

# Cosa sta facendo l'uomo al pianeta? Clima, mare e terra in pericolo

*Miro(slav) Gacic, mgacic@ogs.it*

Vorrei ringraziare mio nipote Matteo per aver guardato attentamente il power point

Prima di parlare dei cambiamenti climatici, è importante chiarire alcuni termini che spesso vengono confusi.

Nelle previsioni meteorologiche alla radio o alla TV sentiamo spesso dire, per esempio, che “domani il clima sarà piovoso” oppure “*ventoso*”. In realtà, questa espressione è impropria: in quel caso non si parla di *clima*, ma di *tempo*.

Le caratteristiche dello stato dell'atmosfera cambiano continuamente, anche da un'ora all'altra o da un giorno all'altro, e questo stato variabile e momentaneo si chiama **tempo meteorologico**.

Il **clima**, invece, rappresenta lo stato medio dell'atmosfera osservato su un periodo molto più lungo. Generalmente, il clima di una zona viene definito come la media delle condizioni atmosferiche registrate in un intervallo di circa **30 anni**.

In sintesi, il **tempo** descrive ciò che accade oggi o domani, mentre il **clima** descrive come è, in media, il tempo in una certa regione nel corso di decenni.

Come disse lo scrittore americano Robert Heinlein: «Il **clima** è ciò che ti aspetti, il **tempo** è ciò che ti capita.»

Il **clima** è quindi l'insieme delle condizioni atmosferiche (come temperatura, precipitazioni e vento) che caratterizzano un luogo per un lungo periodo di tempo, ed è diverso dal tempo atmosferico, che si riferisce alle condizioni in un momento specifico. Fattori come la latitudine, l'altitudine e la vicinanza a corpi idrici influenzano il clima di una regione. Lo studio del clima è fondamentale per comprendere e prevedere fenomeni meteorologici, l'agricoltura e le attività umane in generale.

Analogamente a come si parla di clima e tempo atmosferico, si potrebbe parlare di **clima e tempo oceanico**. Clima oceanico rappresenta lo stato medio dell'oceano, quindi la distribuzione media a lungo termine della temperatura e della salinità, mentre il tempo oceanico rappresenta lo stato istantaneo delle caratteristiche del mare.

Il clima, però, come abbiamo potuto osservare negli ultimi anni, sta cambiando. Sempre più spesso sentiamo parlare di *cambiamenti climatici* — ma che cosa significa davvero?

In sostanza, si tratta delle trasformazioni a lungo termine delle condizioni atmosferiche della Terra, causate in gran parte dalle attività umane, come l'uso dei combustibili fossili, la deforestazione e l'aumento dei gas serra. Questi cambiamenti stanno modificando gli equilibri naturali del pianeta, con effetti che possiamo già osservare nella nostra vita quotidiana.

Tutto questo è legato ai gas serra prodotti dall'uomo, che influenzano sia gli oceani sia l'atmosfera, entrambi gravemente colpiti dal riscaldamento e dall'inquinamento.

E cosa sono i **gas serra**? Sono dei gas presenti nell'aria che trattengono il calore del Sole sulla Terra.

Sono utili per mantenere il nostro pianeta caldo, ma quando diventano troppi, causano un **riscaldamento eccessivo**.

I principali gas serra sono:

- **Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)**: prodotta dalle automobili, dalle fabbriche e dal riscaldamento delle case.
- **Metano (CH<sub>4</sub>)**: prodotto dagli allevamenti di mucche e dalle discariche.
- **Protossido di azoto (N<sub>2</sub>O)**: usato nei fertilizzanti per l'agricoltura.

## Il ruolo dell'oceano

**L'oceano** ha un ruolo molto importante nella lotta contro i cambiamenti climatici.

Esso:

- Assorbe una parte della CO<sub>2</sub> presente nell'aria
- Trattiene il calore in eccesso
- Aiuta a regolare il clima del pianeta

Ma quando l'acqua dell'oceano si riscalda troppo o diventa più acida, molti animali marini soffrono.

I **coralli** muoiono, alcuni **pesci cambiano zona**, e la **pesca diventa più difficile**.

Anche in **Italia**, nel **Mar Adriatico** e nel **Mar Tirreno**, si vedono cambiamenti: alcuni pesci stanno scomparendo, mentre arrivano **specie tropicali**, come il **pesce palla maculato**, che può essere pericoloso.

## Che cosa condiziona il clima di un pianeta?

Quando la quantità di gas serra è eccessiva, il clima di un pianeta diventa troppo caldo, mentre se i gas serra sono troppo pochi, la superficie del pianeta risulta troppo fredda.

**Effetto serra insufficiente:** Il pianeta Marte ha un'atmosfera molto sottile, composta quasi interamente da anidride carbonica. A causa della bassa pressione atmosferica, e con poco o nessun metano o vapore acqueo a rafforzare il debole effetto serra, Marte ha una superficie in gran parte ghiacciata che non mostra alcuna evidenza di vita."

**Troppo effetto serra:** L'atmosfera di Venere, come quella di Marte, è composta quasi interamente da anidride carbonica. Ma Venere ha circa 154.000 volte più anidride carbonica nella sua atmosfera rispetto alla Terra (e circa 19.000 volte più di Marte), producendo un effetto serra fuori controllo e una temperatura superficiale abbastanza alta da fondere il piombo.

### Viviamo in una serra

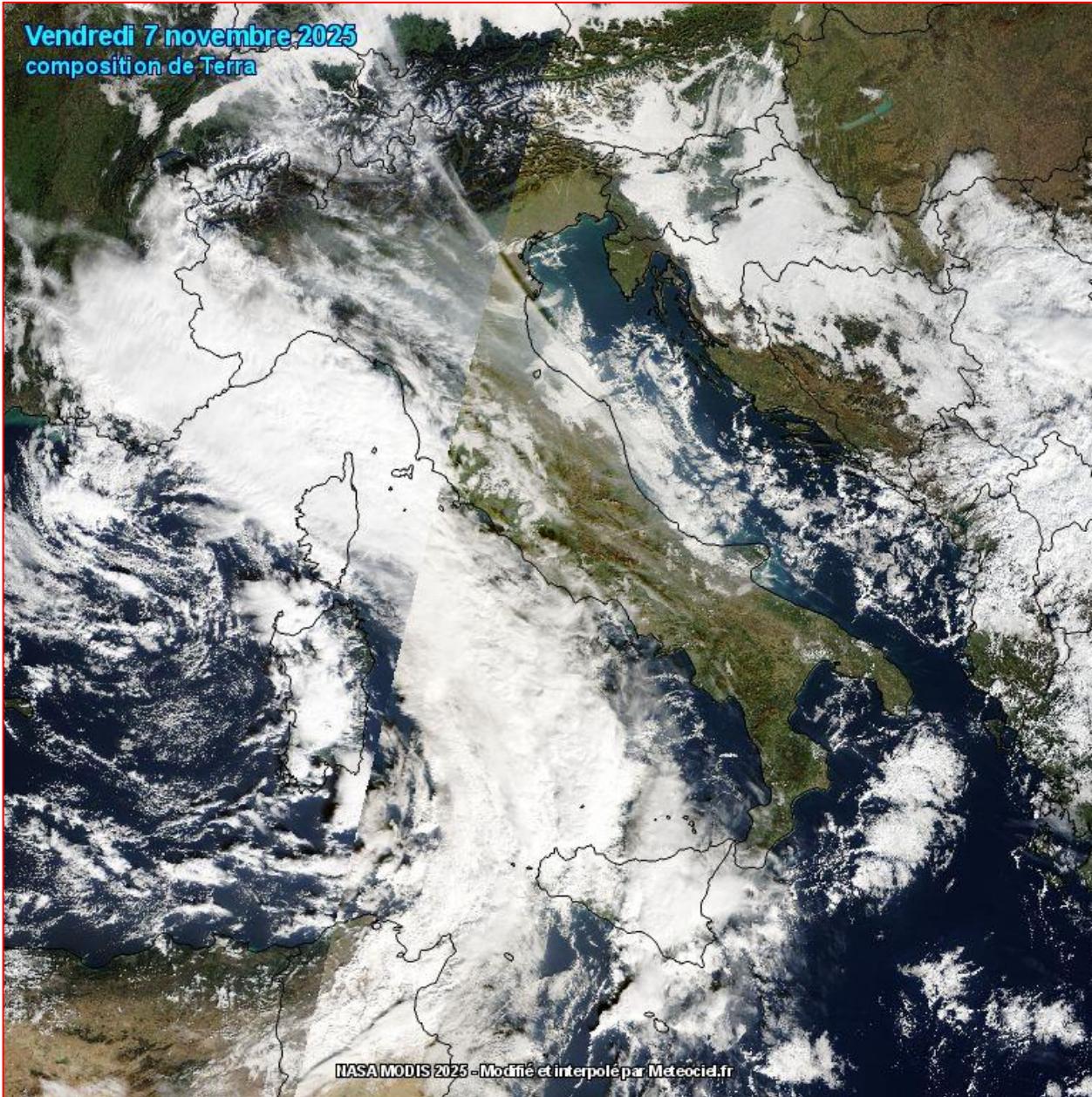
La vita sulla Terra dipende dall'energia proveniente dal Sole. Circa la metà della luce che raggiunge l'atmosfera terrestre passa attraverso l'aria e le nuvole fino alla superficie, dove viene assorbita e poi irradiata verso l'alto sotto forma di calore infrarosso. Circa il 90% di questo calore viene poi assorbito dai gas serra e irradiato nuovamente verso la superficie. Senza i gas serra la temperatura media della superficie terrestre sarebbe -18 gradi e non come adesso 15 gradi centigradi.

