

Il Mediterraneo nell'era del cambiamento climatico

Gacic M.

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica
Sperimentale, Trieste, Italy
in collaboration with G. Civitarese

L'ondata di gelo secondo i climatologi: fa freddo solo perché il clima è più caldo

«Allerta meteo in cinque regioni del Sud ondata di gelo, neve e venti di burrasca» (repubblica.it). «Il freddo non molla la presa, arriva neve sulle coste dell'Adriatico» (lastampa.it). «Meteo, in Italia ondata di gelo: neve in arrivo, allerta in 5 regioni» (corriere.it).

Il grande freddo del 2026, con l'Italia spaccata in due a cavallo dell'Epifania, fra il Centro-Sud imbiancato di neve e il resto del Paese alle prese con il ghiaccio seppur baciato da sole, cozza con la narrazione che siamo irreparabilmente condannati a un clima sempre più caldo e sempre più tropicale.

Gli esperti (quasi con gusto perverso) avevano appena diffuso i dati per cui, in attesa della conferma ufficiale dal programma Copernicus, il 2025 è stato il secondo anno più caldo mai registrato a pari merito con il 2023. Tendenza blindata dal dicembre appena passato, risultato meno caldo solo rispetto al record assoluto di dicembre 2022. Poi però arriva un gennaio da rabbividire e perciò c'è bisogno di trovare contromisure mediatiche, «ha da passa' a nuttata».

In questo, il climatologo Luca Mercalli è sempre fra i più efficaci. La sua analisi rilasciata alle agenzie spiega che quest'ondata di freddo non è un evento eccezionale, è stata finora «una settimana invernale, novecentesca: abbiamo avuto un episodio freddo, sotto la media, ma che sarebbe stato assolutamente normale per quegli inverni classici che avevamo negli Anni 80 e 90, prima che il surriscaldamento globale portasse all'innalzamento delle temperature». Insomma, battiamo i denti non per colpa di un'anomalia climatica estrema e «ci stupiamo perché siamo abituati al caldo: le ondate di freddo sono diventate più rare e brevi negli ultimi 25 anni, facendoci percepire il freddo "normale" come eccezionale».

E giù a sciorinare episodi più intensi in passato, quando l'inverno signora mia era davvero il Generale Inverno, e il freddo aveva la F maiuscola: ella storia recente ne abbiamo avuto di molto peggiori: ricordo quello del 2012 che è stato nettamente più intenso, ma anche quello del febbraio del 2018», si compiace Mercalli, con temperature ben più basse, ad esempio i -15 gradi in Piemonte.

Il climatologo non nega il freddo, ma lo contestualizza abilmente dipingendolo come un temporaneo ritorno a dinamiche invernali passate (e avvisando che nel giro di un paio di giorni le temperature saliranno ovunque). Tutto questo perché la linea degli esperti è sempre netta e univoca (unica?): le ondate di gelo non solo non contraddicono il riscaldamento globale, ma ne sono una manifestazione estrema e paradossale, legata alla destabilizzazione dei sistemi climatici. Fa freddo perché fa caldo. Una sottile e attenta argomentazione lessicale che strizza l'occhio alla distinzione meteo/clima: esattamente quella che costoro hanno sempre rinfacciato agli scettici del climate change, ma ora state tutti zitti, per favore. Tanto che nella calza della Befana hanno già infilato la gufata: secondo il Met Office, è previsto che il 2026 sarà tra gli anni più caldi, con temperature medie globali che si avvicineranno alla soglia di 1,5°C sopra i livelli preindustriali.

P.S. Ma che vuol dire freddo «novecentesco»? Pare più una chiacchiera da bar, roba da «ti ricordi quando ...?», che un paragone scientifico...

Clima, studio sui ghiacci della Groenlandia smonta decenni di bufale catastrofiste sul cambiamento climatico: in passato faceva molto più caldo di oggi | DATI

Clima, uno studio pubblicato su Nature Geoscience documenta come il riscaldamento naturale dell'Olocene abbia fuso completamente settori della calotta di ghiaccio della Groenlandia offrendo una prospettiva fondamentale sulla variabilità climatica storica del nostro pianeta.

...

Questa scoperta **smonta la narrazione di una calotta glaciale fragile e sull'orlo di un collasso irreversibile causato dall'uomo**. Al contrario, dimostra che **il ghiaccio groenlandese possiede una dinamica ciclica di crescita e ritiro estremamente resiliente**. Se settemila anni fa la Groenlandia era molto più calda e priva di ghiacci in vaste aree costiere e interne, e se nonostante ciò la calotta è stata in grado di rigenerarsi e tornare agli spessori attuali, allora **il concetto di punto di non ritorno appare più come uno spauracchio ideologico che come una realtà climatologica**.

...

In conclusione, lo studio del Prudhoe Dome ci offre una **lezione di umiltà e realismo**. Ci insegna che il riscaldamento attuale, pur meritevole di attenzione, **rientra in un quadro di variabilità naturale che la Terra ha già sperimentato in tempi relativamente recenti**. Vedere la fusione dei ghiacci come **un segnale di apocalisse imminente** ignora la storia profonda del nostro pianeta, che **ha già conosciuto una Groenlandia verde e senza cupole glaciali molto prima che l'attività umana potesse minimamente influenzare l'atmosfera**. La scienza geologica, attraverso queste perforazioni, ci invita a guardare oltre l'allarmismo, riconoscendo la potenza e la naturalezza dei cicli climatici terrestri.

Deglaciation of the Prudhoe Dome in northwestern Greenland in response to Holocene warming

Caleb K. Walcott-George e co-autori

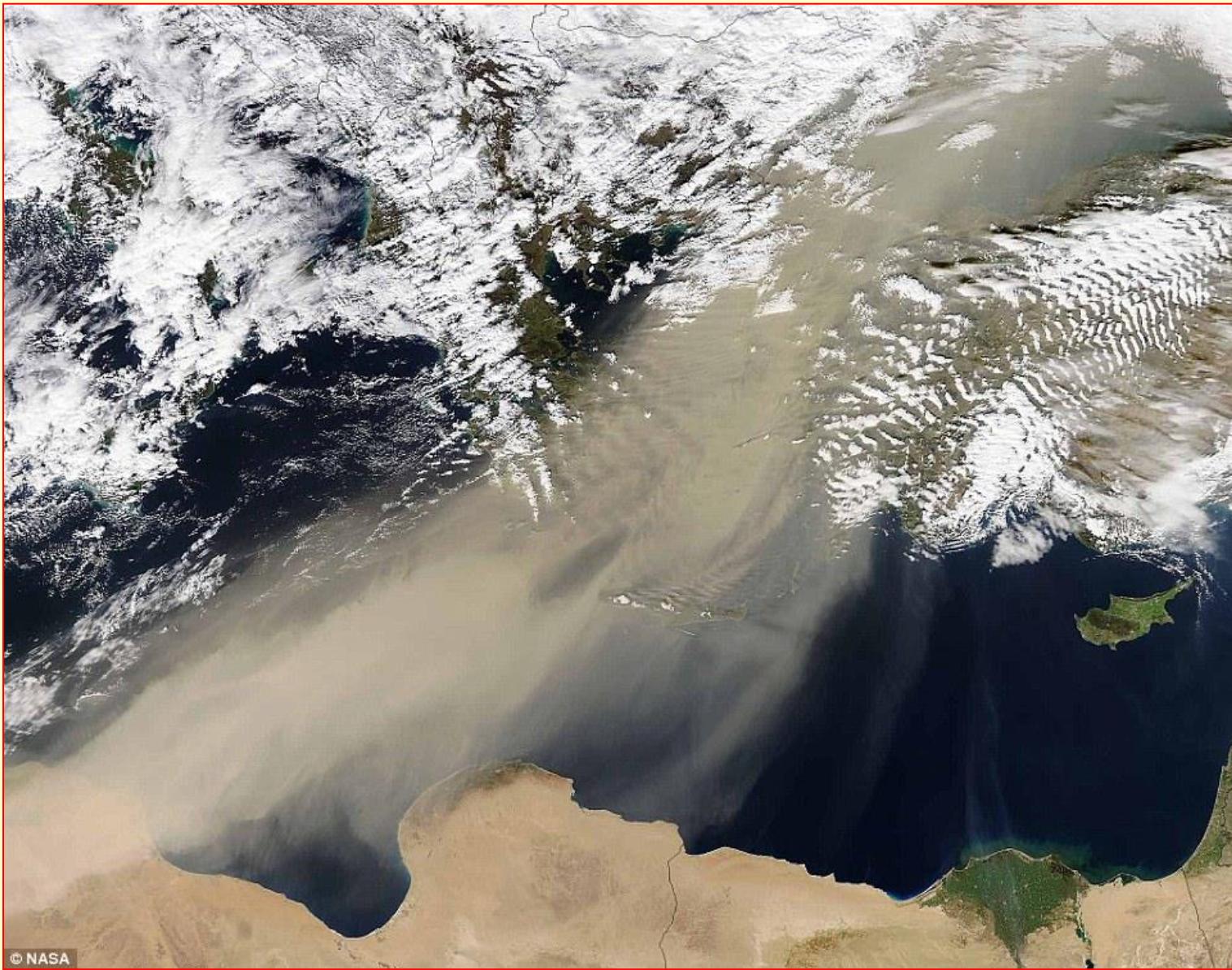
Le proiezioni del futuro innalzamento del livello del mare traggono beneficio dalla comprensione della risposta delle calotte glaciali passate al riscaldamento durante gli interglaciali del Quaternario. I vincoli sull'estensione della ritirata verso l'interno della Calotta Glaciale della Groenlandia durante l'Olocene medio (~8–4 mila anni prima del presente) sono limitati, poiché le evidenze geologiche di una fase più piccola dell'attuale rimangono in gran parte sotto la calotta moderna. Abbiamo perforato 509 metri di firn e ghiaccio presso Prudhoe Dome, nella Groenlandia nord-occidentale, per ottenere materiali subglaciali che forniscono prove dirette della risposta della calotta della Groenlandia nord-occidentale al caldo dell'Olocene. Qui presentiamo misure di luminescenza stimolata all'infrarosso su sedimenti subglaciali che indicano che il suolo sotto la sommità è stato esposto alla luce solare $7,1 \pm 1,1$ mila anni fa. Questa proposta di completa deglaciazione di Prudhoe Dome, contemporanea a una ridotta estensione di altre calotte glaciali in tutta la Groenlandia settentrionale, è coerente con valori di $\delta^{18}\text{O}$ esclusivamente interglaciali della colonna di ghiaccio di Prudhoe Dome e con la modellazione età–profondità del ghiaccio. I nostri risultati indicano una risposta sostanziale della calotta glaciale della Groenlandia nord-occidentale al riscaldamento dell'Olocene iniziale, stimato in +3–5 °C sulla base dei dati paleoclimatici. Questo intervallo di temperature estive è simile alle proiezioni di riscaldamento entro il 2100 d.C.

