

Fattori climatici

Cambiamenti della temperatura atmosferica e delle precipitazioni, con conseguenti cambiamenti della temperatura del mare.

Altri fattori

Azioni antropiche che influenzano indirettamente gli ecosistemi marini: variazioni negli apporti di nutrienti, variazioni indotte degli apporti fluviali, influenze puntuali di scarichi fognari.

Caratterizzazione impatto



La struttura (abbondanza e composizione) dei popolamenti fitoplanctonici risente dell'aumento della temperatura sia in modo diretto (effetti su fenologia degli organismi e composizione specifica dei popolamenti) che indiretto, attraverso variazioni di trofia del sistema, salinità, trasparenza e stratificazione della colonna d'acqua, che a loro volta dipendono da cambiamenti di regime delle precipitazioni, apporti fluviali e idrodinamismo.



Le variazioni di biomassa e struttura dei popolamenti fitoplanctonici incidono sulla dinamica della rete trofica marina che, a sua volta, supporta la pesca e l'acquacoltura. Valori decrescenti della biomassa fitoplanctonica indicano una tendenza verso l'oligotrofia e una bassa produttività del sistema; valori crescenti sono invece indice di una tendenza verso l'eutrofia, con possibili impatti sull'intera qualità dell'ecosistema.

Relazione causa-effetto



L'aumento della temperatura atmosferica e marina determina modifiche del regime delle precipitazioni e dell'assetto idrologico dell'ecosistema marino che incidono sulla dinamica della rete trofica, in cui il popolamento fitoplanctonico rappresenta il settore chiave che sostiene l'intera struttura.

Foto: Oriana Blasutto (ARPA FVG)



Scenario futuro



Le proiezioni climatiche globali, per l'Italia e per il Friuli Venezia Giulia indicano un progressivo aumento delle temperature e variazioni nel regime delle precipitazioni: queste potranno indurre ulteriori variazioni dell'assetto idrologico dell'ecosistema marino che, a sua volta, inciderà sulle dinamiche della rete trofica marina. Tuttavia, l'aumento della biomassa planctonica non è direttamente correlato al regime delle precipitazioni ma dipende anche dalla stagione nella quale queste avvengono. Esiste infatti un periodo ottimale per la crescita delle popolazioni planctoniche e, a causa dell'estrema variabilità attuale, fare previsioni a lungo termine risulta difficile, considerando inoltre che altri fattori possono determinare variazioni nell'apporto di nutrienti dall'entroterra al mare.



Numeri e messaggi chiave

La clorofilla *a* è uno dei parametri utilizzati per monitorare la produzione primaria in mare e stimare lo stato ecologico dei popolamenti fitoplanctonici. Nel Golfo di Trieste, l'indicatore evidenzia un trend in leggera crescita, ma non significativo nel periodo considerato (2002-2020). È probabile che una serie temporale più lunga possa essere più efficace per verificare il potenziale di questo indicatore come risultante dell'impatto e adattamento ai cambiamenti climatici, anche mettendolo in relazione con parametri chimico-fisici di supporto e con la struttura della comunità planctonica.

Descrizione

La concentrazione di clorofilla *a*, determinata tramite la fluorescenza indotta, è uno dei parametri usati per monitorare la produzione primaria in mare e stimare lo stato ecologico dei popolamenti fitoplanctonici.

Scopo

Valutare eventuali trend (positivi/negativi) della biomassa fitoplanctonica e verificare l'esistenza di relazioni con altri parametri chimico-fisici (temperatura, salinità, livello di nutrienti).

Frequenza rilevazione dati

Mensile dal 2002 al 2015, bimestrale dal 2016 al 2019 e nuovamente mensile nel 2020.

Unità di misura

µg/L

Periodicità di aggiornamento

L'indicatore può essere aggiornato con cadenza mensile, trimestrale, semestrale o annuale.

Copertura temporale

2002-2020

Copertura spaziale

Regionale

Riferimenti/obiettivi fissati dalla normativa

Nessun riferimento/obiettivo fissato dalla normativa.

Metodologia di elaborazione

I dati di clorofilla *a* provengono da misure condotte mediante sonda multiparametrica lungo la colonna d'acqua, dalla superficie fino al fondo, condotte in 5 siti marino-costieri dal 2002 al 2020. I dati sono a cadenza mensile dal 2002 al 2015, bimestrali dal 2016 al 2019, e nuovamente mensili nel 2020.

I dati sono stati mediati per ogni serie di campionamento ad intera scala di bacino (comprendono tutti i siti di campionamento) e il trend annuale dal 2002 al 2020 è stato calcolato applicando il *Mann-Kendall* trend test.