Per quel che riguarda la Terra un aumento di quantità di gas serra provoca in superficie terrestre:

- Estati molto calde e secche
- Piogge forti e improvvise
- Alluvioni e frane
- Scioglimento dei ghiacciai
- Incendi boschivi
- **Ondate di calore**

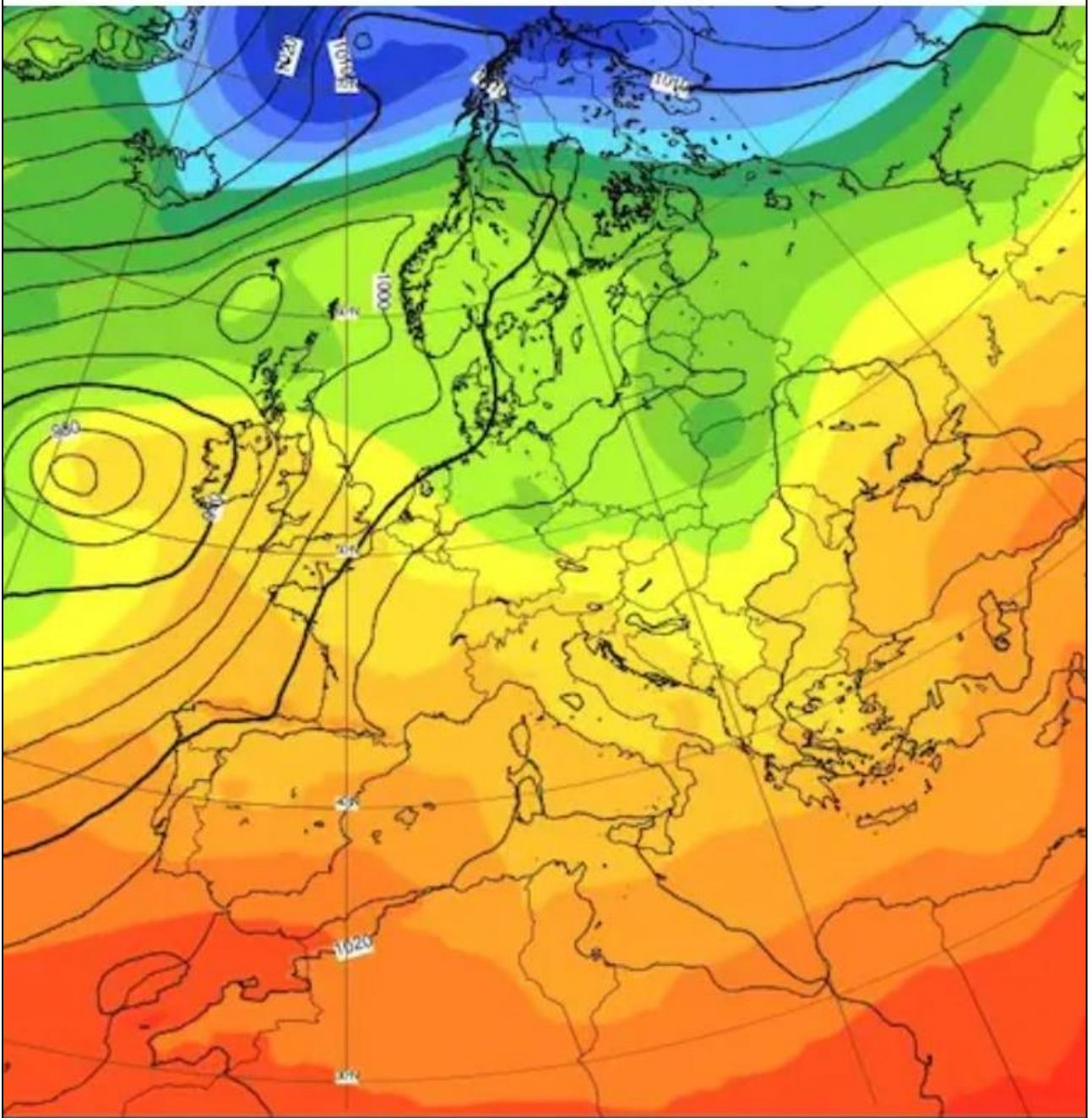
Le **ondate di calore** sono periodi prolungati (di solito diversi giorni o settimane) in cui si registrano **temperature molto più alte della media stagionale**, spesso accompagnate da **elevata umidità e assenza di vento o pioggia**.

**Effetti:** possono causare **problemi di salute** (come colpi di calore o disidratazione), soprattutto tra anziani, bambini e persone fragili; inoltre possono danneggiare **raccolti, ecosistemi** e aumentare il rischio di **incendi boschivi**.



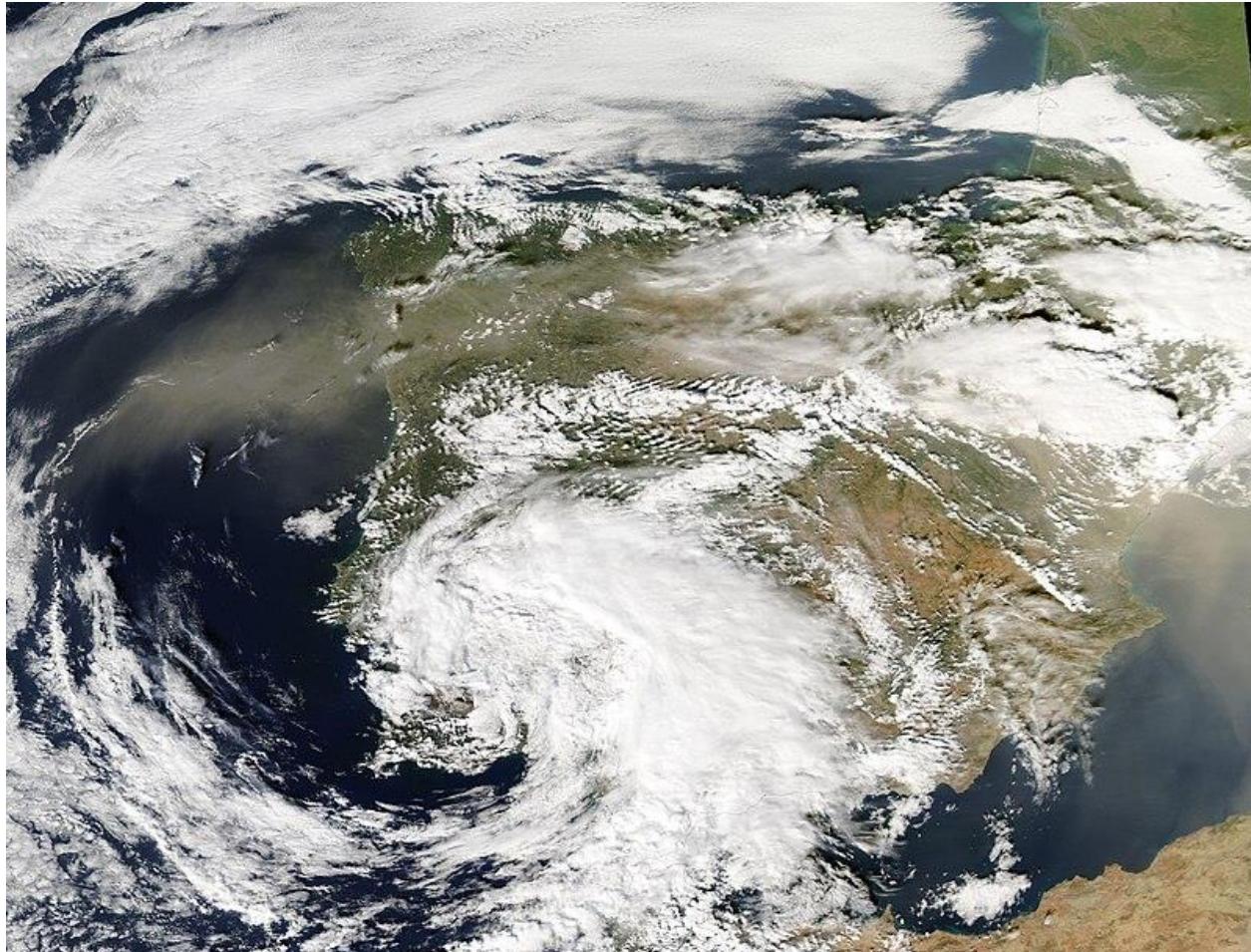
*L'immagine dal satellite delle nuvole (tempo del 7 novembre 2025)*

*Carta sinottica del continente europeo  
(temperatura e pressione atmosferica) del  
giorno 9 novembre 2025.*

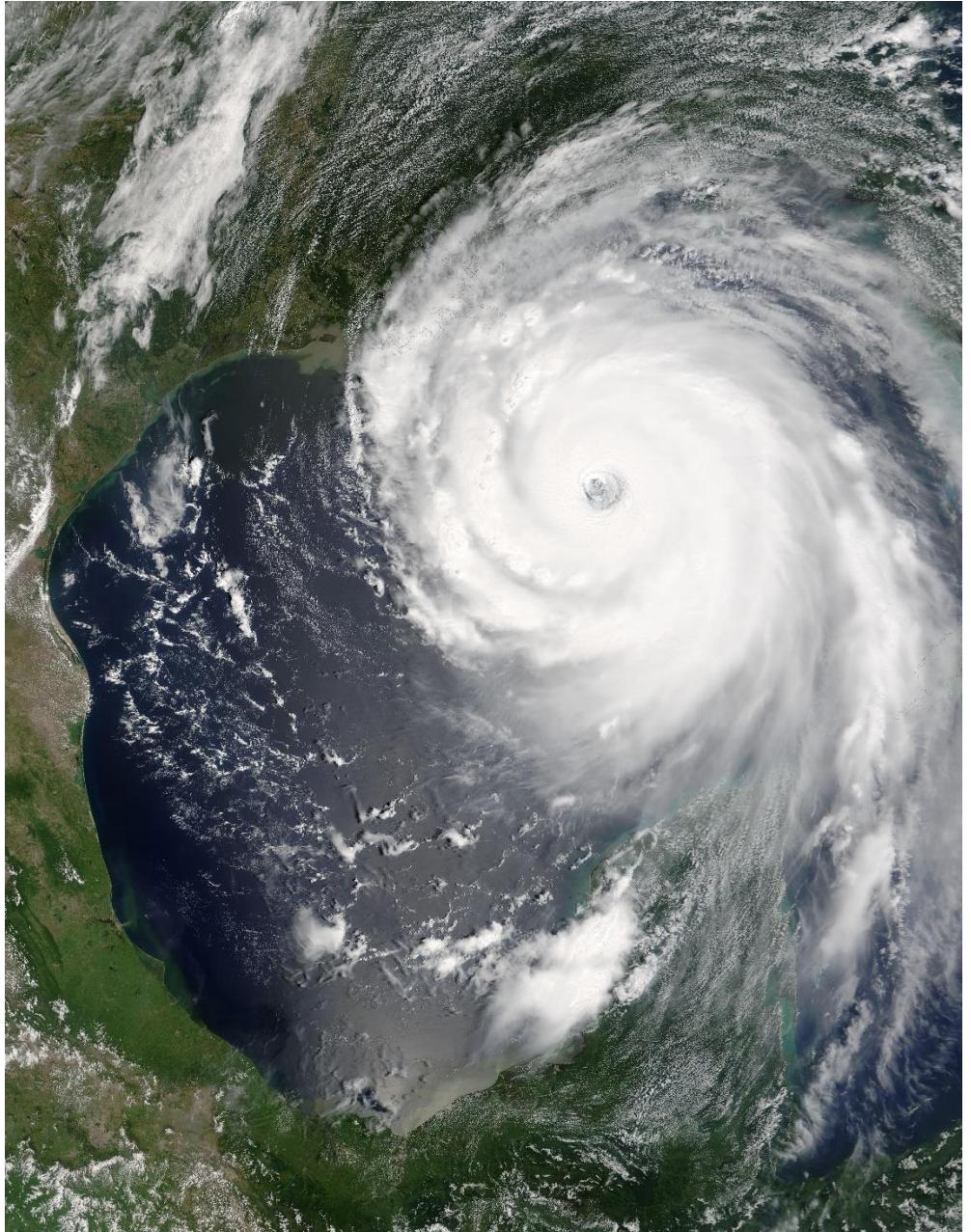


Alla fine di ottobre 2024, intense precipitazioni hanno provocato devastanti inondazioni lampo nella provincia di Valencia. Il 29 ottobre, secondo l’Agenzia meteorologica spagnola (AEMET), in alcune zone sono caduti oltre **300 millimetri di pioggia** in poche ore. Nella cittadina di **Chiva** si sono registrati quasi **500 millimetri** di pioggia in appena otto ore.

