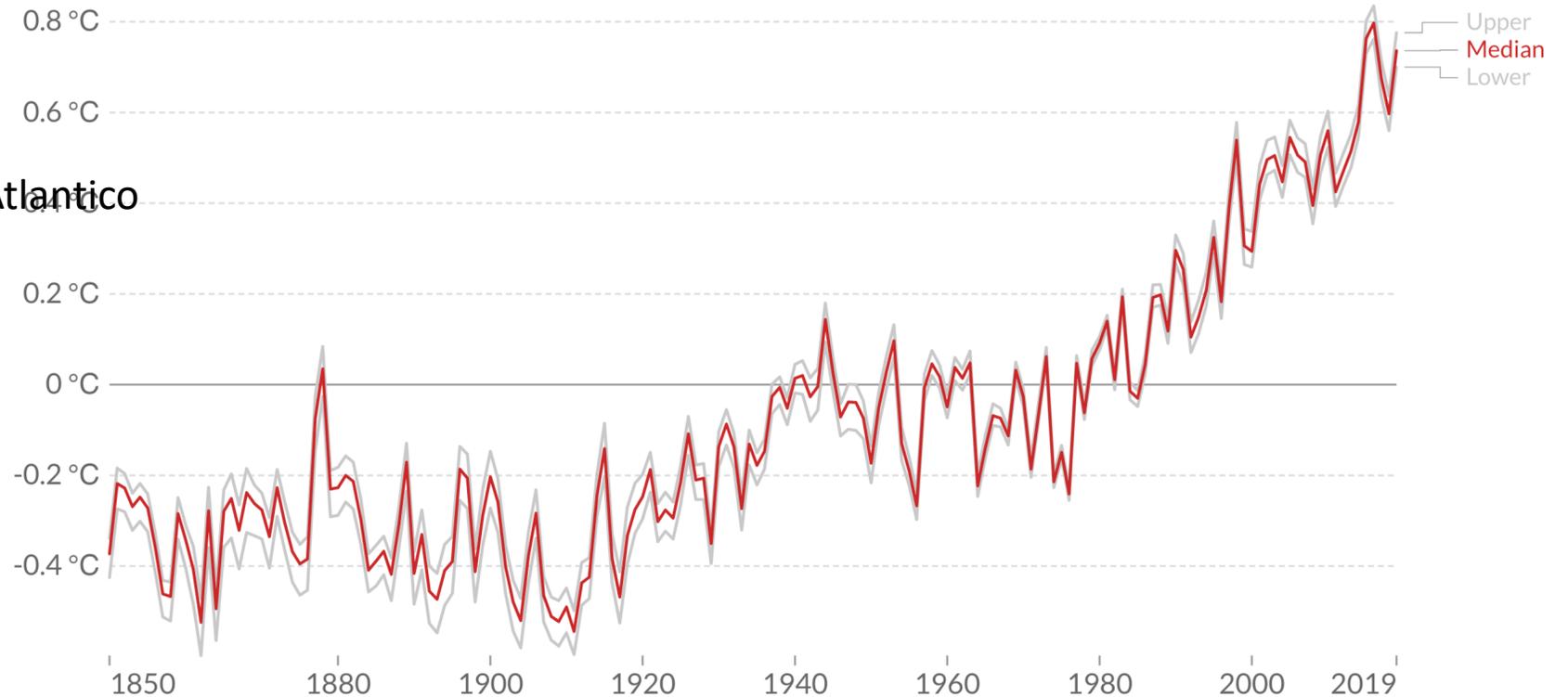
**Dal periodo pre-industriale a oggi, anche di più.**

### Average temperature anomaly, Global

Global average land-sea temperature anomaly relative to the 1961-1990 average temperature.

