

# GLI IMPATTI SU ZONE COSTIERE ED ECOSISTEMA MARINO

L'AREA DELL'ALTO ADRIATICO VA INCONTRO A AUMENTO DELLE TEMPERATURE E INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE. RISCHI DI INONDAZIONE, INFILTRAZIONE DI ACQUA SALATA, INTRUSIONE DEL CUNEO SALINO: LE IMPLICAZIONI ECONOMICHE E AMBIENTALI SONO IMPORTANTI E SONO RAFFORZATE DALLA RIGIDITÀ INFRASTRUTTURALE DELLA COSTA.

**N**egli ultimi quattro miliardi di anni di vita della terra i fenomeni meteorologici hanno presentato svariati cambiamenti che hanno oscillato da un estremo all'altro, trovando nuovi equilibri, sotto l'influenza di una serie importante di elementi che compongono l'ecosistema terra (gli oceani, le terre emerse, la fauna e la flora, e tutte le componenti essenziali quali il sole, l'atmosfera ecc.).

Ma negli ultimi anni le problematiche legate ai cambiamenti climatici, risultano essere particolarmente emergenti e prioritari nelle valutazioni tecniche e strategiche che ogni paese deve prendere in considerazione. L'elemento che "destabilizza" maggiormente è l'uomo, che ha emesso in atmosfera una quantità esagerata di CO<sub>2</sub>, che ha manomesso le componenti della terra (foreste, centri urbani ecc.), tutti cambiamenti ben evidenziati anche nell'ultimo rapporto (Ar5) dei 195 paesi membri dell'Ipcc (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Il rapporto, che fotografa lo stato dell'arte della conoscenza scientifica sui cambiamenti climatici, è una rassegna completa ed esauriente sui principi fisici alla base delle variazioni del clima, conferma i risultati presentati nel precedente rapporto (Ar4) dell'Ipcc e ne rafforza la validità con nuove evidenze scientifiche, prodotte da una più vasta serie di osservazioni e di modelli climatici di nuova generazione. Tra i contenuti del Rapporto si legge che è "estremamente probabile" (probabilità al 95-100%) che l'attività antropogenica (emissioni di gas serra, aerosol e cambi di uso del suolo) sia la causa dominante del riscaldamento osservato fin dalla metà del XX secolo. Un importante approfondimento viene anche redatto sulle conseguenze socio-



FOTO: ARCHITETTURA OCEANOGRAFICA DANHINE - ARPA ER

economiche dei cambiamenti climatici. Andando sullo specifico scenario delle zone costiere e dell'ecosistema marino, gli impatti si possono dividere prioritariamente in due categorie, fisiche e biologiche; ovviamente i due comparti sono estremamente correlati. L'area dell'alto Adriatico è caratterizzata, per effetto dei cambiamenti climatici, da un aumento delle temperature medie dell'aria e delle acque del mare, da una diminuzione delle precipitazioni, da una maggiore frequenza e intensità degli eventi estremi, e infine da un innalzamento del livello medio del mare. Tali criticità si scontrano con la marcata rigidità infrastrutturale della costa (spinta fruizione per usi turistici, urbanistici, commerciali, industriali, trasporti) e l'elevata densità di urbanizzazione. Le aree costiere dell'alto Adriatico hanno un comportamento un po' anomalo rispetto alle aree interne per quanto riguarda la temperatura dell'aria. Sono in genere caratterizzate da temperature più elevate, nei mesi freddi, rispetto alle zone interne. Questo è dovuto al fatto che, nei mesi invernali, la superficie dell'acqua del mare è leggermente più calda della terraferma. Inoltre le zone costiere sono meno interessate dalle nebbie che tendono ad abbassare le temperature medie. In primavera e in estate, invece, la costa adriatica registra

temperature più basse rispetto all'interno per l'effetto inverso, cioè la temperatura della superficie dell'acqua del mare risulta inferiore a quella della terraferma. In tutte le quattro stagioni, i valori minimi più alti sono registrati sulla fascia costiera. Gli impatti fisici del cambiamento climatico nell'alto Adriatico si riferiscono principalmente a variazioni: della temperatura dell'aria e dell'acqua del mare (soprattutto sbalzi bruschi e repentini), delle precipitazioni, fino a un aumento nella frequenza degli eventi estremi (intense precipitazioni, forti mareggiate) e infine a un lento ma progressivo innalzamento del livello del mare. Tale tendenza si spiega prevalentemente alla luce dell'innalzamento del livello relativo delle acque nel corso del secolo scorso, cui hanno contribuito sia l'innalzamento del livello medio del mare Adriatico (eustatismo), in gran parte causato dal surriscaldamento del pianeta, sia l'abbassamento del suolo (subsidenza). Sulla base delle più recenti previsioni dell'Ipcc, a causa dei cambiamenti climatici, il fenomeno di eustatismo dovrebbe nei prossimi decenni accentuarsi. Questo sta determinando un incremento degli eventi estremi di inondazione. Tali variazioni generano di conseguenza impatti economici: le variazioni delle temperature dell'aria nei settori dell'economia turistica e dell'acqua di

1 Effetti di una mareggiata.

2 Spiaggiamento di alacce (*Sardinella aurita*) lungo la costa emiliano-romagnola nel febbraio 2010.

mare sull'attività ittica, impatti a seguito dell'innalzamento del livello medio del mare e degli eventi estremi di marea sulle strutture architettoniche ed edilizie urbane presenti sul litorale. Inoltre, è importante anche valutare i costi che si sono sostenuti e che si rendono ancora necessari per l'adozione di misure di protezione per esondazioni per la salvaguardia del territorio (es. barriere, strutture architettoniche di difesa del litorale da erosione).