Batimetria del Mediterraneo



Caratteristiche specifiche del Mediterraneo

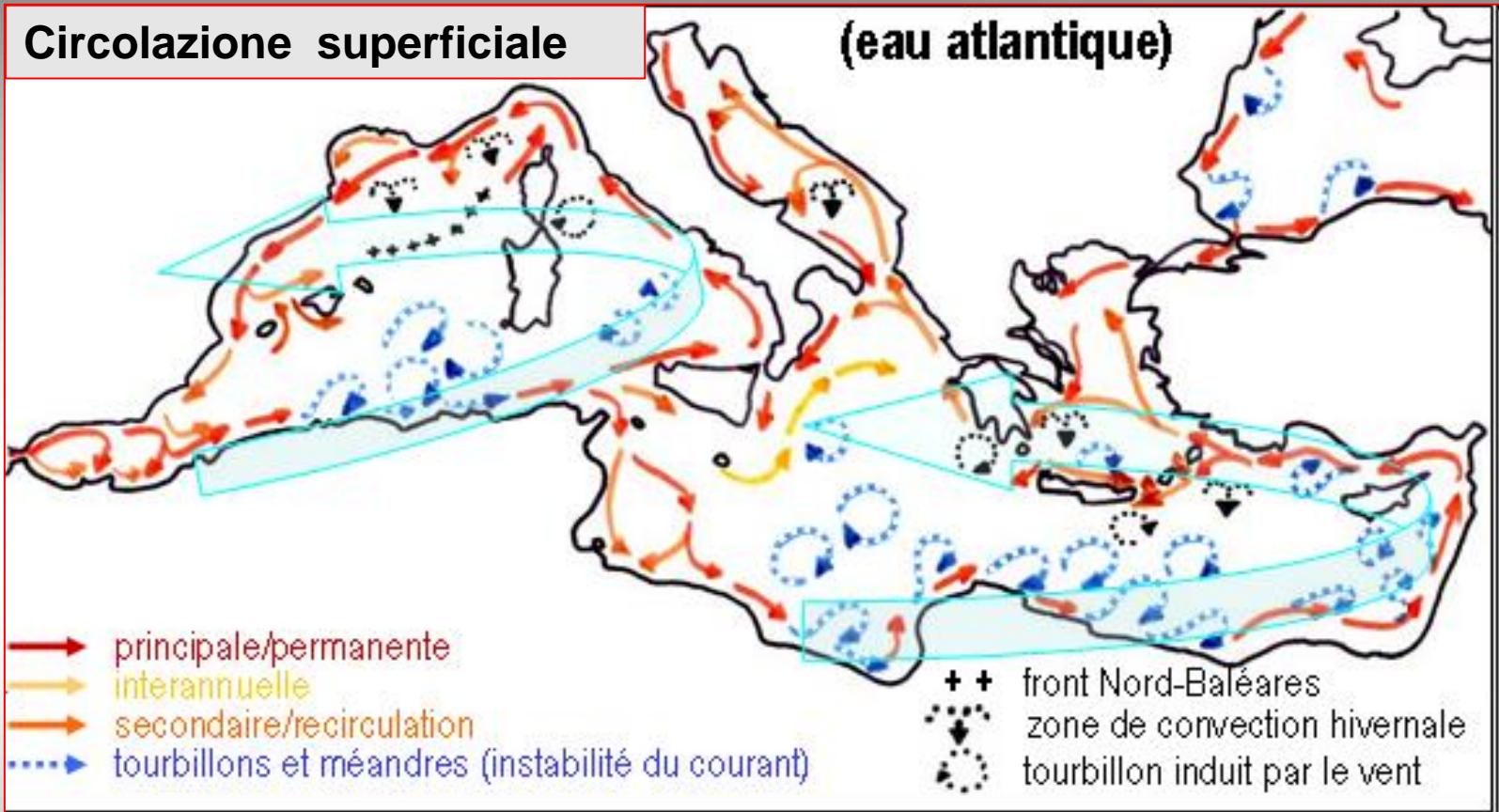
- Il Mediterraneo è un **mare intercontinentale semi-chiuso**, con una superficie di circa **2,5 milioni di km²**.
- È collegato all'Oceano Atlantico tramite lo **Stretto di Gibilterra**, al **Mar Nero** attraverso gli **stretti del Bosforo e dei Dardanelli** e al **Mar Rosso** tramite il **Canale di Suez**.
- Presenta una **profondità media di circa 1.500 metri**, con il punto più profondo nella **Fossa Calipso** (oltre 5.200 m).
- Le acque sono più salate rispetto all'Atlantico a causa della forte evaporazione e del limitato apporto di grandi fiumi.
- Le **correnti marine** sono deboli ma importanti per la circolazione delle acque e il clima regionale.
- Il **clima mediterraneo** influenza fortemente l'area: estati calde e secche, inverni miti, con precipitazioni irregolari.
- Il Mediterraneo ospita circa il **7% delle specie marine mondiali**, nonostante rappresenti meno dell'1% delle acque oceaniche.
- È una zona **altamente antropizzata**, con intenso traffico marittimo, pesca, turismo e grandi città costiere.

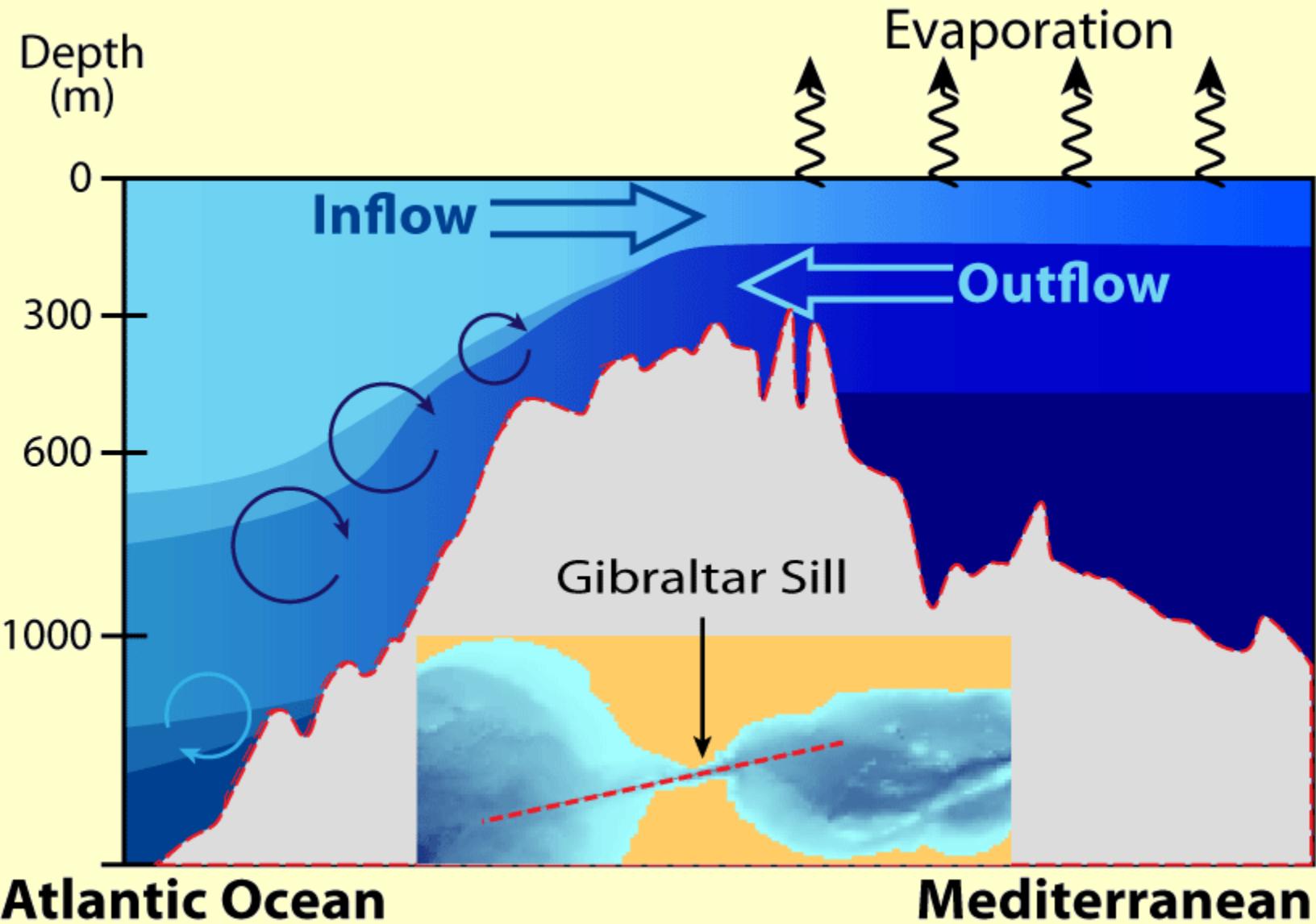


© NASA

Circolazione superficiale

(eau atlantique)

