

## Media Briefing

### **I CAMBIAMENTI CLIMATICI E IL MARE: GRAVI CONSEGUENZE ANCHE PER L'UOMO. EVENTI METEOROLOGICI ESTREMI.**

*Fermare i cambiamenti climatici per salvare il mare (ma anche la Terra)*



**di Antonello Pasini,**  
fisico del clima, CNR

in collaborazione con **GREENPEACE ITALIA**

Dicembre 2020

## INTRO

La temperatura del mare sta cambiando ed è sempre più elevata a causa del riscaldamento globale dovuto principalmente all'aumento di concentrazione dei gas serra in atmosfera. Si avverte un po' di meno sulla superficie del mare rispetto a quanto non sia sulle terre emerse, per ragioni fisiche. L'acqua, infatti, pone più resistenza al cambiamento di temperatura perché, come dicono i fisici, ha una capacità termica maggiore, ovvero è in grado di immagazzinare più calore a parità di aumento di temperatura, e tra l'altro, si rimescola anche un po' con i suoi strati più profondi, distribuendovi parte del calore incamerato. Se la temperatura media globale alla superficie del pianeta è aumentata di circa 1°C nell'ultimo secolo, quella della superficie del mare è cresciuta di "soli" 0,7-0,8°C. Eppure, questo è bastato a creare una dilatazione termica dell'acqua che ha contribuito finora a **oltre il 40% dell'aumento del livello del mare** osservato. L'innalzamento dei mari è una seria minaccia per molte regioni costiere. Si stima che 800 milioni di persone che vivono in oltre 570 città costiere siano vulnerabili a un innalzamento del livello del mare che al 2050 potrebbe raggiungere 0,5 metri<sup>1</sup>

**Gli oceani giocano quindi un duplice ruolo in questa partita, da un lato sono uno dei nostri migliori alleati contro i cambiamenti climatici, dall'altro ne subiscono le conseguenze con gravi possibili impatti anche sulla nostra vita. Vediamo perché**

Gli oceani sono un enorme "magazzino" per il calore assorbito dal pianeta (si parla di ulteriori  $40 \times 10^{22}$  Joule nei primi duemila metri di profondità negli ultimi 60 anni), svolgono quindi un ruolo centrale nella regolazione della temperatura terrestre agendo da regolatori del nostro clima. Questo però non senza gravi conseguenze, per le forme di vita che li abitano e per noi: in certe condizioni infatti, come vedremo più avanti, possono rilasciare questa energia in atmosfera influenzando i fenomeni che in essa avvengono e contribuendo a generare eventi violenti e distruttivi. Mari e oceani ci danno inoltre una grossa mano a non far aumentare ancor più la concentrazione di anidride carbonica in atmosfera, in quanto **assorbono circa un terzo della CO2 da noi emessa**. Una notizia fantastica, no? Non esattamente, e capiremo subito perché.

### **Mare più acido, plancton addio**

Assorbendo l'anidride carbonica, l'acqua diventa un po' più acida, e questa acidificazione risulta molto critica al di sotto di certe soglie di pH, potendo determinare lo scioglimento o la mancata formazione dei gusci calcarei di cui sono fatti molti "animaletti", tra cui buona parte di quelli che formano il **plancton, che è la base della catena alimentare in mare**.

