

# 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  
e con grande interesse 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.

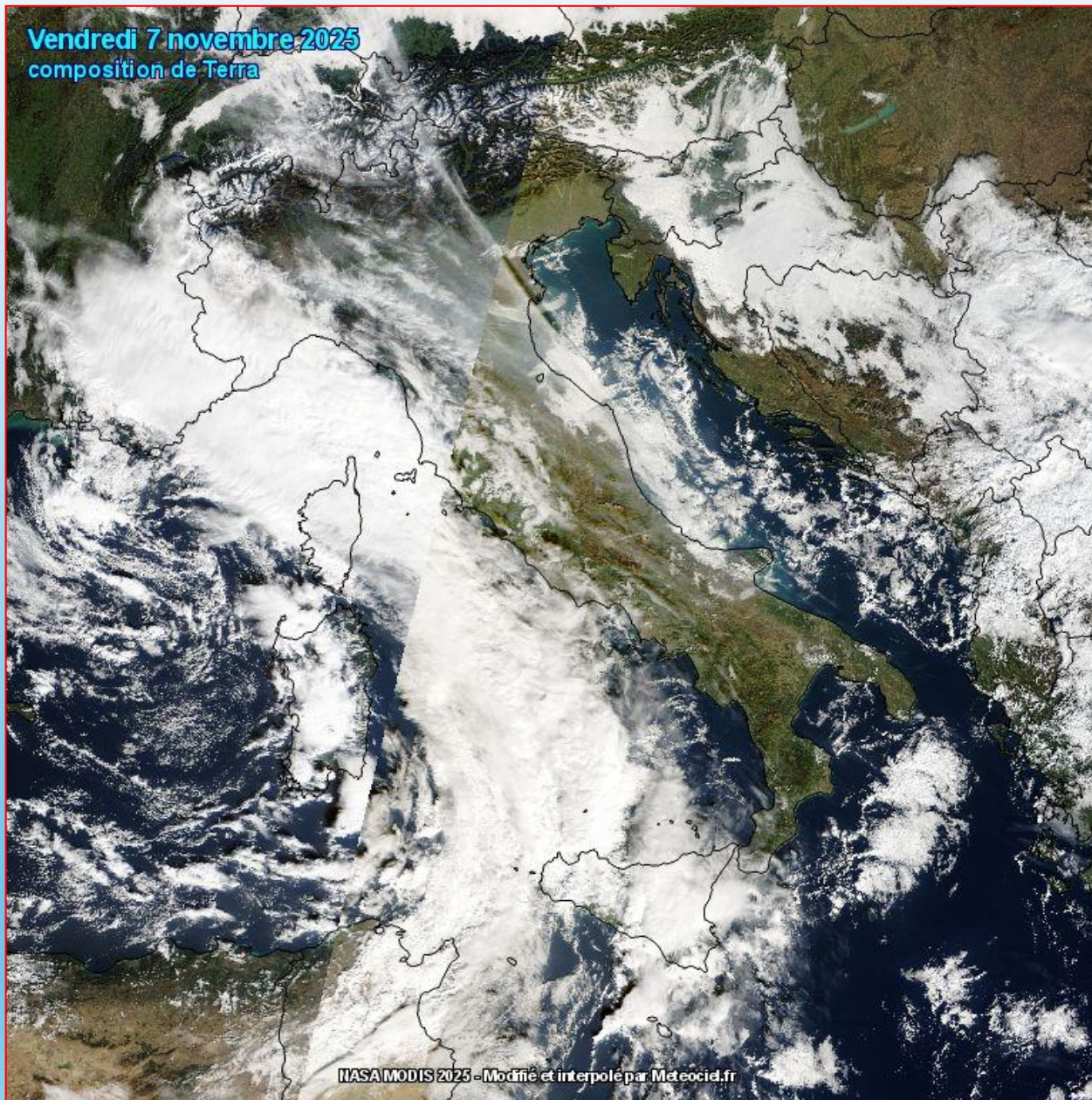
Per quel che riguarda la Terra un aumento di quantità di gas serra provoca in superficie terrestre:

- 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**.

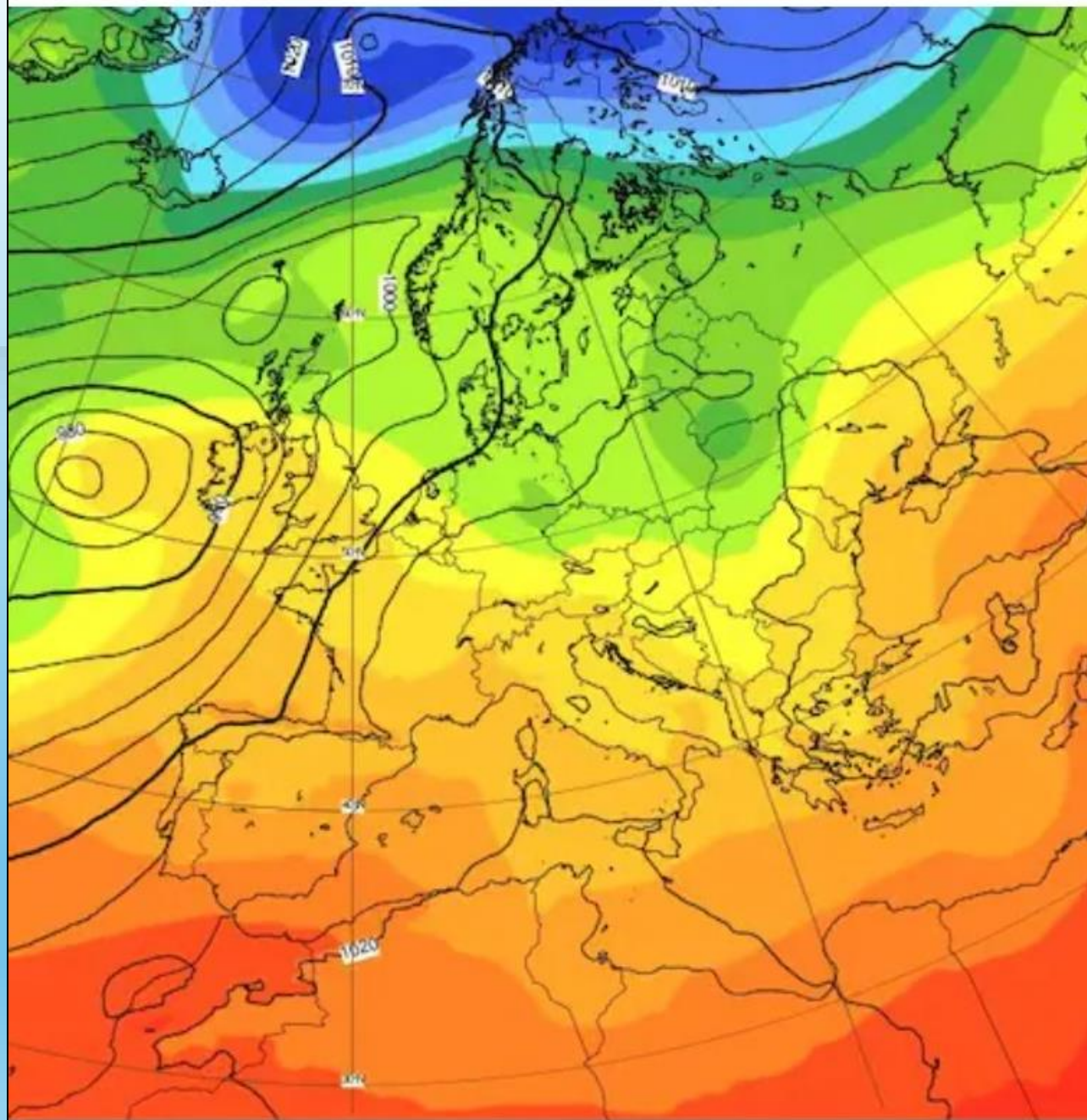




*L'immagine dal satellite delle nuvole (tempo del 7 novembre 2025)*



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





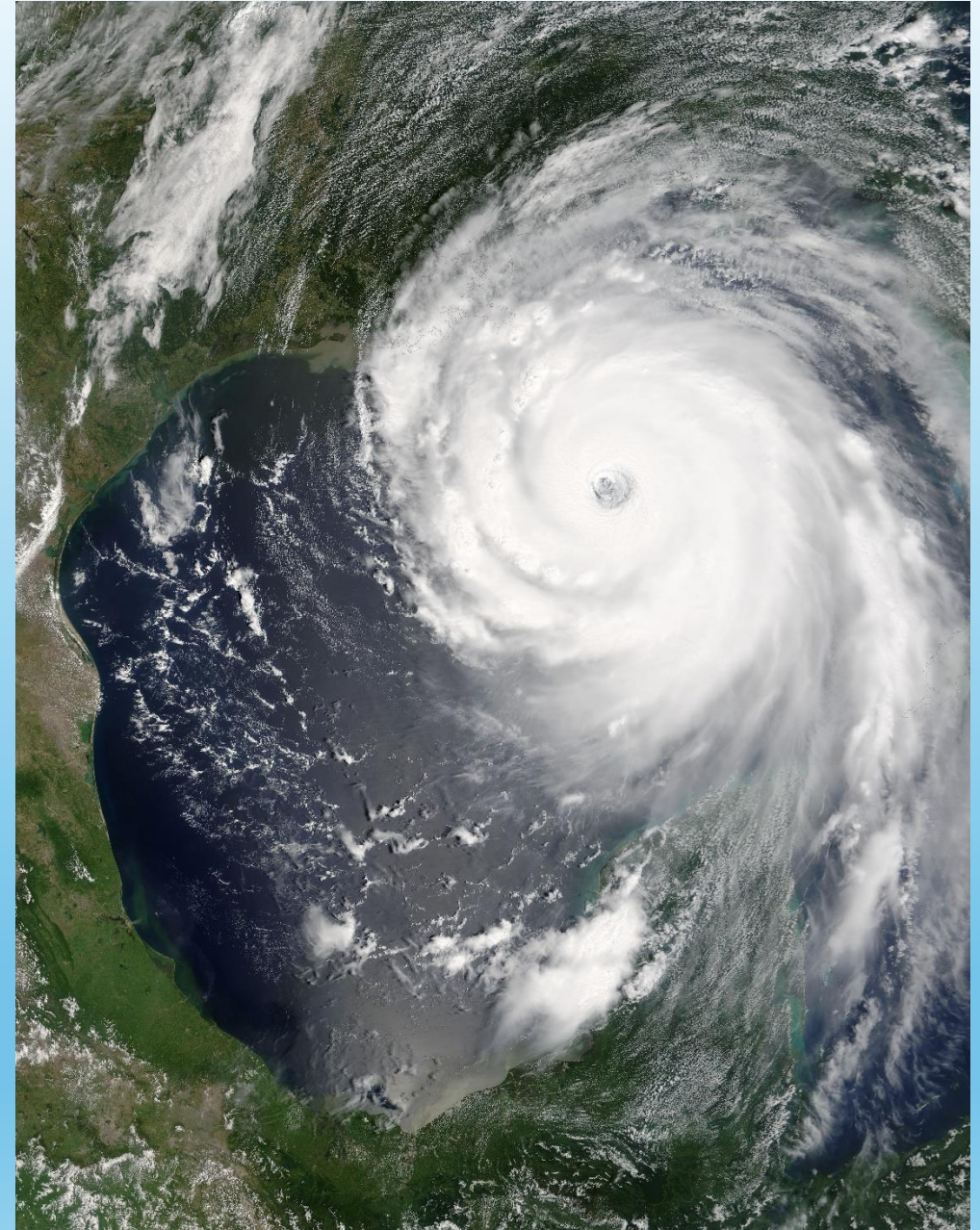
Alla fine di ottobre 2024, intense precipitazioni hanno provocato devastanti inondazioni lampo nella provincia di Valencia. Il 29 ottobre, secondo l'Agenzia meteorologica spagnola (AEMET), in alcune zone sono caduti oltre **300 millimetri di pioggia** in poche ore. Nella cittadina di **Chiva** si sono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







# il clima in Italia

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

catene montuose e mare →  
6 diverse regioni climatiche:

## Regione alpina:

- Inverni lunghi e freddi

## Regione padano – veneta:

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

## Regione ligure – tirrenica

- Inverni miti ma piovosi
- Estati calde ma ventilate

## Regione adriatica:

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

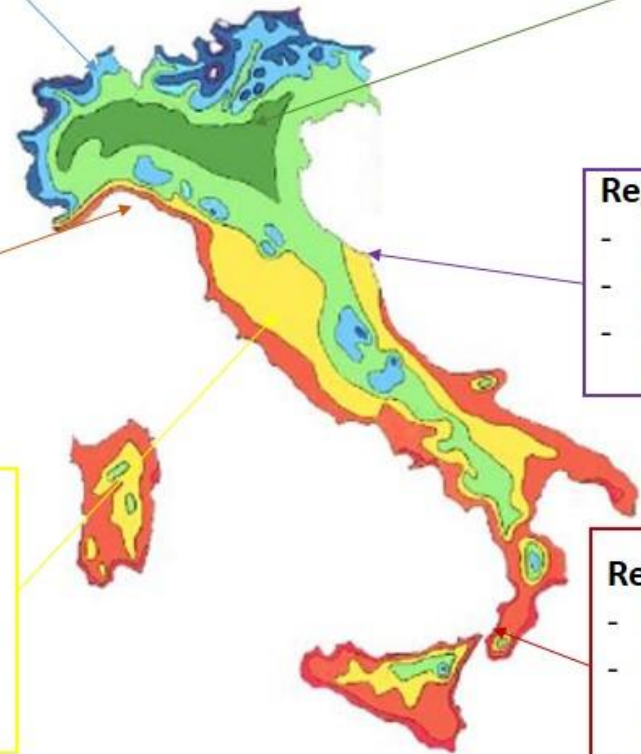
## Regione appenninica:

- Inverni freddi con frequenti nevicate
- Temperature meno rigide che sulle alpi = altitudine inferiore