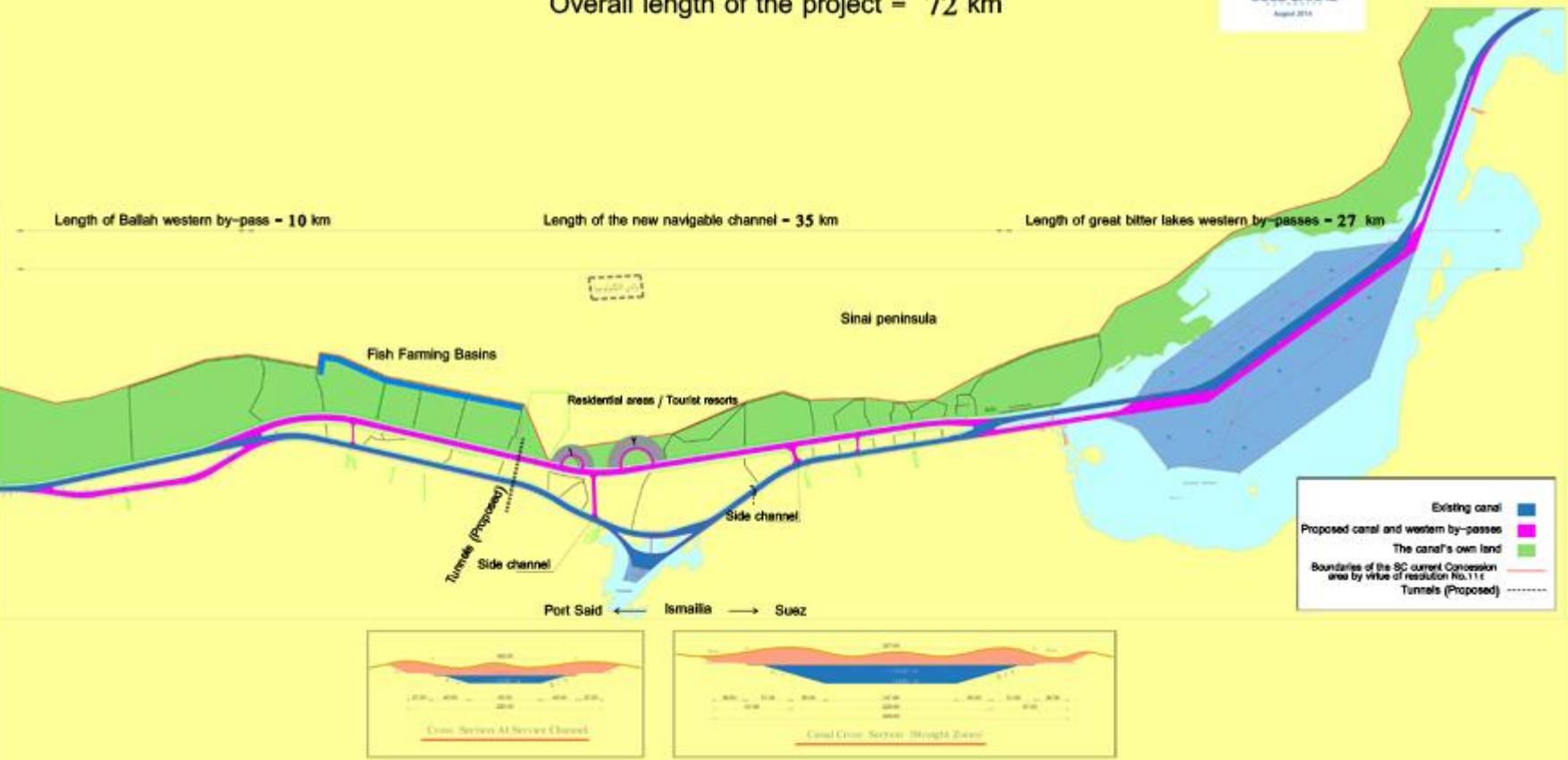


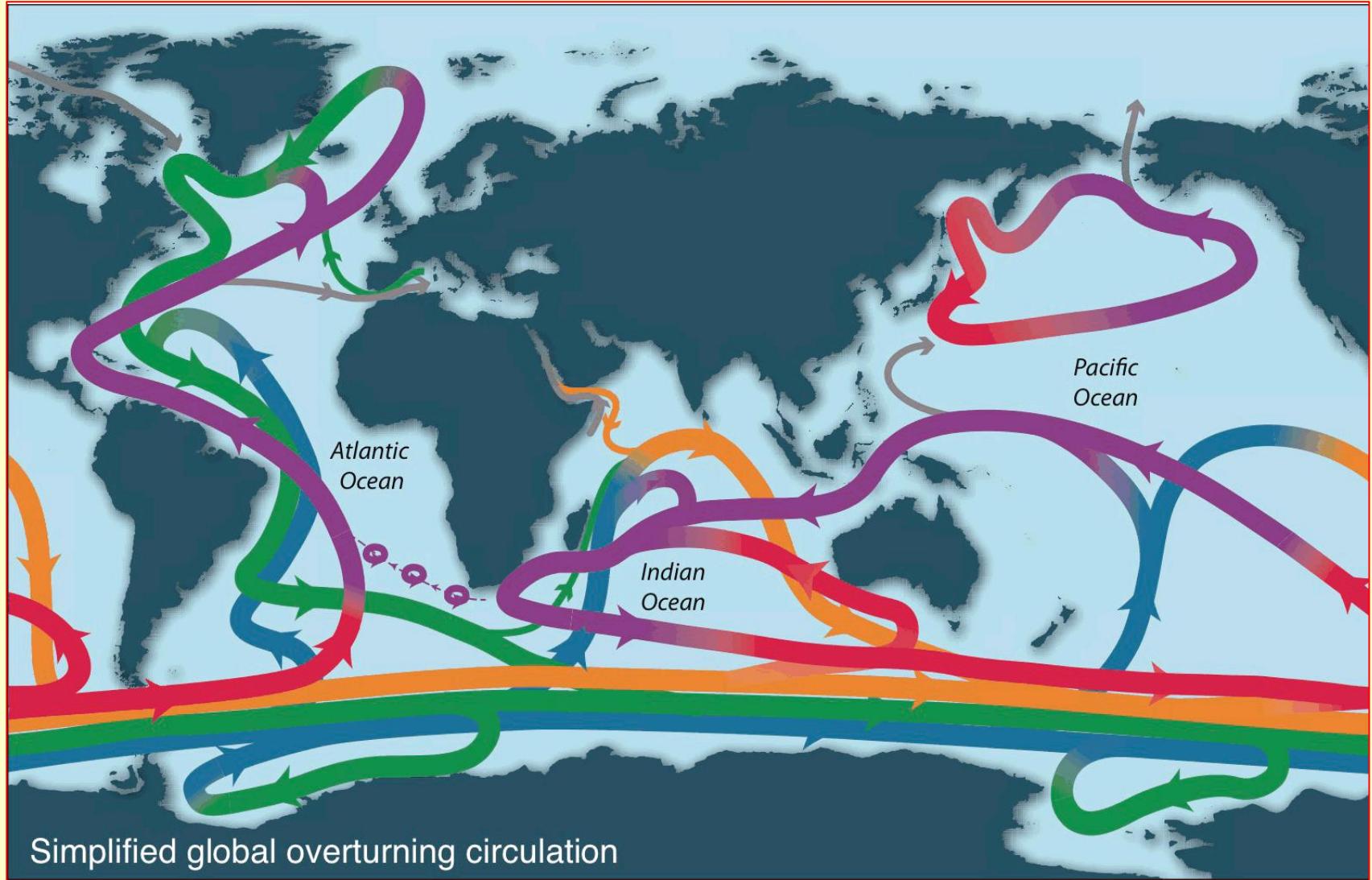




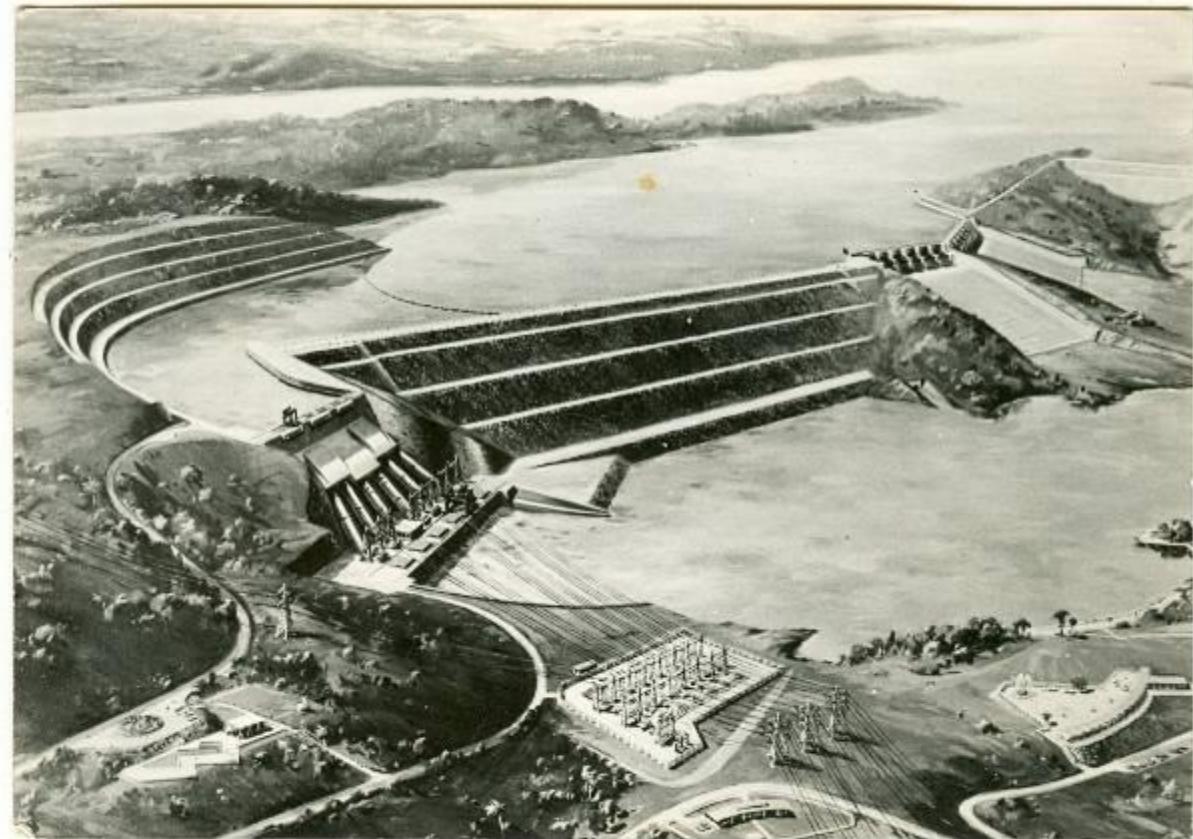
NEW SUEZ CANAL PROJECT

Overall length of the project = 72 km





Abbassare il livello del Mediterraneo, per sfruttare il dislivello rispetto agli oceani e produrre elettricità era un'idea venuta nel 1927 all'ingegnere tedesco Herman Sörgel. Sbarrando lo stretto di Gibilterra con una diga lunga 35 km e larga 550 metri, il Mediterraneo avrebbe finito per descendere di 100 metri, al ritmo di un metro e mezzo l'anno. Il progetto fu chiamato *Atlantropa* o *Paneuropa*. Ulteriori dighe avrebbero dovuto essere costruite fra Tunisia, Sicilia e Italia, che già sarebbero rimaste quasi unite dalle terre emerse, e nei Dardanelli. Sardegna e Corsica si sarebbero unite del tutto. Ciò avrebbe separato il Mediterraneo occidentale da quello orientale, che sarebbe stato fatto calare di altri 100 metri. L'intera impresa avrebbe lasciato all'asciutto 660.000 chilometri quadrati di nuova terra da abitare e coltivare, pari a oltre il doppio dell'Italia. In compenso, nel resto del mondo gli oceani si sarebbero innalzati "solo" di un metro. Le cascate fra Atlantico e Mediterraneo, e fra l'ovest e l'est del Mediterraneo, avrebbero prodotto energia idroelettrica pari al 30% dell'attuale consumo di tutto il continente europeo.



Birrart

www.delcampe.net

Storia del Canale di Suez

- **Antichità:** già ai tempi degli Egizi esistevano canali che collegavano il **Nilo al Mar Rosso**, usati per il commercio.
- **1859:** iniziano i lavori del canale moderno, guidati dal diplomatico francese **Ferdinand de Lesseps**.
- **1869:** il **Canale di Suez viene inaugurato**, collegando direttamente il **Mar Mediterraneo al Mar Rosso**.
- Il canale elimina la necessità di circumnavigare l'Africa, **accorciando enormemente le rotte commerciali**.
- **1956:** il presidente egiziano **Gamal Abdel Nasser** nazionalizza il canale, provocando la **Crisi di Suez** con Francia, Regno Unito e Israele.
- Dopo il conflitto, il canale resta sotto il **controllo dell'Egitto**.
- **1967–1975:** il canale rimane chiuso a causa dei conflitti arabo-israeliani.
- **Dal 1975 in poi:** riapertura e continui lavori di **ampliamento e modernizzazione**.
