

3.3. Popolamenti planctonici

3.3.1. Indagini sul fitoplancton

3.3.1.1. Struttura dei popolamenti

Lo schema dei campionamenti per il fitoplancton si è uniformato, anche per il 2005, alla serie storica dei campionamenti sul Lago Maggiore. Nella stazione al largo di Ghiffa sono stati effettuati, tra il 12 Gennaio ed il 14 Dicembre, 20 sopralluoghi con prelevamento 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). Per la determinazione della concentrazione della clorofilla *a* e dei feopigmenti si è seguita, nella maggior parte dei casi la metodica di estrazione e lettura spettrometrica utilizzata solitamente.

Il numero totale dei *taxa* censiti durante il 2005 è stato di 90 unità, massimo valore nella serie storica, in linea con i valori misurati dal 2000 ad oggi, uguali o superiori alle 80 unità tassonomiche (Fig. 3.3.1.1). Il confronto con i valori degli anni immediatamente precedenti sembra indicare il raggiungimento di una certa stabilità nel valore di questo indice di biodiversità, che denota la presenza di un popolamento algale ormai ben diversificato.

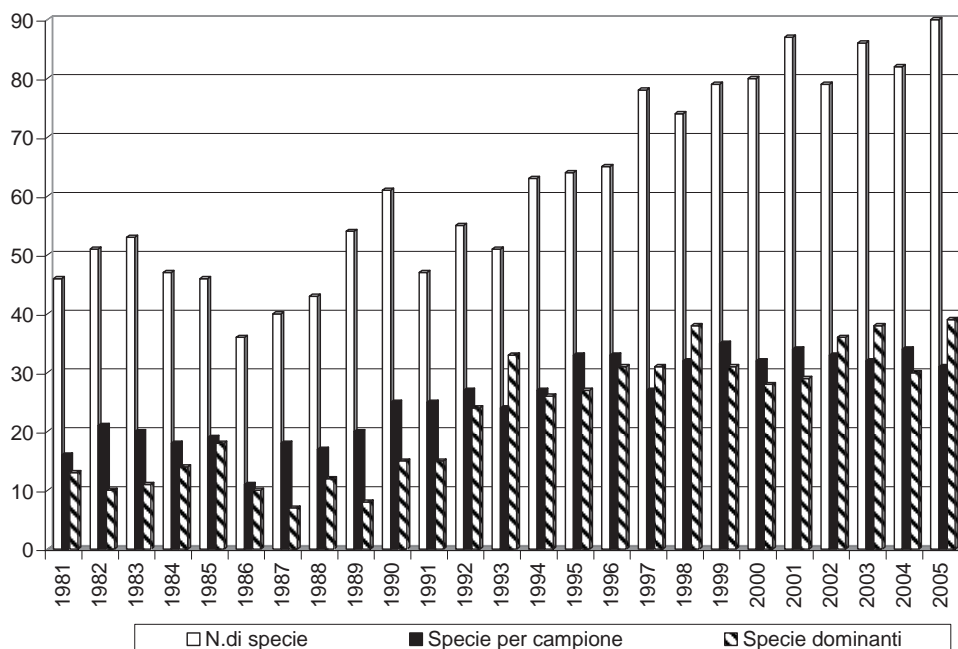


Fig. 3.3.1.1. Evoluzione del numero totale di specie censite, del numero medio di specie per campione e del numero di specie significative (v. testo).

Nel 2005 il numero medio di specie per campione è risultato uguale a 31 (Fig. 3.3.1.1), valore assolutamente in linea con la media del decennio 1995-2005, risultata di circa 32. Le piccole oscillazioni che occasionalmente sono state osservate negli ultimi 8 anni (dalle 27 specie del 1997 alle 35 del 1999) devono essere quindi interpretate come fluttuazioni casuali.

Il numero di specie significative (dominanti in quanto concorrenti a formare almeno l'80% del biovolume totale almeno una volta nel corso dell'anno) ha mostrato un incremento rispetto al 2004, raggiungendo il valore di 39 specie, massimo fino ad ora registrato dal 1981 (Fig. 3.3.1.1). Un gran numero di specie dominanti è indicativo di una ripartizione decisamente omogenea degli individui tra le specie presenti di volta in volta nel corso della successione stagionale e testimonia una alta biodiversità dell'ambiente. Le specie o generi censiti globalmente durante l'anno mostrano alcune differenze rispetto al 2004 nella loro ripartizione numerica tra le categorie sistematiche maggiori. La classe con il maggior numero di *taxa* si conferma quella delle diatomee, che contano, nel 2005, 21 unità tassonomiche, seguita da cloroficee e cianobatteri, entrambe con 20 unità: tutte e tre le classi dominanti rimangono attestate sui valori pressoché identici a quelli osservati nel 2004. Seguono, in ordine di importanza, le crisoficee, con 14 unità, le criptoficee e le dinoficee, che con 10 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 2005, con una dinamica complessivamente simile a quella solitamente osservata nel Lago Maggiore (Fig. 3.3.1.2a). Diatomee e cianobatteri hanno rappresentato, come di consueto, i gruppi dominanti, sebbene un contributo significativo sia venuto anche da criptoficee e dinoflagellati, le prime tra la primavera e l'estate, i secondi in autunno.