Our World in Data

↔ Change region



Source: Hadley Centre (HadCRUT4)

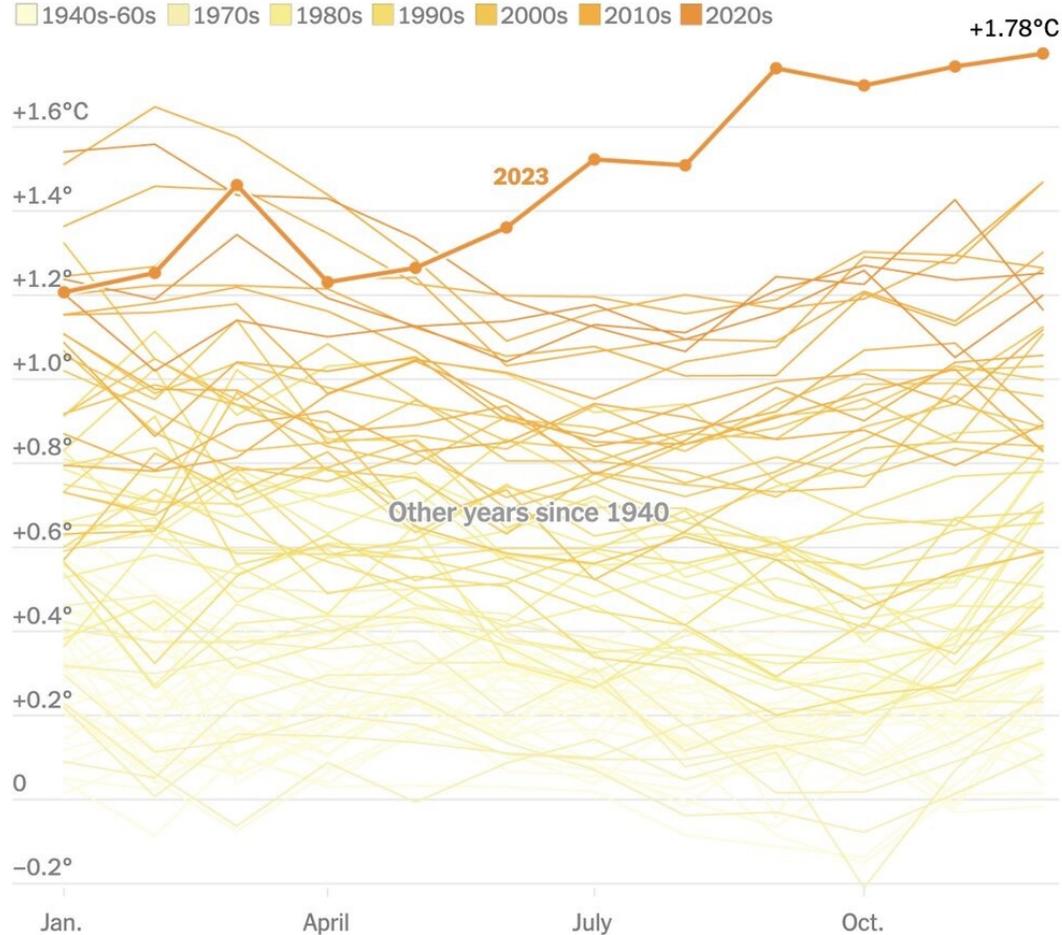
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Note: The red line represents the median average temperature change, and grey lines represent the upper and lower 95% confidence intervals.



## riscaldamento globale nell'ultimo anno

Monthly global temperature compared with pre-industrial levels



Source: Copernicus/ECMWF

**Il 2023 è stato l'anno più caldo mai registrato e forse il più caldo da 100.000 anni. Temperatura media: 1,5 °C sopra il livello pre-industriale**

2023 was the planet's warmest year on record and perhaps in the last 100,000 years. By far. Average temperatures were 1.48 degrees Celsius, above preindustrial levels (Copernicus, the European Union's climate monitor).

The New York Times

## Le quantità nel ciclo del carbonio

miliardi di tonnellate ogni anno (Gt/a)