Le piogge eccezionali sono state generate da un sistema di **bassa pressione in alta quota** che si è isolato dalla corrente a getto, spiega l’AEMET. Questi fenomeni, noti in Spagna con l’acronimo **DANA** (*Depresión Aislada en Niveles Altos*) e a livello internazionale come **cut-off low**, si formano quando fronti freddi incontrano masse d’aria calda e umida, come quelle che si accumulano sopra il **Mar Mediterraneo**.



*Sistema nuvoloso nel Golfo del Messico associato all'uragano Katrina, che ha provocato ingenti danni nell'area di New Orleans.*





zona temperata  
ma non tutta l'Italia ha le stesse  
condizioni climatiche

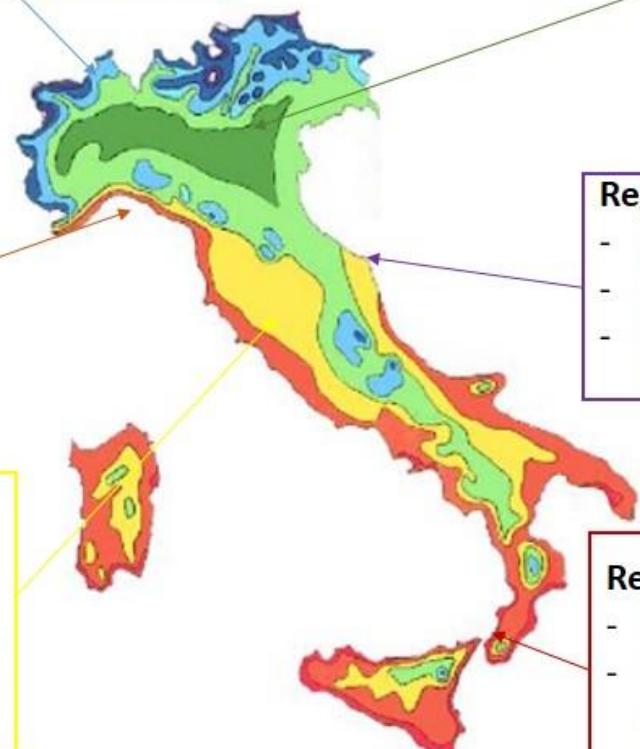
catene montuose e mare →  
6 diverse regioni climatiche:

# il clima in Italia

**Regione alpina:**  
- Inverni lunghi e freddi

**Regione ligure – tirrenica**  
- Inverni miti ma piovosi  
- Estati calde ma ventilate

**Regione appenninica:**  
- Inverni freddi con  
frequenti nevicate  
- Temperature meno rigide  
che sulle alpi = altitudine  
inferiore



**Regione padano – veneta:**

- clima continentale
- Inverni freddi umidi e con nebbie ed estati calde e afose
- Precipitazioni frequenti in inverno e in autunno

**Regione adriatica:**

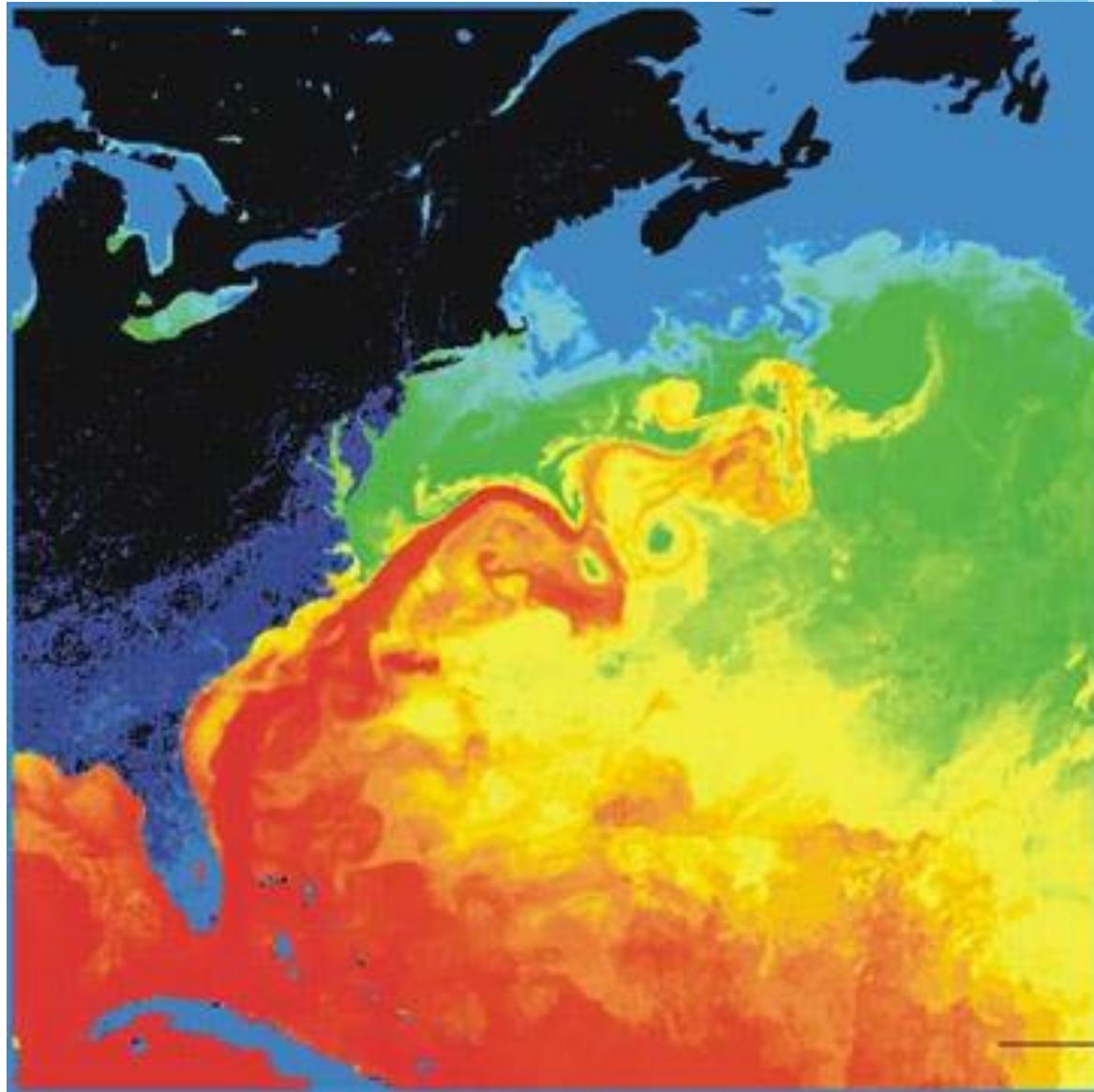
- Inverni freddi
- Le estati sono calde ma poco afose
- Precipitazioni frequenti in inverno e in primavera

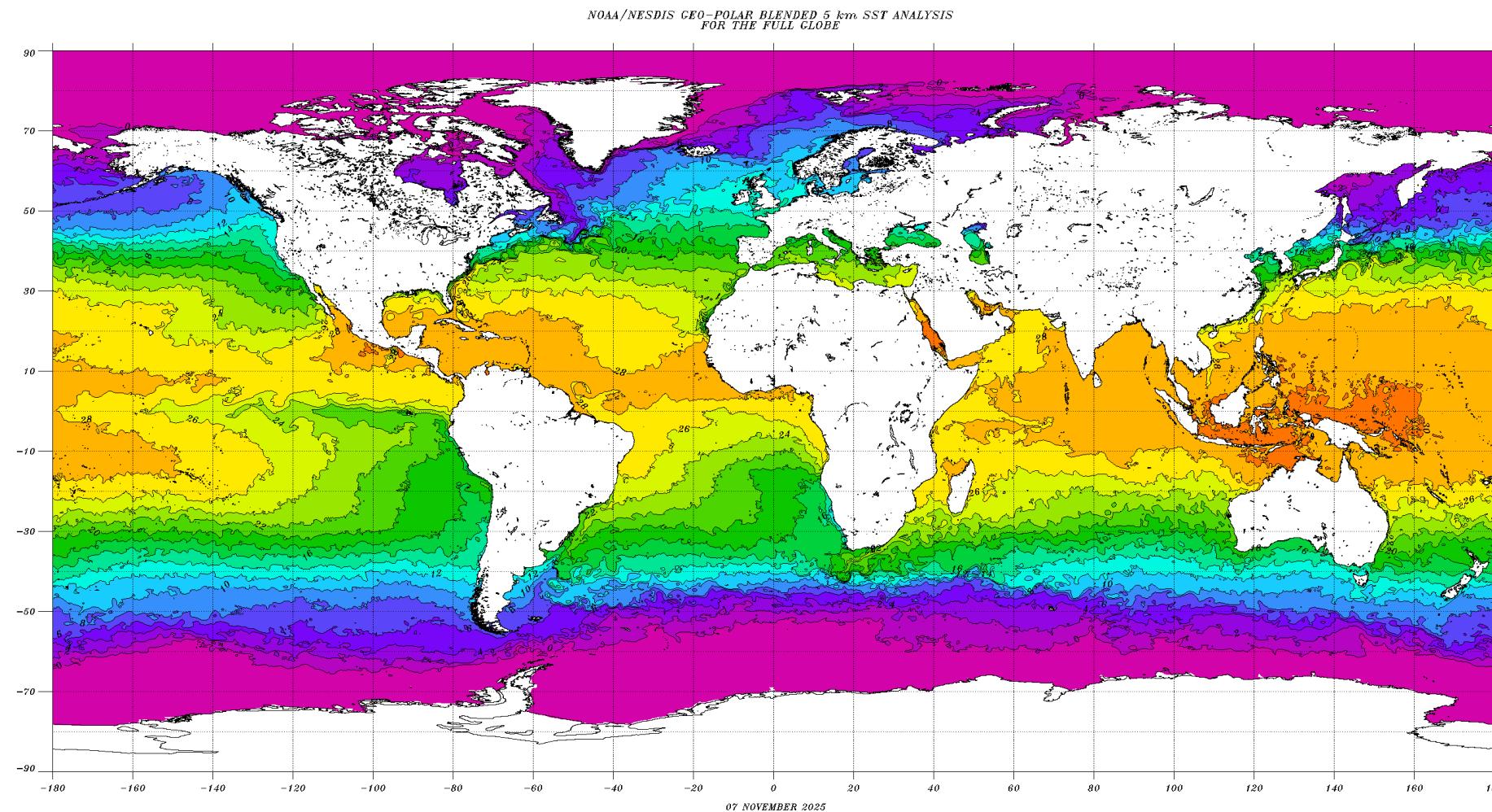
**Regione mediterranea:**

- Clima caldo e secco
- Inverni tiepidi con poche precipitazioni
- Estati calde e lunghe