Lo sviluppo primaverile dei popolamenti algali ha inizio, nel 2005, all'inizio di Marzo, con un primo picco delle diatomee, seguito da una sensibile diminuzione all'inizio di Maggio, che si protrae fino alla metà del mese, quando il biovolume delle diatomee tocca il minimo stagionale, scendendo sotto $100 \text{ mm}^3 \text{ m}^{-3}$. In Giugno si osserva una nuova crescita delle diatomee, che, tuttavia, si arresta nell'arco di poche settimane. Il nuovo minimo registrato alla fine di Luglio è seguito da una nuova fase di sviluppo, che culmina nel mese di Agosto (Fig. 3.3.1.2a, b).

Recenti analisi delle relazioni tra variabili meteorologiche e dinamica del fitoplancton nel Lago Maggiore [4] hanno messo in luce la relazione positiva tra intensità del vento e sviluppo primaverile delle diatomee. In questo quadro, le condizioni meteorologiche dei primi mesi del 2005 sarebbero state, potenzialmente, molto favorevoli ad un abbondante sviluppo primaverile delle diatomee: infatti, la stagione invernale è risultata eccezionalmente ventosa (Ambrosetti, Barbanti e Rolla, rapporto presente), con un incremento della quantità di vento filato del 17% rispetto alle medie del periodo 1997-2004. Tuttavia, nella prima decade di Marzo 2005 si è avuto un sensibile raffreddamento dell'aria, che ha determinato un conseguente raffreddamento delle acque del lago, innescando una dinamica di mescolamento della colonna d'acqua che ha interessato la massa lacustre fino a 250 metri di profondità (Ambrosetti, Barbanti e Rolla, rapporto presente). Questi eventi hanno, probabilmente, causato il brusco rallentamento della crescita delle diatomee, che proprio all'inizio di Marzo cominciavano a svilupparsi in modo significativo. Sia il raffreddamento della colonna d'acqua che il trascinarsi degli organismi algali ad elevate profondità potrebbero

spiegare come mai il picco primaverile di biovolume delle diatomee si è mantenuto su valori relativamente bassi.

Il confronto tra la dinamica del fitoplancton e quella dei parametri meteorologici conferma, una volta ancora, il ruolo chiave che questi ultimi giocano nell'influenzare la crescita delle diatomee all'inizio della primavera.

La crescita dei cianobatteri nel 2005 è stata limitata al periodo estivo (Fig. 3.3.1.2a): la tendenza in corso negli anni più recenti, verso una forte riduzione delle Chroococcales di piccole dimensioni si è confermata anche nel 2005. Tra gli altri cianobatteri, da segnalare l'assenza quasi completa di *Planktothrix rubescens/agardhii*, fino ad oggi elemento tipico della flora algale pelagica del Lago Maggiore e lo sviluppo notevole di *Anabaena lemmermannii*, fatto del tutto nuovo per il Lago Maggiore, anche se non insolito per i laghi profondi del distretto subalpino [5]. Tra i cianobatteri, la specie che ha raggiunto la maggiore abbondanza nella stazione pelagica di Ghiffa è stata però *Oscillatoria* cfr. *tenuis*.

3.3.1.2. Variazioni della biomassa

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 è osservato un nuovo decremento di entrambi i parametri, particolarmente evidente a carico del biovolume, che ha raggiunto il valore minimo storico (dal 1981) con $0,62 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$. La concentrazione media annua della clorofilla *a*, pur diminuita rispetto al 2004, è stata di $2,7 \text{ mg m}^{-3}$, valore che rientra perfettamente nella serie di quelli misurati negli anni 2000.

Il sensibile decremento del biovolume medio annuo è stato determinato da una scarsa produzione algale nel periodo tardo invernale e di inizio primavera: in particolare, in Febbraio la media mensile è stata di soli $0,05 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$ ed in Marzo, mese solitamente produttivo per il consistente sviluppo delle diatomee, questo valore non ha superato $1,00 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$. Le ragioni di questa scarsa crescita sono, probabilmente, da imputare alle condizioni climatiche che hanno caratterizzato questo periodo dell'anno, come spiegato al paragrafo precedente.

Nel corso del 2005 il picco massimo di biovolume totale è stato registrato il 20 Aprile (circa $1800 \text{ mm}^3 \text{ m}^{-3}$; Fig. 3.3.1.2a), decisamente inferiore al massimo del 2004, che sfiorava i $3000 \text{ mm}^3 \text{ m}^{-3}$.