uso del suolo 3

combust. fossili 33

**totale emissioni 36**

terra 11

oceani 9

**totale assorbimenti 20**

**in atmosfera 16**

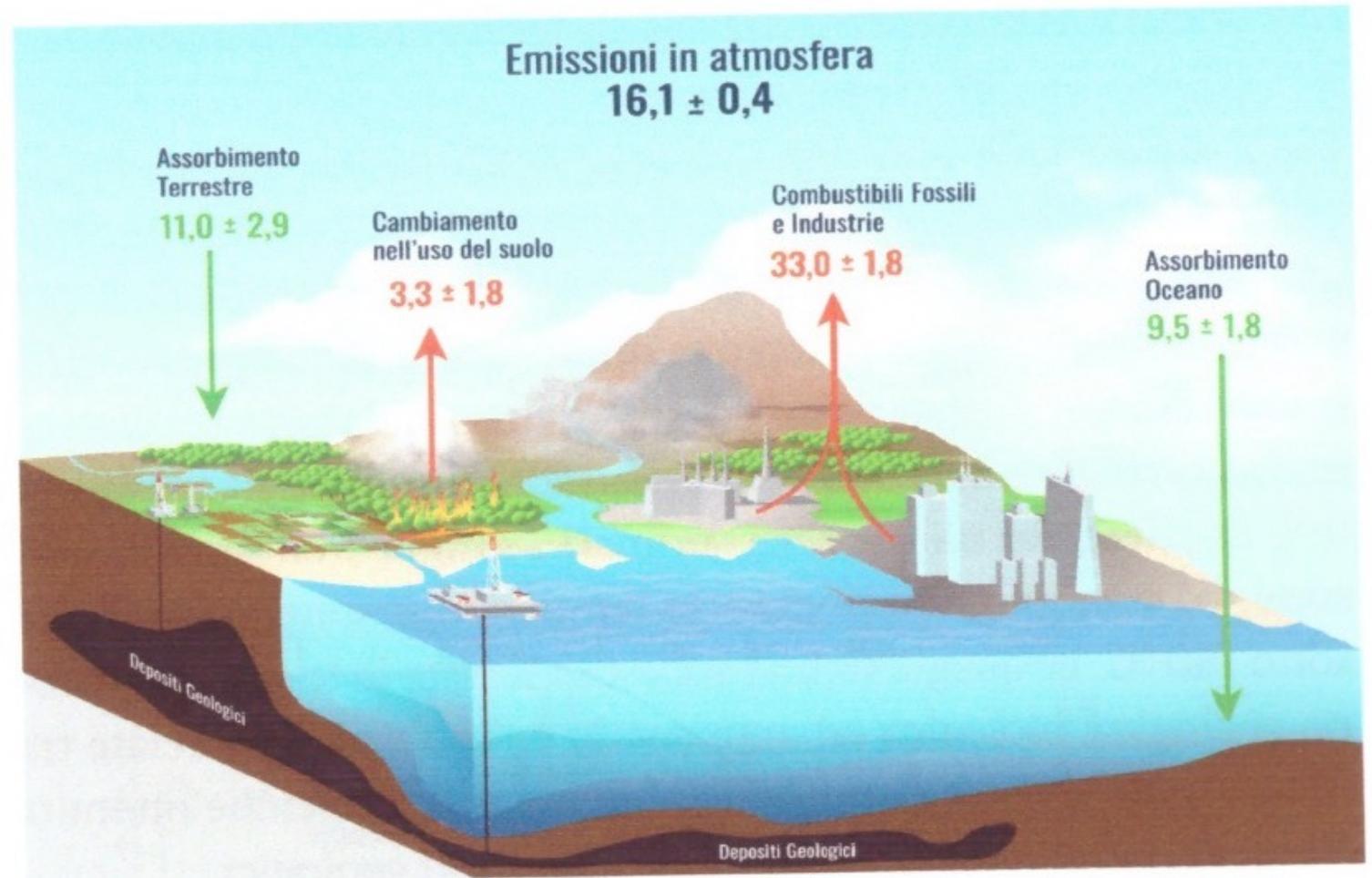


Figura 1.7 - Il ciclo del carbonio.

da Paolo Saraceno, Dialogo sul clima, Editoriale Delfino, 2023

## È difficile prevedere il futuro riscaldamento terrestre

### Un esempio:

Con lo scioglimento del **permafrost** in Siberia ...

Intrappolato sotto il *permafrost* c'è [gas metano](#)

Permafrost: strato permanentemente ghiacciato subito sotto la superficie Terrestre nelle zone artiche

... se il ghiaccio si scioglie  
il metano va in atmosfera, aumenta la concentrazione di gas serra, l'effetto serra, il riscaldamento, lo scioglimento dei ghiacci ...