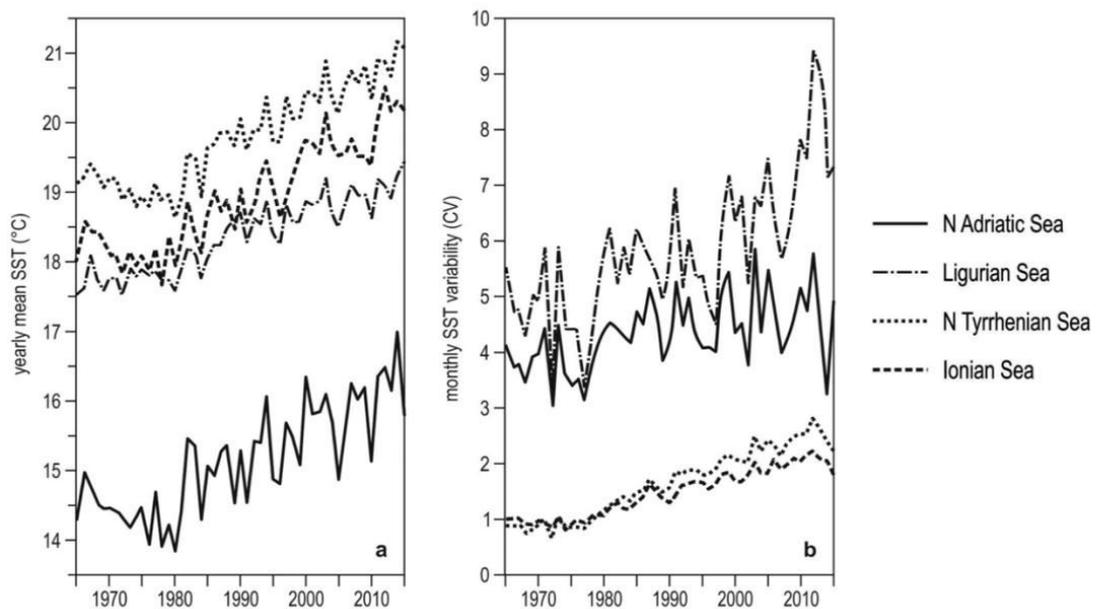
### **Il Mediterraneo, un mare sempre più "tropicale"**

---

<sup>1</sup> Greenpeace International (2019). In Hot Water: The climate crisis and the urgent need for ocean protection.

**La zona mediterranea è considerata un “hot spot” climatico**, e in particolare la permanenza di anticicloni africani consente un maggior soleggiamento e un riscaldamento ancora aumentato delle temperature superficiali del mare. Diversi gli studi che mostrano un aumento graduale delle temperature anche nei mari italiani, si parla di circa 2°C negli ultimi 50 anni secondo quanto rilevato in superficie dai satelliti (vedi Figura 1).

Figura 1. Trend dei valori medi annui (a) della temperatura della superficie del mare (SST, Sea Surface Temperature, da dati satellitari della NOAA) e variabilità mensile (b) nei mari italiani (1965-2015)<sup>2</sup>.



Questo aumento di temperatura **ha reso le nostre acque più adatte a specie tropicali** e influenzato gli ecosistemi marini con gravi effetti sulla biodiversità: sempre più frequenti sono fenomeni di mortalità di massa, epidemie e un graduale spostamento verso nord di specie tipiche di mari più caldi, spesso completamente aliene ai nostri mari (si veda [Rapporto Mare Caldo – Greenpeace](#))

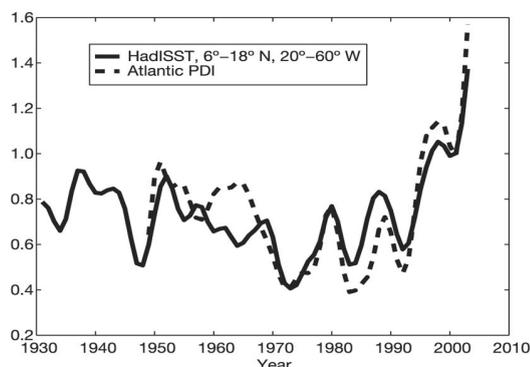
L’innalzamento del livello del mare invece si è sentito un po’ meno in Mediterraneo rispetto ad altri mari, in quanto **l’acqua del nostro bacino è più salata e pesante di quella degli oceani** e anche per via delle sempre più frequenti alte pressioni di origine africana che “comprimono” un pochino il mare dall’alto. E’ come se ci fosse qualcuno che schiaccia l’acqua costantemente verso il basso in questo grande catino che è il Mediterraneo, temperando il suo innalzamento.

<sup>2</sup> Morri C., Bianchi C.N., Di Camillo C.G., Ducarme F., Allison W.R., Bavestrello G., (2017) - Global climate change and regional biotic responses: two hydrozoan tales. Marine Biology Research, 13 (5): 573-586.