*aiutoperstudiare*

*Tempo nell'oceano (temperatura superficiale  
nell'Atlantico occidentale)*





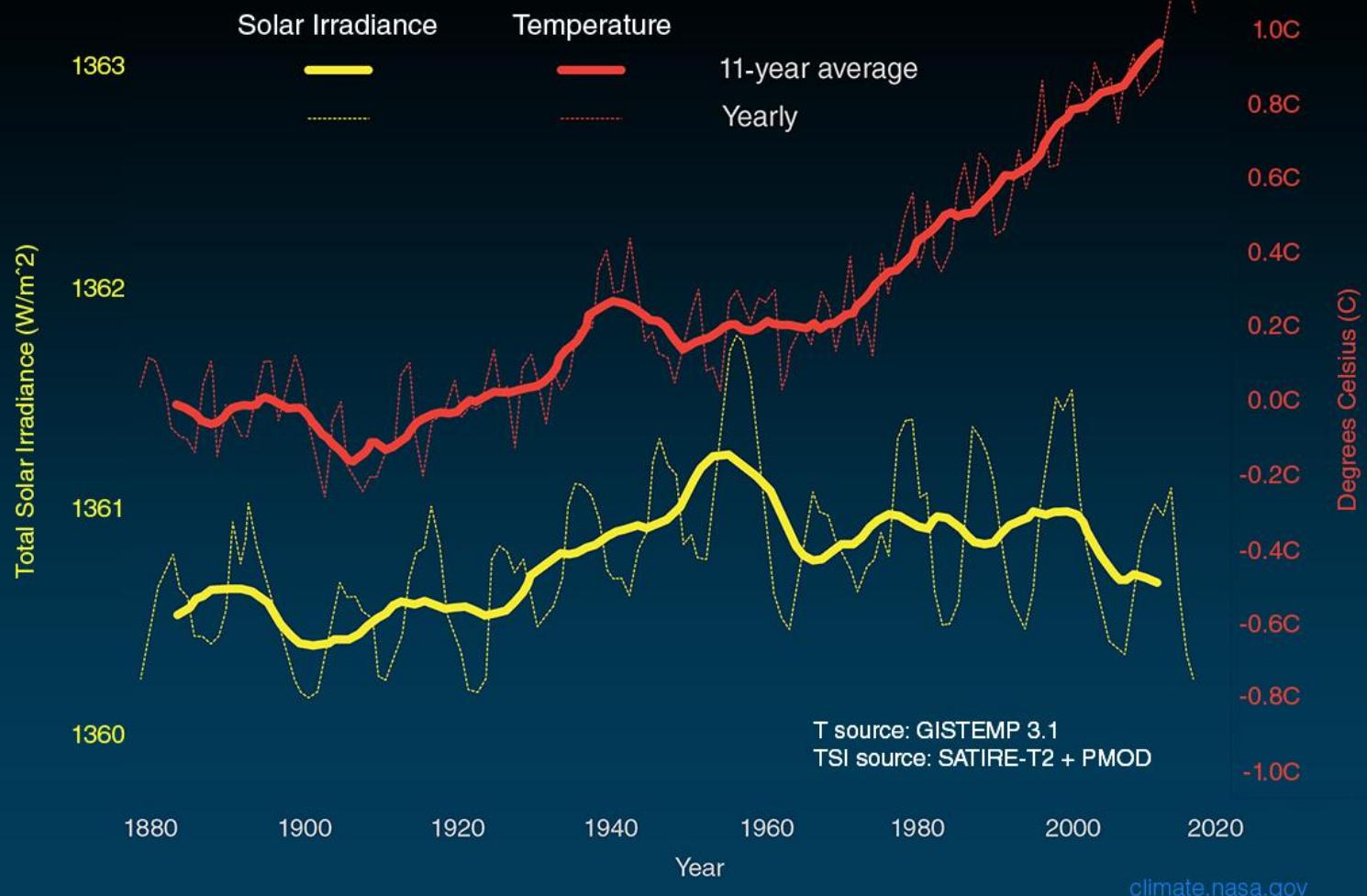
*Clima dell'oceano (temperatura superficiale)*

*Immagini dal satellite che mostra il sistema nuvoloso associato ad un ciclone subtropicale a sud di Sicilia*

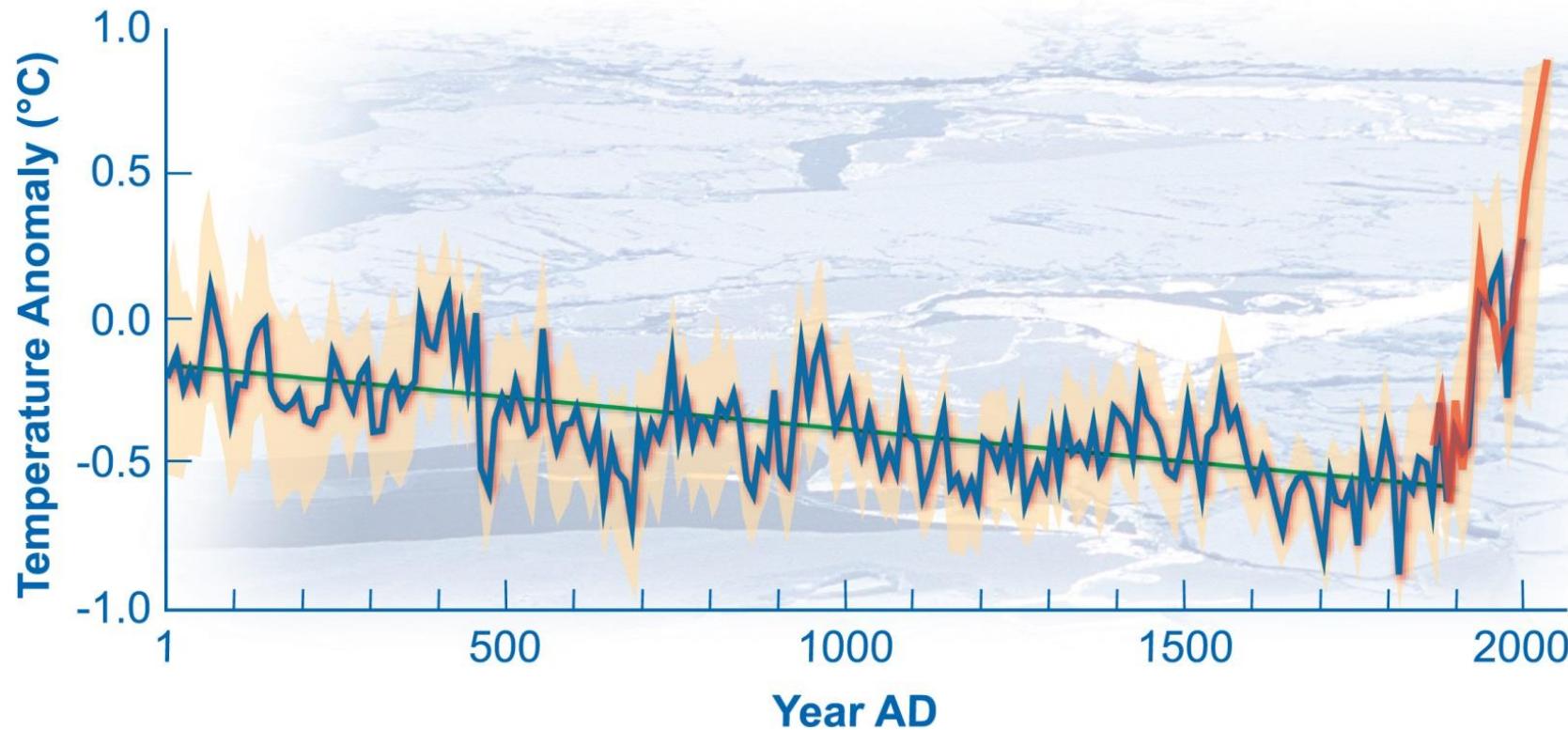


*Evoluzione dei livelli di gas serra e degli andamenti di temperatura dell'oceano,  
dell'atmosfera e della Terra*

## Temperature vs Solar Activity



Le evidenze scientifiche dimostrano che il riscaldamento globale attuale non è causato dal Sole. Dal 1750, l'energia solare è rimasta stabile o è aumentata solo leggermente. Se il Sole fosse la causa, tutte le parti dell'atmosfera si riscalderebbero, ma invece si osserva un raffreddamento degli strati superiori e un riscaldamento vicino alla superficie, segno che il calore è intrappolato dai gas serra. I modelli climatici confermano che l'aumento delle temperature può essere spiegato solo includendo l'effetto dei gas serra.



Variazioni della temperatura oceanica negli ultimi 2000 anni

Quindi, la temperatura media della Terra è aumentata di circa 1 grado durante il XX secolo. Qual è il problema?

Un grado potrebbe sembrare una quantità piccola, ma è un evento insolito nella storia recente del nostro pianeta. I record climatici della Terra, conservati in anelli di alberi, carote di ghiaccio e barriere coralline, mostrano che la temperatura media globale è stabile nel lungo periodo. Inoltre, piccoli cambiamenti di temperatura corrispondono a enormi cambiamenti nell'ambiente.

Ad esempio, alla fine dell'ultima era glaciale (cca 20000 anni fa), quando il nord-est degli Stati Uniti era coperto da più di 1000 metri di ghiaccio, le temperature medie erano solo da 3 a 5 gradi più basse rispetto a oggi.

## **Era Cenozoica (da 66 milioni di anni fa a oggi)**

**Significa “vita recente”**

Caratteristiche principali:

- Grande sviluppo dei mammiferi e degli uccelli
- **Comparsa e sviluppo dell’essere umano**
- Cambiamenti climatici importanti (glaciazioni)
- È l’era attuale

**Periodi principali:** Paleogene, Neogene, Quaternario

- **Epoca attuale: Olocene** (iniziata ~11.700 anni fa), con proposte per una nuova epoca chiamata **Antropocene** (non ufficiale), che segna l’impatto umano sul pianeta.

**Cos’è l’Antropocene?**

L’Antropocene è un termine usato per indicare una **nuova epoca geologica** in cui l’essere umano **è diventato la principale forza che modifica il clima, la biosfera e i sistemi naturali della Terra.**

## Origine del termine

- Il termine "**Antropocene**" (dal greco *ánthropos*, uomo, e *kainós*, nuovo) è stato **proposto nel 2000** dal premio Nobel per la chimica **Paul Crutzen**, per sottolineare l'impatto crescente dell'attività umana sul pianeta.
- L'idea è che l'influenza umana abbia segnato così tanto la Terra da meritare una **nuova epoca geologica**, successiva all'**Olocene** (iniziato circa 11.700 anni fa, dopo l'ultima glaciazione).