- **2015:** inaugurazione del **Nuovo Canale di Suez**, che aumenta la capacità e l'importanza strategica del passaggio.

Il Nuovo Canale di Suez

- **Il Nuovo Canale di Suez** è stato **inaugurato nel 2015** in Egitto.
- Non sostituisce il canale originale (aperto nel **1869**), ma ne è un **ampliamento**.
- Consiste in un **nuovo tratto parallelo** lungo circa **35 km**, più l'allargamento e l'approfondimento di altre sezioni.
- Permette il **passaggio simultaneo delle navi** in entrambe le direzioni, riducendo i tempi di attesa.
- Il tempo di attraversamento è sceso da circa **18 a 11 ore**.
- Ha aumentato la **capacità di traffico commerciale**, rendendo il canale ancora più importante per il commercio mondiale.
- Collega il **Mar Mediterraneo** al **Mar Rosso**, facilitando gli scambi tra **Europa, Asia e Africa**.
- Ha però anche avuto **impatti ambientali**, come la maggiore diffusione di **specie aliene** dal Mar Rosso al Mediterraneo (migrazione lessepsiana)

Il barone Pasquale Revoltella e il Canale di Suez

- **Pasquale Revoltella (1795–1869) fu un imprenditore e finanziere triestino.**
- Fu uno dei principali **sostenitori economici del Canale di Suez** nella fase iniziale del progetto.
- Divenne **vicepresidente della Compagnia Universale del Canale Marittimo di Suez**, fondata da Ferdinand de Lesseps.
- Contribuì in modo decisivo a **convincere investitori europei**, soprattutto dell'area austro-ungarica, a finanziare l'opera.
- Grazie al suo sostegno, Trieste rafforzò il proprio ruolo di **porto strategico** nei traffici con l'Oriente.
- Revoltella partecipò anche all'**inaugurazione del Canale nel 1869**, poco prima della sua morte.

Specie aliene – nel Mediterraneo



Caulerpa taxifolia



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



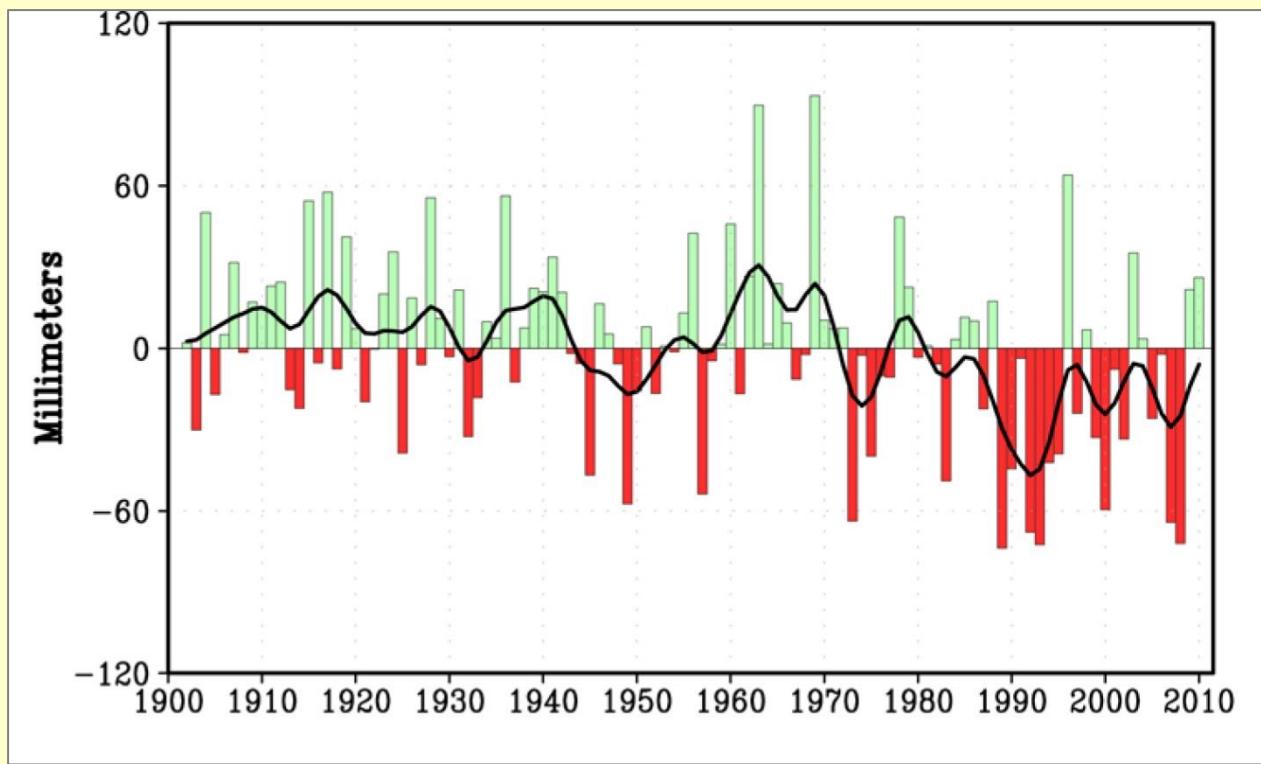
Pesce leone

Specie arrivate attraverso il
Canale di Suez (lessepsiane)
dal Mar Rosso



Pesce palla

**Produce una delle tossine più letali
del mondo**



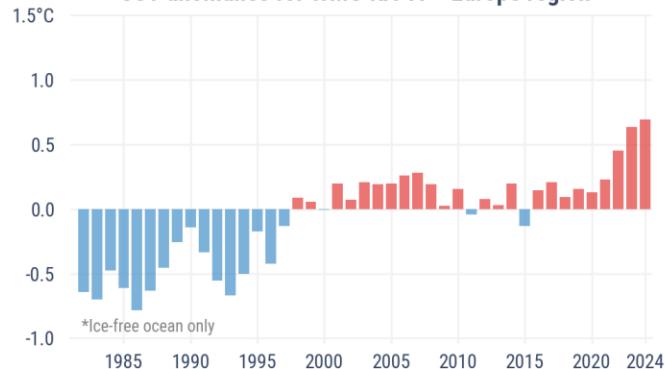
Siccità invernali sono sempre più frequenti nel Mediterraneo e le attività umane e i relativi cambiamenti climatici sono parzialmente responsabili per questo. Nel periodo 1990 – 2010 sono stati registrati 12 inverni più secchi degli ultimi 110 anni.