## Mare più caldo, fenomeni meteo più violenti

Oltre che per l'innalzamento del livello del mare e per la vita acquatica, questo enorme incameramento di energia ha conseguenze su quanto accade in atmosfera, dove avvengono i fenomeni meteorologici. Gli effetti di un mare più caldo sono sostanzialmente due. Da un lato il mare evapora di più, ma le molecole di vapore acqueo sono proprio il "materiale di costruzione" delle nubi, che sono fatte di vapor d'acqua condensato in acqua liquida o divenuto addirittura ghiaccio. Quindi con maggiore evaporazione c'è più "materiale" per formare le nubi, da cui cade la pioggia. Da un altro lato, **il mare trasferisce più calore (che è una forma di energia) all'atmosfera e quest'ultima, per ragioni descritte bene dalla termodinamica, non può far altro che scaricare violentemente questo surplus di energia sul territorio con piogge molto intense e venti forti.** Ecco quindi che i fenomeni meteorologici possono diventare più violenti. Lo si è visto bene nell'Oceano Atlantico, dove negli ultimi 40 anni gli uragani più forti (quelli dalla classe 3 in su) sono aumentati almeno del 15%, proprio in corrispondenza all'aumento delle temperature della superficie oceanica su cui nascono e si sviluppano<sup>3</sup>. Ovviamente esiste una variabilità naturale nelle temperature dell'oceano tropicale e sub-tropicale, ma la tendenza di lungo periodo è all'aumento. Un articolo pionieristico di Kerry Emanuel (*Nature*, 2005) mostra come un **indice di "potere distruttivo" degli uragani (PDI) vada perfettamente di pari passo con l'andamento delle temperature dell'Atlantico** su cui nascono e crescono questi uragani (vedi Figura 2).

Figura 2: Andamenti delle temperature superficiali nell'Atlantico tropicale e di un indice di "potere distruttivo" degli uragani <sup>4</sup>



## Anche nel Mediterraneo arrivano certi uragani

<sup>3</sup> J.P. Kossin et al. (2020) Global increase in major tropical cyclone exceedance probability over the past four decades, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, doi/10.1073/pnas.1920849117

<sup>4</sup> K. Emanuel, 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature* 436, 686-688.

Anche nel nostro mare troviamo fenomeni analoghi. I cosiddetti Medicanes (*Mediterranean Hurricanes*) sono per fortuna più piccoli e meno distruttivi degli uragani atlantici, un po' perchè **l'acqua del Mediterraneo è meno calda di quella atlantica equatoriale e tropicale, e poi perché hanno meno spazio libero da terre per svilupparsi** rispetto all'Oceano.

### **Siamo preda degli anticiclone africani**

Ondate di calore e prolungate siccità stanno determinando seri problemi alla salute umana e alla produzione agricola, rendendo sempre più gravi gli impatti del cambiamento climatico. Ma, rimanendo alle conseguenze del riscaldamento del mare, abbiamo riscontrato fenomeni meteorologici più violenti determinati dagli scambi termici tra mare e atmosfera, ma anche talvolta più frequenti, e questa è una conseguenza più indiretta del riscaldamento globale sulla circolazione nel Mediterraneo. Per avere fenomeni violenti, infatti, è essenziale l'apporto di energia dal mare, ma ci vogliono anche contrasti di aria fredda con aria calda. E nel Mediterraneo, **a causa dell'espansione verso nord della circolazione equatoriale e tropicale dovuta al riscaldamento globale di origine umana, vi è sempre più spesso l'arrivo di "feroci" anticiclone africani** che, quando poi si ritirano sul nord Africa, lasciano la strada aperta ad afflussi freddi da nord. In queste situazioni di circolazione lungo i meridiani (la direttrice sud-nord e quella nord-sud), si creano più frequentemente fenomeni pericolosi, resi poi più intensi dal mare caldo. Condizioni di questo tipo si sono avute negli ultimi mesi, con alluvioni lampo piuttosto diffuse, soprattutto al nord Italia ma non solo, e notevoli danni e perdite di vite umane. Basti ricordare l'alluvione avvenuta a inizio ottobre sull'arco Ligure-Francese o a quella degli ultimi giorni di novembre in Sardegna.

