

Dentro le casseforti del clima

I mari assorbono gran parte dell'energia solare che colpisce la Terra. Per ora ci proteggono, ma hanno i loro punti deboli.

Il pianeta blu: la nostra Terra si può definire così da molti punti vista, ma soprattutto perché i due terzi della sua superficie sono coperti dal mare. Non c'è quindi da stupirsi che gli oceani siano determinanti per l'ambiente in cui viviamo: generano la metà dell'ossigeno che respiriamo, regolano il clima spostando energia termica (cioè calore) da una regione all'altra del globo, producono e rimettono in circolo nutrienti indispensabili alla vita acquatica e terrestre. Ma come funziona questa grande macchina climatica? E, soprattutto, come sta cambiando a causa del riscaldamento globale?

GIGANTI LENTI. Rispondere a queste domande non è facile. «Gli oceani sono ancora poco conosciuti, e non si sa ancora come stanno reagendo al cambiamento climatico», dice Stefano Aliani, responsabile dell'Istituto di Scienze Marine del Cnr di La Spezia. «Il vento è veloce, la corrente marina no. A differenza dell'atmosfera, che ha una risposta rapida ai mutamenti energetici, gli oceani reagiscono con lentezza. Inoltre le misure sistematiche sulle loro proprietà fisi-

che e chimiche sono piuttosto recenti». Sappiamo però con certezza una cosa: la maggior parte dell'energia solare che raggiunge la Terra è immagazzinata proprio lì, negli oceani, i quali assorbono il 92% della radiazione che li raggiunge, contro il 75% dei continenti e il 20-40% di nubi, neve e ghiaccio. Questa energia viene poi ridistribuita e rilasciata nell'atmosfera, spesso in forma di vapore acqueo. Il ruolo degli oceani nella regolazione climatica è quindi fondamentale. Ma il rischio di un'improvvisa era glaciale causata dall'arresto della Corrente del Golfo, come narrato nel film *The Day After Tomorrow*, è uno scenario da fantascienza. «Non abbiamo prove che dimostrino un significativo rallentamento della Corrente del Golfo», precisa Aliani. Questa corrente è comunque un meccanismo d'importanza cruciale per capire come gli oceani influiscano sul clima. Fa parte, infatti, del "nastro trasportatore" di calore che scorre dai mari tropicali fino alle coste della Groenlandia, della Norvegia e oltre (scaldando tutta l'Europa Occidentale), ma che ha una dimensione planetaria. È la cosiddetta circolazione termoalina, che inizia nelle regioni arti-

che. Qui l'acqua marina si raffredda, e in parte si congela, formando la banchisa. Come conseguenza di questi processi l'acqua aumenta di densità fino a inabissarsi, iniziando un lento scorrimento sottomarino verso l'equatore e poi oltre, verso il Sud America.

CICLO MILLENARIO. Da qui nuova acqua densa e fredda giunge dal continente antartico e la corrente fredda procede in parte verso l'oceano Indiano, in parte verso il Pacifico, dove i due rami si riscaldano e riemergono. A questo punto, e ora in superficie entrambe, le correnti ritor-

nano verso l'Atlantico e risalgono, con la potente Corrente del Golfo, fino all'Artico. Dove il ciclo ricomincia (v. *illustrazione alla prossima pagina*). È un processo lento – una goccia d'acqua impiegherebbe mille anni a completarlo – e immenso, con una portata cento volte superiore a quella del Rio delle Amazzoni. La circolazione ha il suo motore proprio nell'Artico: un motore freddo, insomma. Ma negli ultimi cinquant'anni questa zona si è scaldata di ben 2 °C, più del triplo della media del pianeta. «Il cambiamento più rapido che osserviamo è legato allo scioglimento della calotta

groenlandese e alla riduzione della banchisa», spiega Aliani. La banchisa che si restringe e l'aumento di acqua dolce che arriva dai ghiacciai artici e circumpolari hanno prodotto una sorta di "coperta" di acqua meno densa che galleggia sulla superficie dell'Artico Occidentale. Questa coperta smorza il motore proprio nel suo innesto artico e ha modificato a sua volta la circolazione atmosferica. Secondo gli esperti, questa è una delle cause delle ondate di freddo e umido – con pioggia e neve – che hanno caratterizzato gli inizi degli inverni in Nord America, Europa, e Asia del 2009, 2010, 2012 e 2014. Con il

procedere dell'inverno, invece, il clima si fa secco e diminuiscono le nevicate. Insomma, le cose non vanno come ci attendevamo da una "normale" stagione invernale (v. *articoli precedenti*).