Credit: NOAA

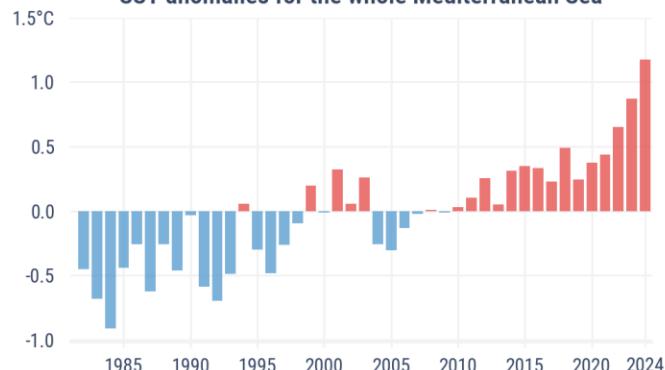
Anomalies in annual sea surface temperature (SST)

Data: C3S Sea and Sea Ice Surface Temperature (1982–2024) • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF/DMI

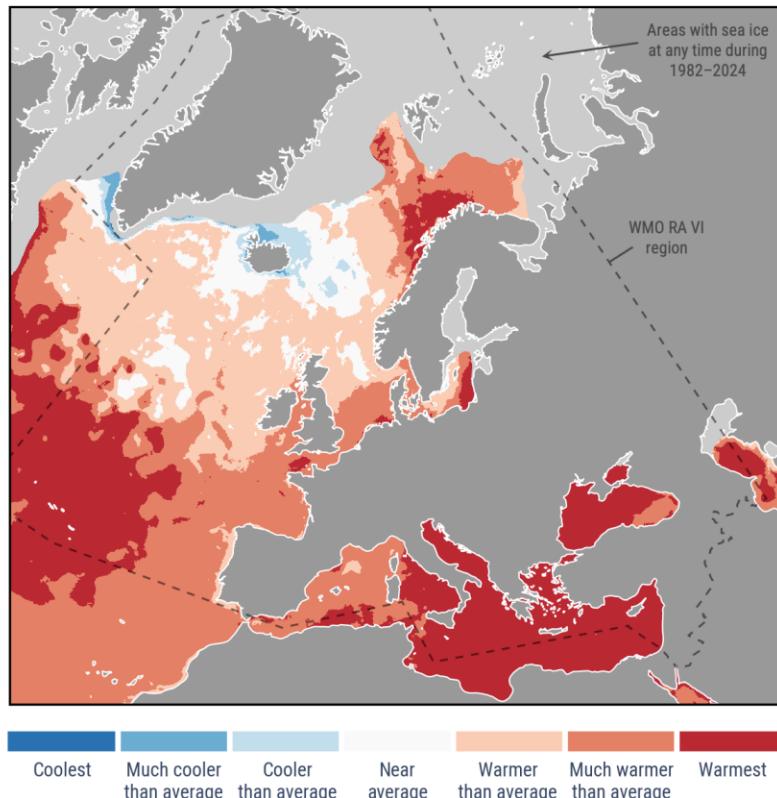
SST anomalies for WMO RA VI – Europe region*



