



Ossigeno disciolto e nutrienti nelle acque dell'Adriatico settentrionale

La bassa profondità del bacino alto-adriatico e l'ingresso di acque dolci ricche di nutrienti fanno dell'Adriatico settentrionale una delle aree più produttive del Mediterraneo. Il Fiume Po scarica in Adriatico circa 43 km³/anno di acqua dolce (in media circa 1425 m³/sec nel 1995; Rapporto annuale della Regione Emilia-Romagna, 1996), mentre gli altri fiumi contribuiscono per circa 7 km³/anno. Da ciò derivano i seri problemi di eutrofizzazione di questa zona a cui la regione Lombardia contribuisce con il maggior apporto di nutrienti in mare, seguita da Emilia-Romagna, Veneto e Piemonte. E' stato infatti stimato che queste quattro regioni abbiano scaricato, negli anni '70, il 43% dei fosfati presenti in Adriatico (pari a 25031 t/anno) provenienti principalmente da scarichi domestici e detersivi. Durante il periodo 1982-1994 non è stato comunque registrato un calo di presenze di nitrati, mentre i fosfati sono significativamente diminuiti soprattutto grazie alla loro drastica riduzione nei detersivi. Infatti, il rapporto N/P è passato da circa 50 negli anni 1983-'84 a circa 130, attualmente (Rinaldi, 1996). Probabilmente, questa maggior quantità di fosforo è anche quella che garantisce blooms algali meno abbondanti e meno frequenti: il fosforo è, infatti, il principale fattore limitante nella crescita delle alghe.

Altro fattore importante nelle dinamiche dei processi ciclici che si innescano nel dominio marino è l'ossigeno, correlato alla produzione fotosintetica, a fenomeni di scambio con l'atmosfera e a mescolamenti verticali delle masse d'acqua.

Le acque degli strati superficiali sono caratterizzate da valori di ossigenazione in genere minimi in inverno (tipicamente per la scarsa attività fotosintetica) e da valori massimi in estate, stagione durante la quale è elevata la produzione primaria delle acque marine (con condizioni di saturazione o sovrasaturazione, a seconda del peso relativo dei processi biologici di produzione e consumo, e dei flussi con l'atmosfera),

In profondità (periodo primaverile ed invernale), la colonna presenta valori generalmente vicini alla saturazione dovuti sia all'attivo mescolamento verticale sia alla re-areazione per scambio attraverso la superficie.

In estate, sia per la riduzione degli scambi verticali dovuti all'instaurarsi del termoclino, che per la scarsa produzione fotosintetica nella zona afotica (priva o quasi di luce), il consumo di ossigeno eccede generalmente la produzione, e si possono verificare condizioni di progressiva ipossia.

Parametri trofici

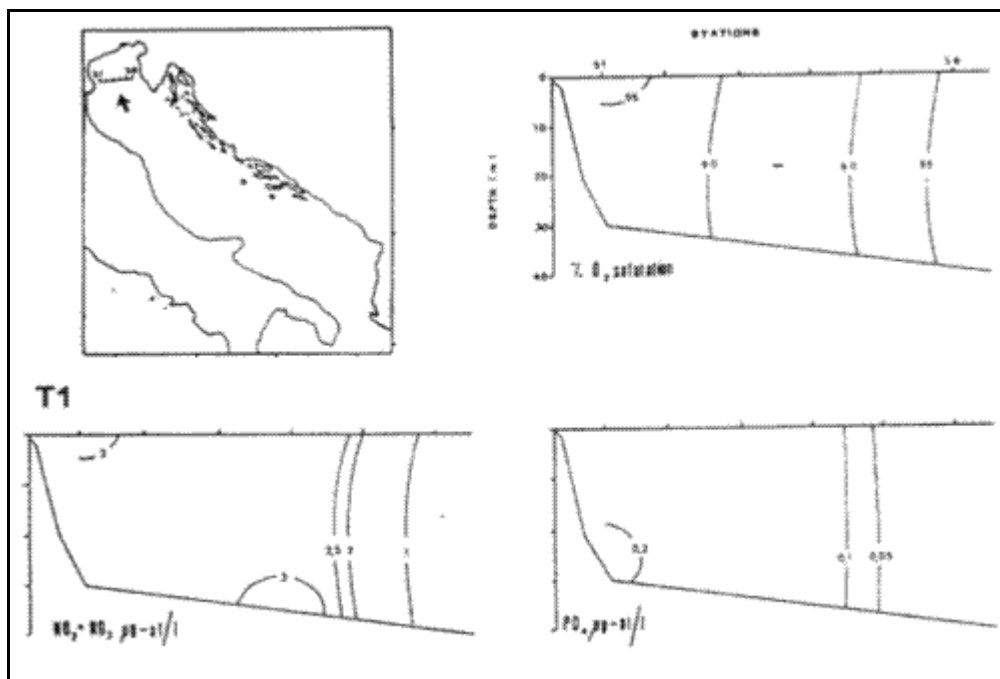
In Adriatico settentrionale la distribuzione dei nutrienti disciolti è influenzata dalle caratteristiche idrodinamiche del bacino che determinano marcate differenze stagionali. Durante l'inverno, periodo di rimescolamento, le concentrazioni dei nutrienti possono essere, nella fascia costiera occidentale separata dal sistema frontale, notevolmente più alte che in mare aperto (Franco e Michelato, 1992). Durante la stratificazione estiva, l'incremento dei nutrienti, soprattutto dei composti azotati nello strato superficiale, dovuto all'apporto dei fiumi, viene rapidamente consumato dal fitoplancton e, successivamente, la materia organica particellata sedimenta negli strati più profondi, comportando sia un forte consumo di ossigeno disciolto (ipossia e, talvolta anossia nelle zone prossime al fondo) sia un incremento di nutrienti dovuto alla rimineralizzazione.

