

4. CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE ASSOCIAZIONI FITOPLANCTONICHE NEL LAGO MAGGIORE ED EVOLUZIONE STAGIONALE DEI POPOLAMENTI

Giuseppe Morabito e Martina Austoni.

4.1. Struttura dei popolamenti fitoplanctonici

Lo schema dei campionamenti per il fitoplancton si è uniformato, anche per il 2015, alla serie storica dei campionamenti sul Lago Maggiore. Nella stazione al largo di Ghiffa sono stati effettuati, tra il 21 gennaio ed il 16 dicembre, 2015 sopralluoghi con prelievo di campioni d'acqua nello strato 0-20 m, con frequenza mensile nei mesi di gennaio, febbraio, novembre e dicembre, all'incirca quindicinale nella restante parte dell'anno.

I campioni sono stati analizzati in laboratorio seguendo le tecniche già utilizzate negli anni passati, per quanto riguarda i conteggi, l'identificazione delle specie e il calcolo della biomassa (biovolume). La determinazione della concentrazione della clorofilla *a* e dei feopigmenti, sui campioni raccolti, è stata effettuata esclusivamente tramite determinazione fluorimetrica con sonda bbe-Fluoroprobe, metodica più sensibile e meno soggetta ad errori dovuti a manipolazione e degradazione del campione.

Il numero totale dei *taxa* censiti durante il 2015 è stato di 107 unità, praticamente equivalente al dato del 2014 (105) ed in linea con i valori misurati dal 2000 ad oggi, uguali o superiori alle 80 unità tassonomiche, come evidenziato nei rapporti precedenti.

Nel 2015 il numero medio di specie per campione è risultato uguale a 42, inferiore all'anno 2013, che rappresentò il valore massimo assoluto dal 1981 con 54 unità, ma analogo al dato del 2014 (43).

Il numero di specie significative (dominanti in quanto concorrenti a formare almeno l'80 % del biovolume totale almeno una volta nel corso dell'anno) si è attestato sul valore di 40 specie: erano 41 nel 2014. Il perdurare di un numero elevato di specie dominanti nella comunità è indicativo di una ripartizione decisamente omogenea degli individui tra le specie presenti di volta in volta nel corso della successione stagionale e testimonia un'alta biodiversità dell'ambiente.

Le classi con il maggior numero di *taxa* sono state diatomee e cianobatteri, presenti, rispettivamente, con 34 e 25 unità tassonomiche, seguite dalle cloroficee (22), con una ulteriore, leggera, flessione rispetto al 2014 (24): da anni ormai queste tre classi sono quelle maggiormente rappresentate tra il fitoplancton del Lago Maggiore, sebbene i rapporti reciproci di importanza, come numero di specie censite, possano subire delle leggere oscillazioni tra un anno e l'altro. Seguono, in ordine di importanza, le crisoficee, con 12 unità, le criptoficee e le dinoficee, che con 9 e 5 unità tassonomiche rispettivamente, sono, come di consueto, i gruppi meno rappresentati nella flora pelagica del Lago Maggiore.

La successione stagionale si è svolta, nel 2015, con una dinamica simile a quella osservata negli ultimi anni: infatti, anche il 2015 si potrebbe definire un anno "a diatomee", essendo stati questi gli organismi algali costantemente dominanti in termini di biomassa, durante l'arco dell'intero anno (Fig. 4.1).

L'anno 2015 come l'anno precedente, è stato caratterizzato da una costante e massiccia presenza di diatomee, nello specifico di *Fragilaria crotonensis*, largamente dominante da marzo a settembre (nel 2014 da gennaio a luglio), cui si sono unite *Asterionella formosa* e *Synedra acus*. Queste ultime due specie sono presenti rispettivamente da maggio ad agosto e da marzo ad agosto.

Diatomee e cianobatteri hanno rappresentato (Fig. 4.1), come di consueto, i gruppi dominanti, sebbene, in estate, un contributo significativo sia venuto anche dai dinoflagellati con *Ceratium hirundinella*. Accanto a queste, merita una segnalazione la fioritura di *Mougeotia* sp., che ha raggiunto valori di biomassa superiori ai 5000 $\text{mm}^3 \text{m}^{-3}$ nel mese di luglio: tale fioritura, seppure di breve durata, rappresenta una ripetizione dell'evento occorso nella primavera-estate del 2011.