La successione primaverile delle diatomee osservata nel 2005 segue uno schema piuttosto classico per il Lago Maggiore, con un primo sviluppo dovuto a *Cyclotella pseudostelligera*, specie opportunistica a rapida crescita, che sfrutta l'iniziale abbondanza di nutrienti, seguite da *Asterionella formosa* e *Fragilaria crotonensis*, che rispondono meglio al calo dei nutrienti. Il primo sviluppo di *C. pseudostelligera* a fine Marzo è accompagnato dalla significativa presenza di *Plagioselmis nannoplanctica*, una criptoficea che, generalmente, caratterizza i popolamenti invernali del Lago Maggiore. Possiamo ipotizzare che le basse temperature di inizio primavera abbiano permesso a questa specie di crescere anche in una stagione non usuale, raggiungendo un biovolume significativo, grazie anche ad una disponibilità di nutrienti più elevata di quella che si misura normalmente in periodo invernale. Da segnalare, nel 2005, la quasi totale assenza di *Aulacoseira islandica* morf. *helvetica*, di solito tra le diatomee dominanti in

questa fase della successione. Altra anomalia rispetto agli anni immediatamente precedenti, la forte riduzione di *Tabellaria flocculosa*, che mostra un unico picco spostato verso la tarda primavera (Fig. 3.3.1.2b).

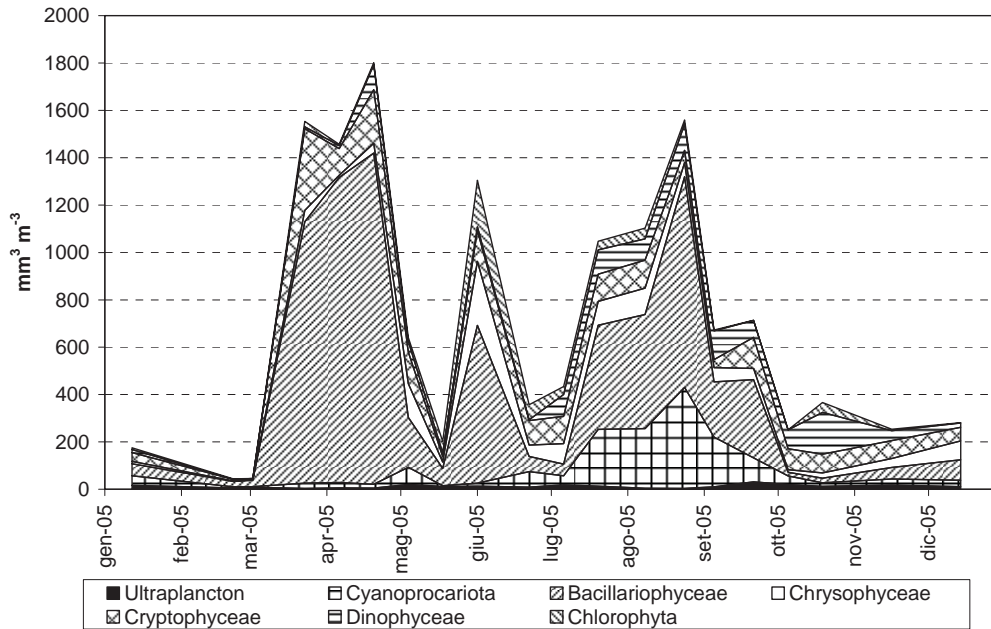


Fig. 3.3.1.2a. Biovolumi cumulati dei principali raggruppamenti sistematici per il 2005.