## Regione mediterranea:

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

*aiutoperstudiare*



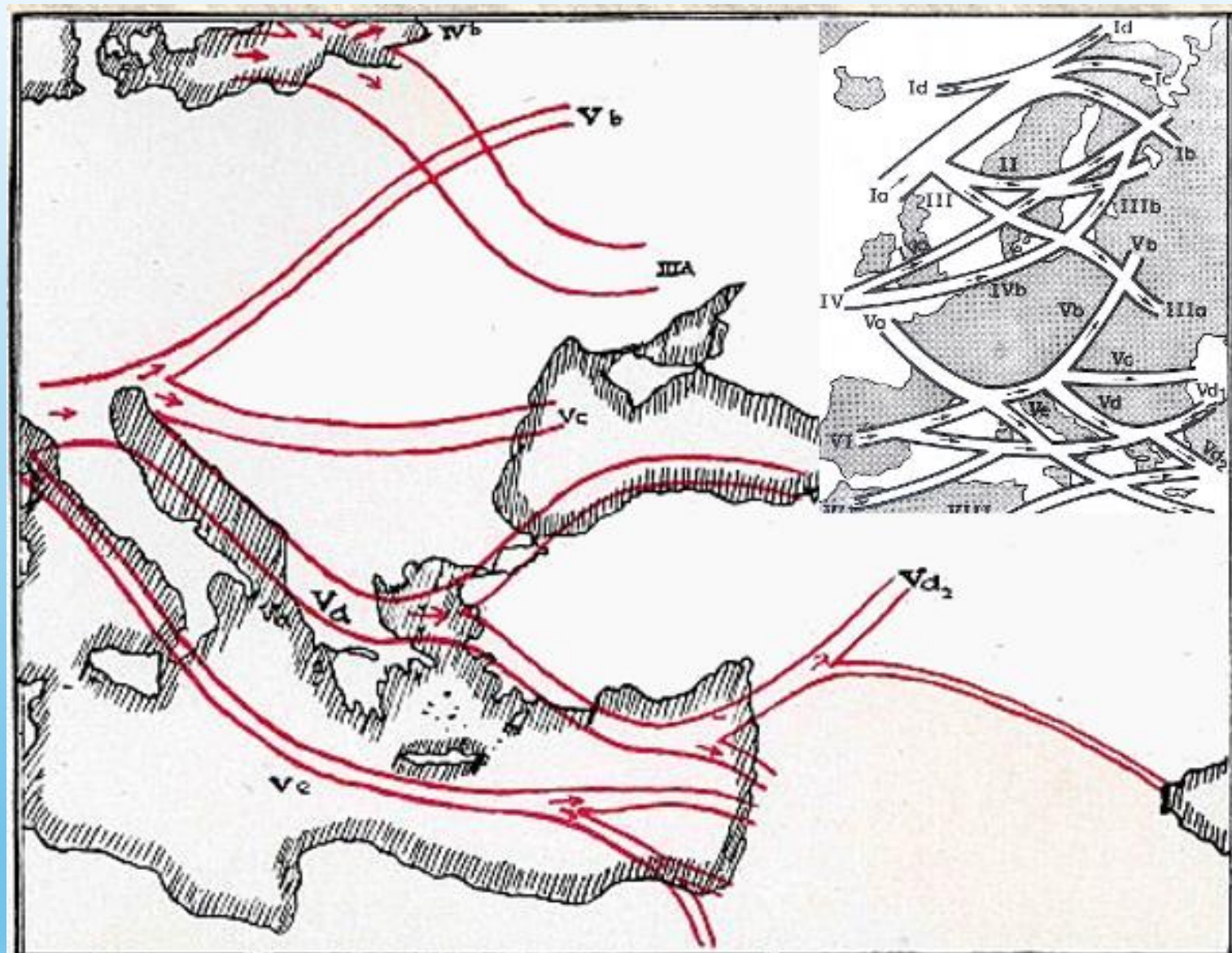


*Immagini dal satellite che  
mostra il sistema nuvoloso  
associato ad un ciclone  
subtropicale a sud di Sicilia*