Lo sviluppo dei popolamenti algali ha avuto inizio, nel 2015, già dal mese di gennaio con *Fragilaria crotonensis* e, in minor densità, con *Diatoma tenuis*, quest'ultima sostituita da *Asterionella formosa* già nel mese di febbraio. Verso la metà di marzo abbiamo un primo picco di diatomee, ascrivibile ad *Asterionella formosa*, che perdura fino ad aprile, per essere poi sostituita da *Fragilaria crotonensis*, che perdurerà per gran parte dell'anno, fino a novembre, con picchi in aprile e agosto. La prima fase di crescita delle diatomee è risultata, nel 2015 e come nell'anno precedente, anticipata rispetto agli anni passati, probabilmente anche a seguito di condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli, con temperature atmosferiche del periodo invernale superiori alla norma. Sulla dinamica del popolamento a diatomee è rilevante sottolineare come la concausa di questa costante dominanza nel 2015 potrebbe essere dovuta, ancora una volta, a eventi meteorologici eccezionali.

Infatti, i mesi di gennaio e febbraio 2015 sono stati caratterizzati da precipitazioni al di sopra della media pluriennale, come si evince dal capitolo del presente rapporto, dedicato alla meteorologia dell'areale lacustre. Inoltre, ricordiamo che nell'autunno del 2014 si erano avute precipitazioni molto abbondanti, culminate con l'evento alluvionale dei primi di novembre di quell'anno. Come è stato osservato in rapporti precedenti e come evidenziato da uno studio sui fattori di controllo della crescita delle diatomee nel Lago Maggiore (Morabito *et al.*, 2012), precipitazioni elevate possono apportare al lago notevoli quantità di silice, essendo il bacino del Lago Maggiore di natura silicea. Questo elemento, il cui esaurimento durante lo sviluppo primaverile rappresenta di solito il principale fattore limitante per il proseguimento della crescita delle diatomee, sarebbe risultato quindi presente in concentrazioni tali da sostenere la produzione di questi organismi fino al tardo autunno. Il fenomeno è, peraltro, ben documentato nella letteratura scientifica (si veda, per es. Znachor *et al.*, 2008). Da rilevare la totale assenza di *Tabellaria flocculosa*, la cui presenza appare maggiormente correlata a fattori fisici soprattutto a intensità del vento, piuttosto che a condizioni trofiche (Morabito *et al.*, 2012). Le Cryptophyta danno un contributo durante tutto l'anno con *Plagioselmis nannoplanctica* e con *Cryptomonas ovata* durante il periodo estivo autunnale. Tra le Crysophyceae la presenza più significativa, durante l'intero anno, è quella di *Chrysochromulina parva*. Ad eccezione della già citata fioritura di *Mougeotia* sp., l'importanza delle Chlorophyceae risulta drasticamente ridotta: in pratica, delle 22 specie rinvenute solo *Sphaerocystis schroeteri* e *Paulschulzia tenera* contribuiscono, occasionalmente, con biomasse degne di nota. La serie dei dati relativi alla concentrazione della clorofilla a mostra i valori mediamente più alti nel periodo primaverile, con il massimo assoluto registrato il 14 aprile (9,17 mg m^{-3}).

La crescita dei cianobatteri, ridotta durante la fase di fioritura delle diatomee, ha avuto il suo massimo sviluppo nella tarda estate, favorita anche dal mantenersi di temperature elevate e di condizioni climatiche favorevoli (Fig. 4.1): nel gruppo mantengono una certa importanza le Oscillatoriales del gruppo *Planktothrix rubescens/agardhii*, da anni elemento tipico della flora algale pelagica del Lago Maggiore, *Aphanizomenon flos-aquae* insieme a *Tychonema bourellyi* e ai generi *Geitlerinema* e *Pseudoanabaena*, mentre risultano trascurabili le Chroococcales di piccole dimensioni.