### 💡 Cosa caratterizza l'Antropocene?

1. **Aumento dei gas serra** (CO<sub>2</sub>, metano) e **riscaldamento globale**
2. **Scioglimento dei ghiacci** e innalzamento del livello del mare
3. **Deforestazione massiccia** e perdita di biodiversità
4. **Urbanizzazione estrema** e crescita della popolazione (1950 2,5 miliardi e 2025 oltre 8 miliardi)
5. **Inquinamento chimico e plastica** ovunque, anche negli oceani e nelle profondità marine
6. **Radionuclidi** (isotopi radioattivi) rilasciati dai test nucleari, visibili negli strati geologici
7. **Agricoltura intensiva** e modificazioni del suolo

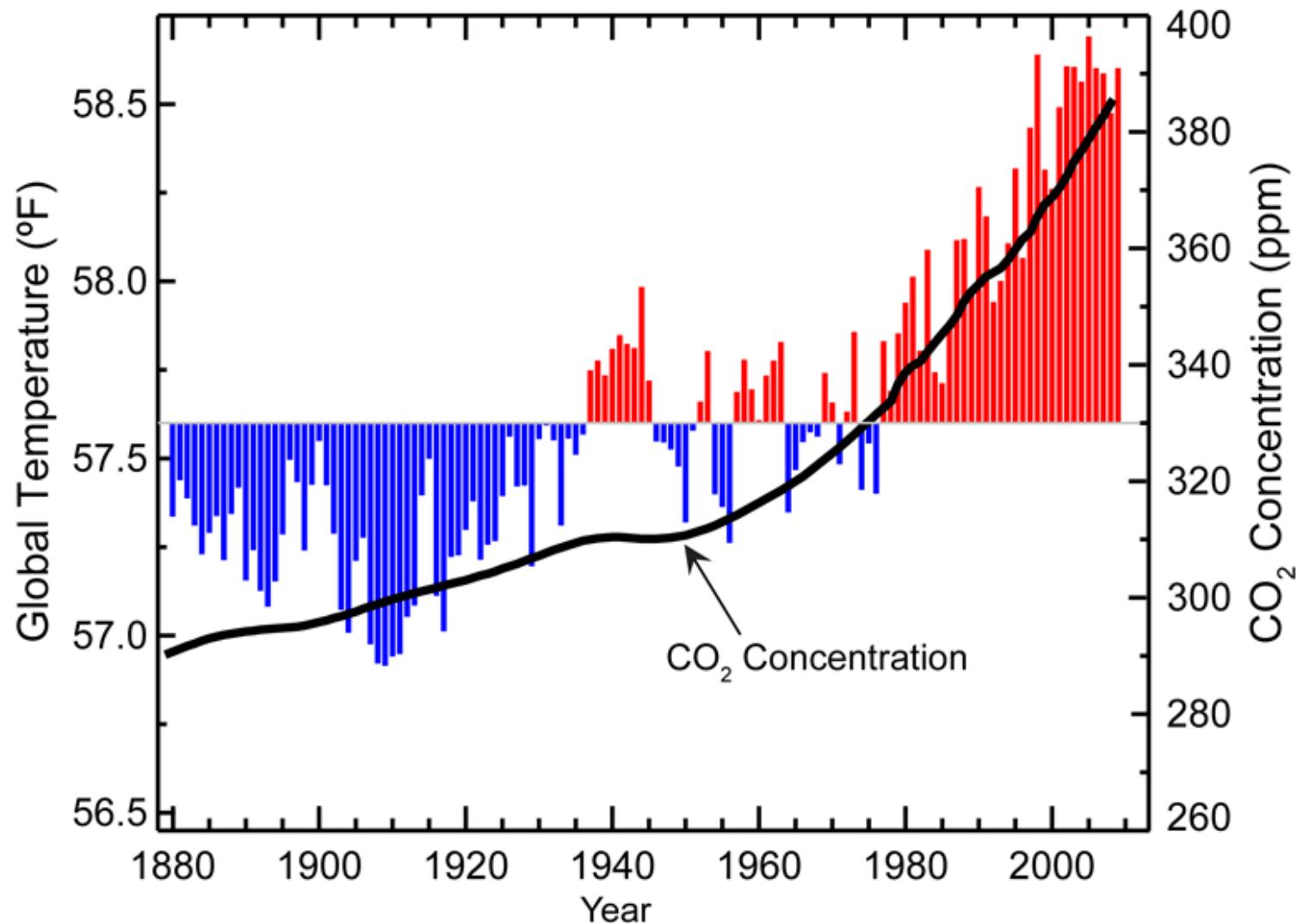
## È ufficiale il termine l'Antropocene?

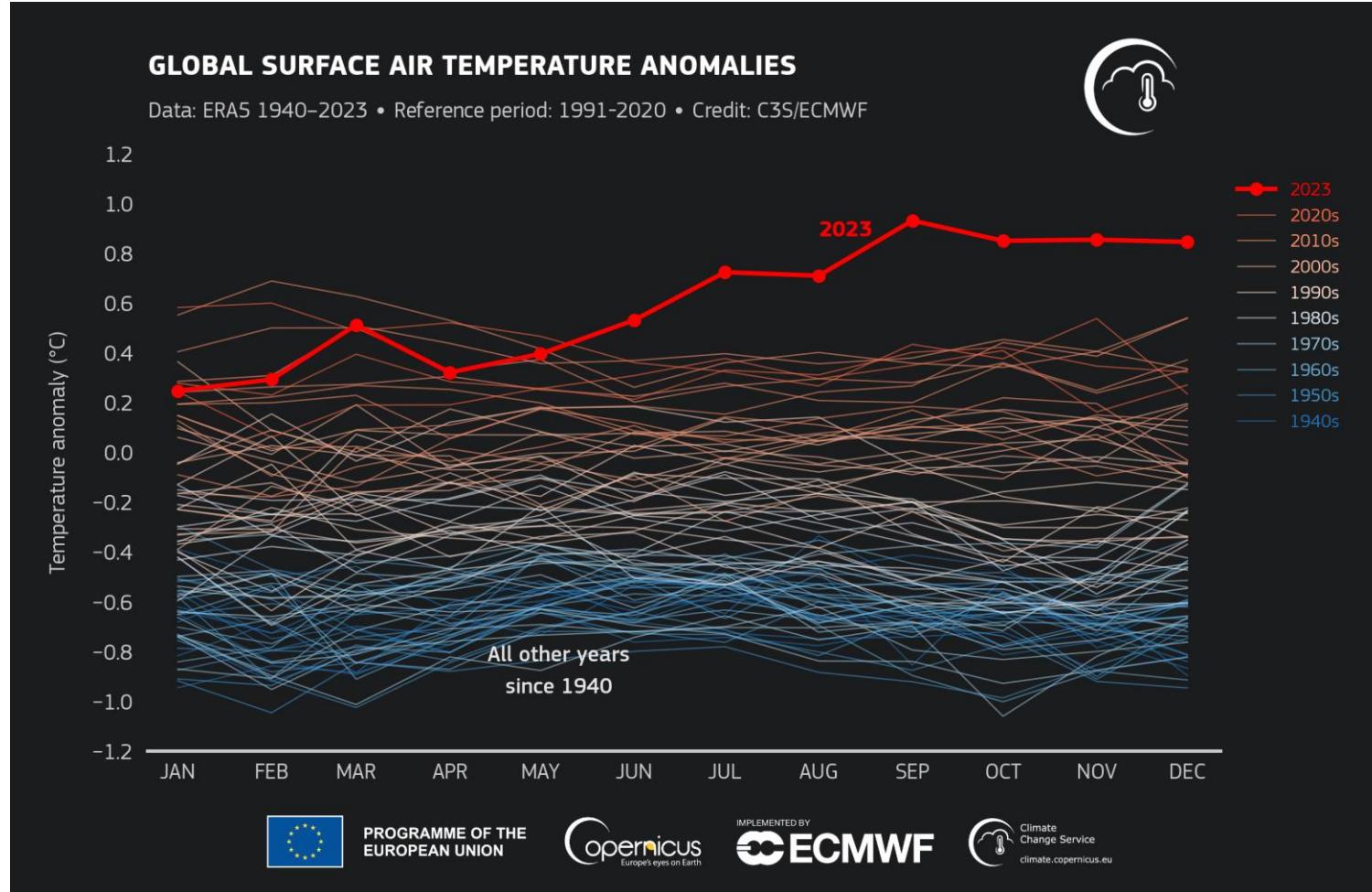
● *Non ancora.*

La Commissione Internazionale di Stratigrafia (ICS) sta valutando se dichiarare ufficialmente l'Antropocene come una nuova epoca geologica.

Nel 2023, un gruppo di scienziati ha proposto come punto di inizio dell'Antropocene il 1950 circa, coincidente con le esplosioni di ordigni nucleari, in particolare il test della bomba all'idrogeno nel 1952, che ha lasciato tracce radioattive rintracciabili visibili nei sedimenti e nelle rocce, ed è considerato un segnale "immortale" e distintivo dell'impatto umano su scala planetaria, che può essere definito come nuova fase geologica.

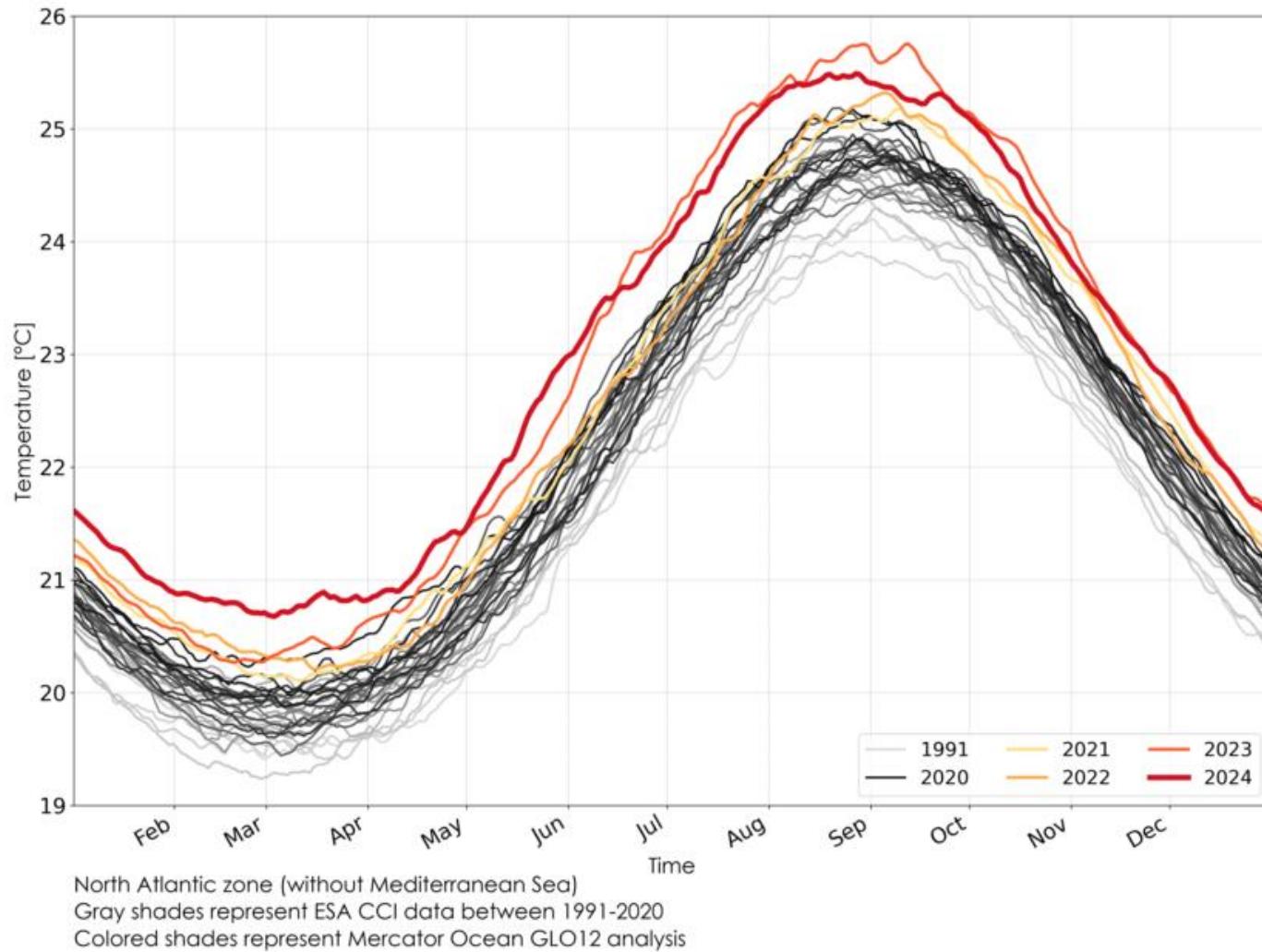
## Temperatura globale e la concentrazione di anidride carbonica





Anomalie mensili della temperatura dell'aria superficiale globale [1] (°C) rispetto al periodo 1991–2020, da gennaio 1940 a dicembre 2023, rappresentate come serie temporali per ciascun anno. Il 2023 è mostrato con una linea rossa spessa, mentre gli altri anni sono rappresentati con linee sottili e colorati in base al decennio, dal blu (anni 1940) al rosso mattone (anni 2020). Fonte dei dati: ERA5. Crediti: C3S/ECMWF.