### **Un grado di temperatura in più in mare e si forma un tornado**

Negli ultimi decenni si sono registrati cambiamenti notevoli, dovuti anche all'influsso dei cambiamenti climatici in mare. Si pensi solo ad uno studio condotto insieme a Marcello Miglietta del CNR di Lecce e ad altri colleghi, su un tornado (una grossa tromba marina) che ha colpito Taranto nel novembre 2012, che ha causato un morto e 60 milioni di euro di danni, e che ha mostrato come **con una temperatura della superficie del Mar Ionio di un solo grado in meno il tornado non si sarebbe formato, mentre con l'aumento di un grado ulteriore la sua violenza sarebbe cresciuta enormemente**<sup>5</sup>. Ciò mostra chiaramente come questi fenomeni in futuro possano divenire più intensi, e forse anche più frequenti.

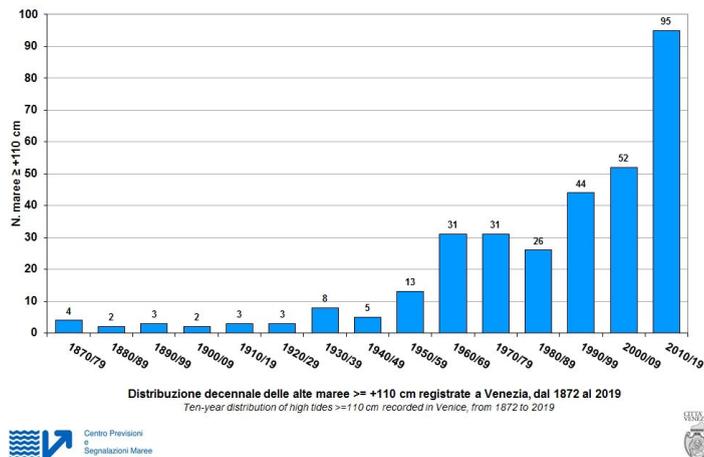
---

<sup>5</sup> M.M. Miglietta, J. Mazon, V. Motola, A. Pasini (2017), Effect of a positive sea surface temperature anomaly on a Mediterranean tornadic supercell, Scientific Reports 7, 12828.

## Acqua alta a Venezia, effetto tappo

Il trend delle acque alte nella laguna di Venezia risulta molto preoccupante. Si pensi che fino agli anni '50 si avevano da 2 a 8 acque alte maggiori di 110 centimetri (una soglia critica per la città) ogni dieci anni. Da allora **la frequenza di queste acque alte è aumentata, fino a raggiungere il numero di 52 nel decennio 2000-2019 e addirittura di 95 nel periodo 2010-2019** (vedi Figura 3). Come mai un aumento così “esponenziale”? Tutto sommato l’aumento del livello del mare visto dalla costa è stato “solo” di 35 centimetri nell’ultimo secolo (15 dovuti all’innalzamento del livello del mare assoluto e 20 dati dall’abbassamento del terreno). Il fatto è che a questo fattore va aggiunto quello dei cambiamenti di circolazione già citati nel Mediterraneo, dovuti al riscaldamento globale, che rendono più frequenti gli afflussi sciroccali sul mar Adriatico. In queste situazioni **l’acqua viene spinta dallo stretto di Otranto verso la laguna veneta** e si assiste ad un effetto “tappo” che non consente il deflusso delle acque e fa aumentare il livello delle acque alte.

Figura 3: Distribuzione decennale delle alte maree a Venezia. Centro Previsioni e Segnalazioni Maree.



## COSA POSSIAMO FARE

### Ad aumento di emissioni di gas serra, aumenteranno gli impatti

In futuro la temperatura aumenterà ancora, a seconda dello scenario di emissioni che si avvererà. Ciò significa che anche gli impatti rischiano di aumentare, con fenomeni meteo più frequenti e sicuramente più violenti, in particolare nel nostro Paese, in cui, tra l’altro, **i territori sono estremamente fragili e vulnerabili, sia in campagna che nelle città**, dove spesso una cementificazione selvaggia e la “tombatura” di torrenti e piccoli fiumi non consentono l’assorbimento delle acque piovane, ma creano un enorme deflusso