Il ciclo annuale di alcuni dei principali processi e parametri trofici è sintetizzato in maniera significativa dall'andamento spazio-temporale della distribuzione di ossigeno, nitrati e

fosfati lungo un transetto che va dal delta del Po alle coste dell'Istria, riportato nelle figure seguenti (Cescon e Scarazzato, 1979).

In particolare le figure sottolineano i seguenti aspetti:

- l'omogeneità verticale della distribuzione dei tre parametri durante la transizione autunno-inverno (T1). I soli gradienti che si verificano sono quelli orizzontali, dovuti alla riduzione verso est dell'apporto di acque padane;
- la leggera sottosaturazione dell'ossigeno a tutte le profondità, dovuta al prevalere dei processi di respirazione fitoplanctonica su quelli fotosintetici;
- la tipica situazione di prima fioritura (early bloom) durante la transizione autunno-inverno (T2). Le condizioni di sovrassaturazione dell'ossigeno di origine fotosintetica (generalmente dovuta a diatomee) sono circoscritte al solo strato superficiale, per la scarsa penetrazione dell'energia luminosa, ed alla fascia costiera. Nello strato profondo inizia a formarsi una zona di rigenerazione;
- durante la transizione primavera estate (T3), la zona di sovrassaturazione dell'ossigeno si sposta, nelle zone *offshore* verso gli strati più profondi, ove le condizioni di luminosità sono più favorevoli. Spesso in questo periodo le fioriture sono sostenute da dinoflagellate (cfr. ad es. Chiaudani et al. 1983). La zona di rigenerazione è nettamente evidente a causa della segregazione degli strati profondi.
- Una mancanza di fosforo è tipica del nord Adriatico; il fitoplancton dell'Adriatico settentrionale cresce bene anche con rapporti N/P (azoto/fosforo) più alti di quelli ottimali. La materia organica che viene prodotta è, pertanto, poco ricca di fosforo e richiede più ossigeno durante la decomposizione per rigenerare una molecola di ortofosfato. Le considerazioni basate sul rapporto N/P e le prove di biostimolazione algale effettuate, fanno supporre che il fosforo costituisca il fattore nutritivo limitante lo sviluppo algale durante la maggior parte dell'anno ad eccezione dei mesi estivi, quando tale funzione può essere svolta dall'azoto, che presenta un decadimento più marcato (Fig. 2, Cescon e Scarazzato, 1979).