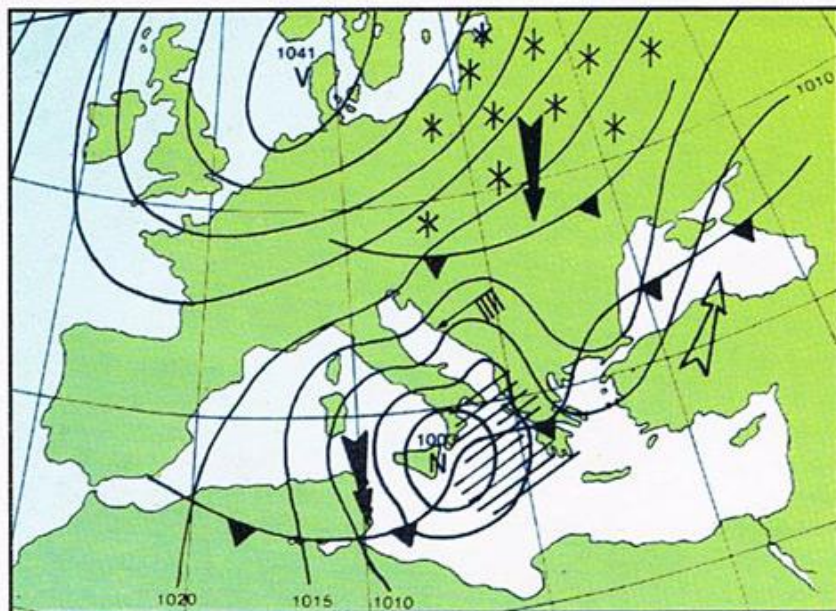




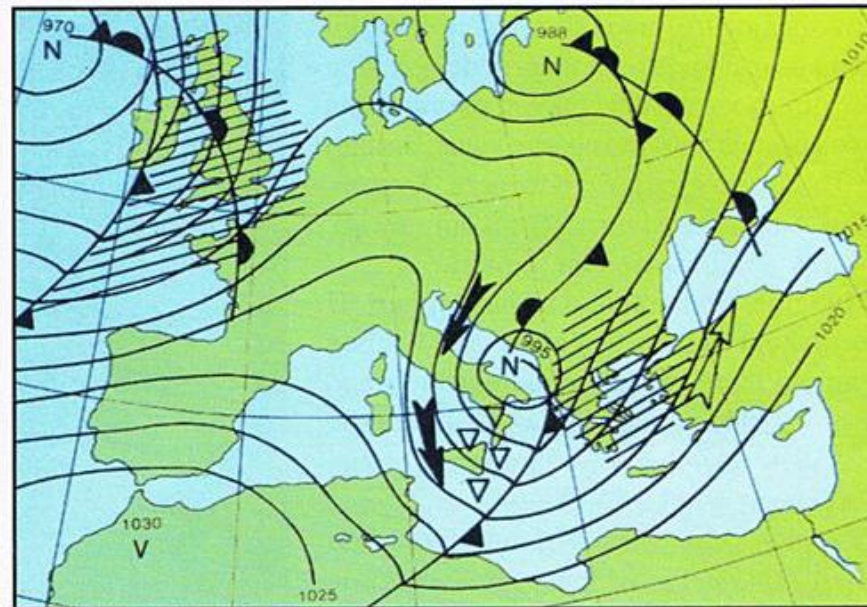


Traiettorie delle perturbazioni (cicloni) nella zona Adriatica e Levantina



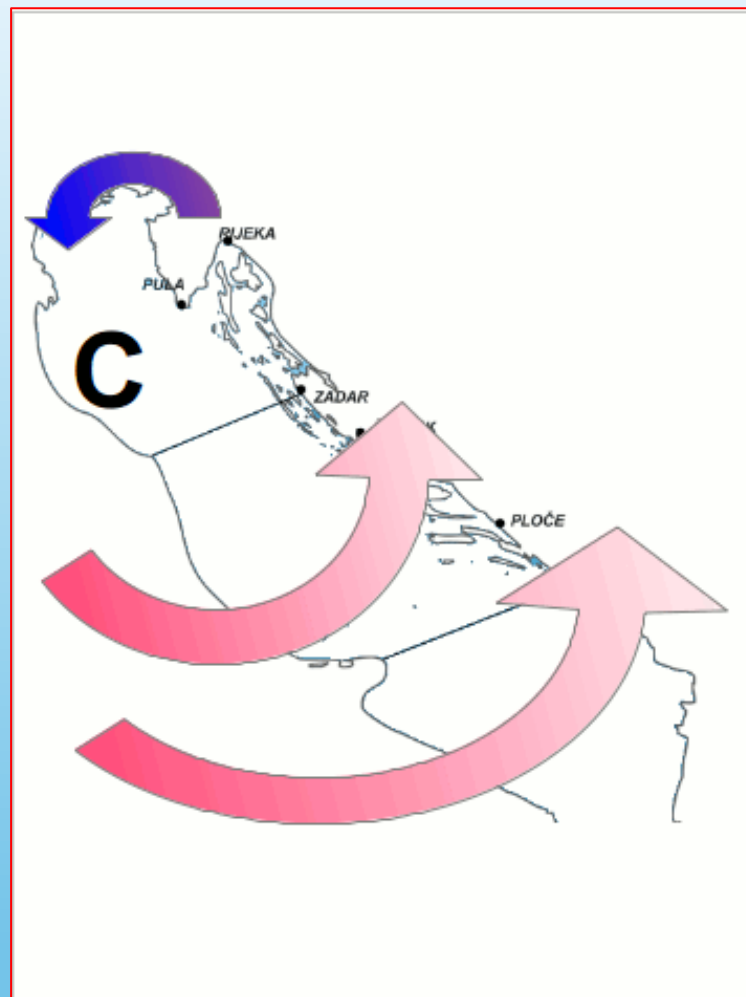


■ Anticiklonalna bura



■ Ciklonalna bura

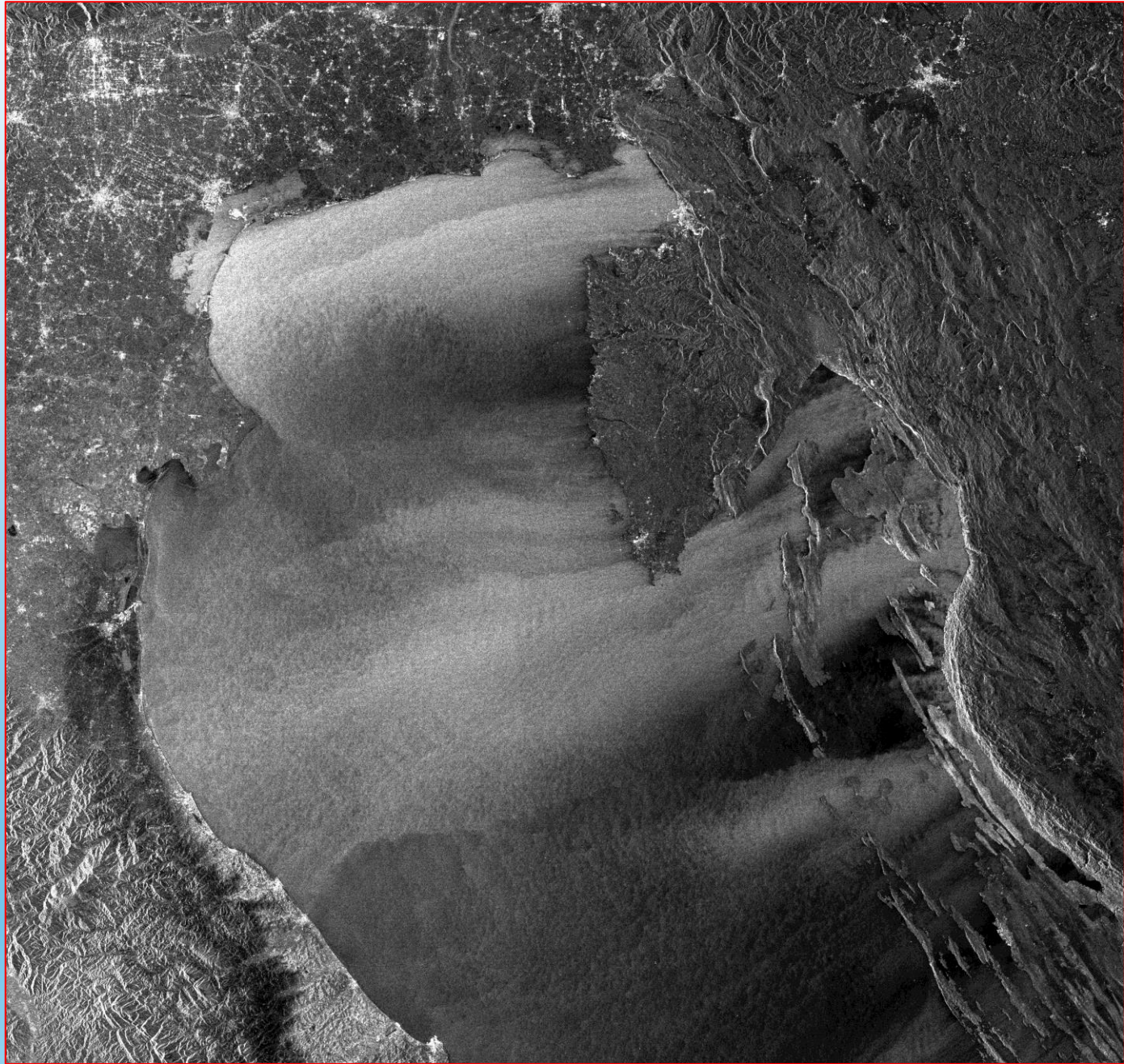
**Bora scura e bora chiara**



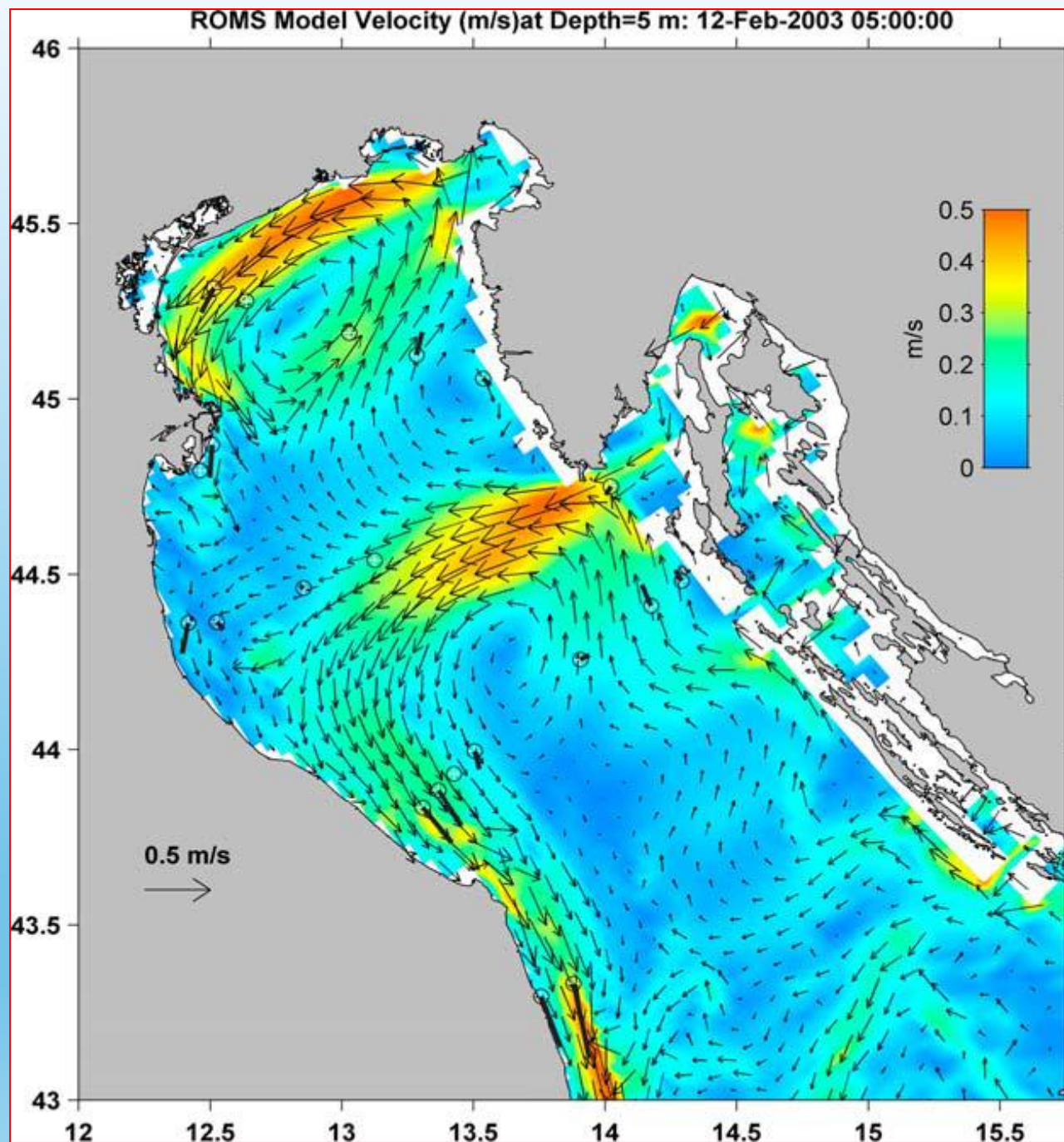
Circolazione atmosferica (bassa pressione) sull'Adriatico





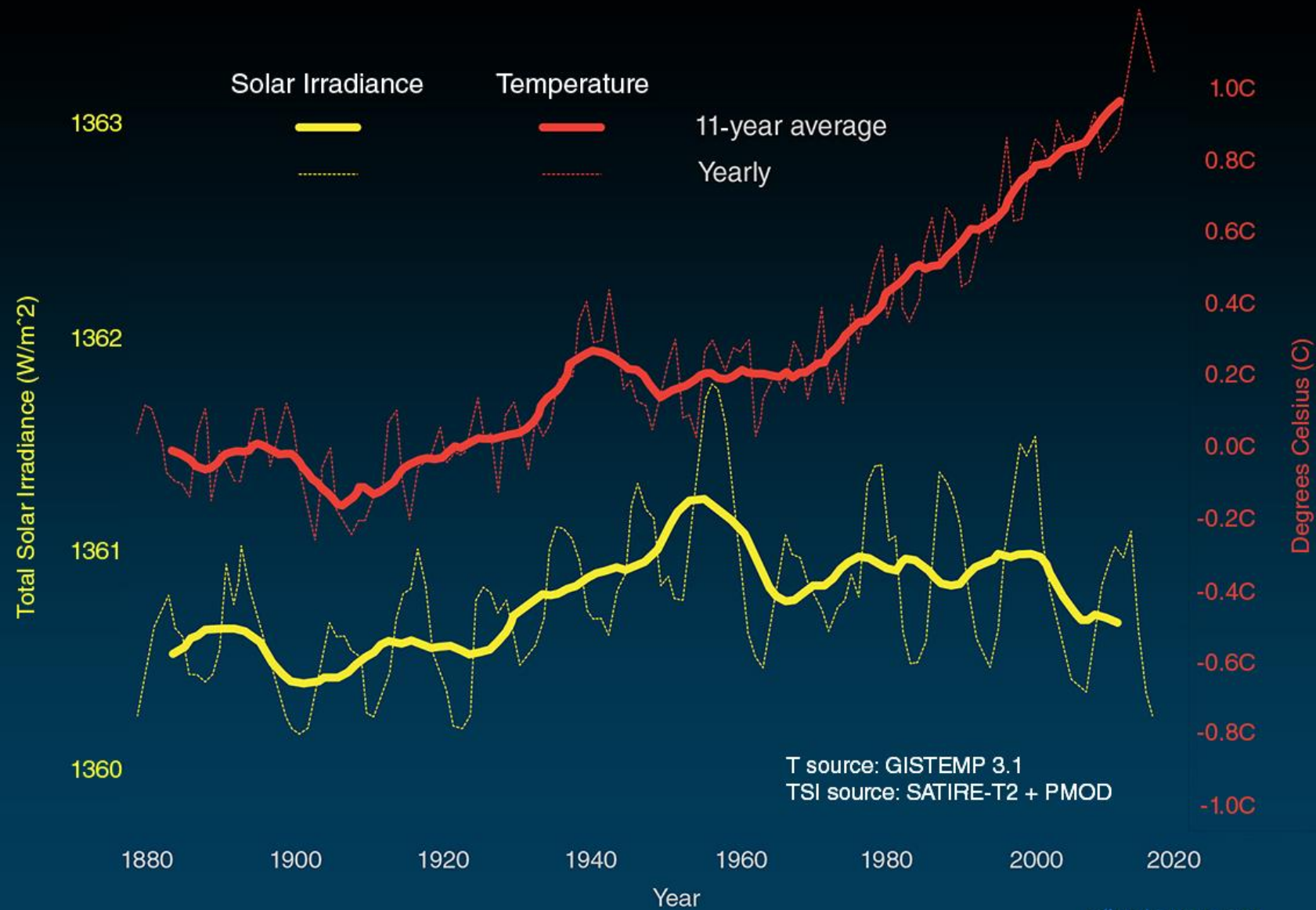






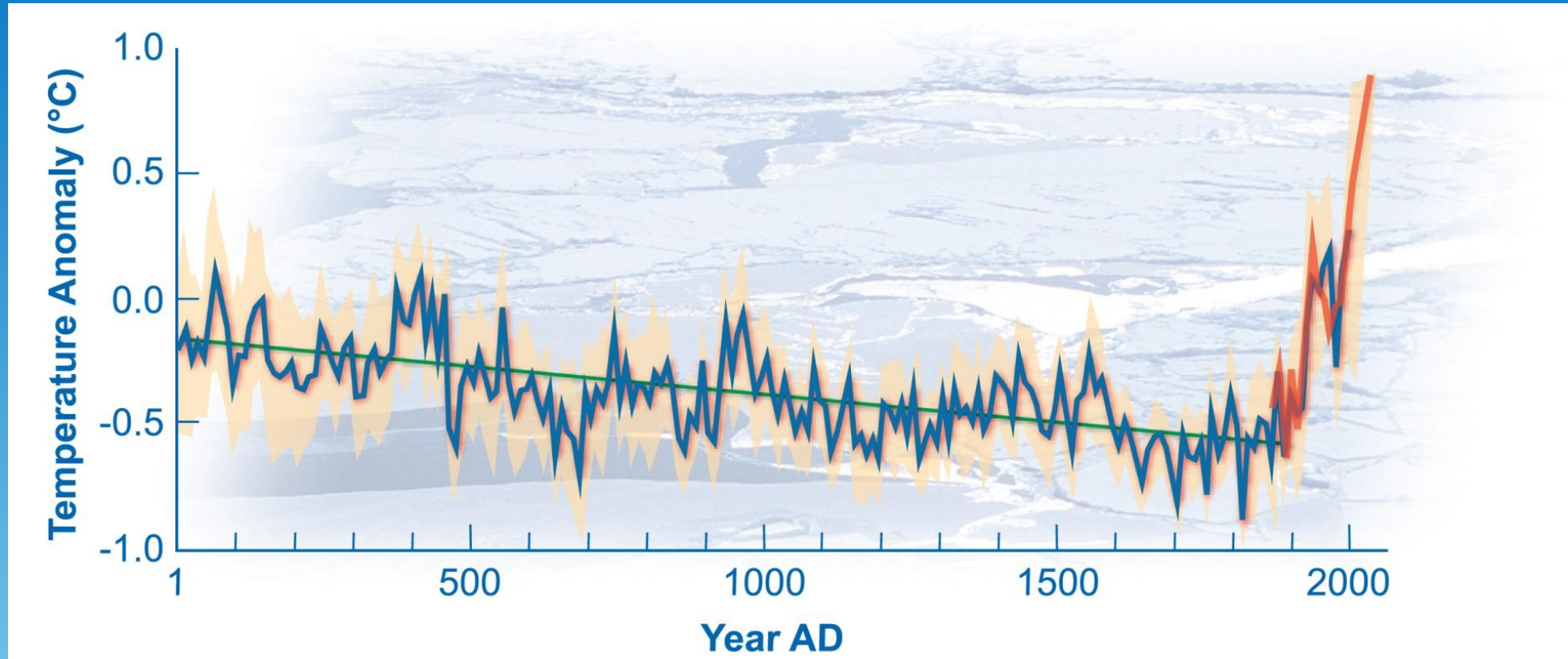
*Evoluzione dei livelli di gas serra e degli andamenti di temperatura dell'oceano,  
dell'atmosfera e della Terra*

# Temperature vs Solar Activity



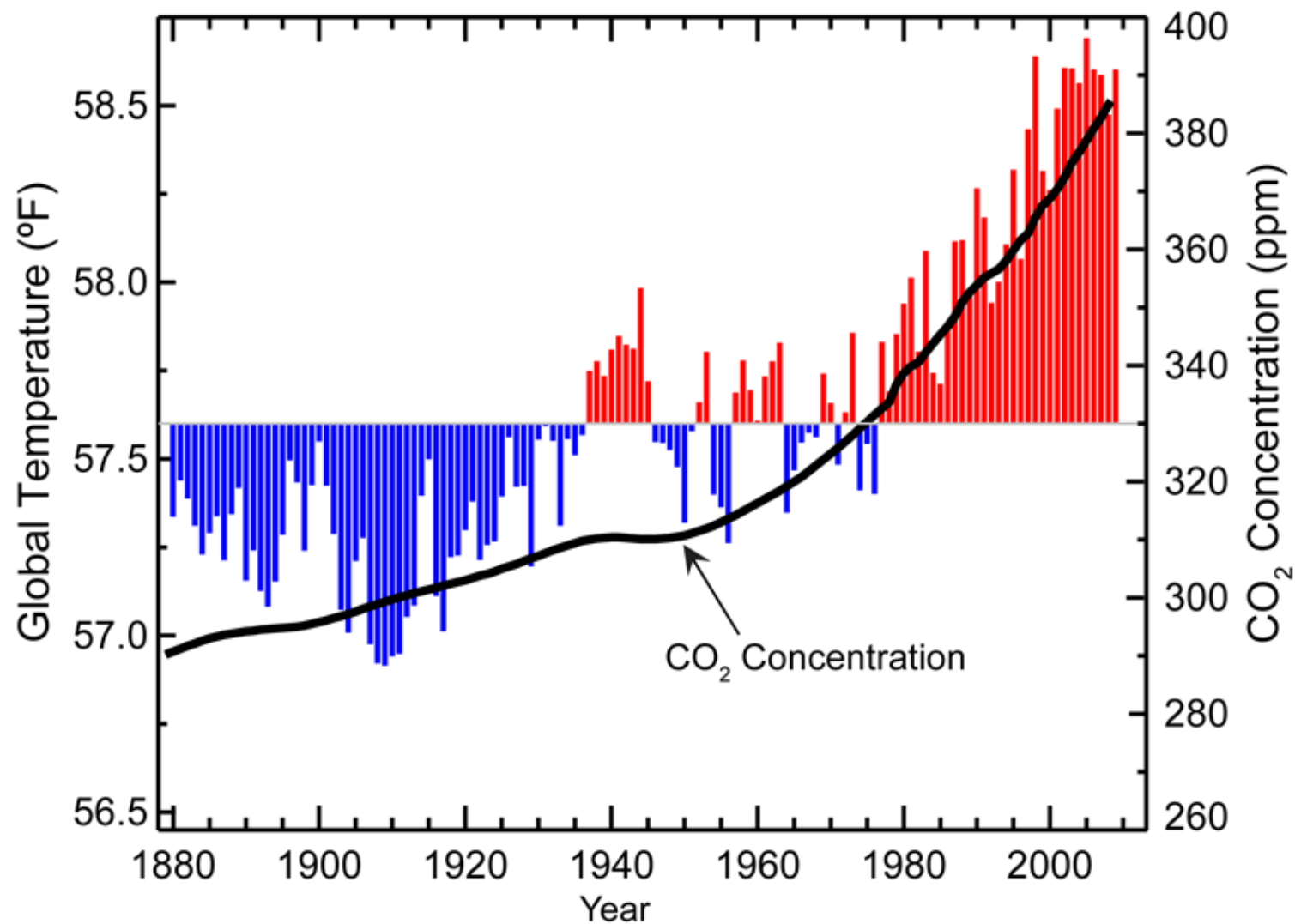
Le evidenze scientifiche dimostrano che il riscaldamento globale attuale non è causato dal Sole. Dal 1750, l'energia solare è rimasta stabile o è aumentata solo leggermente. Se il Sole fosse la causa, tutte le parti dell'atmosfera si riscalderebbero, ma invece si osserva un raffreddamento degli strati 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.