Ai rischi di inondazione bisogna aggiungere altri rischi secondari, come le infiltrazioni di acqua salata nelle falde acquifere costiere, l'intrusione del cuneo salino negli estuari, la perdita di zone umide e la perdita o modifica della biodiversità marino-costiera. Tutti questi impatti avranno forti implicazioni su tutte le attività produttive condotte nelle zone costiere, ma anche sulle attività ricreative, turistiche e sul patrimonio storico, artistico, e su tutte le pratiche agricole effettuate nell'immediato entroterra che fruiscono dell'irriguo attinto da fonti che per intrusione presentano acqua salmastra.

I cambiamenti nelle condizioni climatiche hanno un effetto significativo sulle lagune per via della bassa profondità e del ridotto volume delle acque. Gli incrementi di temperatura delle acque possono influenzare il metabolismo degli organismi, la loro distribuzione, l'interazione tra le diverse specie, modificare la struttura della rete alimentare, i cicli biogeochimici e i processi ecologici, in particolar modo la produzione primaria. L'incremento del livello del mare aumenta la profondità della laguna, alterando la circolazione dell'acqua e i livelli di salinità, il trasporto dei solidi e l'equilibrio del processo erosione/sedimentazione. Tutte queste modificazioni possono influire negativamente sulla produzione ittica. Un esempio è la produzione della vongola filippina (*Tapes philippinarum*) nella Sacca di Goro. Tale area ha una produzione annua di circa 15.000 tonnellate, su un'area di produzione di circa 12,6 km<sup>2</sup>. Alcuni studi hanno dimostrato che la risposta biologica della vongola può essere influenzata non soltanto dagli inquinanti chimici, ma anche da altri fattori di stress, tra i quali la salinità, l'ipossia, la disponibilità di nutrienti e la temperatura. Inoltre, i cambiamenti nelle condizioni climatiche hanno un effetto significativo sulla presenza di macroalghe, in particolare quelle appartenenti al genere *Ulva*, che oltre a inficiare lo stato qualitativo dell'ecosistema, riduce ulteriormente la produzione della vongola



FOTO: ARCH. STRUTTURA OCEANOGRAFICA, DAPHNE - ARPA ER

2

filippina. Sempre in relazione alla variabilità delle precipitazioni, si associa lo sviluppo di condizioni eutrofiche del mare Adriatico. A esso affluiscono tutti i fiumi della pianura padana che a seguito di precipitazioni che dilavano i territori, apportano a mare sostanze nutritive (forme di azoto e fosforo) che innescano i *blooms* algali. Le variabilità interannuali dello stato qualitativo ambientale del mare centro-settentrionale Adriatico è legato a eventi significativi di tale natura. Il *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) sottolinea che il cambiamento climatico rientra tra i cinque principali *driver* che si ritiene abbiano un'influenza significativa sulla perdita della biodiversità e sui servizi forniti dagli ecosistemi. Se si osserva quanto avviene nel mare prospiciente la nostra regione si assiste a sorprendenti mutamenti nella distribuzione areale di molte specie animali. Aumenta la presenza di specie tropicali o subtropicale a seguito dell'aumento di temperatura dell'acqua; si stima che siano a oggi circa una trentina le specie segnalate. Inoltre, sempre legato all'aumento di temperatura e di conseguenza anche a una variazione delle condizioni trofiche e strutturali degli ambienti, si assiste a una migrazione di specie termofile (specie che gradiscono acqua calda), verso areali più settentrionali (noto come fenomeno di meridionalizzazione). Nel febbraio del 2002 e 2010 sono avvenuti fenomeni di tale natura e si sono verificate morie di

alacce (*Sardinella aurita*) a seguito di un repentino raffreddamento delle acque. L'areale dell'alaccia è compreso nella fascia meridionale del Mediterraneo. Il riscaldamento delle acque ha favorito la migrazione delle alacce lungo il bacino dell'Adriatico per raggiungere habitat con abbondanza di cibo (condizione dell'Adriatico settentrionale). L'abbassamento delle temperature è però stato fatale per tale specie.

Altri eventi significativi legati al repentino abbassamento delle temperature nel nostro tratto marino avvenuto nei mesi invernali del 2010 e 2011 sono stati gli spiaggiamenti di tartarughe (*Caretta caretta*) in sofferenza per ipotermia.

Tutto questo mostra come sia estremamente complesso il funzionamento del sistema climatico, in particolare per ciò che riguarda le interazioni tra cambiamento climatico e i suoi effetti locali sul clima e sul benessere sociale. Tali impatti devono essere "mappati", descritti nel dettaglio delle loro caratteristiche e stimati anche da un punto di vista economico, non solo con riferimento ai settori produttivi colpiti, ma anche in relazione agli ecosistemi naturali e alla biodiversità locale.

#### Carla Rita Ferrari

Responsabile Struttura oceanografica  
Daphne, Arpa Emilia-Romagna