superficiale, con gravi conseguenze alluvionali. In queste condizioni è evidente che si deve mitigare il riscaldamento il più possibile, ma bisogna anche cercare di adattarsi ad alcuni cambiamenti da cui non possiamo tornare indietro, aumentando la resilienza dei territori e inserendoci negli stessi in maniera più armonica e meno intrusiva. Abbiamo una strategia nazionale di adattamento e si sta discutendo di un piano più operativo, ma **bisogna assolutamente calare le azioni di adattamento a livello locale**, perché solo i sindaci e i loro collaboratori possono sapere dove un certo ammontare di precipitazioni (magari previsto dalla Protezione Civile) potrà fare danno sul loro territorio, e dove no. Ultimo fattore da tenere a mente, ma non per importanza, è quello della **costruzione di una cultura del rischio**, che è anche una **cultura della legalità**. Si deve cominciare a pensare che fare un abuso (magari costruire dove non lo prevede il piano regolatore) non è una "furbata" per aggirare la legge e ottenere vantaggi, ma può risolversi in vere e proprie tragedie, sia per i propri beni che per la propria vita.

### **L'inazione dei decisori politici sconcerata**

C'è uno scollamento evidente tra i dati scientifici e le richieste degli scienziati del clima (iniziate ormai parecchi anni fa) e l'azione, o spesso l'inazione, dei decisori politici. Nonostante i tanti esempi di impatti molto gravi – sui territori, gli ecosistemi e l'uomo – del cambiamento climatico recente, e del loro carattere specifico di aumento non lineare, **le azioni di contrasto sono molto lente**. Talvolta si pensa ancora che sia un problema delle generazioni future e che abbiamo tutto il tempo per agire. Come per altri casi, ad esempio la recente pandemia, non si comprendono i fenomeni a crescita rapida, che possono ben presto uscire dal nostro "controllo". Ovviamente questa lentezza è dovuta anche a posizioni di interesse e/o ideologiche che non concepiscono le limitazioni alle azioni umane e non considerano la finitezza delle risorse del pianeta. E' chiaro che **si dovrebbe andare verso una transizione energetica epocale e la costruzione di una società "decarbonizzata", perché il 75% delle nostre emissioni di gas climalteranti dipendono dalle fonti fossili**. Allo stesso tempo occorre fermare la deforestazione, un'agricoltura non sostenibile e in generale il cattivo uso del suolo, che sono responsabili di un buon 25% delle emissioni.

### **Il cambiamento climatico rischia di determinare una crisi più grave e duratura del Covid 19**

Come mostrato in un mio articolo recente, in stampa sulla rivista internazionale "Global Sustainability", il cambiamento climatico rischia di essere una crisi più grave e duratura di quella che stiamo vivendo in questi mesi; eppure, **abbiamo più strumenti per agire contro i cambiamenti climatici che contro il coronavirus**, e anche più tempo, tutto sommato. In quest'ultimo caso, in attesa dell'auspicato vaccino e di azioni strutturali che in futuro evitino l'aumento di probabilità di spillover (dovuto ad esempio alla "intrusione" e antropizzazione selvaggia di territori naturali, con estensione delle megalopoli nelle foreste, o deforestazione, impianto di monocolture e allevamenti intensivi), possiamo solo distanziarci

ed evitare contatti. Nel caso dei cambiamenti climatici **possiamo agire sulla violenza dei fenomeni estremi con la mitigazione, ma anche sulla vulnerabilità dei territori con azioni di adattamento che li rendano più resilienti e infine, addirittura, con un aumento della cultura del rischio e della legalità.** Se facciamo queste cose subito, tenendo presente che il sistema climatico ha un'inerzia (dovuta principalmente al lungo tempo di permanenza della CO<sub>2</sub> in atmosfera) e i risultati definitivi li vedremo solo tra qualche decennio, possiamo sicuramente farcela. E se i grandi della Terra non si mettono d'accordo o lo fanno su un accordo al ribasso e non sufficiente, come quello di Parigi, tocca a tutti noi cambiare in prima persona, prendendo coscienza del problema, cambiando il nostro stile di vita, innescando circuiti virtuosi sostenibili dal basso e, infine (ma è un'azione importantissima), spingendo sui nostri politici perchè adottino politiche climaticamente efficaci e scientificamente fondate.