OSCILLAZIONI TERMICHE. I cambiamenti nell'Artico hanno come conseguenza un clima mediamente più fresco e umido alle nostre latitudini: anche le piogge intense che hanno colpito la Penisola nell'autunno del 2014 sarebbero da ricondursi a questo meccanismo. Le correnti oceaniche, sempre in moto nel loro ciclo millenario, a causa di ▶



MINACCIATO DALL'ACQUA. Un fortino nei pressi di San Pietroburgo. È minacciato dal livello del mare, che aumenta a causa del riscaldamento climatico.

George Stimmer/Contrasto

Il punto più critico è la Corrente del Golfo. Per ora sembra stabile, ma se cambiasse le conseguenze sarebbero imprevedibili

varie ragioni – caratteristiche chimiche e fisiche, venti, maree – sono soggette in alcune zone a oscillazioni periodiche. Particolarmente importanti sono El Niño e La Niña (v. riquadro a destra) e – nel nostro emisfero – l'Oscillazione multidecennale atlantica (Amo), che si ripete ogni 20-40 anni: la temperatura della superficie marina si alza e si abbassa di 0.5-1 °C rispetto alla media. Al momento saremmo in una fase “calda”.

SICCITÀ E URAGANI. L'Amo coinvolge l'intero settore tra l'Equatore e la Groenlandia. Le variazioni di temperatura in gioco possono sembrare piccole, ma sono sufficienti a indurre periodi secchi in Nord America e a modificare, se non la frequenza, l'intensità degli uragani: un mare più caldo, infatti, rilascia più energia nell'atmosfera, innescando uragani più intensi (v. articolo precedente).

Anche le origini dell'Oscillazione atlantica, come quelle del Niño e della Niña, rimangono oscure, ma sono forse legate alla Corrente del Golfo. Si sa che l'Amo è un fenomeno che si ripete da almeno un millennio, ma l'impatto che il cam-

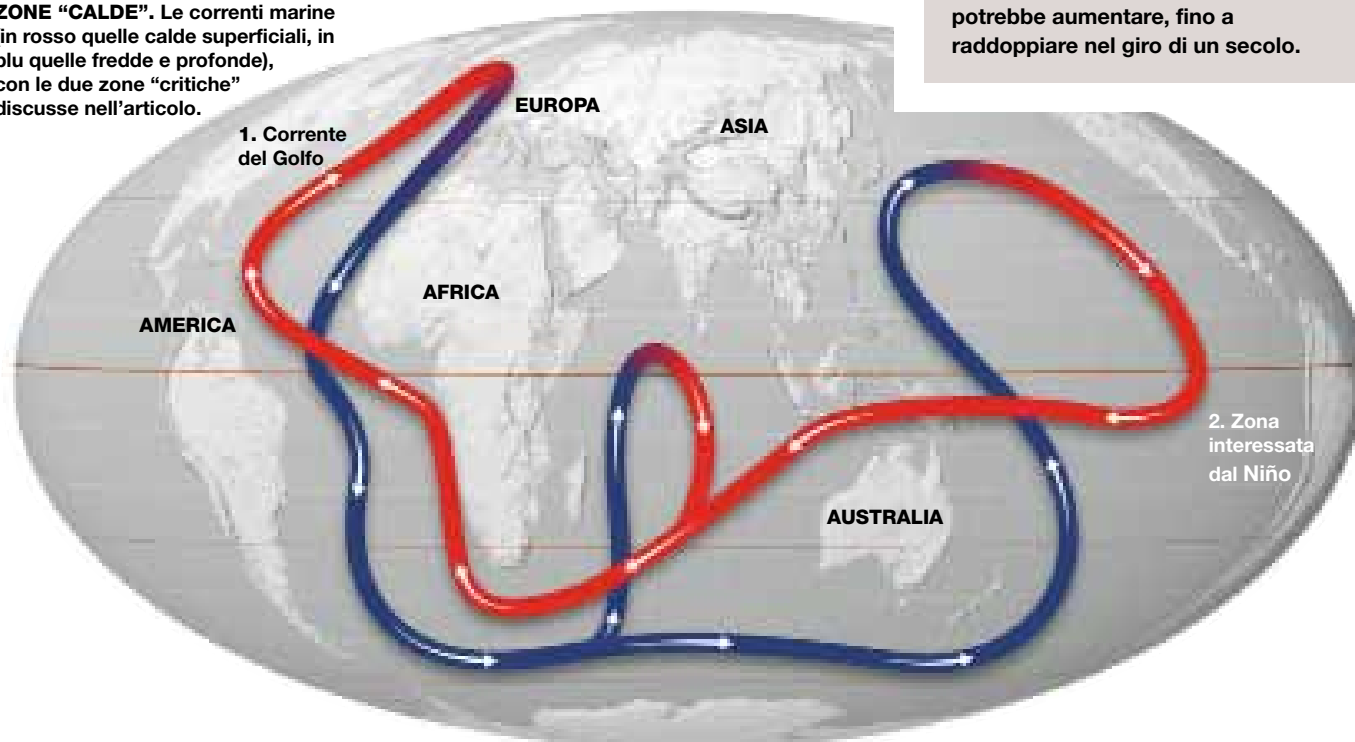
biamento climatico può avere sulle sue dinamiche è ancora tutto da stabilire.