SST anomalies for the whole Mediterranean Sea



Anomalies and extremes in SST in 2024



PROGRAMME
OF
THE EUROPEAN UNION

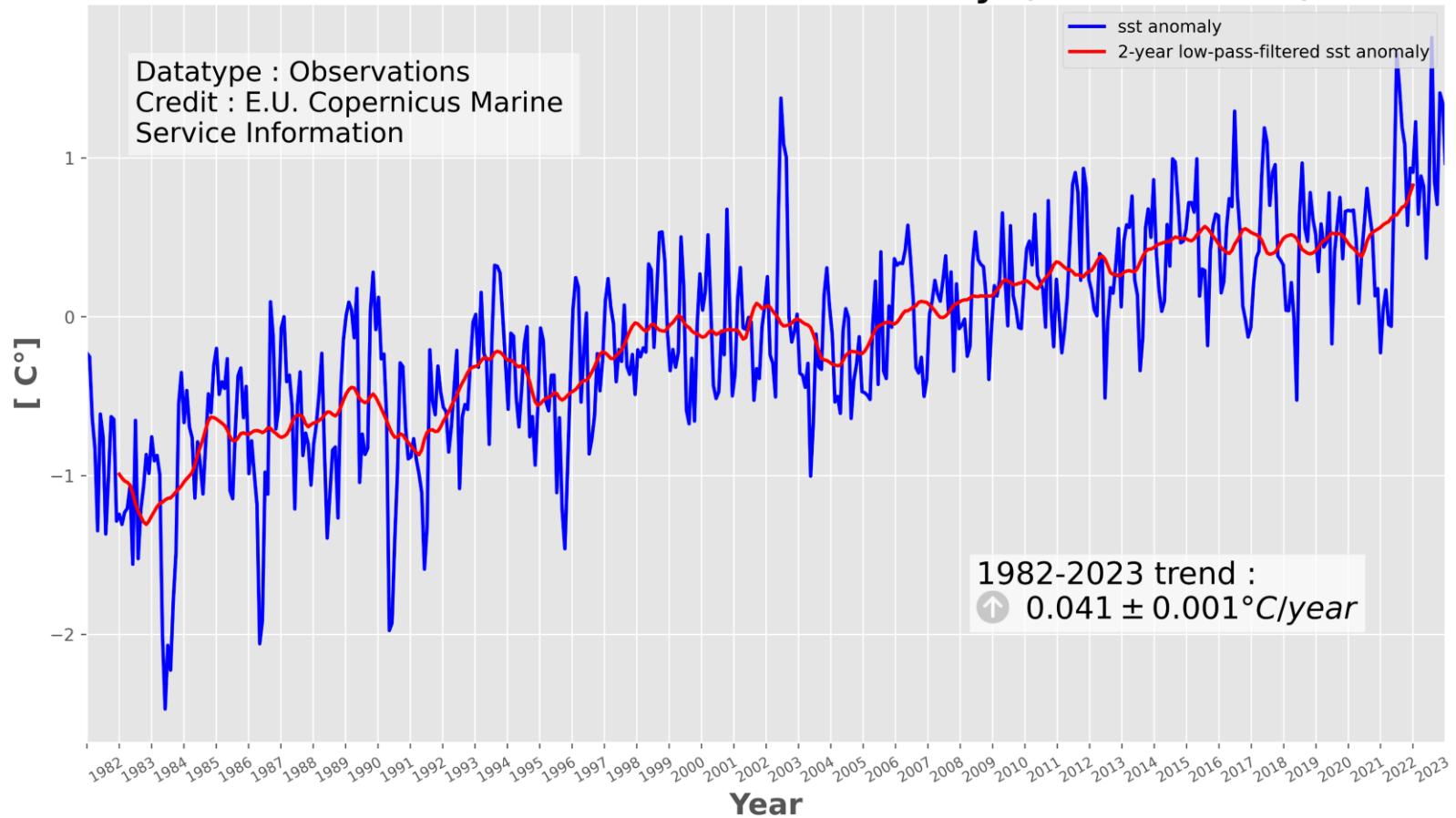


Climate
Change Service

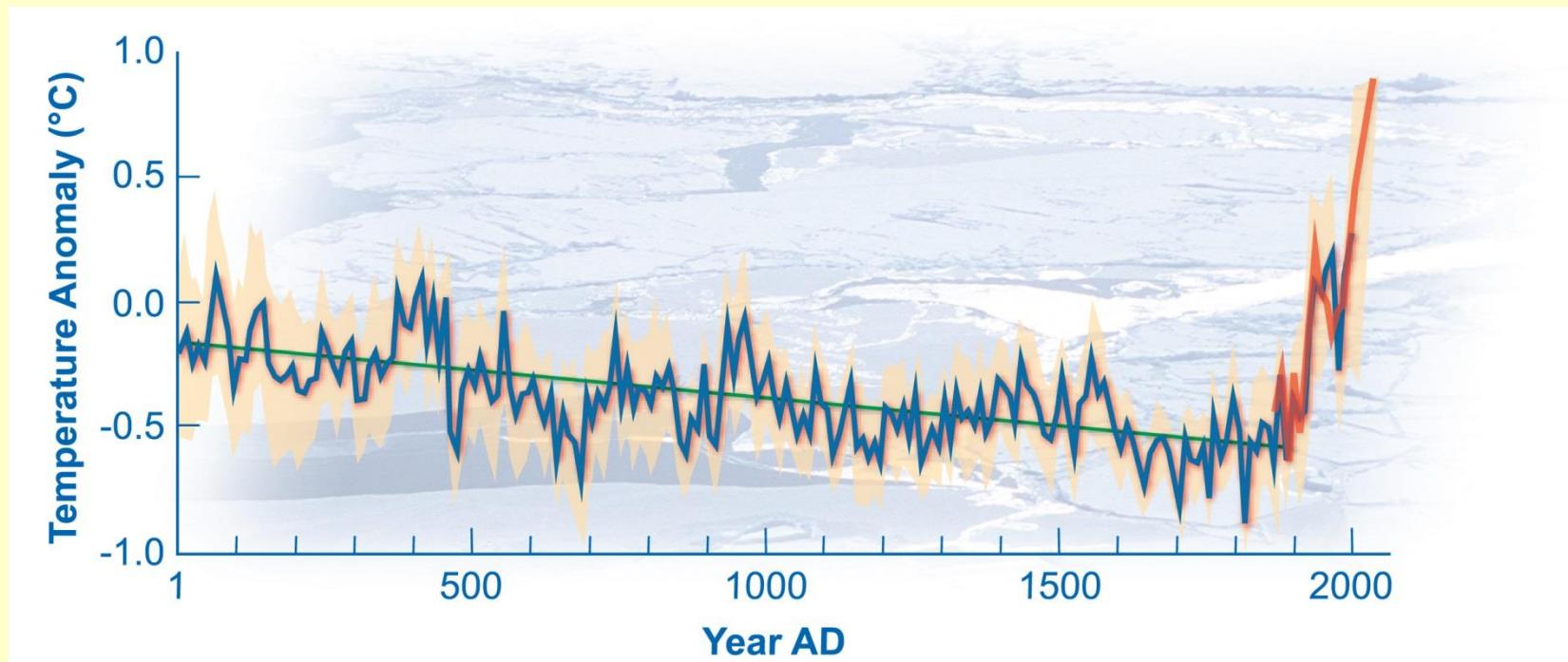
IMPLEMENTED BY



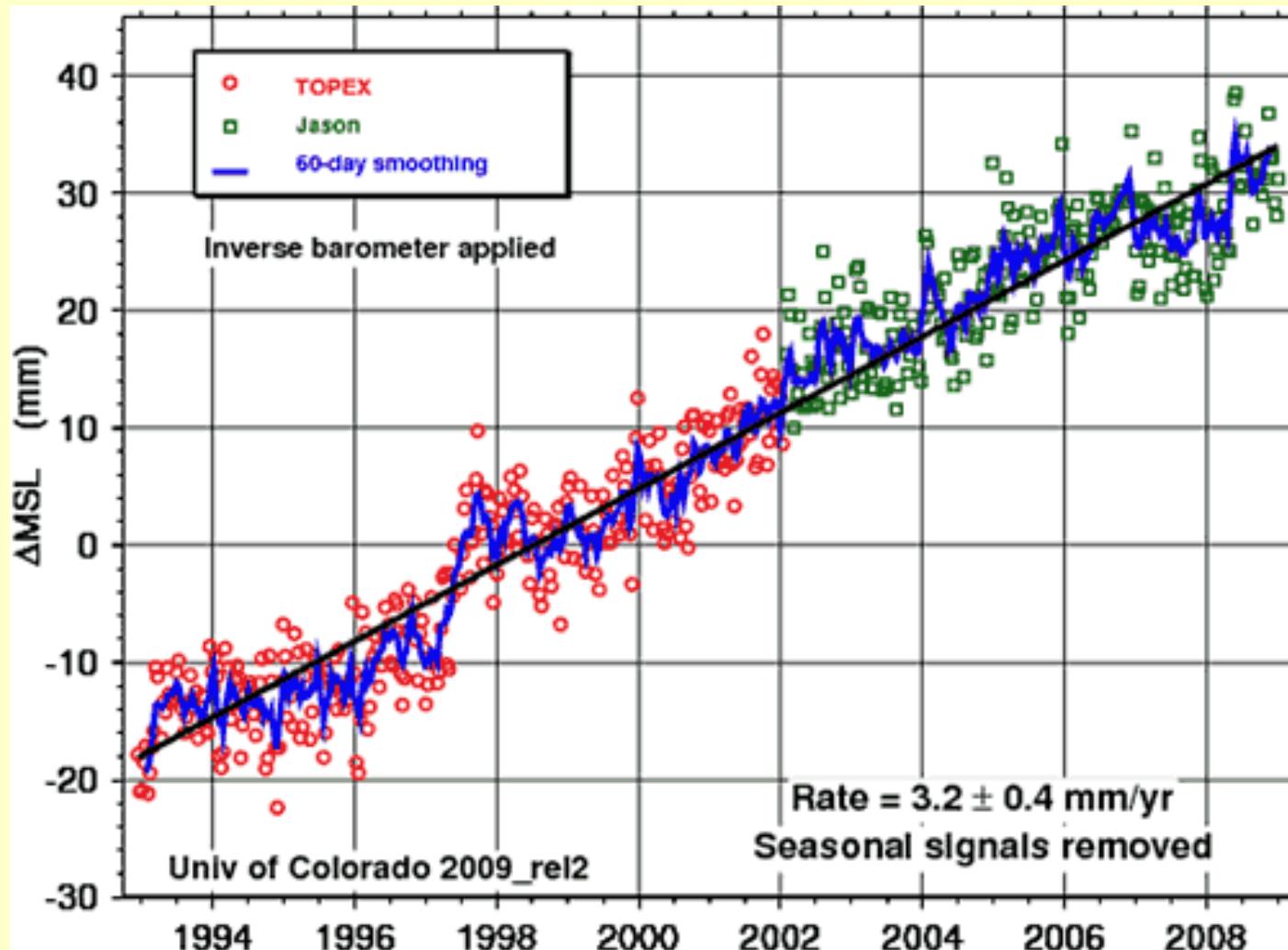
Mediterranean Sea SST Anomaly (1982-2023)



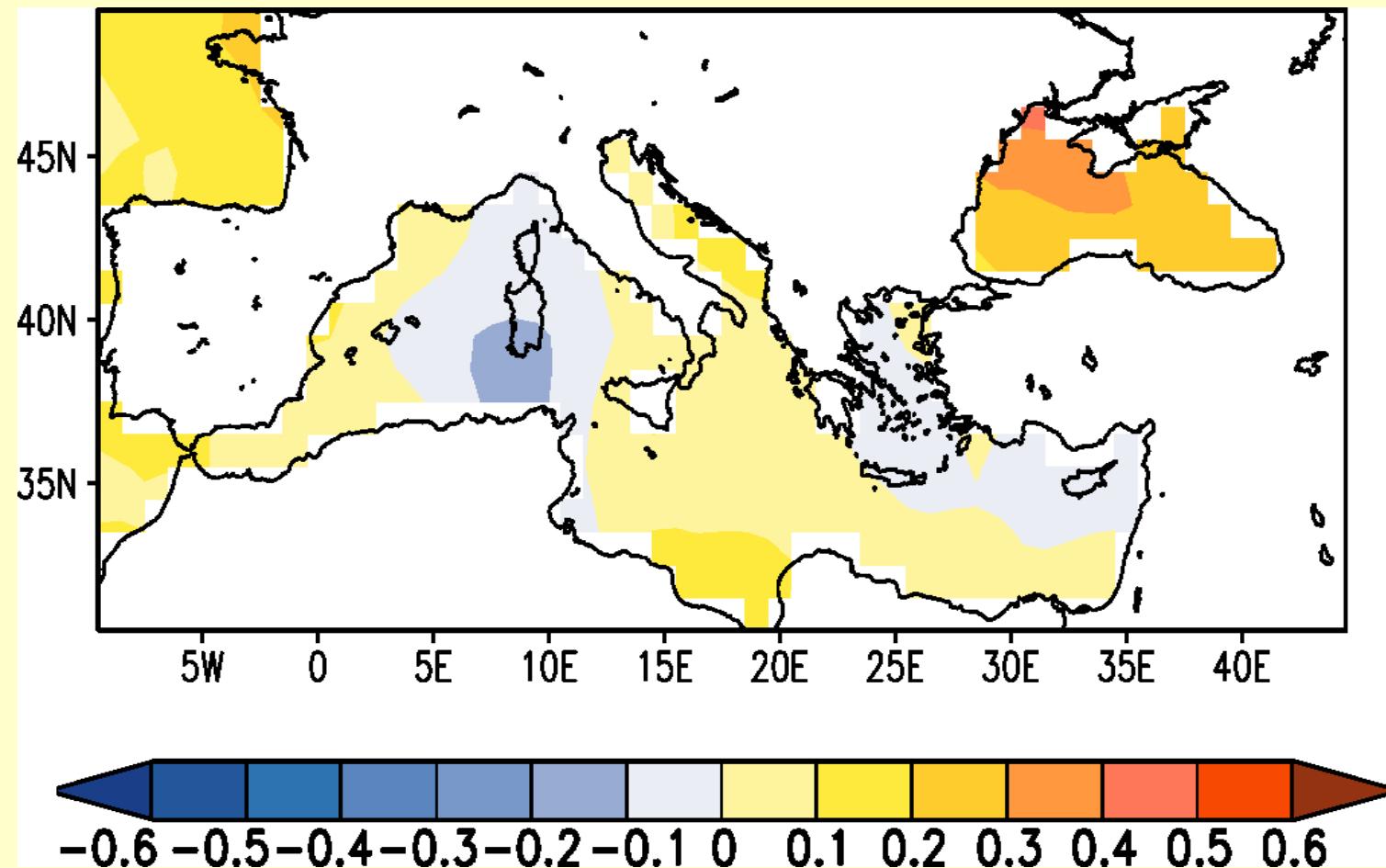
Long-term temperature variations in the global ocean