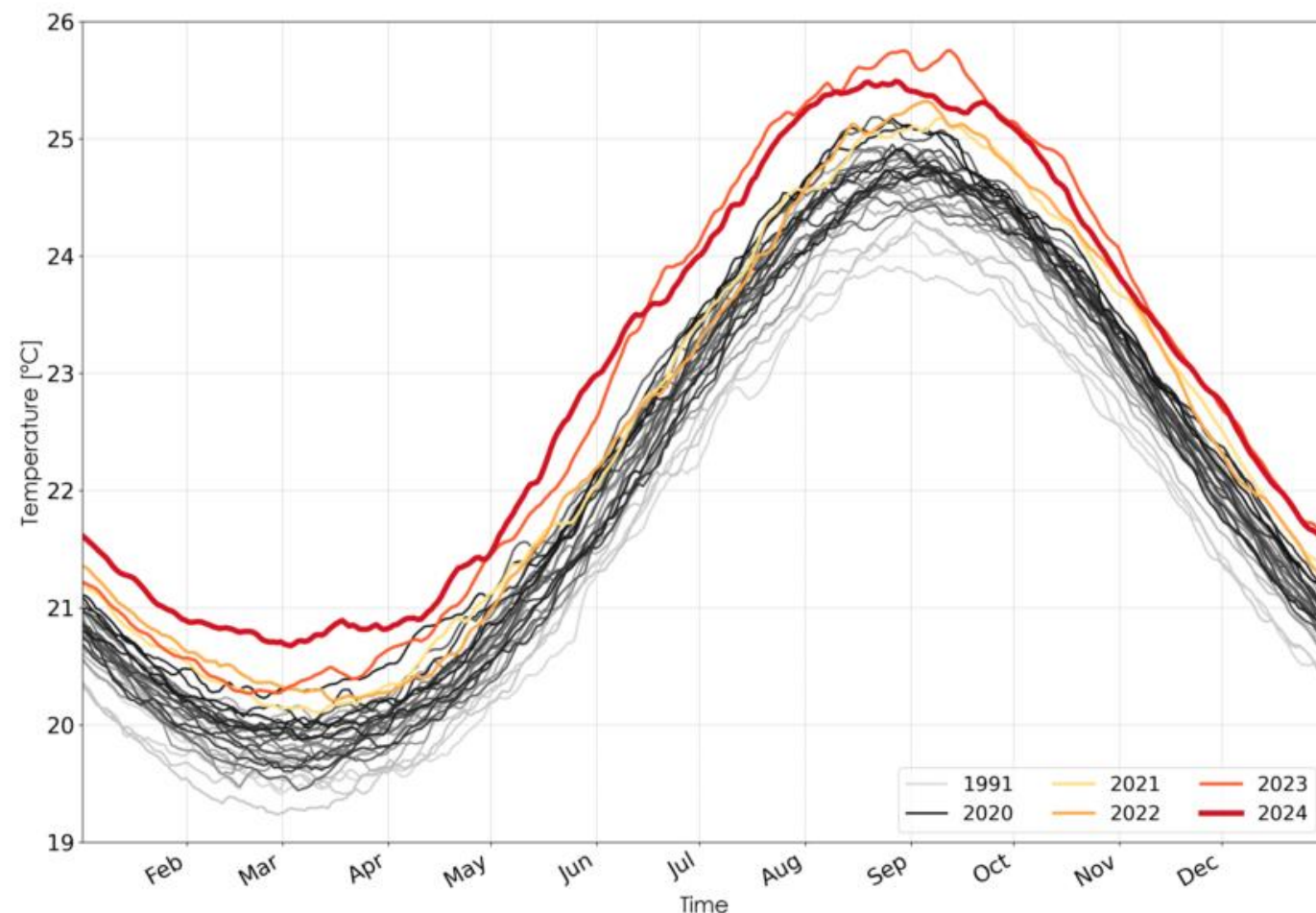


Variazioni della temperatura oceanica negli ultimi 2000 anni

Temperatura globale e la concentrazione di anidride carbonica

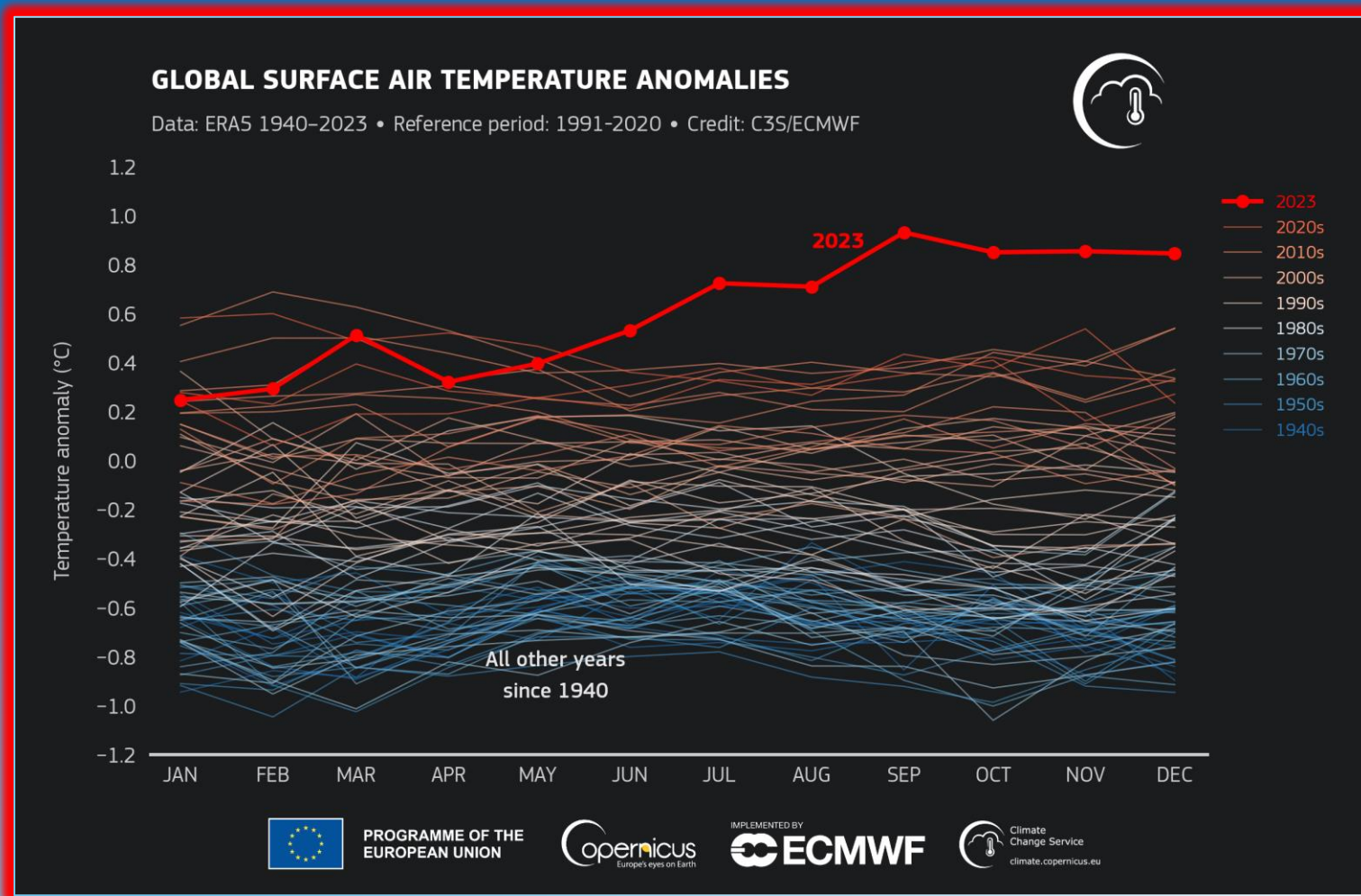


## Sea Surface Temperature average over North Atlantic (without Mediterranean Sea)



North Atlantic zone (without Mediterranean Sea)  
Gray shades represent ESA CCI data between 1991-2020  
Colored shades represent Mercator Ocean GLO12 analysis

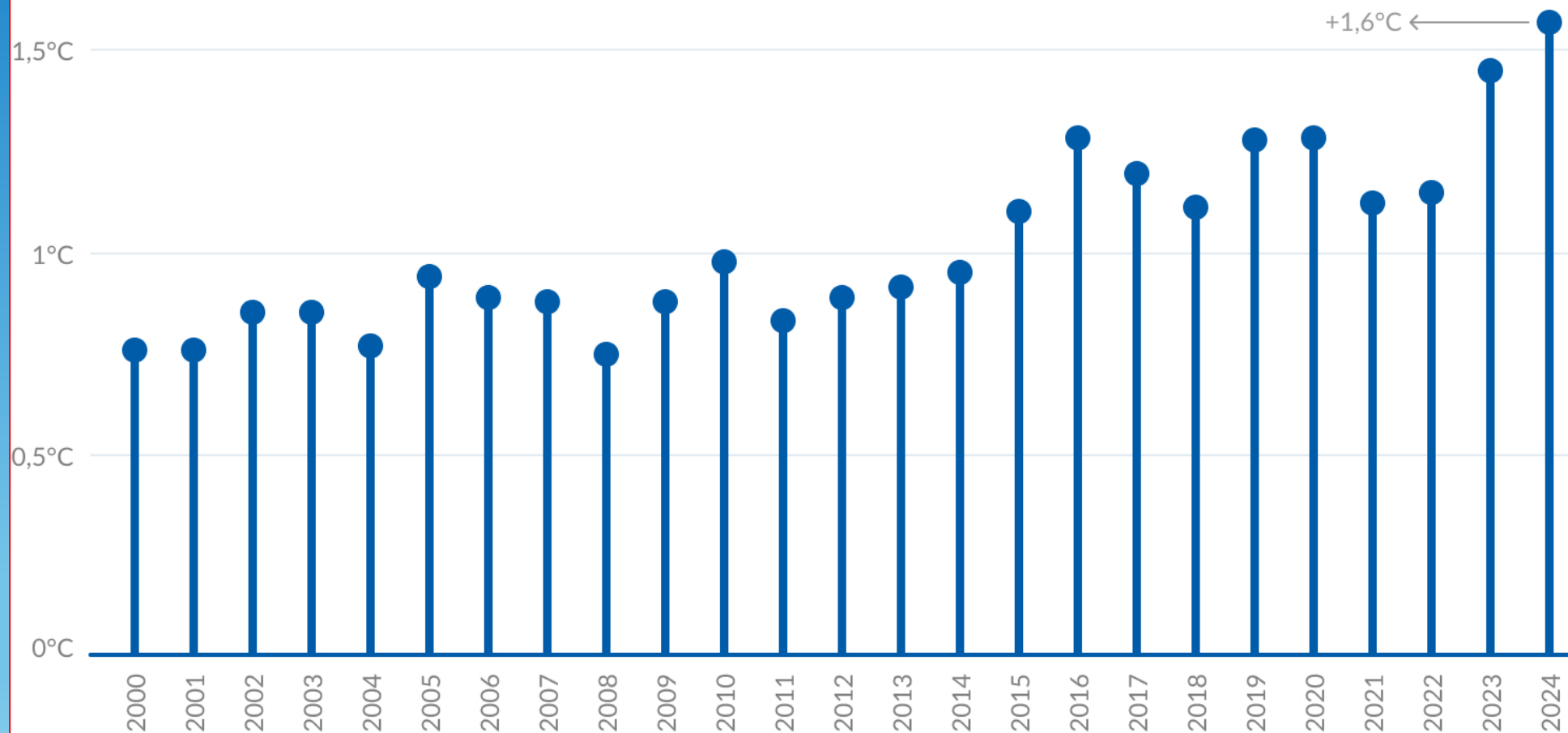
Temperature medie giornaliere della superficie del mare per l'Oceano Atlantico settentrionale (0°N-60°N) (in alto) e per il Mar Mediterraneo (in basso) tra il 1991 e il 2020 utilizzando l'iniziativa Climate Change della ESA (sfumature grigie), e tra il 2021 e il 2024 (sfumature colorate).



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.

## LA CRESCITA DI DIFFERENZA DI TEMPERATURA RISPETTO AL PERIODO PRE-INDUSTRIALE

Fonte: Copernicus / 2025





Le principali agenzie internazionali hanno stimato per il 2024 un incremento della temperatura media globale pari a 1,6 °C. Secondo il programma dell'Unione Europea, il 2024 è stato di **0,12 °C** più caldo rispetto al 2023 e di **0,72 °C** più caldo rispetto alla media del periodo 1991-2020. Tutti i mesi da gennaio a giugno del 2024 sono stati più caldi degli stessi mesi negli anni precedenti – per lo meno da quando si raccolgono questi dati. Nello specifico, il riferimento per valutare l'andamento della temperatura media globale sono gli **ultimi decenni dell'Ottocento**, quando i livelli di industrializzazione erano molto bassi e di conseguenza l'immissione nell'atmosfera di grandi quantità di **anidride carbonica** – cioè il principale gas serra – derivante dalle attività umane era scarso. La causa primaria dell'aumento della temperatura media globale è infatti l'accumulo di **gas serra**, dovuto soprattutto all'utilizzo dei **combustibili fossili**.

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.

## *Grande isola pacifica di plastica*

L'oceanografo statunitense **Charles Moore** individuò nel 1997 la più estesa isola di plastica al mondo, la Great Pacific Garbage Patch. La scoprì accidentalmente mentre faceva ritorno da una regata alle Hawaii, attraversando una parte poco frequentata del Pacifico, e impiegò più di una settimana per oltrepassarla.



Dopo la sua scoperta, sono stati individuati altri “ammassi” di plastica in vari oceani, tra cui l'Oceano Indiano, l'Atlantico meridionale e l'Atlantico settentrionale.





Si stima che il Great Pacific Garbage Patch (la grande chiazza di immondizia del Pacifico) sia composto da 1,8 migliaia di miliardi di frammenti di plastica (circa 250 per ogni abitante del mondo) e che occupi un'area di circa 1,6 milioni di km<sup>2</sup> – pari a circa tre volte la Francia.

La maggior parte dei rifiuti in plastica derivano da cibo da asporto, come bottiglie di plastica, posate e involucri di cibo».