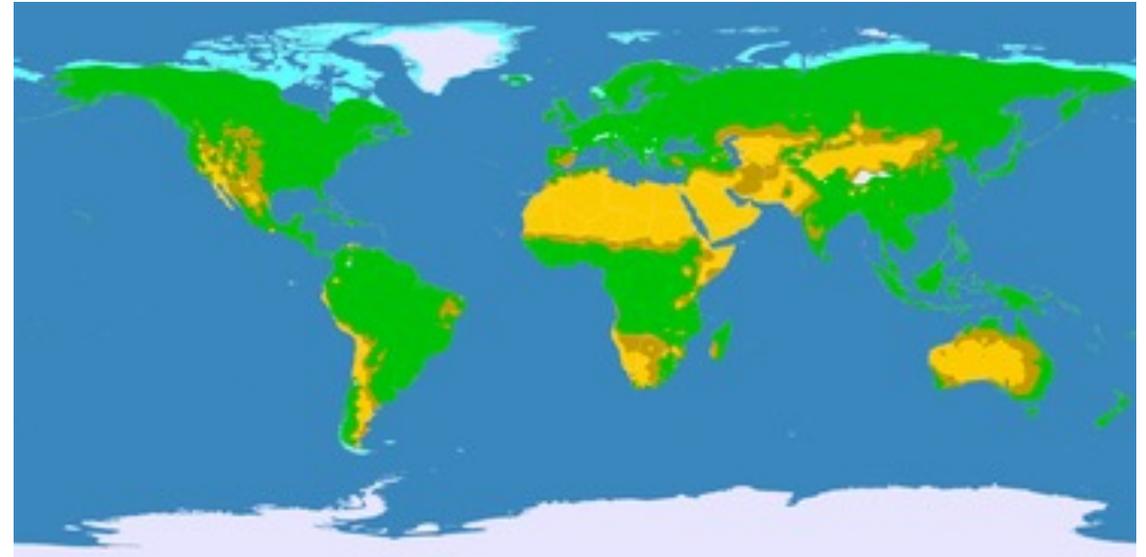
Si teme un **effetto cumulativo**



**Gli effetti dal cambiamento climatico**  
**Cambia la mappa delle terre abitabili**

**il riscaldamento della superficie terrestre**  
**modifica la geografia**  
**della vegetazione e**  
**degli insediamenti umani**