### Sea Surface Temperature average over North Atlantic (without Mediterranean Sea)



Temperature medie giornaliere della superficie del mare per l'Oceano Atlantico settentrionale ( $0^{\circ}\text{N}$ - $60^{\circ}\text{N}$ ) (in alto) e per il Mar Mediterraneo (in basso) tra il 1991 e il 2020 utilizzando l'iniziativa Climate Change della ESA (sfumature grigie), e tra il 2021 e il 2024 (sfumature colorate).

## *Scioglimento dei ghiacci: cosa succede e perché è importante*

### **Che cosa sono i **ghiacci**?**

I ghiacci sono grandi masse di acqua congelata che si trovano nei poli (Artico al Nord, Antartide al Sud) e sulle montagne (come le Alpi o l'Himalaya). Questi ghiacci sono fondamentali per l'equilibrio della Terra perché riflettono la luce del sole e aiutano a mantenere il pianeta fresco.

### **Perché i ghiacci si stanno sciogliendo?**

Negli ultimi decenni, la temperatura media della Terra è aumentata a causa dell'inquinamento e delle attività umane, come la combustione di petrolio, carbone e gas naturale. Questi processi rilasciano gas serra (come l'anidride carbonica) che intrappolano il calore nell'atmosfera, riscaldando il pianeta.

Questo aumento di temperatura fa sciogliere i ghiacci più velocemente di quanto possano formarsi.

### **Dove succede lo scioglimento?**

Artico: Il ghiaccio marino che copre l'Oceano Artico si sta riducendo molto, specialmente in estate.

Antartide: Anche qui grandi masse di ghiaccio si stanno sciogliendo, soprattutto nelle zone costiere.

Ghiacciai montani: Nei luoghi di montagna di tutto il mondo, i ghiacciai si stanno ritirando.

Quali sono le conseguenze dello scioglimento dei ghiacci

1. *Aumento del livello del mare*

Quando il ghiaccio sulla terra si scioglie, l'acqua finisce negli oceani, aumentando il loro livello. Questo può causare inondazioni lungo le coste, mettendo a rischio città, case e territori.

2. *Cambiamenti negli habitat*

Molti animali, come gli orsi polari e i pinguini, dipendono dal ghiaccio per vivere e cacciare. Se il ghiaccio scompare, questi animali rischiano di perdere la loro casa e di diminuire di numero.

3. *Modifiche alla circolazione degli oceani*

L'acqua dolce proveniente dallo scioglimento cambia la salinità degli oceani. Questo può rallentare correnti importanti come la Corrente del Golfo, che influenzano il clima di molte regioni.

4. *Effetto “specchio rotto”*

Il ghiaccio riflette la luce del sole (come uno specchio). Quando si scioglie, lascia scoperta l'acqua scura che assorbe più calore, riscaldando ancora di più l'atmosfera e accelerando lo scioglimento: è un circolo vizioso.

## Perdite del ghiaccio marino

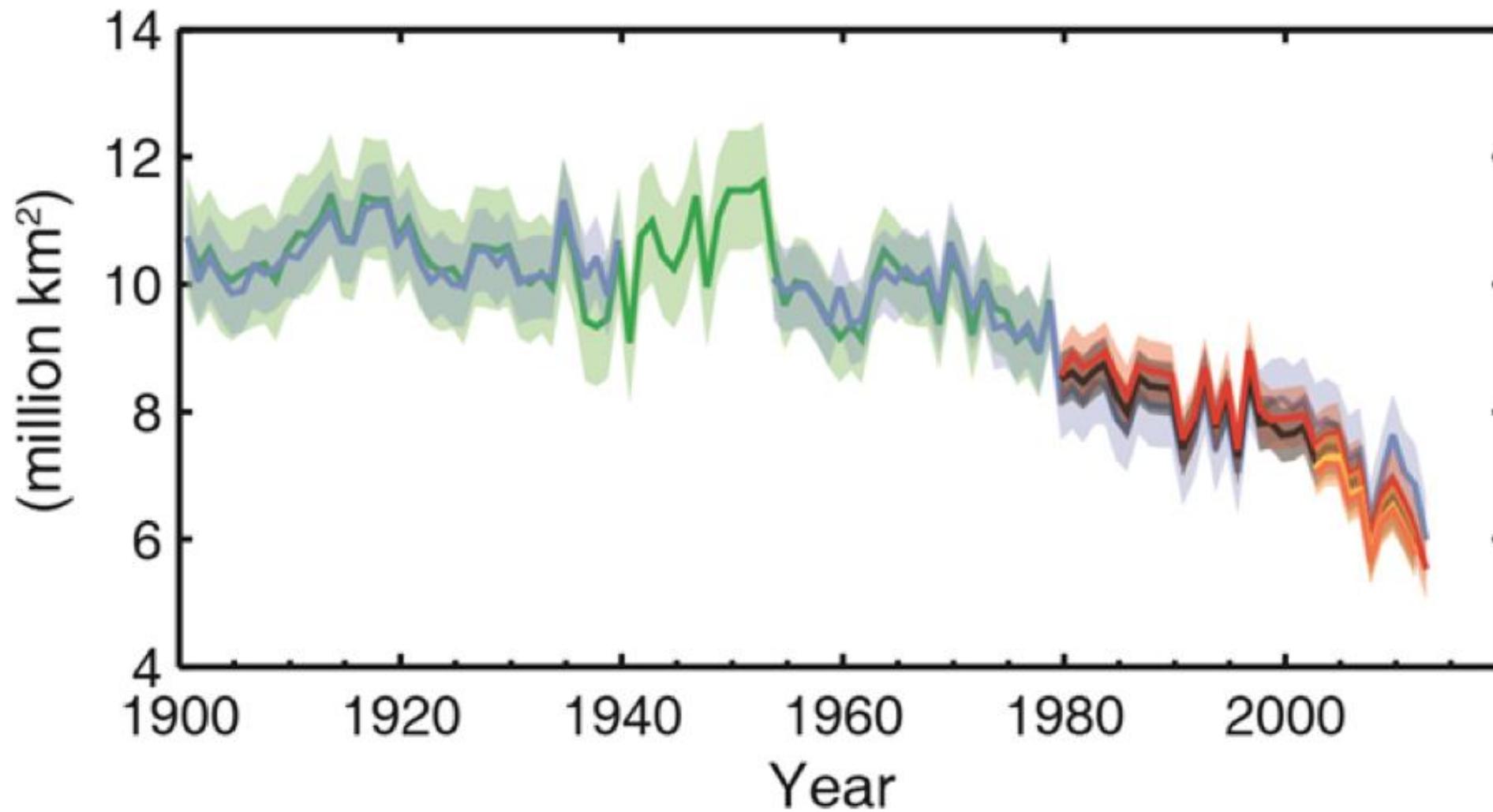
Il ghiaccio, che copre il **10 % della superficie terrestre**, sta scomparendo rapidamente.

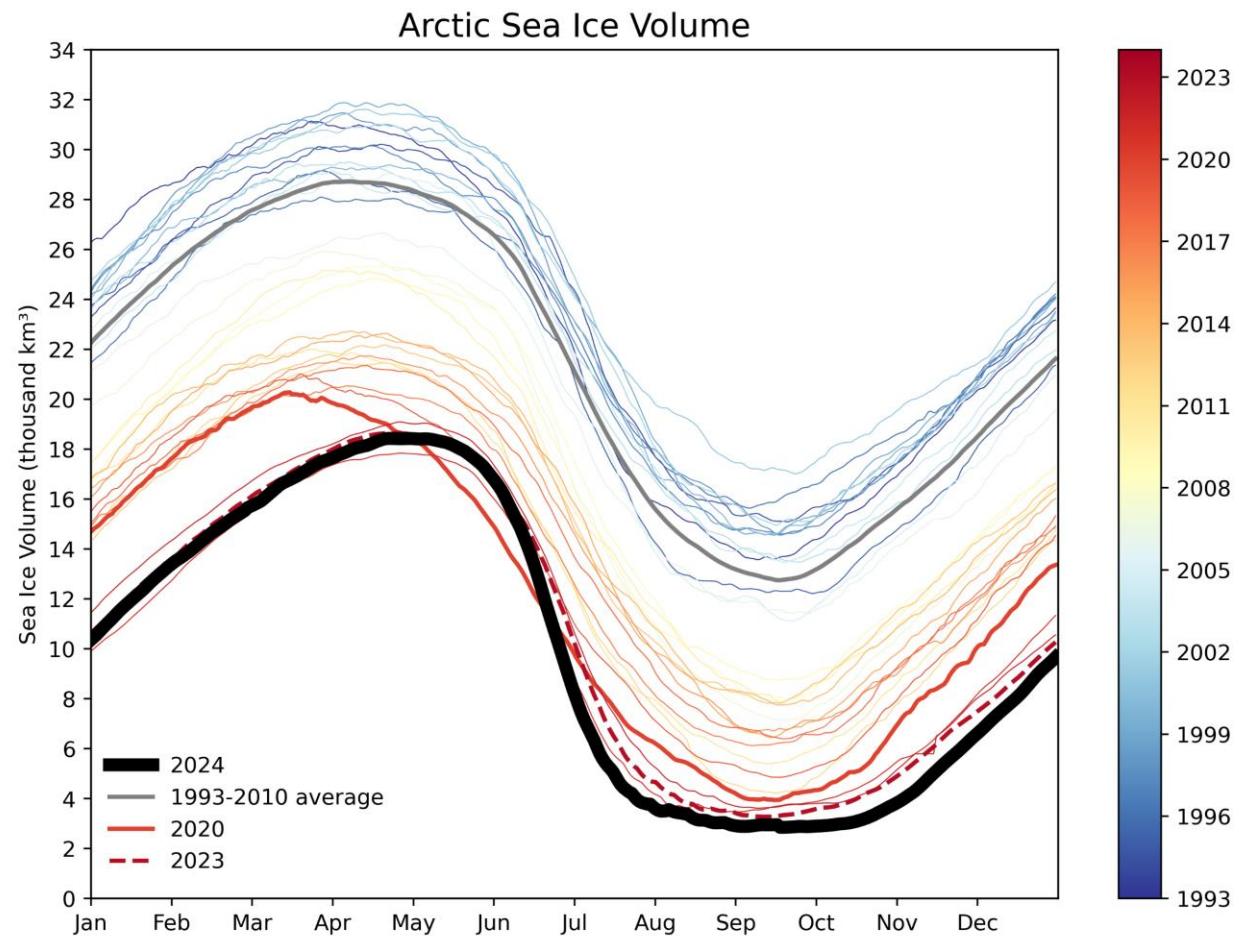
**Ghiacciai**: circa 400 miliardi di tonnellate è la perdita totale annua approssimativa di ghiaccio dal 1994.