La prima misurazione del Trash Vortex è stata effettuata tra il 1985 e il 1988 da ricercatori che avevano base in Alaska. Quello del Trash Vortex è solo il caso più eclatante, ma in molti mari sono presenti agglomerati più piccoli di rifiuti e plastiche. Un grande ammasso è presente anche nell'**Oceano Atlantico** e soltanto nel Mare del Nord sono state contate circa 600 mila tonnellate di plastica. Sebbene la mole di materiali sia enorme, la massa è costituita da microplastiche contenute anche in cosmetici, non visibili a occhio nudo, inferiori al mm. Non si tratta di un agglomerato ben tangibile e visibile, ma non per questo ne derivano meno danni. Nell'area ci sono poche isole che potrebbero favorire lo stazionamento del materiale, così questa sorta di "isola che non c'è" si ingigantisce indisturbata nelle acque oceaniche. La massa di rifiuti è costituita prevalentemente da monofilamenti e fibre di polimeri, incrostatati con diatomee (alghe unicellulari) e plancton. La situazione è resa ancora più preoccupante dal fatto che in alcuni punti raggiunge una quantità di rifiuti di gran lunga maggiore delle sostanze naturali: la concentrazione di plastica media del Trash Vortex è stata stimata in **6 chili** di plastica per **ogni chilo di plancton** naturale e 5,1 Kg/Km<sup>2</sup>. Naturalmente l'ecosistema non resta immune dalla presenza dei rifiuti. Molti animali si cibano della plastica e in molti sono stati trovati migliaia di frammenti di plastica. La nocività dei rifiuti non solo provoca la morte di molti esemplari e danneggia le specie biologiche, ma va ad intaccare anche la catena alimentare, arrivando a colpire indirettamente anche l'uomo. I detriti, unendosi, diventano anche più pericolosi degli inquinanti organici persistenti (Pop), cioè sostanze resistenti alla decomposizione chimica presenti nell'atmosfera e nell'acqua. Alcuni inquinanti sono classificati come cancerogeni, altri come veleni.

I fondali oceanici sono ricchi di minerali (come il nichel, il cobalto, il rame e le terre rare) fondamentali per la transizione ecologica e digitale. La loro estrazione comporta gravi rischi per gli ecosistemi marini.

La competizione geopolitica è sempre più serrata. Il 24 aprile 2025 il presidente degli **Stati Uniti** Donald Trump ha firmato un ordine esecutivo per avviare **un programma di attività estrattive in acque internazionali**. Una mossa che sfida apertamente il diritto internazionale che riconosce l'alto mare come *common good of the mankind* (bene comune dell'umanità).



Ma cosa comporta, concretamente, estrarre risorse dal fondo del mare? Dopo una prima fase di esplorazione, svolta con veicoli sottomarini a comando remoto, sulla superficie dell'area individuata viene installata una **stazione galleggiante** che funge da base operativa. A quel punto l'estrazione mineraria può avvenire in due modi: tramite una draga che scava il fondale o un veicolo che aspira il materiale. I sedimenti raccolti vengono smistati sulla stazione galleggiante: i minerali restano, mentre gli scarti vengono ributtati in mare.

Entrambe le tecniche comportano rischi enormi per gli ecosistemi. L'azione meccanica delle draghe e dei mezzi di aspirazione può **distruggere i fondali marini** e alterare gli equilibri di habitat che si sono formati in migliaia di anni. **L'inquinamento acustico e luminoso** inoltre potrebbe disturbare gravemente la fauna marina.

I **sedimenti scartati e rigettati in acqua** devono percorrere centinaia di chilometri per ritornare sul fondale, attraversando anche aree vitali come la "zona crepuscolare", un ricco ecosistema con un ruolo fondamentale nel ciclo del carbonio. "I sedimenti potrebbero soffocare i pesci e gli organismi filtratori come gamberi e spugne. Potrebbero bloccare la poca luce trasmessa nell'oceano, impedendo ai pesci lanterna di trovare partner e alle rane pescatrici di attirare le prede" racconta il [\*New York Times\*](#).

Gli effetti a lungo termine restano sconosciuti. Un esempio concreto? Le tracce lasciate da un'esplorazione condotta nel 1979 nel fondale dell'Oceano Pacifico si notano tutt'ora.



## *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 sparisce, 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

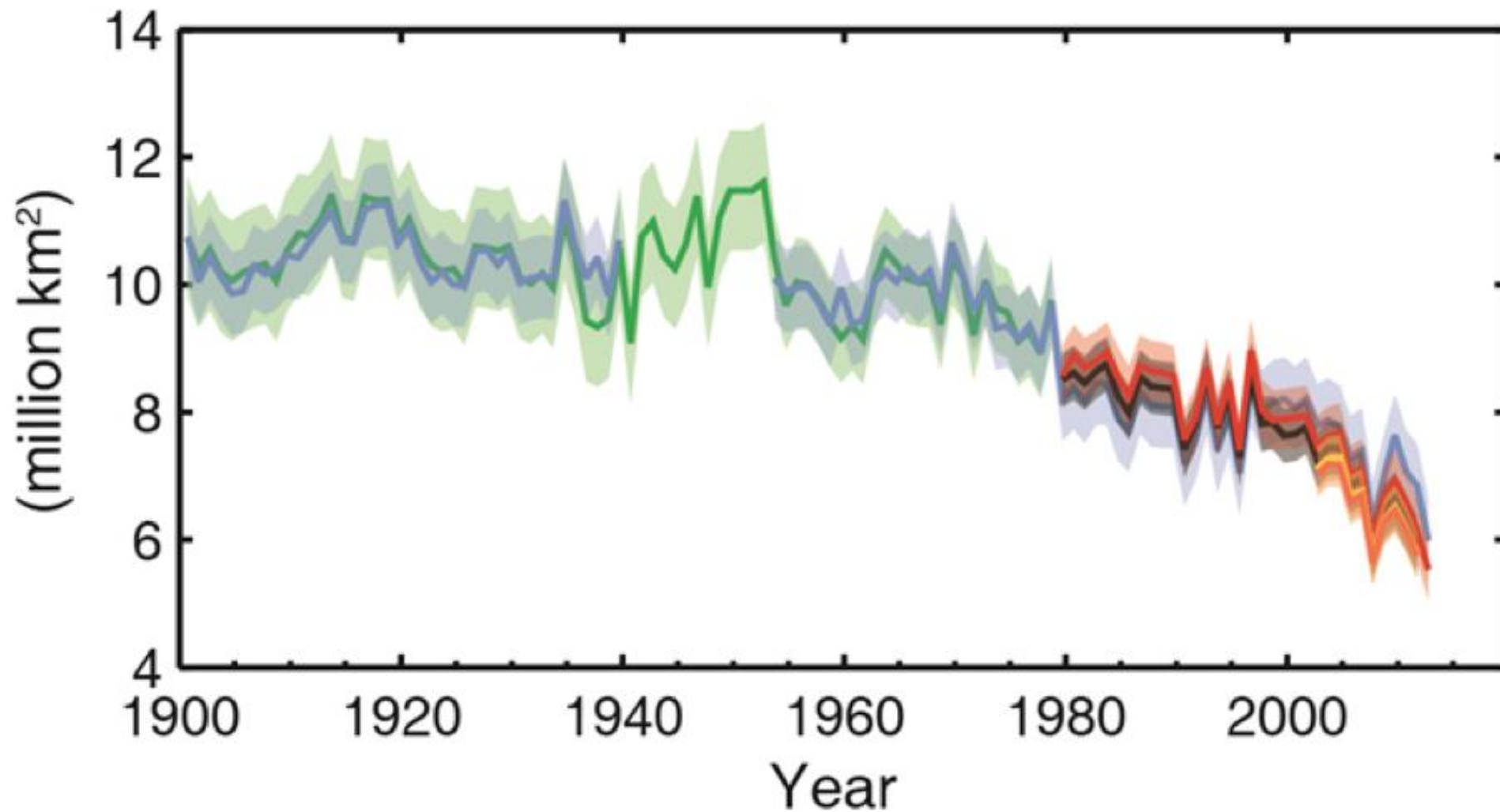
Il ghiaccio, che copre il **10 % della superficie terrestre**, sta scomparendo rapidamente.

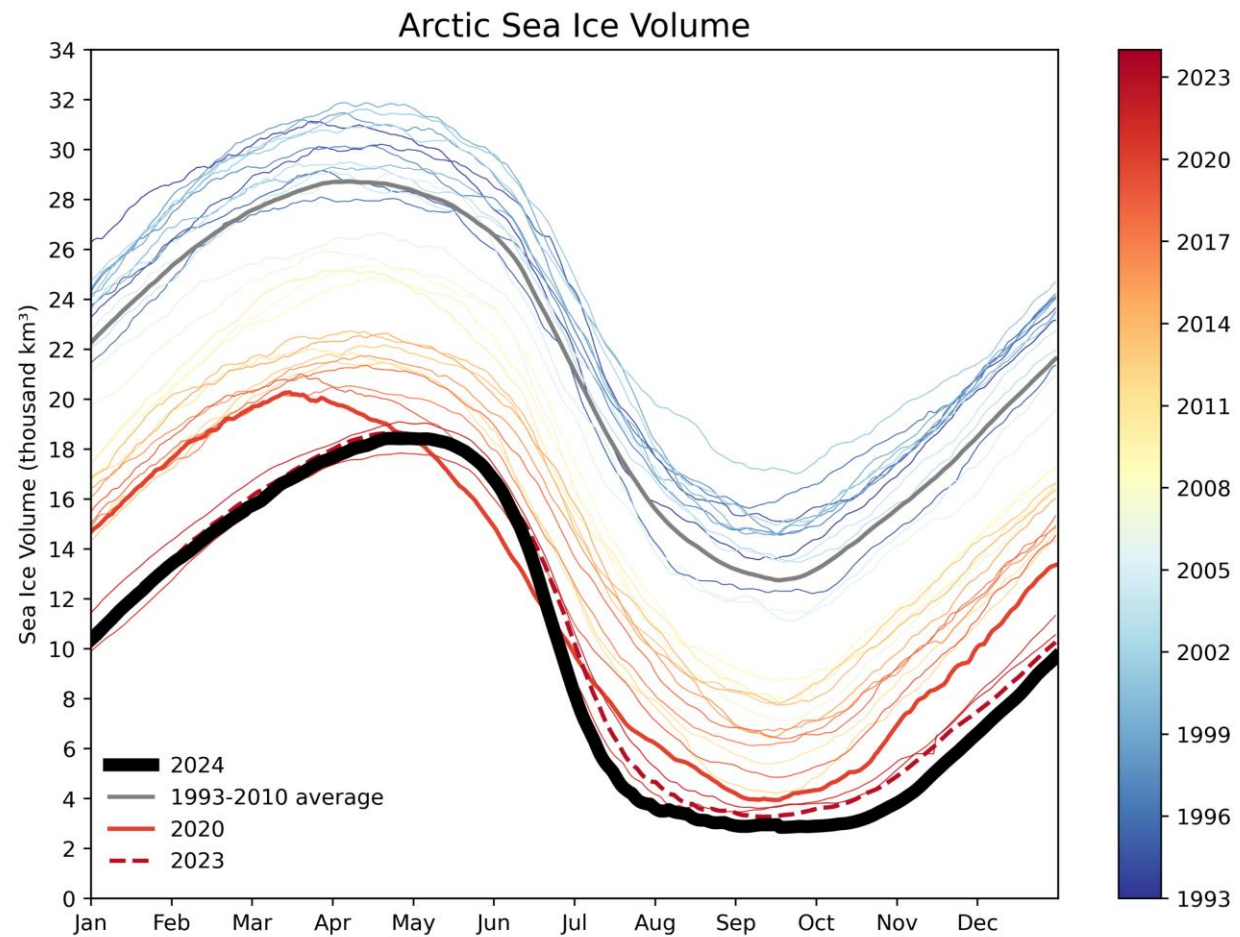
**Ghiacciai:** circa 400 miliardi di tonnellate è la perdita totale annua approssimativa di ghiaccio dal 1994.