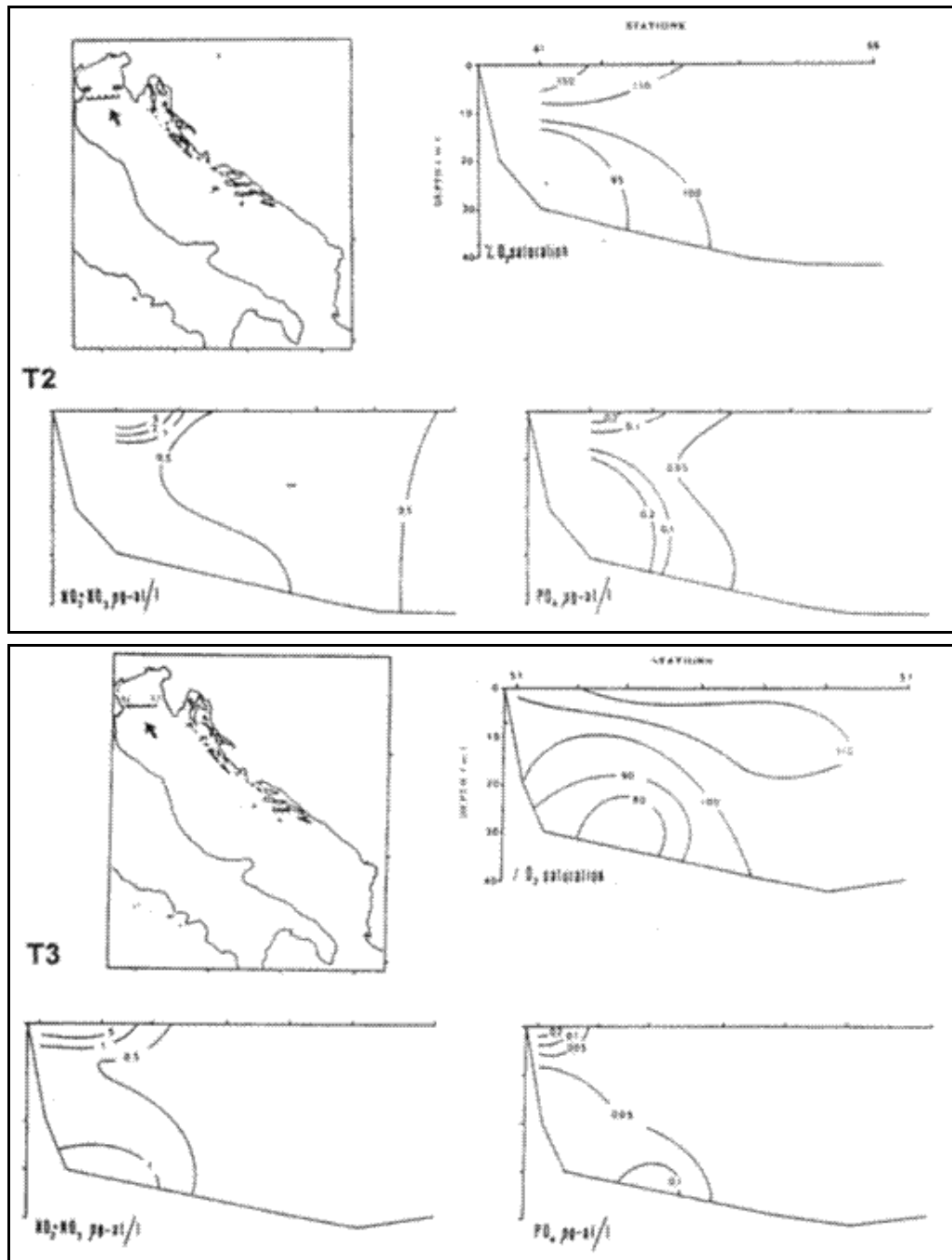


Fig. 1 Andamento stagionale della percentuale di ossigeno disciolto, della concentrazione di nitrato e fosfato lungo il transetto delta del Po - Pola nei mesi di Dicembre (T1), Marzo (T2) e Giugno (T3). (da Cescon e Scarazzato, 1979)

Il Nord Adriatico é stato considerato per molti anni come una regione con alta produzione a tutti i livelli della catena trofica, dal fitoplancton ai pesci. La produzione, quantificata al delta del fiume Po, é risultata correlata alla sua portata (Franco, 1973; Gilmartin e Revelante, 1981). E' stato inoltre osservato una marcata riduzione da ovest ad est di *standing crop* (concentrazione planctonica) e produzione (Smodlaka e Revelante, 1983) con valori di clorofilla α molto alti lungo la costa occidentale italiana dell'Emilia Romagna. Secondo il criterio di classificazione delle acque costiere proposto da Chiaudani et al., 1982 é possibile individuare tre classi di concentrazione di clorofilla α :