Dolichospermum lemmermannii protagonista di estese fioriture nel passato recente, si è presentata anche nel 2015: presente già dai primi di luglio, ha il suo massimo sviluppo, peraltro alquanto modesto in valore assoluto, proprio nei mesi di luglio-agosto anziché nel periodo tardo estivo.

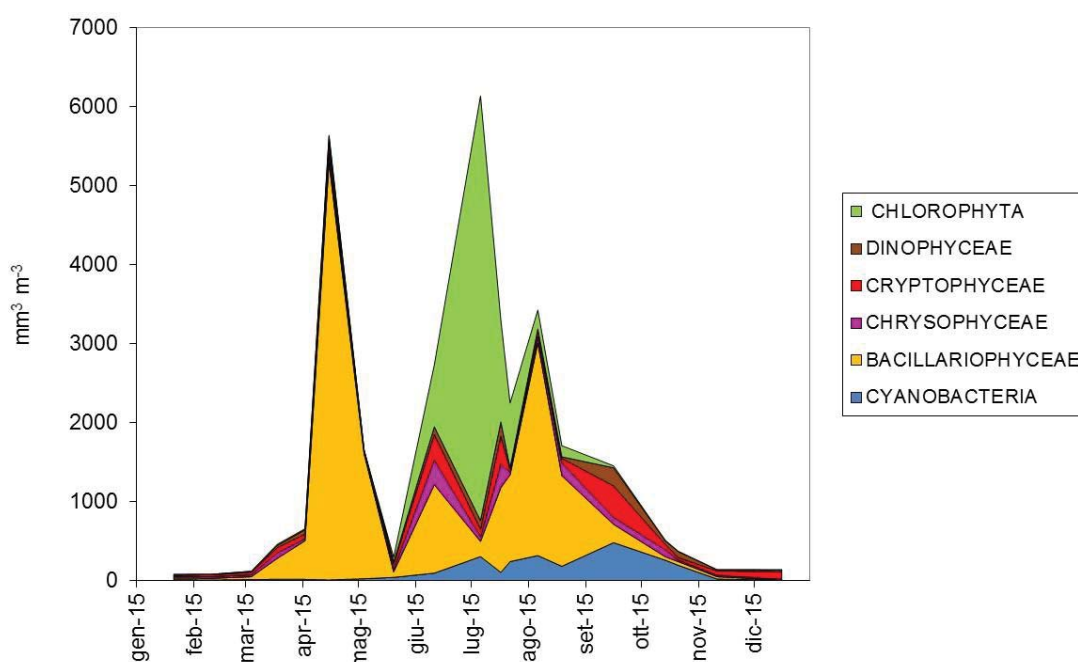


Fig. 4.1. Biovolumi cumulati dei principali raggruppamenti sistematici per il 2015.

I dati del 2015 confermano alcuni mutamenti osservati negli ultimi anni (presenza, tra le dominanti, di specie a carattere meso-eutrofo e riduzione di altre con esigenze oligotrofe), che farebbero pensare ad una tendenza verso un peggioramento qualitativo delle acque lacustri.

4.1.1. Variazioni della biomassa algale

Dal 1981, cioè dall'inizio del processo di oligotrofizzazione del Lago Maggiore si è osservata una diminuzione costante dei valori medi annui del biovolume complessivo del fitoplancton e della concentrazione della clorofilla a: nel 2004 questi parametri avevano mostrato un leggero aumento rispetto al 2003, ma nel 2005 si era osservato un nuovo decremento di entrambi i parametri, particolarmente evidente a carico del biovolume, che aveva raggiunto il valore minimo storico (dal 1981) con

0,62 cm³ m⁻³. Nel 2015 il biovolume medio annuo è stato di 1,4 cm³ m⁻³, con una concentrazione media annua della clorofilla a pari a 2,6 mg m⁻³.

Come detto in precedenza, il 2015 è stato un anno caratterizzato dalla presenza costante e quasi esclusiva delle diatomee, di conseguenza la successione delle specie di diatomee riflette quasi esattamente la successione stagionale del fitoplancton.