**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



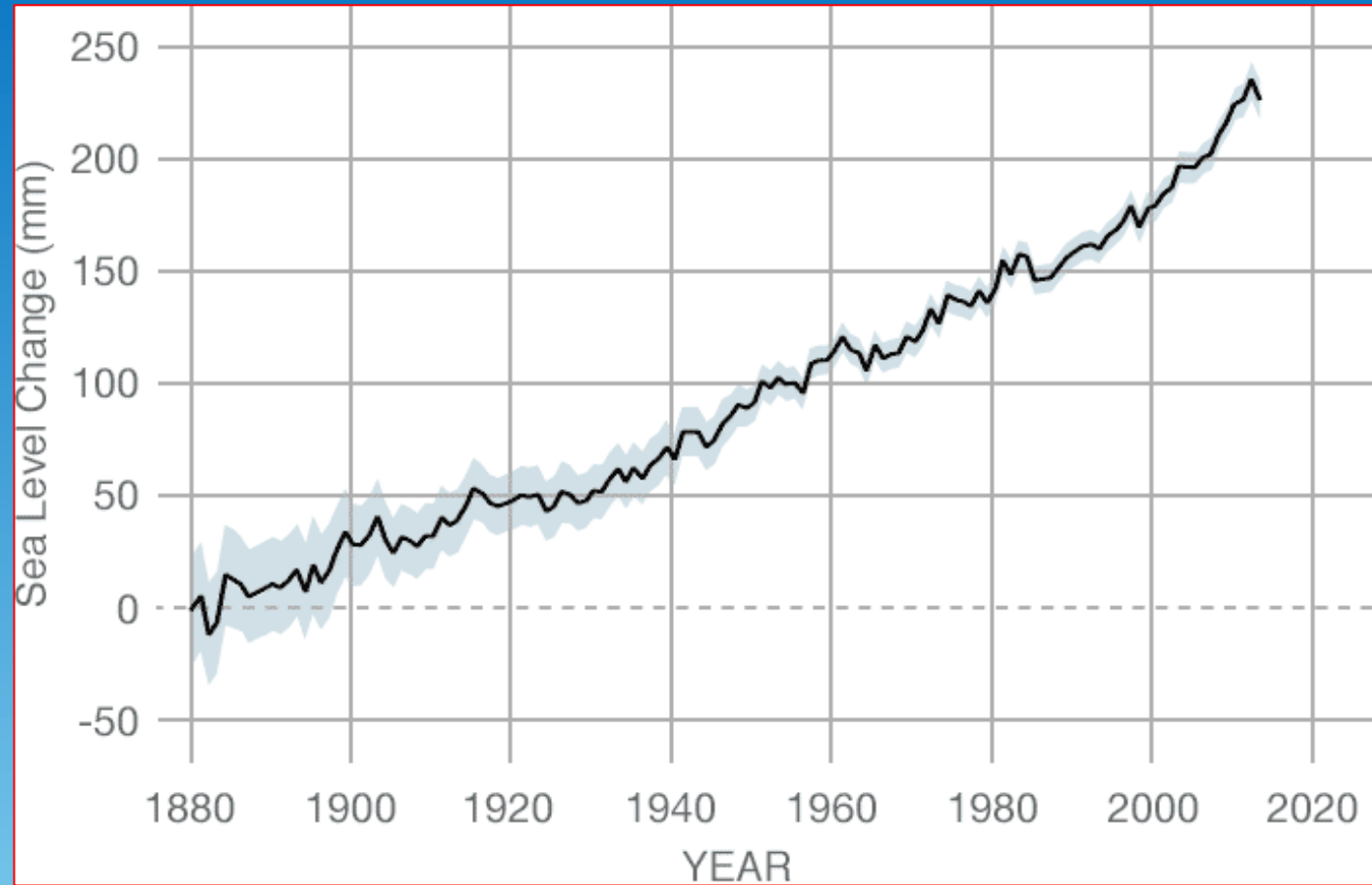


Volume del ghiaccio artico per diversi anni

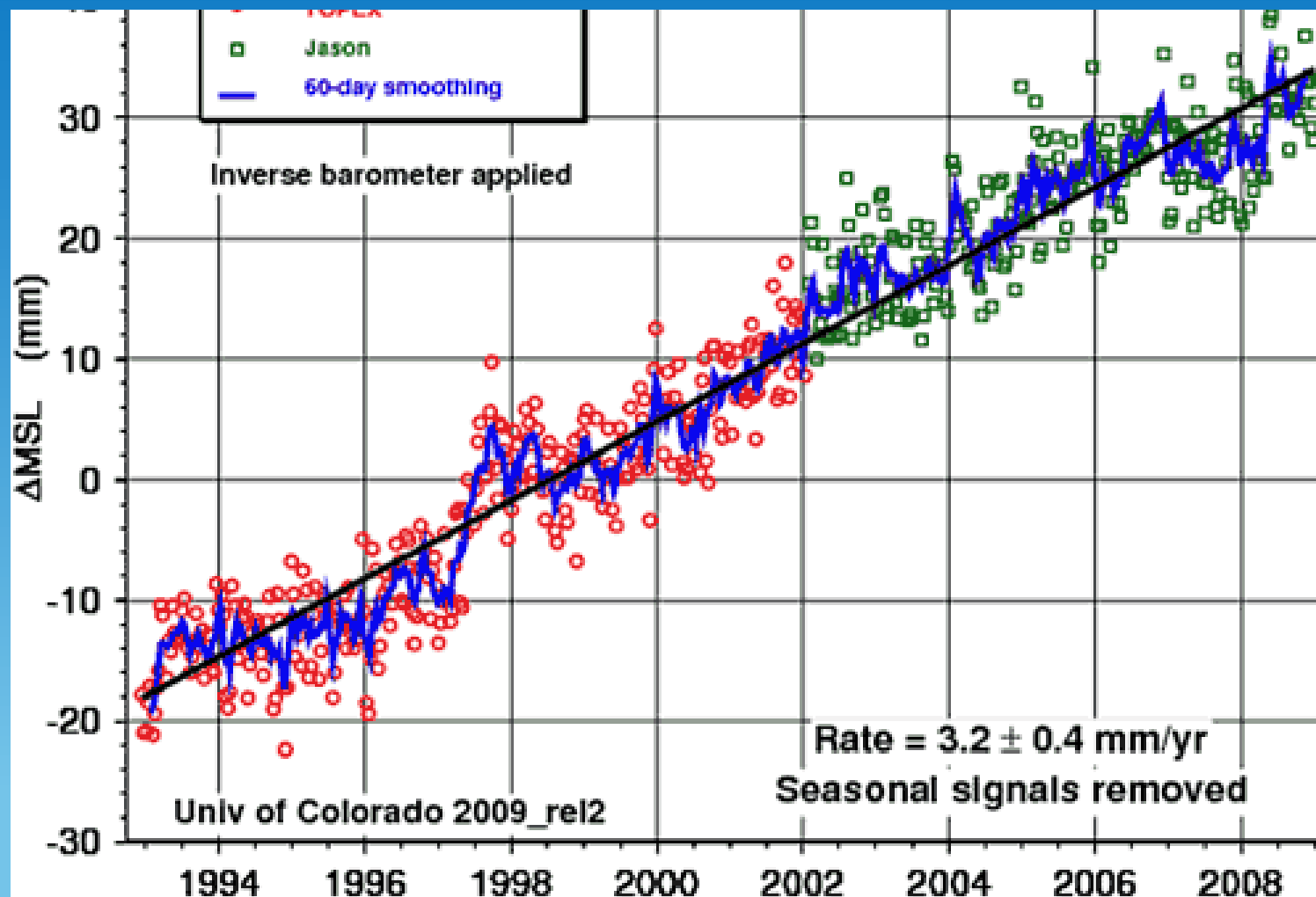
Utilizzando serie temporali di dati satellitari, è stato possibile determinare che circa vent'anni fa il livello del mare aumentava a un ritmo di circa **2,2 mm all'anno**. Attualmente, la **velocità di innalzamento** del livello del mare è aumentata fino a circa **3,3 mm all'anno**.

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**.

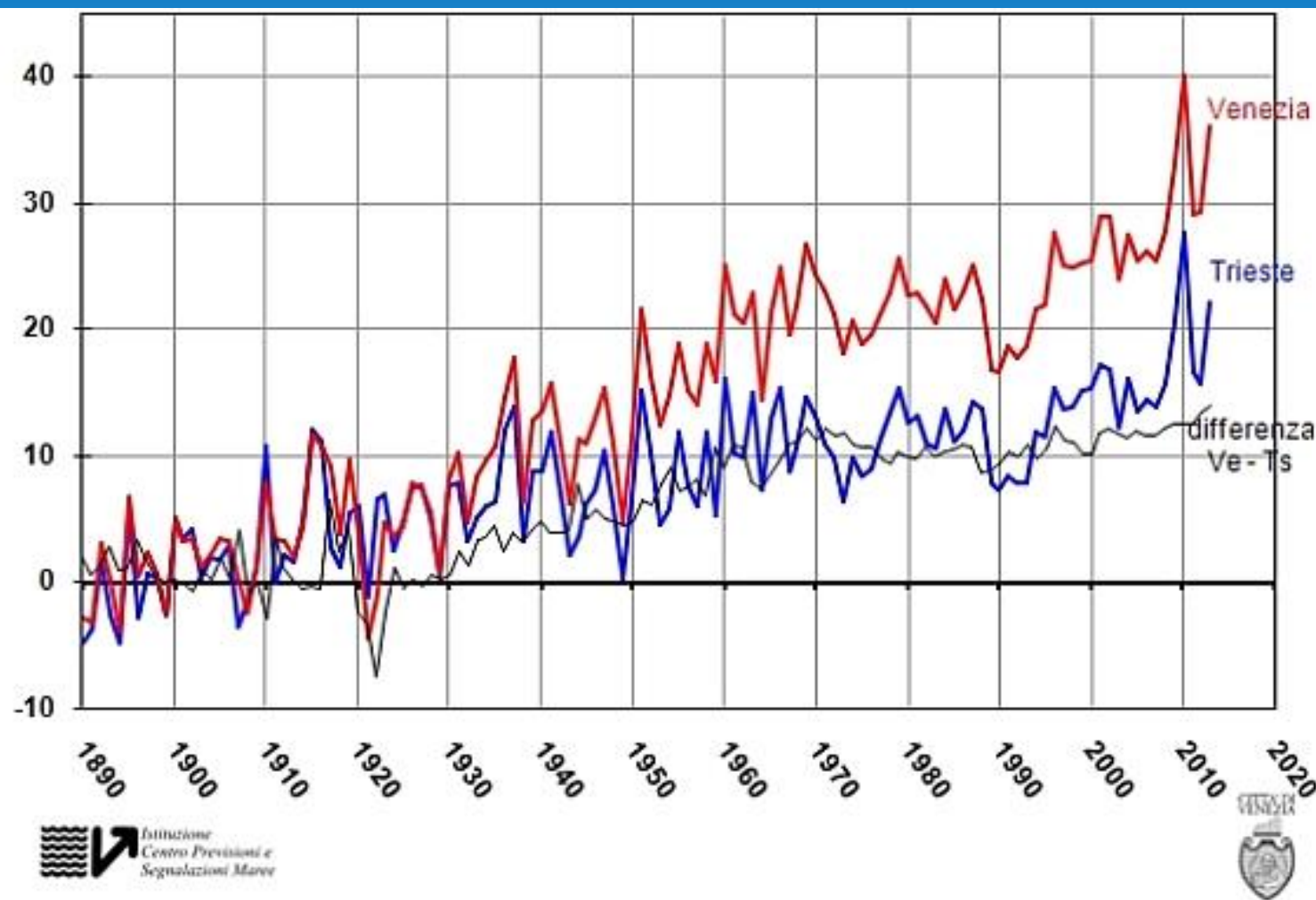




**MISURE COSTIERE DEL  
LIVELLO MARINO**

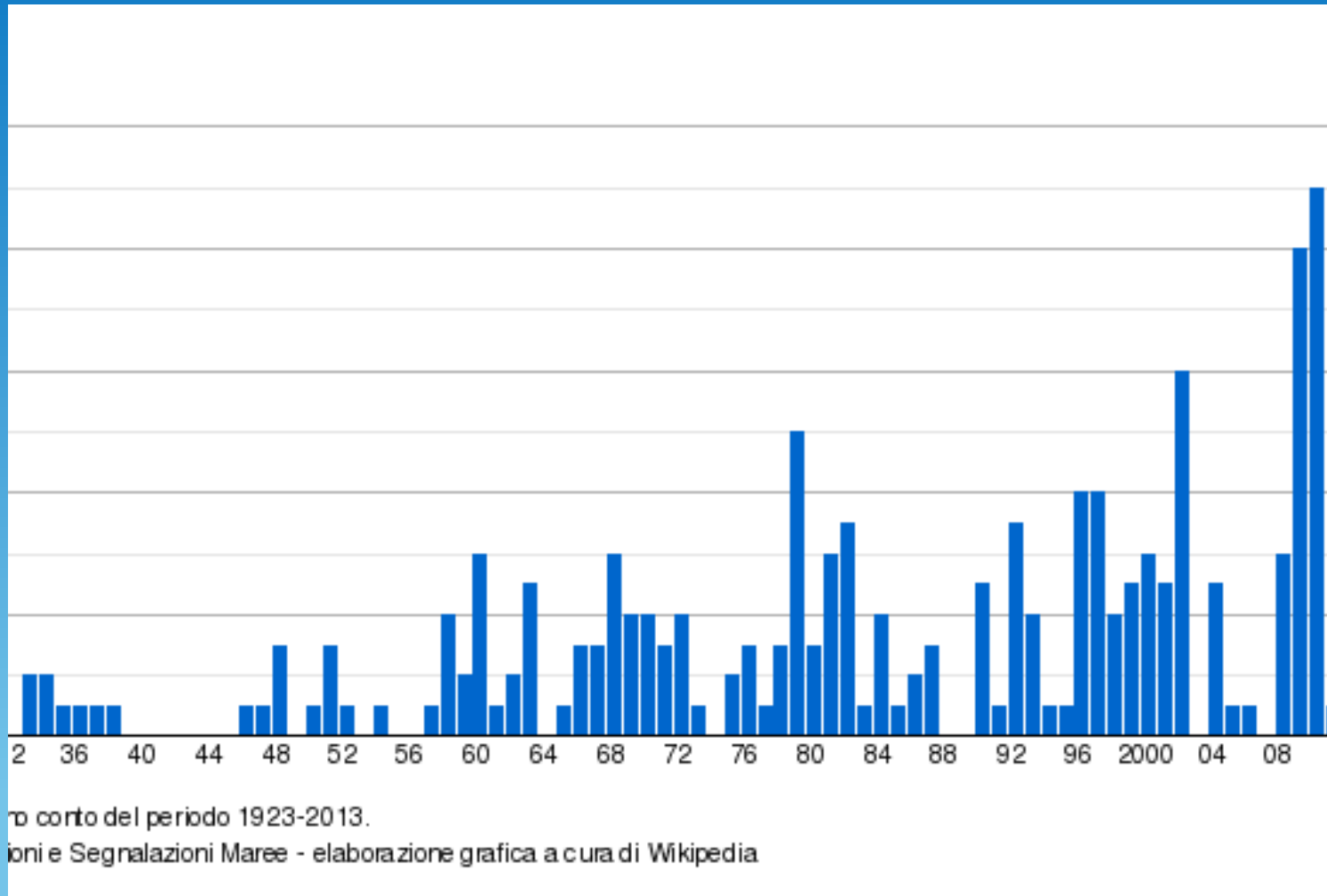


Andamento  
dell'aumento  
medio del  
livello del  
mare dai dati  
satellitari



Variazioni  
del livello  
del mare a  
Trieste e  
Venezia

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





**Stivali per acqua alta (ovviamente di plastica!!!)**





Bocca di Lido

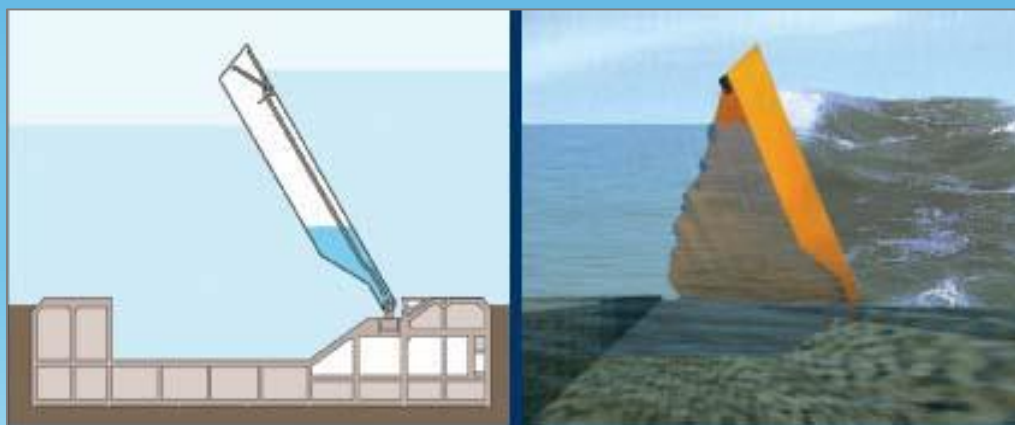
Città di Venezia

Bocca di Malamocco

Boca di Chioggia

Laguna di Venezia





## Come funziona MOSE a Venezia

### Componenti e posizione

78 paratoie mobili: Grandi paratie metalliche contenute in cassoni di cemento sul fondale marino, collocate in quattro barriere alle bocche di porto.

Bocche di porto: 2 al Lido, 1 a Malamocco, 1 a Chioggia.

### Come funziona l'attivazione

Normalità: Le paratoie sono piene d'acqua, immerse e appoggiate sul fondo.

Previsione di alta marea: Un centro di controllo monitora le previsioni e decide l'attivazione se la marea supera una certa soglia (es. 110 cm).