Criteri di selezione

Rilevanza - utilità

Portata nazionale/applicabile a temi ambientali a livello regionale di significato nazionale

- Descrive il trend in atto e l'evolversi della situazione ambientale
- Semplice e facile da interpretare
- Sensibile ai cambiamenti nell'ambiente/collegato alle attività antropiche

Fornisce un quadro rappresentativo di condizioni ambientali, pressioni sull'ambiente, risposte della società, obiettivi normativi

- Fornisce una base per confronti a livello internazionale

Ha una soglia o un valore di riferimento con il quale poterlo confrontare, in modo che si possa valutare la sua significatività

Misurabilità

- Documentato e di qualità nota
- Aggiornato a intervalli regolari secondo fonti e procedure affidabili (tempestività e puntualità)
- Facilmente disponibile o reso disponibile a fronte di un ragionevole rapporto costi/benefici
- Buona copertura spaziale
- Copertura temporale > 10 anni

Solidità scientifica

- Basato su standard nazionali/internazionali
 - Ben fondato in termini tecnici e scientifici
- Possiede elementi che consentono di correlarlo a modelli economici, previsioni e sistemi di informazione
- Prevede metodi di misura e raccolta dati attendibili e affidabili
 - Comparabile nel tempo
 - Comparabile nello spazio



Fonte e accessibilità

I dati sono di proprietà di ARPA FVG e in parte sono stati pubblicati. I dati non pubblicati possono essere richiesti direttamente ad ARPA FVG – S.O.C. Stato dell'Ambiente – Qualità Acque Marine e di Transizione.

Qualità dell'informazione

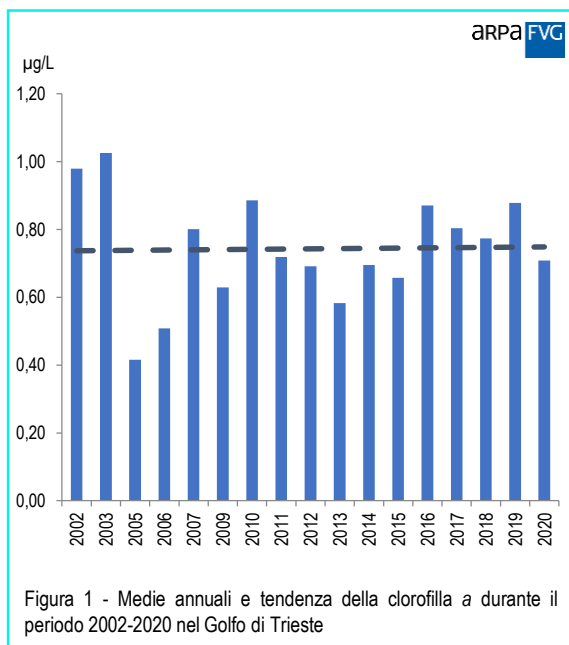
L'indicatore, se isolato, è poco informativo: dovrebbe essere messo in relazione con parametri chimico-fisici e con la struttura delle comunità planctonica.

Limitazioni e possibili azioni

Possibile malfunzionamento della sonda multiparametrica che non permetta l'acquisizione del dato in campo. Data la complessità dell'ecosistema marino l'indicatore andrebbe ulteriormente sviluppato, ad esempio monitorando le dimensioni degli organismi.

Riferimenti bibliografici

1. Cloern, J.E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 223-253.
2. Dunstan, P.K., Foster, S.D., King, E., Risbey, J., O'Kane, T.J., Monselesan, D., Hobday, A.J., Hartog, J.R., Thompson, P.A. 2018. Global patterns of change and variation in sea surface temperature and chlorophyll *a*. *Scientific Reports*, 8, 14624.
3. Giani, M., Djakovac, T., Degobbi, D., Cozzi, S., Solidoro, C., Fonda Umani, S. 2012. Recent changes in the marine ecosystem of the northern Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 115, 1-13.
4. Gilbert, R.O. 1987. *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. Van Nostrand Reinhold, New York.
5. Mozetič, P., Solidoro, C., Cossarini, G., Socal, G., Precali, R., Francé, J., Bianchi, F., De Vittor, C., Smolaka, N., Fonda Umani, S. 2010. Recent trends towards oligotrophication of the Northern Adriatic: evidence from chlorophyll *a* time series. *Estuaries and Coasts*, 33, 362-375
6. Salgado-Hernanz, P.M., Racault, M.F., Font-Muñoz, J.S., Basterretxea, G. 2019. Trends in phytoplankton phenology in the Mediterranean Sea based on ocean-colour remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 221, 50-64
7. SNPA, 2018. Introduzione agli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici: concetti chiave, indicatori candidati e criteri per la definizione degli indicatori prioritari. Manuali e Linee Guida 178/2018.



Commento al trend



Considerando il trend delle medie annuali dal 2002 al 2020 (Fig. 1) si evince una leggera tendenza positiva che, tuttavia, applicando il *Mann-Kendall* test, non risulta significativa ($s=7$; $p(\text{no trend})=0,80$).

È probabile che una serie temporale più lunga possa essere più efficace nella verifica del potenziale di questo indicatore come risultante dell'impatto e adattamento ai cambiamenti climatici.

Ulteriori elaborazioni, che mettano l'indicatore in relazione con la struttura della comunità planctonica e con parametri chimico-fisici di supporto, potrebbero far emergere effetti collegabili con le evidenze dei cambiamenti climatici osservati a livello regionale, come ad esempio variazioni nella distribuzione delle piogge durante l'arco dell'anno.

Referente:

Alessandro Acquavita – ARPA FVG
alessandro.acquavita@arpa.fvg.it