**Deserto**  
**Steppa - Savana**  
**Tundra**  
**Clima glaciale**

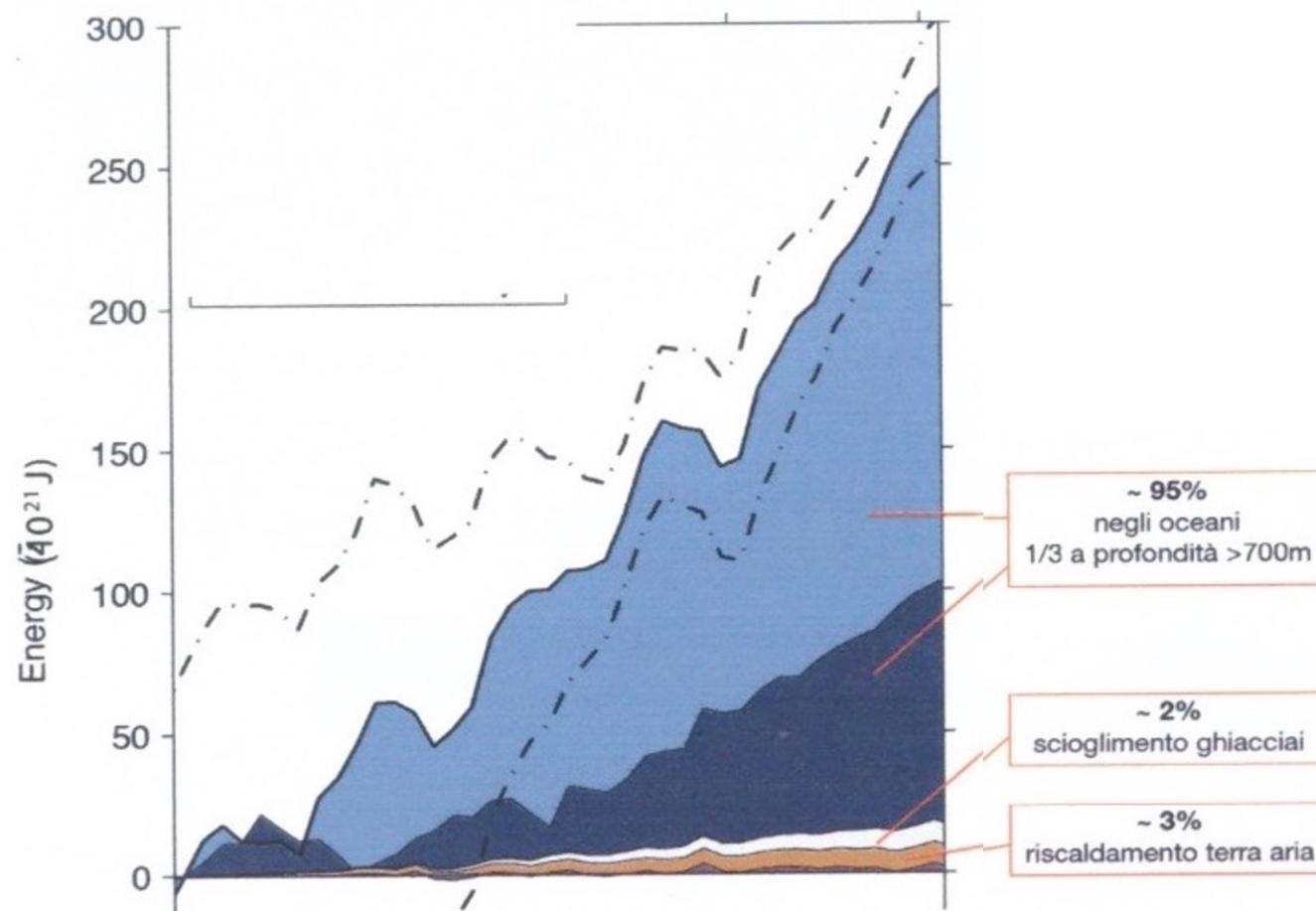


## Gli effetti dal cambiamento climatico Gli oceani si riscaldano

Il 95% del calore  
prodotto  
dall'effetto serra  
va negli oceani  
- meno profondi  
- più profondi

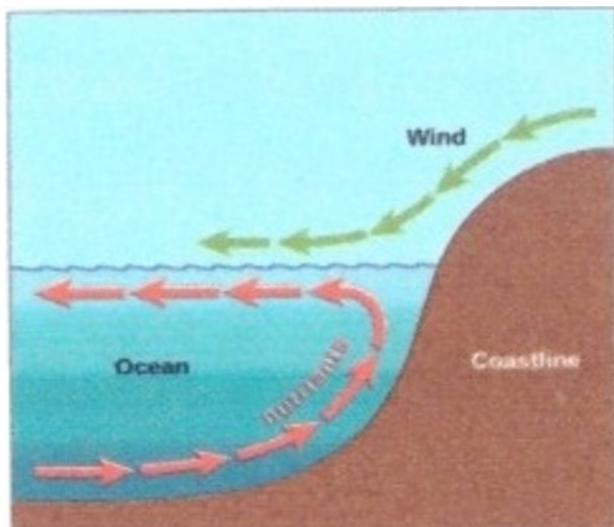
Gli oceani si  
scaldano  
lentamente

Fino a quando?



## Gli effetti dal cambiamento climatico

### Cambiano le correnti oceaniche



L'acqua fredda sta in basso, ma le correnti possono spingerla contro le coste e farla salire.

I venti muovono le acque.