Sollevamento: Viene immessa aria compressa nei cassoni; l'aria espelle l'acqua, rendendo la paratoia galleggiante e facendola ruotare fino a emergere.

Chiusura: Le paratoie si sollevano, formando una barriera temporanea che blocca l'onda di marea prima che arrivi a Venezia.

Abbassamento: Terminata l'emergenza, le paratoie vengono riempite nuovamente d'acqua e tornano sul fondale, ripristinando il normale scambio tra mare e laguna.

### Tempistiche

Il tempo di sollevamento è di circa 30 minuti, mentre quello di abbassamento è di circa 15 minuti.

L'intera operazione dura in media 4-5 ore, inclusi i tempi di risalita e discesa.

Il costo di gestione del Mose include circa 100 milioni di euro all'anno per manutenzione e funzionamento, con un costo di circa 200.000 euro per ogni singola alzata, sebbene questo valore possa variare. La costruzione del Sistema Mose ha avuto un costo complessivo di circa 5,5 miliardi di euro.

## 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**.

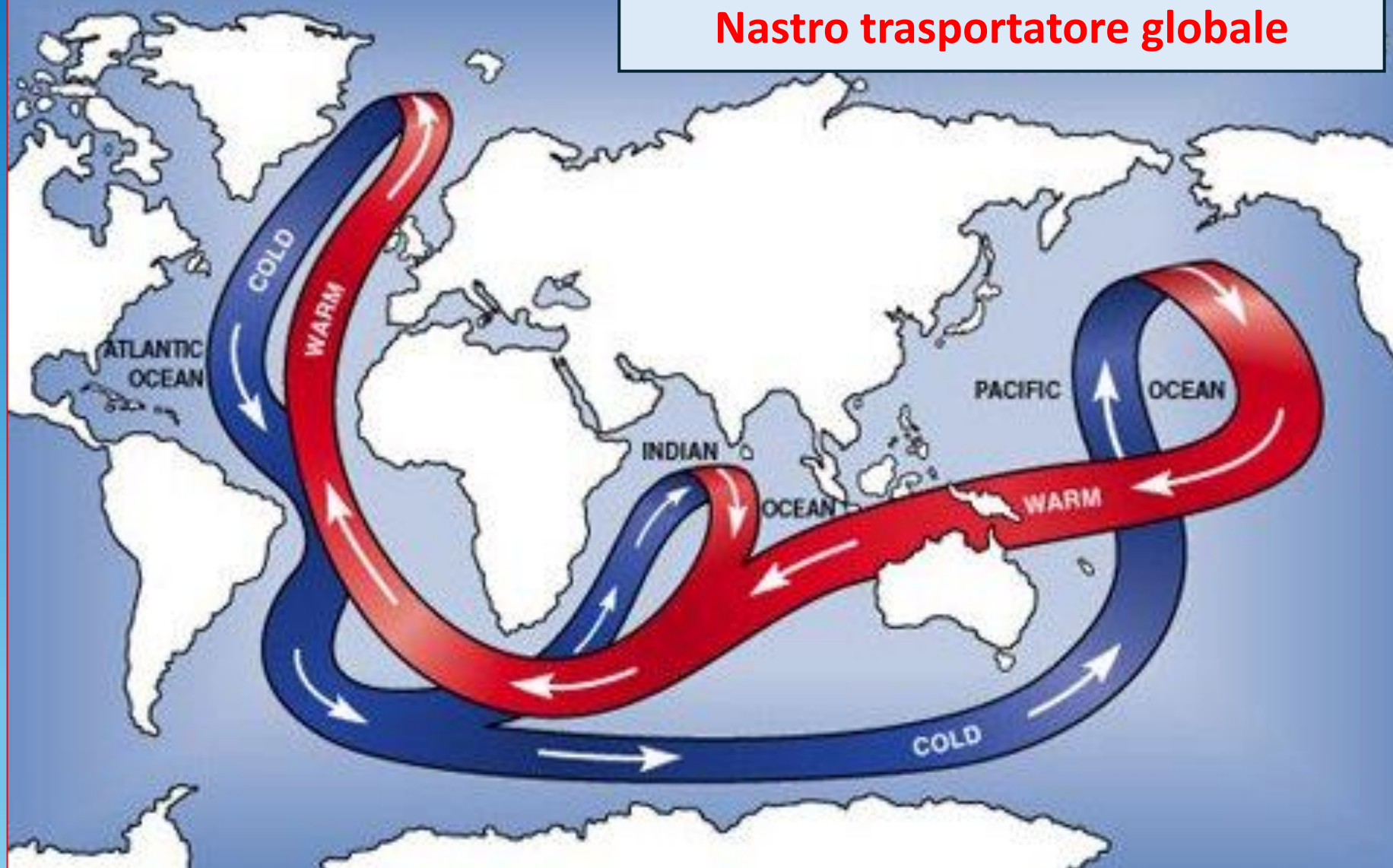
## Caratteristiche del mare e le correnti oceaniche

La circolazione **ventosa** è sostenuta dall'energia trasferita dal vento alla superficie degli oceani, energia che può trasferirsi fino ai primi 500 metri di profondità. La circolazione **termoalina** dipende invece dalla variazione di densità all'interno della colonna d'acqua. Queste variazioni nella densità dipendono dalla salinità e dalla temperatura delle acque, che sono continuamente influenzate da processi come lo scioglimento dei ghiacci, le precipitazioni e l'evaporazione dell'acqua e infine l'accumulo di calore solare.

Le due componenti della circolazione oceanica interagiscono e si influenzano in continuazione, creando un moto incessante di enormi quantità di acqua conosciuto come Circolazione Meridionale Capovolta (*Global Meridional Overturning Circulation* o *GMOC*). Questa circolazione è fondamentale nel **mettere in comunicazione diverse aree e bacini oceanici del nostro pianeta**. Possiamo immaginarla come un grande nastro trasportatore d'acqua che attraversa tutto il pianeta ininterrottamente e la cui componente calda, meno densa e più "leggera", scorre in superficie mentre la componente fredda, più densa e "pesante", si inabissa e scorre nelle profondità oceaniche.



## Nastro trasportatore globale



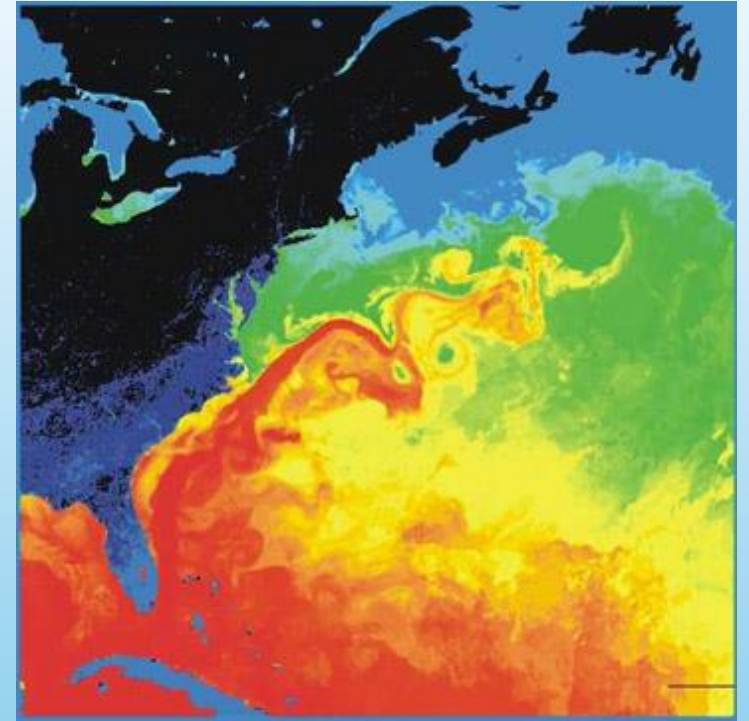
# *Tempo oceanico (temperatura superficiale nell'Atlantico occidentale)*

---

La **Corrente del Golfo** trasporta circa **90 milioni di metri cubi d'acqua al secondo**.

Il **Rio delle Amazzoni** è il fiume con la maggiore portata al mondo, con circa **200.000 metri cubi al secondo**.

Per confronto, il fiume italiano con la portata più elevata, il **Po**, scarica in media circa **1.000 metri cubi al secondo**.

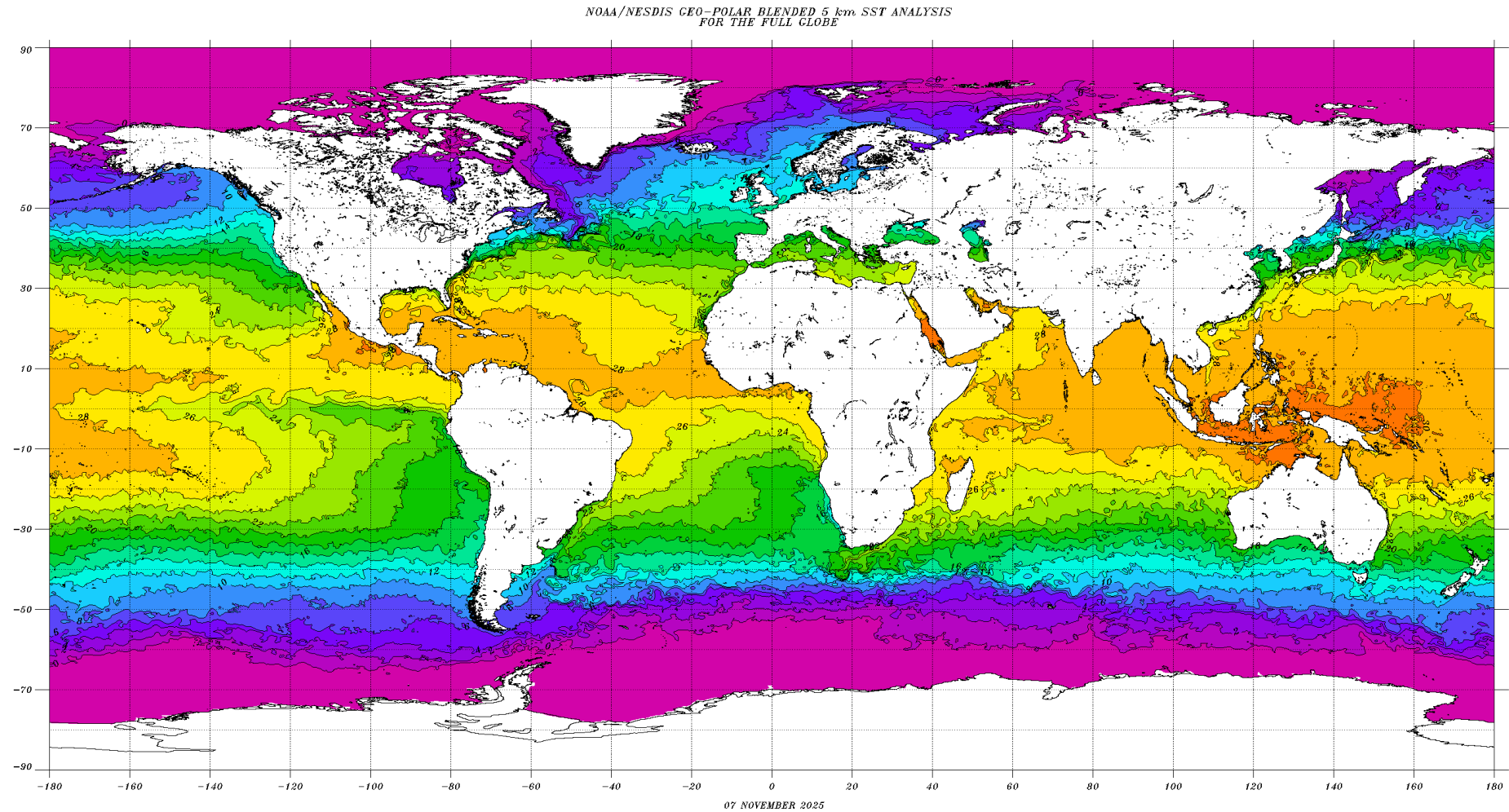


## ***Come le correnti influenzano il clima***

Il ruolo delle correnti contribuisce ad equilibrare gli sbilanciamenti di calore (e quindi di energia) tra differenti aree del pianeta. Per fare un esempio, la Circolazione Meridionale Capovolta trasporta grandi quantità di calore dall'equatore (dove l'irradiazione solare è diretta e maggiore) alle aree polari e subpolari. Una volta raggiunte queste aree, parte del calore viene rilasciato in atmosfera e si ha la formazione di acque fredde e profonde.

Queste zone di interscambio di calore (ossia di energia) sono molto importanti perché permettono di **regolare le condizioni climatiche delle regioni continentali vicine**. Come esempio si può considerare l'effetto della Corrente del Golfo nel regolare e determinare il clima del continente Europeo, più caldo rispetto agli Stati Uniti dove, alle stesse latitudini, le temperature sono più basse (basti pensare che New York è circa alla stessa latitudine di Napoli).