UNA MICCIA PERICOLOSA. In mezzo a tante incertezze gli scienziati hanno però osservato che qualcosa sta cambiando e l'attenzione è appunto sull'oceano Artico, a lungo ignorato in quasi ogni studio. «È lì che stanno avvenendo i maggiori cambiamenti», spiega Aliani. «Essendo quello il motore della circolazione oceanica, piccoli cambiamenti nel suo stato potrebbero avere importanti ripercussioni a livello globale».

È chiaro dunque che questo immenso magazzino di energia reagisce ai mutamenti che avvengono nell'atmosfera (e viceversa), ma il “come” è ancora tutto da comprendere. Bisogna però capire che cosa sta avvenendo prima che sia troppo tardi, conclude l'oceanoografo ligure: «Non sappiamo quale sia la miccia del cambiamento delle circolazioni oceaniche, in teoria tutto è ancora possibile». Certo è che, una volta innescata, spegnere la miccia potrebbe essere tutt'altro che facile. **F**

Jacopo Pasotti

ZONE “CALDE”. Le correnti marine (in rosso quelle calde superficiali, in blu quelle fredde e profonde), con le due zone “critiche” discusse nell'articolo.



E C'È ANCHE EL NIÑO

DISASTROSO. I venti dominanti si affievoliscono, la temperatura del mare si alza, la pesca crolla. È El Niño, una variazione climatica che avviene ogni 3-7 anni nelle acque del Pacifico, vicino alle coste del Sud America, e che i pescatori cileni conoscono da millenni. Più recentemente il fenomeno è diventato noto in tutto il mondo, a causa delle sue conseguenze anche in zone lontane da quelle d'origine: l'ultimo super-El Niño è avvenuto nel 1997-98 ed è stato causa di frane rovinose in Perù, incendi in Indonesia, crollo della pesca nel Pacifico Orientale. I danni globali furono intorno ai 35 miliardi di dollari, con circa 23.000 vittime. **SEMPRE PIÙ SPESSO?** C'è anche il fenomeno opposto, La Niña, con venti che si rinforzano e la temperatura del mare che diminuisce. Che cosa provochi queste anomalie è ancora da chiarire. Gli scienziati, però, sospettano che il cambiamento climatico possa influenzarli: studi recenti indicano infatti che la frequenza dei casi di super-El Niño potrebbe aumentare, fino a raddoppiare nel giro di un secolo.