La circolazione oceanica è complessa e genera fenomeni come El Niño

## Gli effetti dal cambiamento climatico

**Gli eventi  
meteorologici  
estremi  
diventano  
più intensi  
e più frequenti**

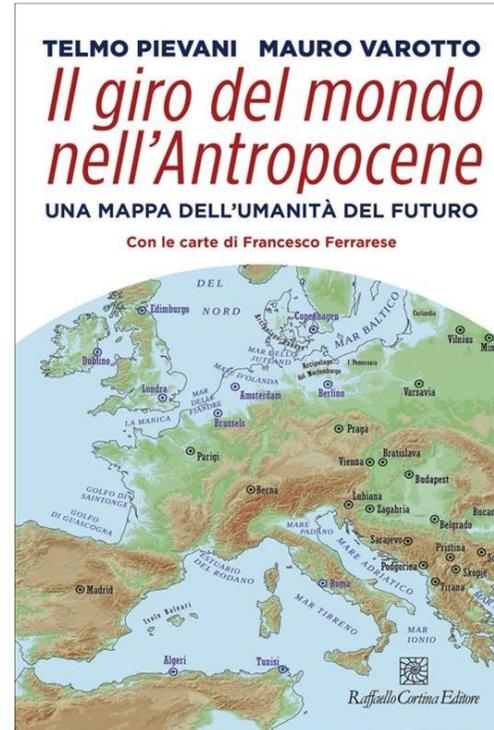
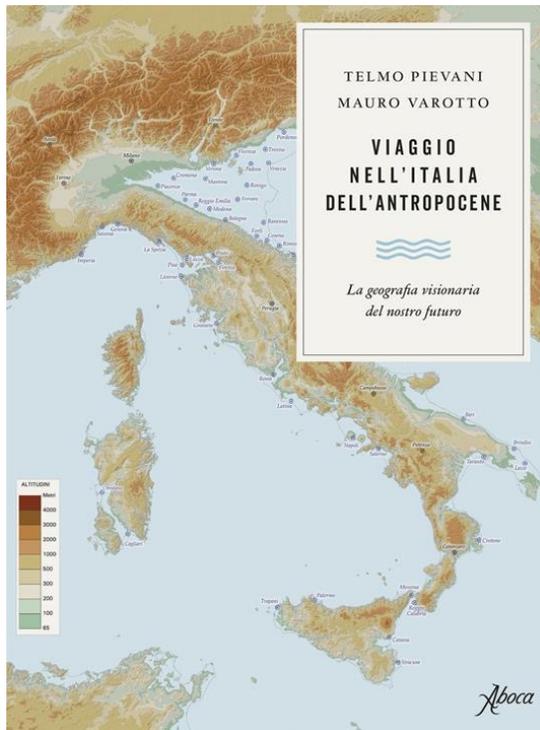


## Gli effetti dal cambiamento climatico

### I mari aumentano di livello

Se non si fa nulla, entro questo secolo i mari aumenteranno di 40-100 cm. e i ghiacci dell'Artico perderanno un ulteriore 40%

Una fantasia di scienziati per l'anno 2786



gli oceani si acidificano



Giovedì  
settimana  
prossima

Università Cardinale Giovanni Colombo  
per studenti della Terza Età

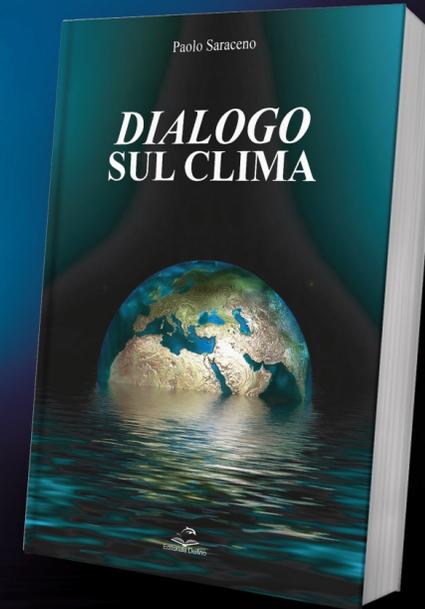
Paolo Saraceno  
**Dialogo Sul Clima**

presentazione del libro

Interverranno:

**Pippo Ranci**  
Economista

**Amalia Ercoli Finzi**  
Ingegnera Aerospaziale



**25**

Giovedì

**Gennaio**

Ore 17:00

Auditorium dell'Università  
Piazza S.Marco 2 - Milano



Informazioni 02 6552190