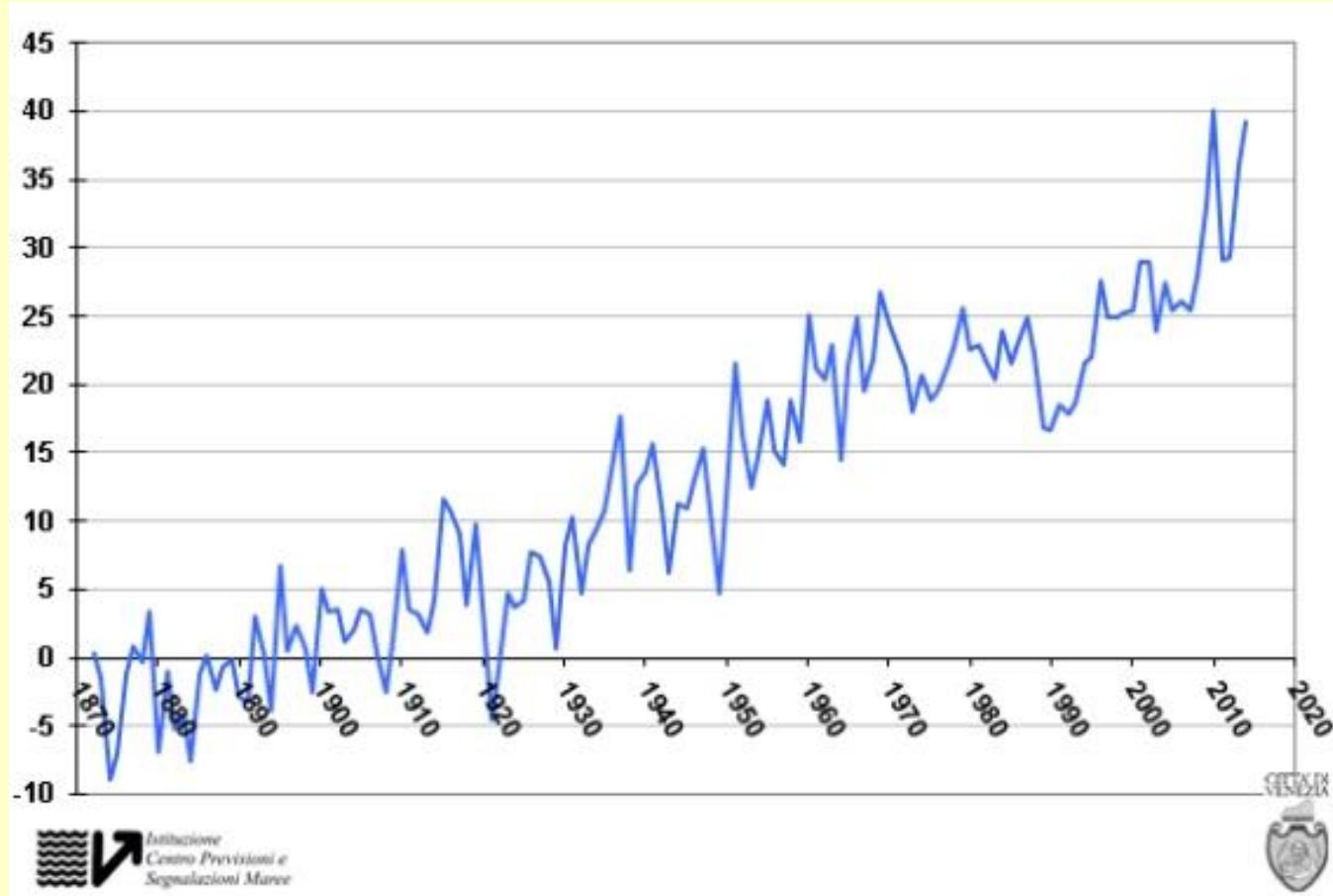
Sea level variations of the global Ocean

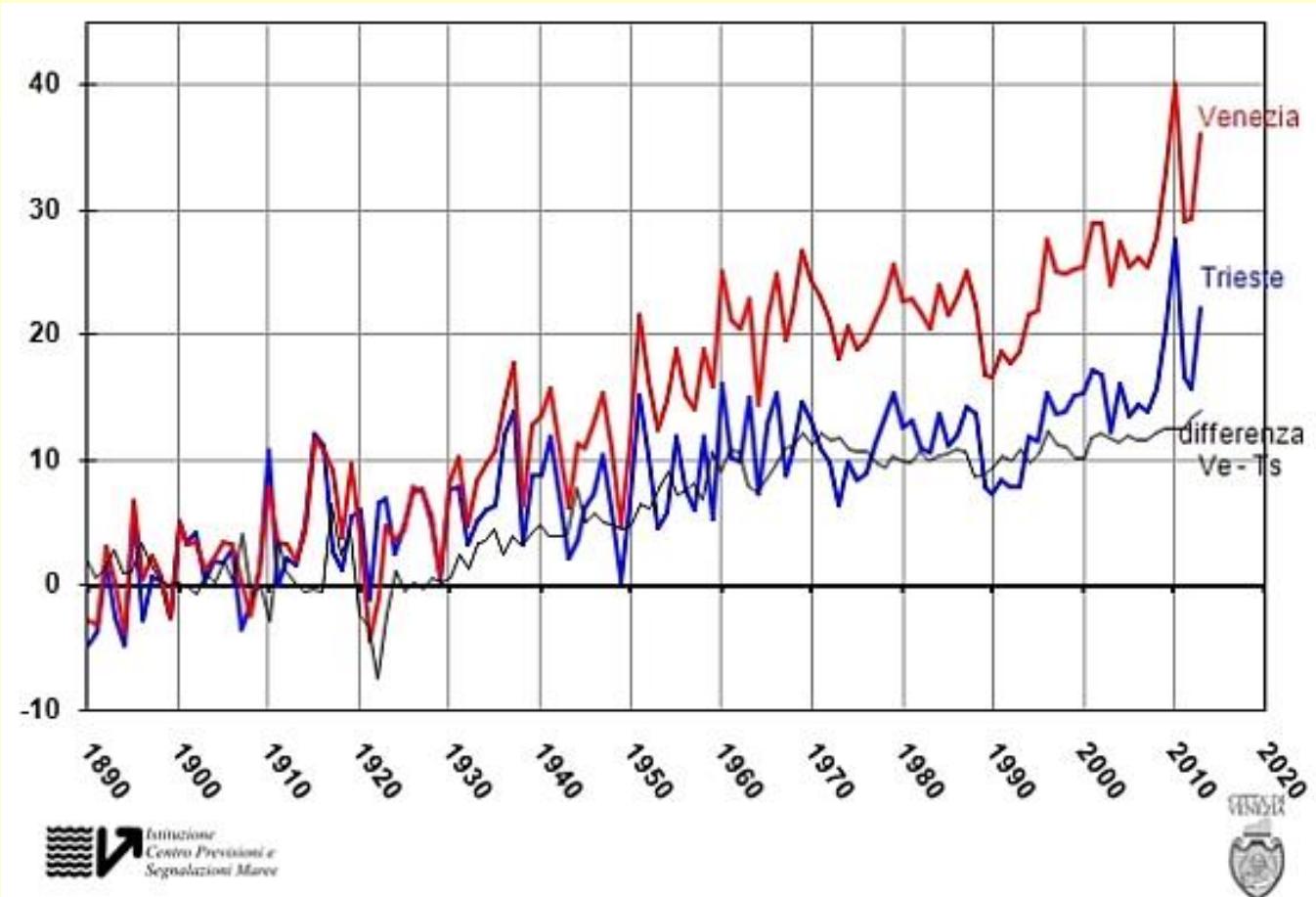


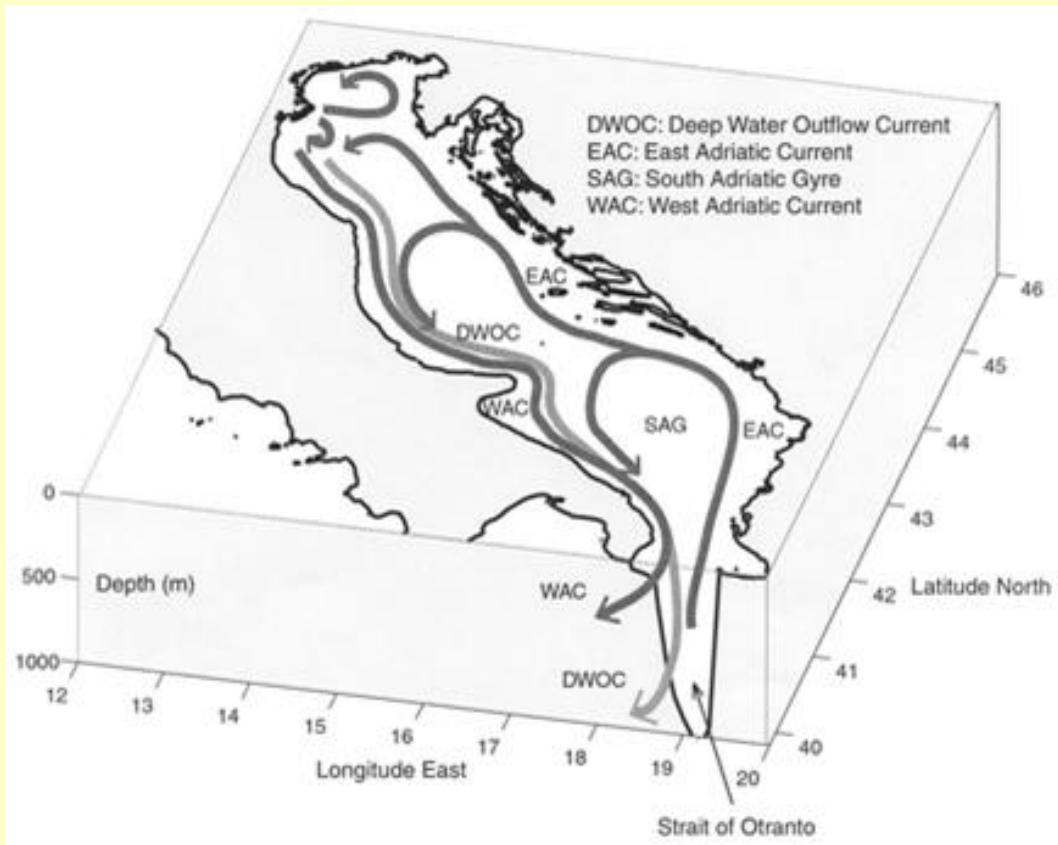
Tasso di variazione della temperatura superficiale del mare nel periodo 1950 -1999 (in gradi all'anno). La temperatura media su tutto il Mediterraneo quindi è aumentata di circa $0,084^{\circ}\text{C}$ ogni 10 anni tra il 1950 e il 1999