- valori medi di concentrazione di clorofilla $\alpha < 1 \mu\text{g/l}$, tipici delle acque pelagiche e corrispondenti ad acque oligotrofiche;
- valori medi di clorofilla α tra $1 \mu\text{g/l}$ e $5 \mu\text{g/l}$, corrispondenti ad acque mesotrofiche o mediamente produttive;
- valori medi di concentrazione di clorofilla α compresi tra $5 \mu\text{g/l}$ e $10 \mu\text{g/l}$, corrispondenti ad acque eutrofiche, tipiche di aree estremamente produttive, nelle quali si possono manifestare fenomeni di intense fioriture algali.

La quantità di biomassa prodotta, e quindi la concentrazione di clorofilla α , è in relazione con le caratteristiche proprie delle acque marine e della stagione; essa dipende, infatti, sia dalla quantità di energia radiante sia dalla disponibilità di sostanze nutritive.

La concentrazione di nutrienti, insieme alla concentrazione di clorofilla α e di ossigeno disciolto definisce lo *stato trofico* delle acque. Una mappatura delle acque costiere adriatiche elaborata dal CNR-IRSA, mostra una fascia costiera dove si alternano condizioni di mesotrofia e di eutrofia e una zona al largo oligotrofica. Questo conferma l'assoluta predominanza nel controllo del fenomeno degli apporti di nutrienti di origine continentale e antropica.

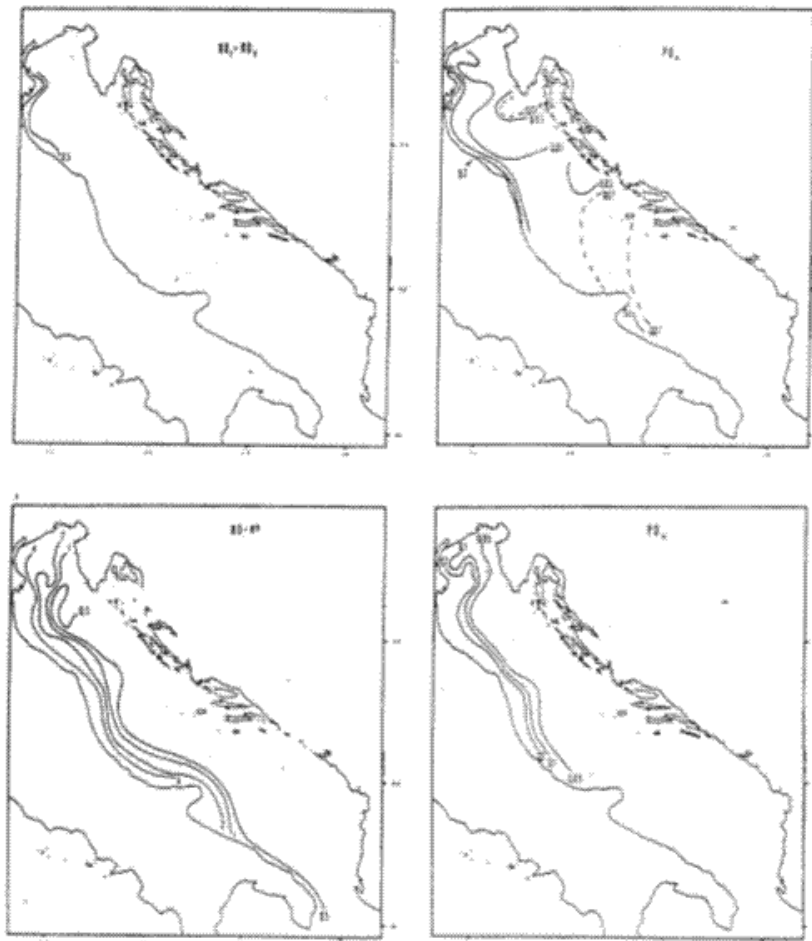


Fig. 2 Distribuzione del nitrato+nitrito e del fosfato nel mare Adriatico in Giugno (sopra) ed in Dicembre (sotto) - (da Cescon e Scarazzato, 1979)