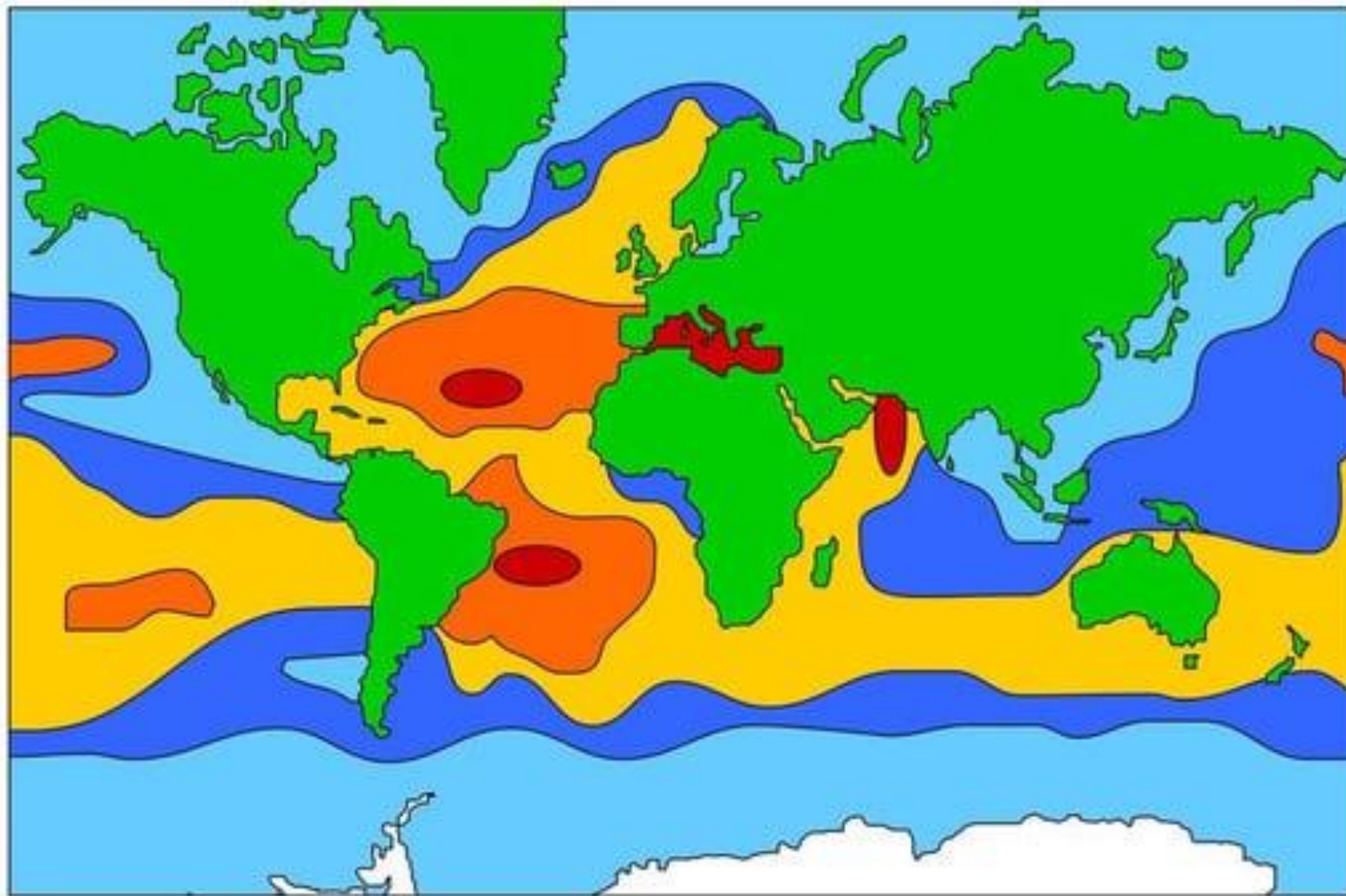
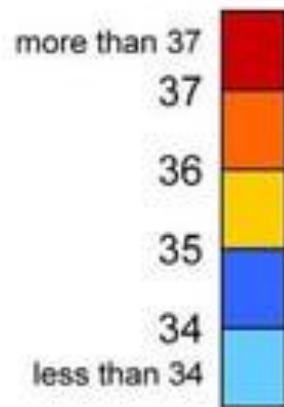




*Clima dell'oceano (temperatura superficiale)*



Salinity (ppt)



© The University of Waikato Te Whare Wānanga o Waikato | [www.sciencelearn.org.nz](http://www.sciencelearn.org.nz)

Salinità superficiale degli oceani espressa in grammi per litro o in grammi per chilo

La salinità degli oceani rappresenta la quantità di sali disciolti. La salinità media degli oceani è di 35 g per litro d'acqua (5 cucchiaini di sale per litro). Negli oceani, la salinità varia tra i 30g per litro dell'Atlantico settentrionale e i 40g per litro del Mar Rosso. Il Mediterraneo ha la salinità di 40g per litro.

La temperatura dell'acqua di mare varia in base alla latitudine, alla stagione e alla profondità. La media della temperatura superficiale degli oceano scende fino a 3,5 gradi negli abissi. Nel Mediterraneo, le temperature superficiali medie vanno dai 10-13 gradi in inverno ai 20-23 gradi in estate, ma possono raggiungere anche 30 gradi in piena estate in alcune zone.

Il Mar Morto che è praticamente un lago ha la salinità di quasi 400 g per litro.



### ***L'origine del sale in mare***

Il sale presente nell'acqua marina proviene principalmente dall'erosione delle rocce sulla terraferma. La pioggia, leggermente acida, scioglie minerali e sali dalle rocce; questi vengono trasportati dai fiumi fino agli oceani.

Una volta in mare, l'acqua evapora ma i sali restano, accumulandosi nel tempo.

Anche le attività vulcaniche sottomarine e le sorgenti idrotermali contribuiscono, rilasciando minerali direttamente nelle profondità marine.

È così che, in 1 miliardo di anni, l'acqua degli oceani è diventata salata.



## ***La salinità dei mari***

Come mai l'acqua del mare è salata dunque? Perché contiene diversi sali (**circa 35 grammi** per litro d'acqua) che l'acqua piovana porta con sé nel suo ritorno verso il mare, rendendolo per l'appunto salato. Tra questi, in concentrazione maggiore si trova il **cloruro di sodio**, un elemento simile al sale da cucina. Gli altri elementi contenuti sono:

- Magnesio
- Calcio
- Fluoro
- Ferro
- Zolfo

La salinità dei mari non dipende solo dalla quantità di cloruro disciolto o dalle temperature, ma anche dalla loro loro profondità, dalle correnti oceaniche, dalla quantità di pioggia che cade e dal luogo in cui ci si trova, ed è più alta più alta verso la superficie, dove si verifica una forte evaporazione.

Nei mari in cui l'apporto d'acqua dolce è più consistente, la salinità è più scarsa. Quindi la concentrazione di sale, che sale, che in media è complessivamente di 35 grammi ogni chilogrammo di acqua oceanica (mari compresi), **può** compresi), **può variare**: nel **mar Morto**, per esempio, al confine tra la Giordania e Israele, la concentrazione salina è salina è superiore di circa 10 volte. Questo lago si trova a 395 metri sotto [il livello del mare](#); in ogni litro ci sono sono disciolti 275 grammi di sali. Per questo motivo chi si immerge in queste acque riesce a galleggiare facilmente, facilmente, essendo molto dense.

In generale, il mare è più salato nelle **aree subtropicali** perché in queste zone per via del caldo c'è un'elevata un'elevata evaporazione che aumenta la concentrazione di sale. L'acqua è, invece, **meno salata** nell'Oceano Artico e Artico e Antartico, dove lo scioglimento dei ghiacciai in estate aggiunge acqua dolce.

Infine, i mari chiusi come il nostro **mar Mediterraneo** o il [mar Rosso](#) sono più salati perché l'evaporazione dell'acqua dell'acqua dolce è molto più forte e quindi questo fenomeno aumenta il livello di salinità del mare stesso.

L'ozono ( $O_3$ ) si trova **naturalmente nell'atmosfera terrestre**, ma in **zone diverse** con funzioni diverse:

**Stratosfera (circa 15–35 km di altitudine)**

- Qui si concentra **circa il 90% dell'ozono atmosferico**.
- Forma il **cosiddetto strato di ozono**.

## Effetti sul clima

### Ozono troposferico

- È un **gas serra**: contribuisce al **riscaldamento globale**
- Ha una vita atmosferica breve (giorni–settimane), ma un forte potere radiativo
- Influisce sulla **chimica atmosferica**, riducendo la capacità dell’atmosfera di “autopulirsi”

### Ozono stratosferico

- La sua diminuzione provoca:
  - Maggiore penetrazione di **raggi UV**
  - Alterazioni della **circolazione atmosferica**
  - Effetti indiretti sul clima regionale (es. Antartide)

## Effetti su ecosistemi e agricoltura

- Riduce la **fotosintesi**
- Danneggia foglie e tessuti vegetali
- Diminuisce la **resa agricola**
- Indebolisce le foreste

## Cos'è davvero il buco di ozono

- **Non è un vero buco**, ma una zona in cui lo strato di ozono diventa **molto sottile**.
- Si manifesta principalmente **sopra l'Antartide** (e in parte sull'Artico).
- Compare **stagionalmente**, soprattutto in **primavera australe** (settembre–ottobre).

### Perché si forma

- Causato soprattutto da **sostanze chimiche prodotte dall'uomo**, come:
  - **CFC** (clorofluorocarburi)
  - Halon
- Queste sostanze rilasciano **cloro e bromo** che distruggono l'ozono.
- Le **temperature molto basse** della stratosfera polare favoriscono le reazioni chimiche.

### Conseguenze

- Maggior passaggio di **raggi ultravioletti (UV)** verso la Terra
- Aumento del rischio di:
  - **Tumori della pelle**
  - **Danni agli occhi**
  - Problemi agli ecosistemi e al plancton
- Possibili effetti sul **clima**

### Oggi

- Grazie al **Protocollo di Montréal (1987)**, l'uso dei CFC è stato ridotto.
- Lo strato di ozono mostra **segnali di recupero**, ma lentamente.



I **CFC (clorofluorocarburi)** sono **composti chimici artificiali** formati da **cloro, fluoro e carbonio**.

### Cosa sono

- Gas **incolori e inodori**
- Molto **stabili** (restano a lungo nell'atmosfera)
- Non tossici per l'uomo a basse concentrazioni

### A cosa servivano

In passato erano usati soprattutto come:

- **Gas refrigeranti** (frigoriferi, condizionatori)
- **Propellenti** nelle bombolette spray
- **Solventi industriali**
- Materiali per la produzione di **schiume plastiche**

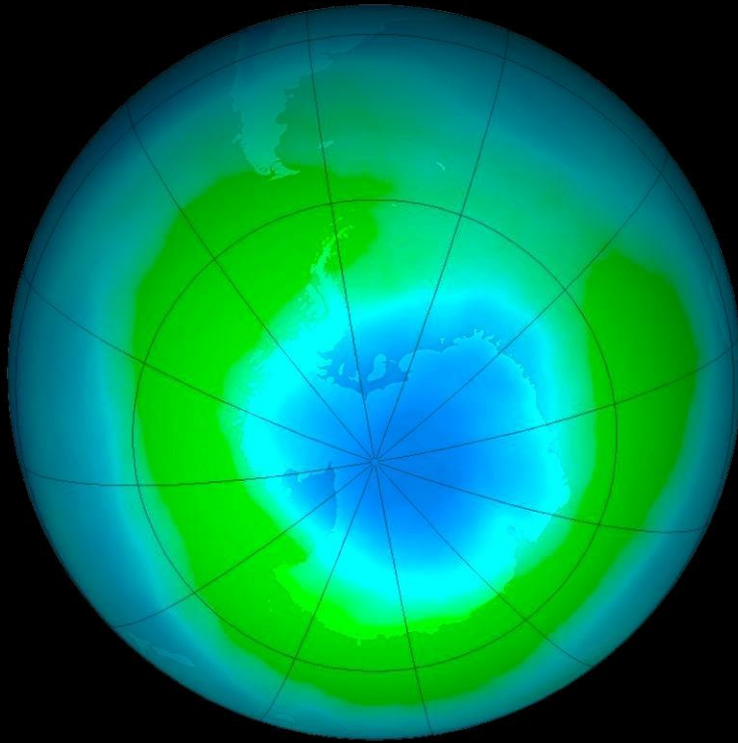
### Perché sono pericolosi

- Una volta liberati nell'atmosfera, **raggiungono la stratosfera**
- La radiazione UV li rompe liberando **atomi di cloro**
- Il cloro **distrugge l'ozono**, contribuendo al **buco dell'ozono**
- Un solo atomo di cloro può distruggere **migliaia di molecole di ozono**

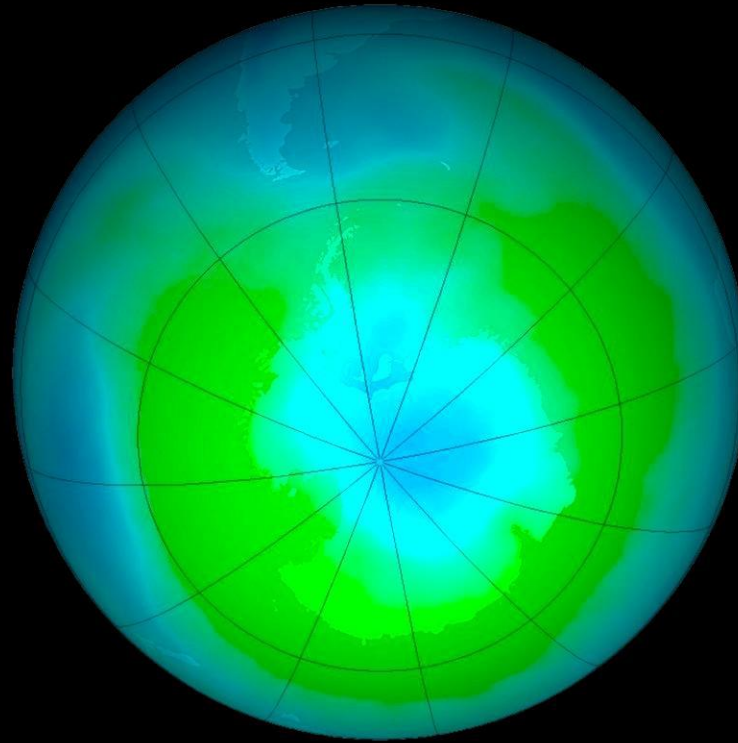
### Oggi

- Vietati o fortemente limitati dal **Protocollo di Montréal (1987)**
- Sostituiti da sostanze meno dannose (HFC, HCFC, ecc.)

1985



2024



Quello che è successo con lo strato di ozono ci insegna una cosa importante: quando le nazioni collaborano, i problemi ambientali possono essere risolti. Eliminando le sostanze che lo danneggiavano, abbiamo ottenuto risultati concreti. Oggi si può fare lo stesso per il clima, riducendo l'uso dei combustibili fossili, le emissioni di gas serra e l'aumento della temperatura globale. Il futuro del pianeta dipende dalle scelte che si fanno adesso.

[www.breakingpoints.blog](http://www.breakingpoints.blog)

Un breaking point è il *punto di rottura*: il momento in cui un sistema, meccanico, naturale, sociale o politico, non regge più le pressioni a cui è sottoposto. È la soglia oltre la quale non si torna indietro: l'equilibrio salta, il collasso inizia, oppure si apre lo spazio per un cambiamento radicale.

Nel nostro presente, i breaking points si moltiplicano. Clima, ecosistemi, disuguaglianze, guerre, democrazia, salute pubblica, informazione: tutto si intreccia in una *policrisi globale*.

**BREAKING POINTS** è un osservatorio critico sulla crisi sistemica. Uno spazio in cui scienza, etica e politica si incontrano per capire dove siamo, cosa sta cedendo, e cosa possiamo ancora trasformare.