**Groenlandia e Islanda**: circa 294 miliardi di tonnellate metriche è la perdita annua approssimativa di ghiaccio.

**Antartide**: circa 127 miliardi di tonnellate metriche è la perdita annua approssimativa di ghiaccio.

## Estensione del ghiaccio marino artico estivo

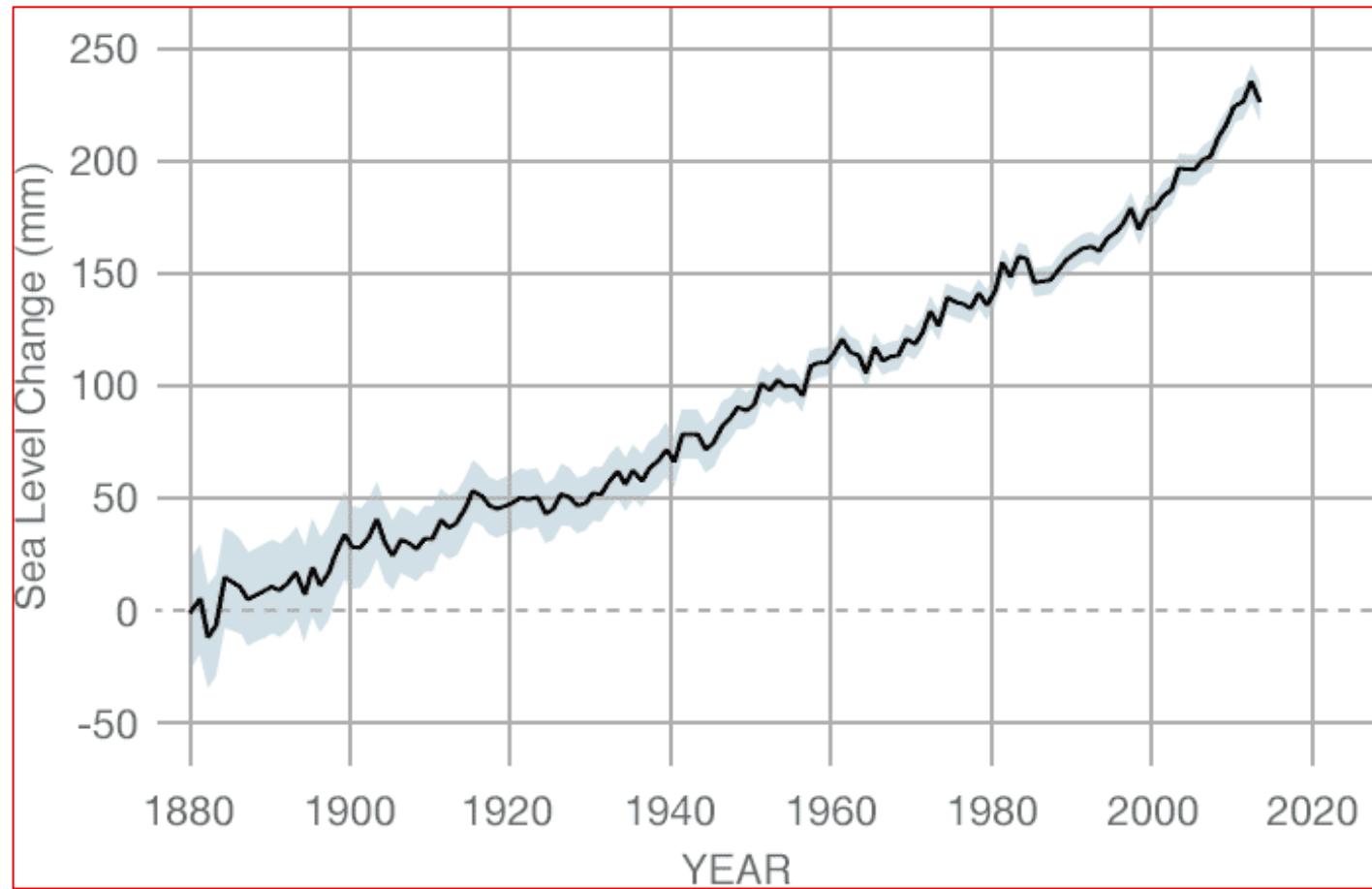




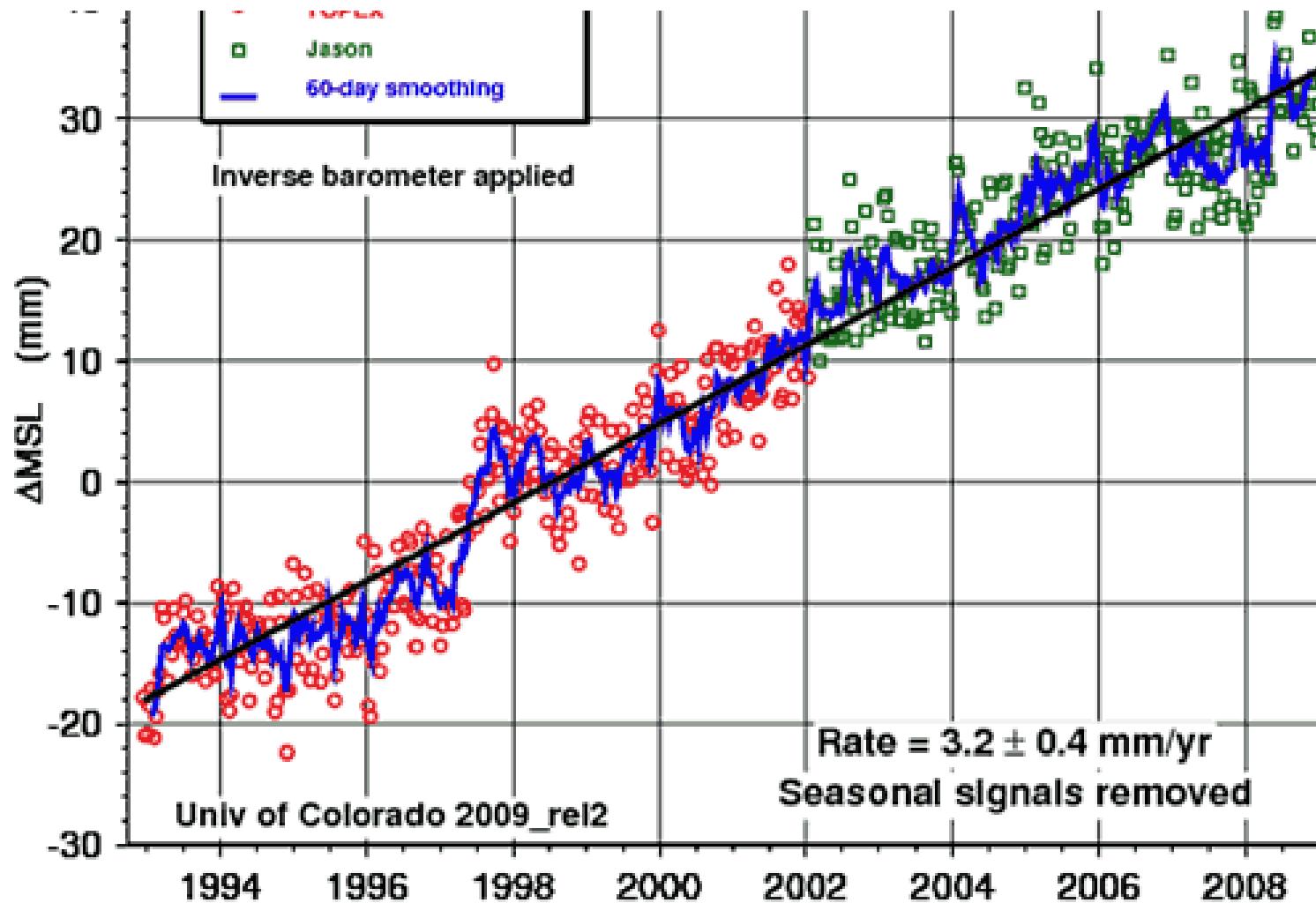
Volume del ghiaccio artico per diversi anni

Utilizzando serie temporali di dati satellitari, è stato possibile determinare che circa vent'anni fa il livello del mare aumentava a un ritmo di circa **2,2 mm all'anno**. Attualmente, la **velocità di innalzamento** del livello del mare è aumentata fino a circa **3,3 mm all'anno**.

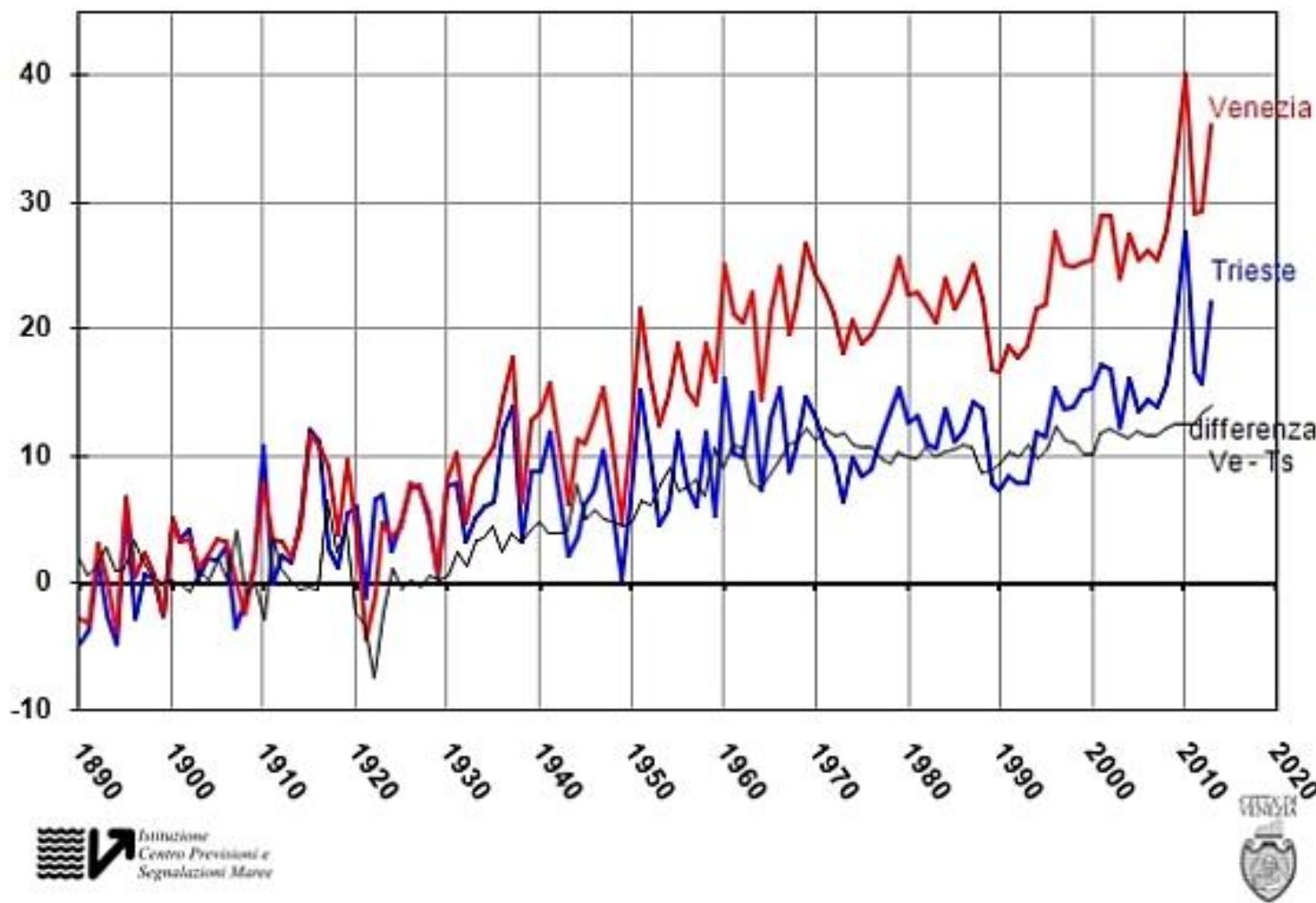
Inoltre, vent'anni fa, **l'aumento del volume dell'acqua marina** dovuto al riscaldamento (espansione termica) contribuiva per circa il **50%** all'innalzamento complessivo del livello del mare. Oggi, il **riscaldamento** contribuisce solo per circa **il 30%**, mentre il **restante 70% è dovuto alla fusione dei ghiacci**.