Nel 2015 anche la fase di successione primaverile delle diatomee ha mostrato alcune differenze rispetto al passato: *Asterionella formosa* e *Diatoma tenuis* hanno notevolmente ridotto la loro importanza nei mesi di marzo ed aprile, mentre è stata completamente assente *Tabellaria flocculosa*, a vantaggio di *Fragilaria crotonensis* largamente dominante da marzo a novembre (Fig. 4.2).

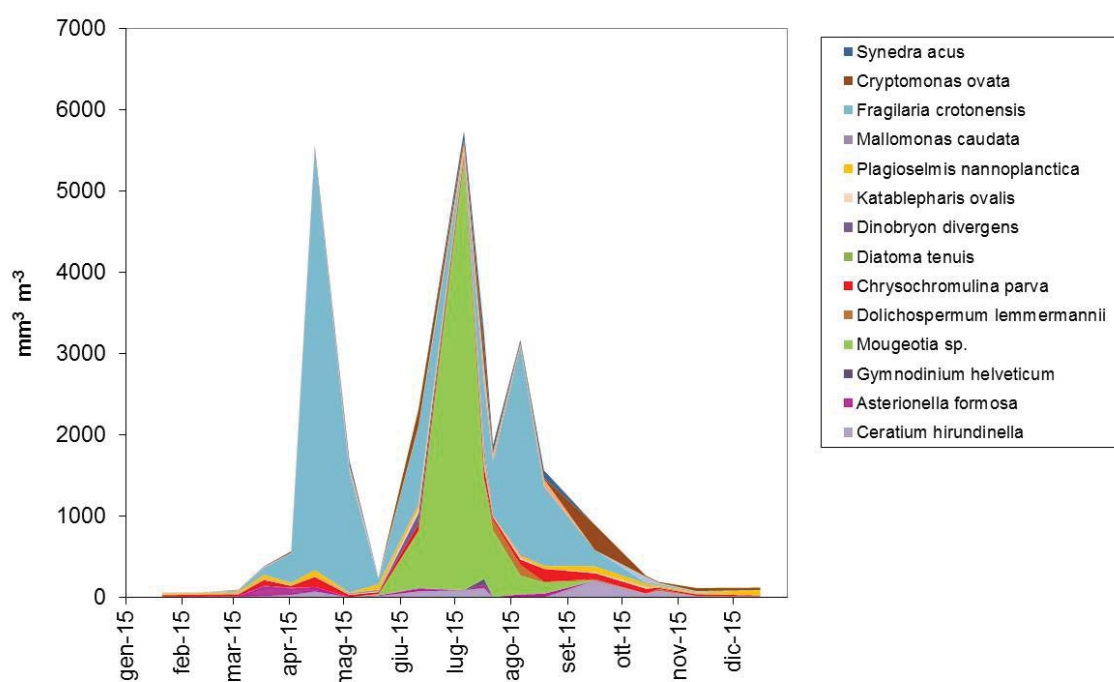


Fig. 4.2. Biovolumi cumulati di entità sistematiche particolarmente significative per il 2015.

Oltre a *Fragilaria crotonensis*, il popolamento a diatomee è stato caratterizzato dalla dominanza di *Asterionella formosa* e *Diatoma tenuis*. Notevolmente ridotto il peso delle centriche nei mesi primaverili: alcune specie di *Cyclotella*, insieme a *Stephanodiscus minutulus*, hanno mostrato un biomassa più consistente durante l'estate, anche se non hanno mai raggiunto valori comparabili a quelli delle diatomee di maggiore taglia. La fase autunnale della successione vede nuovamente la dominanza di *Fragilaria crotonensis*.

Per quanto riguarda gli altri gruppi algali, i cianobatteri raggiungono uno sviluppo degno di nota solo tra settembre ed ottobre, con il contributo di numerose specie, tra cui *Snowella litoralis*, e le Oscillatoriales, come *Tychonema bourrellyi*, *Planktothrix rubescens/agardhii*, *Dolichospermum lemmermanni*, *Pseudoanabaena* spp. e *Geitlerinema* cfr. *acutissimum*. Interessante la presenza di *Aphanizomenon flos-aquae*, che raggiunge il massimo sviluppo nel mese di luglio. Questa specie, sebbene non sia mai stata rinvenuta con biomasse elevate, negli anni più recenti ha comunque mostrato un'importanza crescente ed è sempre presente tra i cianobatteri quantitativamente significativi. Il suo incremento potrebbe essere spiegato sia