Aumento del livello marino nella laguna di Venezia



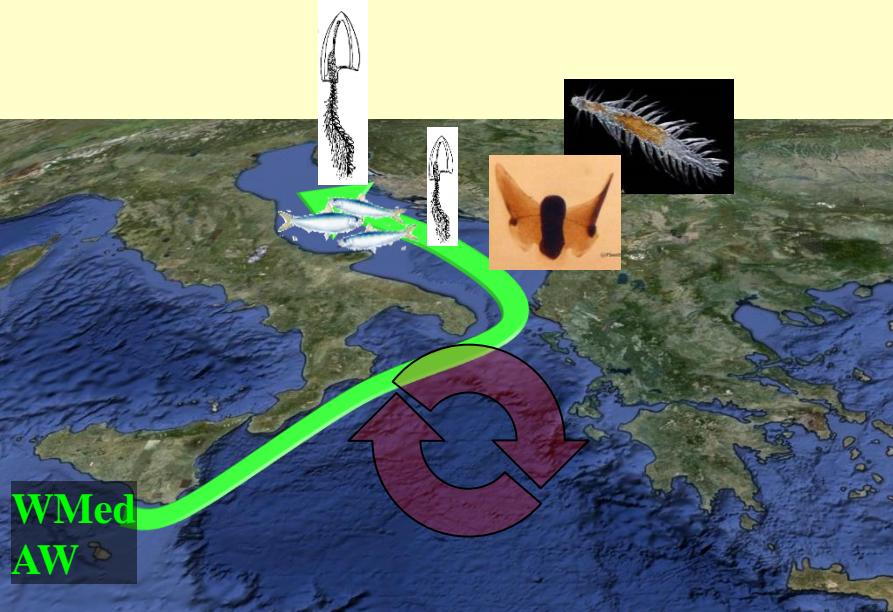




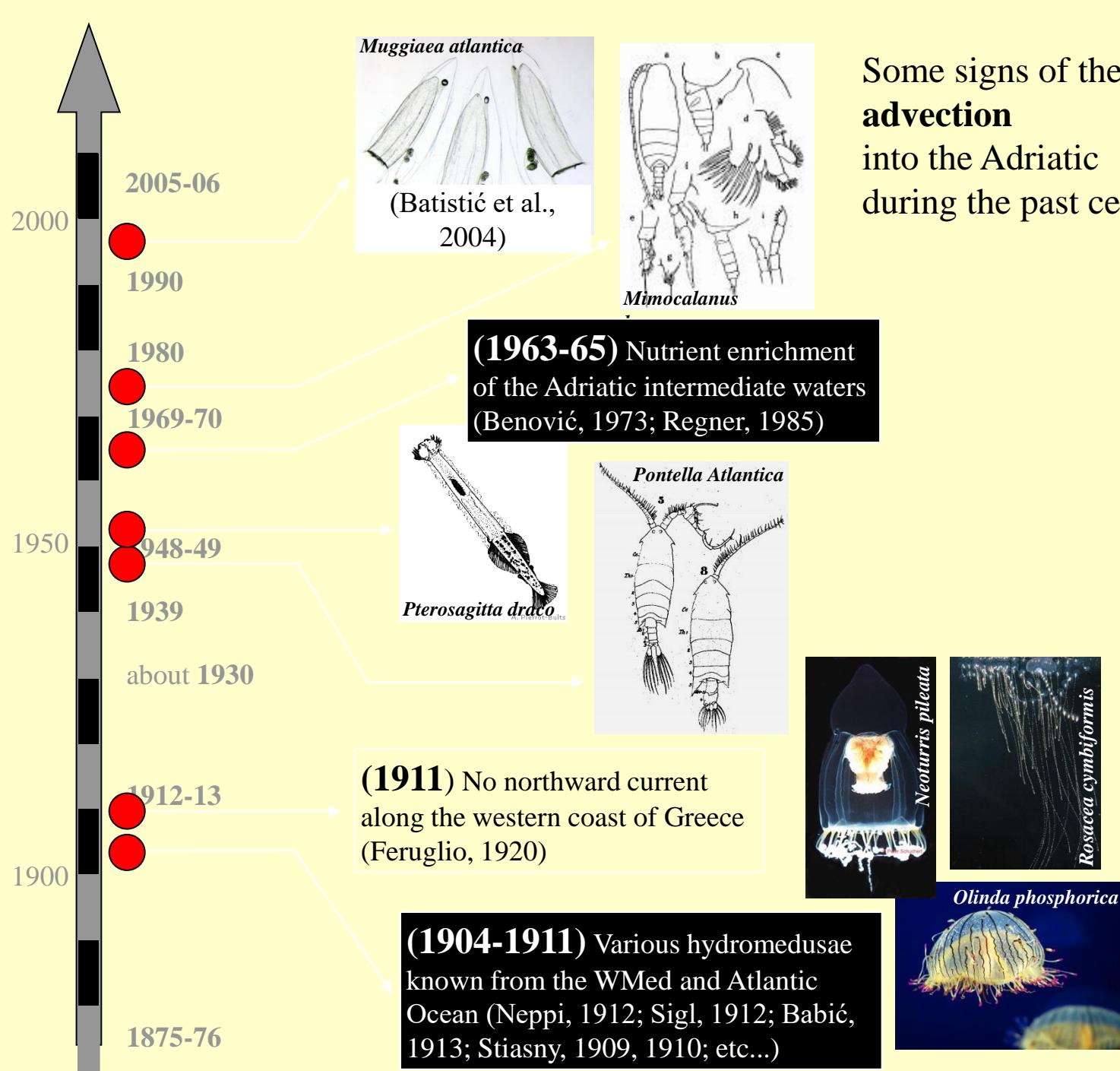
Da tempo è noto che il motore che innesca la circolazione del Mediterraneo Orientale è alimentato dalla **cascata di acque dense e ricche di ossigeno che si formano nel Mare Adriatico** e che, attraverso lo Stretto di Otranto, scivolano nel Mar Ionio dove si forma un vortice.

L'inversione della circolazione ionica provoca una conseguente variazione del percorso delle due principali masse d'acque presenti nel Mediterraneo Orientale: quella di origine atlantica e quella di origine levantina. Questi due fiumi d'acqua hanno caratteristiche chimiche (salinità e concentrazione di sostanze nutrienti) molto diverse e sono popolati da organismi planctonici molto differenti. Quando il BiOS funziona in senso orario, le acque dal Mediterraneo Occidentale entrano in Adriatico e contribuiscono a popolare questo mare con specie di origine atlantica, mentre quando la circolazione è antioraria entrano acque levantine con i loro popolamenti tipici. Il Mar Ionio agisce quindi come una "rotonda stradale sul mare", favorendo le connessioni tra i diversi bacini del Mediterraneo. Proprio per le sue possibili implicazioni sulla circolazione e sulla biodiversità del Mediterraneo, il BiOS continua ad essere osservato e studiato nell'ambito di progetti nazionali ed internazionali.

Impatto della circolazione ionica sull'ecosistema adriatico



Cambiamenti in biomassa degli organismi e della loro biodiversità nell'Adriatico possono essere spiegate in termini delle variazioni della circolazione nello Ionio e le modifiche delle masse d'acqua che entrano attraverso lo stretto di Otranto.



Some signs of the WMed/AW advection into the Adriatic during the past century

Meteotsunami nell'Adriatico



Vela Luka, Korcula, giugno 1978

Darko Dragojević



MOTRENJE I PROGNOZIRANJE VREMENA Split



Noti più propriamente come **meteotsunami**, questi fenomeni sono dovuti a fronti temporaleschi, tempeste o tornado ad alta energia, in grado di far entrare in risonanza le oscillazioni del livello del mare producendo **onde dalle caratteristiche molto simili ai maremoti** che, sotto particolari condizioni morfologiche e topografiche delle coste, possono diventare distruttivi.

Il bacino del Mediterraneo è considerato un **hotspot climatico** globale, una regione che risponde in modo amplificato al riscaldamento del pianeta. Nel 2026, l'area continua a registrare aumenti termici superiori del 20% rispetto alla media mondiale, con picchi estivi che arrivano al +50%.

Ecco i principali impatti osservati e previsti:

1. Riscaldamento e Fenomeni Estremi

- **Temperature Record:** Le proiezioni per il 2026 indicano un clima instabile con estati lunghe, afose e inverni mediamente più miti rispetto alla norma storica.
- **Acque "bollenti":** Il Mar Mediterraneo ha raggiunto temperature superficiali record negli ultimi anni, favorendo l'insorgenza di ondate di calore marine e temporali sempre più violenti.
- **Eventi estremi:** Si registra un aumento di frequenza e intensità di piogge torrenziali, alluvioni lampo e nubifragi, alternati a periodi di siccità estrema.

2. Impatti sugli Ecosistemi e Biodiversità

- **Tropicalizzazione:** Il riscaldamento delle acque favorisce la migrazione di **specie aliene** e la scomparsa di specie autoctone (moria di specie marine), alterando profondamente la biodiversità mediterranea.
- **Innalzamento del livello del mare:** Entro il 2100 si stima un innalzamento fino a 1 metro, con rischi immediati di erosione costiera e perdita di abitabilità per molte aree litoranee.
- **Acidificazione:** L'assorbimento di CO₂ sta rendendo le acque più acide, danneggiando gli stock ittici e le barriere coralligene.

3. Conseguenze Socio-Economiche

- **Agricoltura:** Il settore affronta danni ingenti dovuti alla scarsità idrica. Si osserva uno spostamento verso nord di colture tipiche del Sud (come l'olivo) e la comparsa di frutti tropicali in territori prima non idonei.
- **Turismo e Risorse:** La pressione sulle risorse naturali mette a rischio il turismo costiero e la disponibilità di acqua dolce per le popolazioni locali.
- **Inquinamento:** Circa l'87% delle aree monitorate presenta criticità legate a metalli tossici e microplastiche, che aggravano lo stress climatico sugli organismi marini.

La pesca industriale mette in crisi il nostro mare. Negli ultimi 60 anni, il Mediterraneo ha perso oltre il 40% dei grandi predatori e mammiferi marini e oltre il 58% degli stock ittici è sovrasfruttato. A causa della pesca indiscriminata, specie e habitat stanno scomparendo.