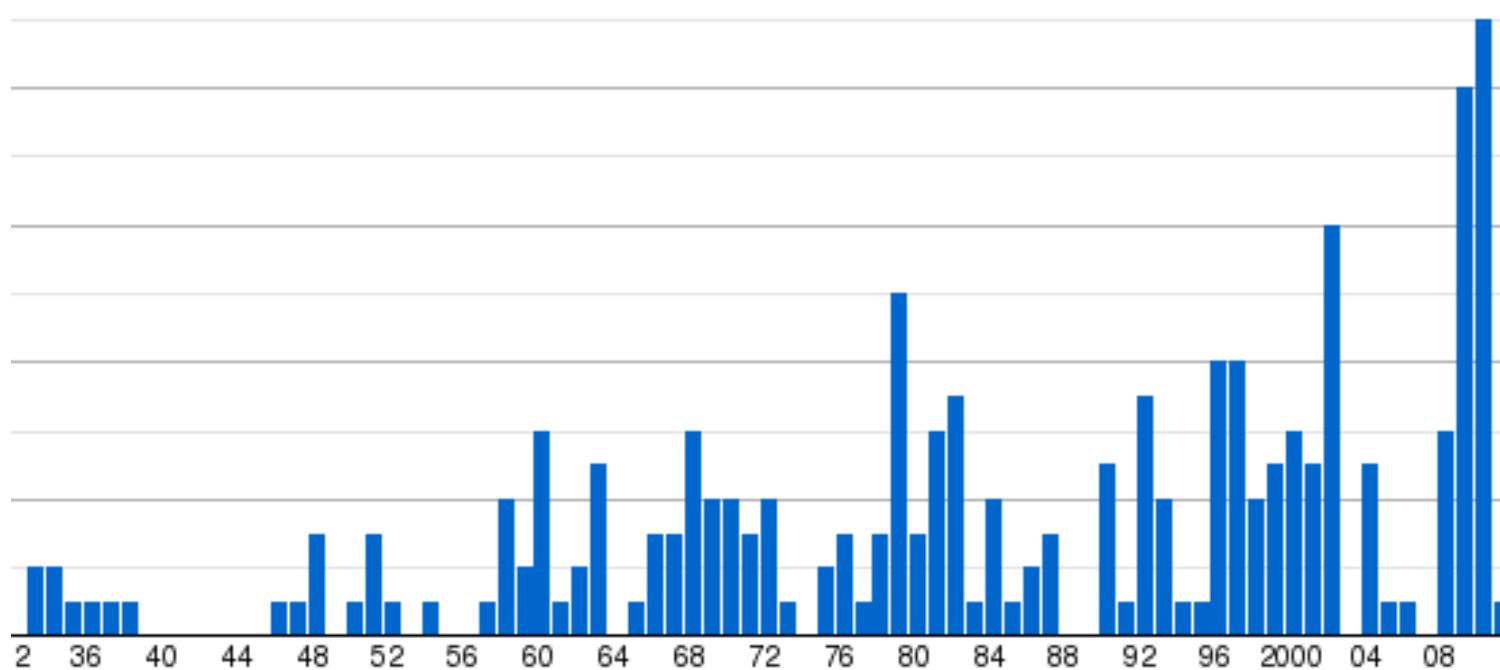
**MISURE COSTIERE DEL  
LIVELLO MARINO**



Andamento  
dell'aumento  
medio del  
livello del  
mare dai dati  
satellitari



Variazioni  
del livello  
del mare a  
Trieste e  
Venezia

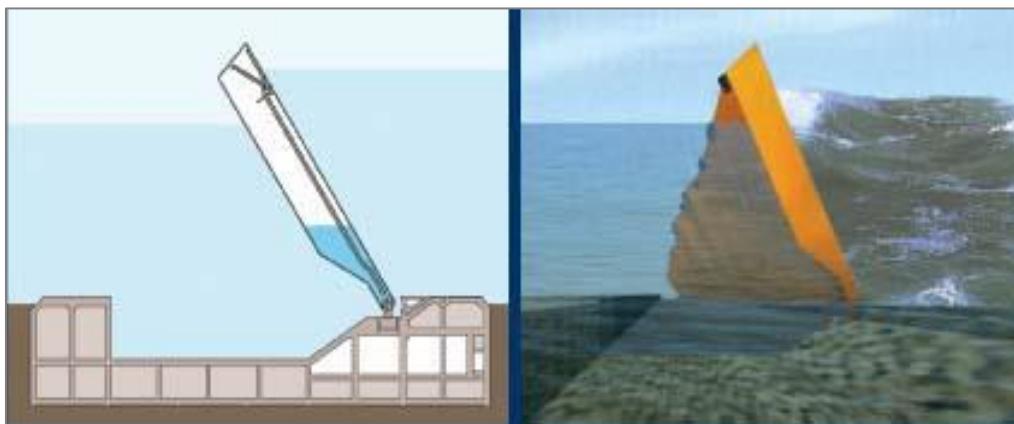
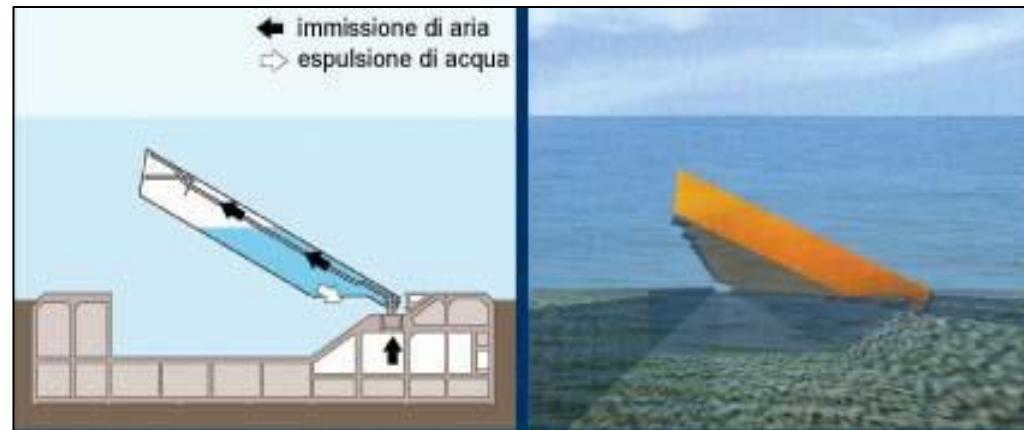
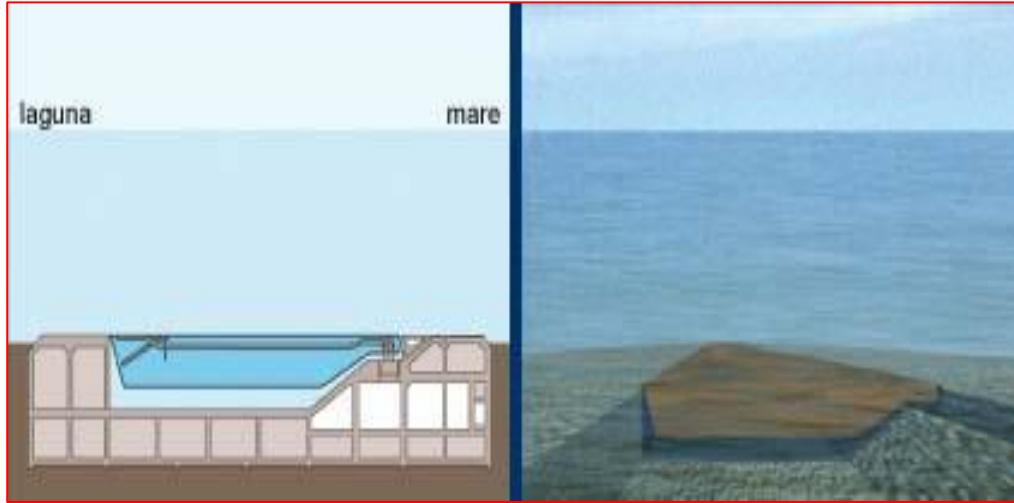


o conto del periodo 1923-2013.

ioni e Segnalazioni Maree - elaborazione grafica a cura di Wikipedia

Frequenze  
mensili dell'acqua  
alta a Venezia ( $\geq$   
100 cm)





## Specie aliene – lessepsiane nel Mediterraneo



*Caulerpa taxifolia*

È un'alga verde tropicale nota soprattutto per essere una **specie invasiva** estremamente aggressiva in diversi mari temperati.



Bavosa africana

La specie è **comparsa e si è diffusa negli ultimi decenni**, probabilmente attraverso:  
•migrazione naturale attraverso lo Stretto di Gibilterra  
•trasporto tramite acque di zavorra delle navi



- Il granchio blu (*Callinectes sapidus*) è una specie invasiva originaria dell'Atlantico, arrivata nel Mediterraneo e ora diffusa anche in Italia, dove minaccia l'ecosistema e la pesca tradizionale.

Ma da dove è arrivato il granchio blu e come?

Questa specie (***Callinectes sapidus***) è originaria della sponda americana dell'**oceano Atlantico** e in particolare sulla costa est degli Stati Uniti è una prelibatezza alimentare. Vive lungo tutta la costa continentale dalla Nuova Scozia all'Argentina. Come altre specie, è stata trasportata fuori dal suo areale nell'acqua di zavorra incamerata dalle navi e poi rilasciata altrove consentendo al granchio blu di insediarsi dagli anni 1950 in poi nel **Mare del Nord, nel Mar Baltico e nel Mediterraneo**.