dall'elevata tolleranza per le temperature alte (Pearl, 1988), che dalle preferenze trofiche di questa specie. Infatti, la letteratura scientifica descrive *A. flos-aquae* come una specie tipica di ambienti eutrofi (Hörnström, 1981; Reynolds *et al.*, 2002) e particolarmente sensibile alla carenza di fosforo, anche se un recente studio comparato sul fitoplancton dei laghi profondi italiani (Salmaso *et al.*, 2003) ha leggermente corretto precedenti indicazioni sulle preferenze trofiche di questo cianobatterio, associandolo più tipicamente ai bacini meso-eutrofi.

Le Cryptophyta contribuiscono, in prevalenza, con la solita *Plagioselmis nannoplanctica*, presente lungo l'arco dell'intero anno e con *Cryptomonas ovata* (Fig. 4.2). Importante anche *Katablepharis ovalis* durante tutto l'anno.

La presenza delle Chrysophyceae in termini di biovolume è stata decisamente modesta: questo gruppo compete con le diatomee per i silicati e, quindi, la loro crescita potrebbe essere stata limitata dal forte sviluppo delle diatomee. Tra le Chrysophyceae solamente *Chrysochromulina parva* è presente tutto l'anno nel gruppo delle dominanti.

Per quanto riguarda l'importanza delle Chlorophyta si è scritto in precedenza dell'anomalo sviluppo di *Mougeotia* sp. e di quanto questo evento abbia condizionato la dinamica del fitoplancton nel corso del 2015. Questo organismo, con abbondanze relativamente basse, è sempre stato presente nel Lago Maggiore ed è estremamente comune in tutti i laghi profondi subalpini oligo-mesotrofi, a nord ed a sud delle Alpi, dove, occasionalmente, ha dato luogo a fioriture di una certa importanza: i fattori che ne controllano lo sviluppo, tuttavia, non sono stati completamente chiariti (Tapolczai *et al.*, 2015). La presenza di altre cloroficee risulta modesta, nonostante la biodiversità elevata: tutte le specie rinvenute sono presenti con biovolumi trascurabili.

Anche i dati raccolti nel corso del 2015 hanno confermato alcune tendenze osservate nel triennio 2013-2015 e già in atto dal quinquennio precedente: in alcuni casi questi fenomeni (comparsa di specie mesotrofe, sviluppo di fioriture) devono indurre a mantenere alta la soglia di attenzione sui cambiamenti recenti in corso nel Lago Maggiore.

Bibliografia

- Hörnström, E. 1981. Trophic characterization of lakes by means of qualitative phytoplankton analysis. *Limnologica*, 13: 249-261.
- Morabito, G., A. Oggioni & M. Austoni. 2012. Resource ratio and human impact: how diatom assemblages in Lake Maggiore responded to oligotrophication and climatic variability. *Hydrobiologia*, 698: 47-60.
- Pearl, H.W. 1988. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (cyanobacteria). In: C.D. Sandgren (Ed.), *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press: 261-315.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo. 2002. Towards a functional classification of freshwater phytoplankton. *J. Plankton Res.*, 24: 417-428.
- Salmaso, N., G. Morabito, R. Mosello, L. Garibaldi, M. Simona, F. Buzzi & D. Ruggiu. 2003. A synoptic study of phytoplankton in the deep lakes south of the Alps (lakes Garda, Iseo, Como, Lugano and Maggiore). *J. Limnol.*, 62: 207-227.
- Tapolczai K., O. Anneville, J. Padisák, N. Salmaso N, G. Morabito, T. Zohary, R. D. Tadolnéké, F. Rimet. 2015. Occurrence and mass development of *Mougeotia* spp. (Zygnemataceae) in large, deep lakes. *Hydrobiologia*; 745 (1): 17-29.

Znachor, P., E. Zapomelova, K. Rehakova, J. Nedoma, & K. Simek. 2008. The effect of extreme rainfall on summer succession and vertical distribution of phytoplankton in a lacustrine part of a eutrophic reservoir. *Aquatic Sciences*, 70: 77-86.