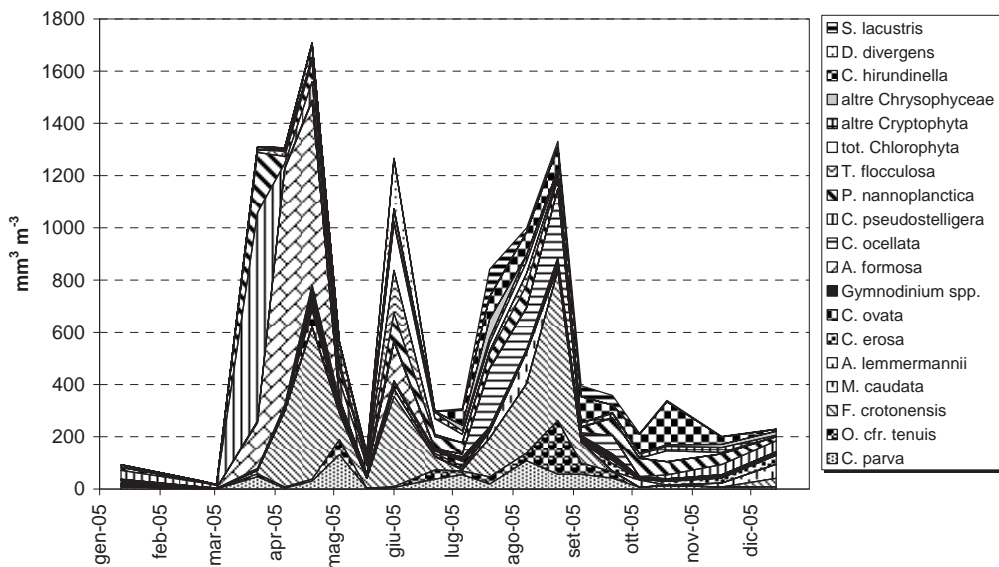


Fig. 3.3.1.2b. Biovolumi cumulati di entità sistematiche particolarmente significative. *S. lacustris*=*Scenedesmus lacustris*, *D. divergens*=*Dinobryon divergens*, *C. hirundinella*=*Ceratium hirundinella*, *T. flocculosa*=*Tabellaria flocculosa*, *P. nannoplantica*=*Plagioselmis nannoplantica*, *C. pseudostelligera*=*Cyclotella pseudostelligera*, *C. ocellata*=*Cyclotella ocellata*, *A. formosa*=*Asterionella formosa*, *C. ovata*=*Cryptomonas ovata*, *C. erosa*=*Cryptomonas erosa*, *A. lemmermannii*=*Anabaena lemmermannii*, *M. caudata*=*Mallomonas caudata*, *F. crotonensis*=*Fragilaria crotonensis*, *O. cfr. tenuis*=*Oscillatoria cfr. tenuis*, *C. parva*=*Chrysochromulina parva*.

Tra Maggio e Giugno si osserva il crollo delle diatomee, fenomeno comune nella dinamica stagionale di questo gruppo nel Lago Maggiore, che, tuttavia, appare particolarmente pronunciato nel 2005, a causa del picco di biovolume relativamente modesto raggiunto in Aprile. Questa fase di declino interessa tutte le specie di diatomee presenti e, considerata l'entità della riduzione e la rapidità con cui si sviluppa il fenomeno, possiamo ipotizzare che quanto osservato sia il risultato della pressione di predazione, piuttosto che l'effetto di una mancanza di nutrienti, che, in questo periodo dell'anno non mostrano una diminuzione significativa.

Come già osservato in altre occasioni, l'alternanza delle diverse specie di diatomee nel periodo primaverile rispecchia molto bene le rispettive esigenze ecologiche, in particolare riguardo ai rapporti di nutrienti più favorevoli o alle intensità della radiazione luminosa ottimali per la crescita, secondo le osservazioni condotte da Tilman *et al.* [6].

Nei mesi estivi si osservano due picchi di diatomee, essenzialmente dovuti entrambi a *Fragilaria crotonensis*, che colonizza probabilmente la nicchia metalimnetica, secondo la strategia descritta in Morabito *et al.* [7].

Per quanto riguarda gli altri gruppi algali, i cianobatteri si ritrovano soprattutto in estate, seppure con biovolumi modesti. Dominanti, nell'estate 2005, sono *Oscillatoria* cfr. *tenuis*, *Snowella lacustris* ed *Anabaena lemmermannii*. Abbiamo già accennato alla fioritura di quest'ultima specie nell'estate del 2005: il fenomeno ha avuto inizio alla fine di Luglio e si è protratto fino alla fine di Agosto, interessando praticamente tutta la fascia costiera del Lago Maggiore, in particolare l'estremità meridionale del bacino e sviluppandosi anche in ambiente pelagico, come evidenziato dalle indagini, condotte da CNR-ISE ed ARPA Piemonte, Dipartimento del VCO. Nonostante la estesa diffusione spaziale, la distribuzione verticale della specie ha interessato solo uno strato molto sottile della superficie lacustre: infatti questo organismo si concentra, tipicamente, nei primi centimetri della colonna d'acqua. Comprendere le cause che hanno portato allo sviluppo di questa fioritura è, oggettivamente, difficile: fioriture di questa specie sono state spesso osservate sul Lago di Garda [5] e sono state messe in relazione con l'esistenza di condizioni di stabile stratificazione e temperature elevate della colonna d'acqua, che permettono il galleggiamento di quest'alga e la sua stratificazione superficiale. Le informazioni meteorologiche di cui disponiamo per il 2005 (si veda anche il capitolo di Ambrosetti, Barbanti e Rolla, rapporto presente) evidenziano come questo sia stato un anno caldo, con una radiazione solare nei mesi estivi superiore del 12% rispetto al periodo di confronto 1951-2004. Inoltre, nel mese di Luglio, il vento filato è stato leggermente inferiore alla media del periodo 1997-2004. Lo strato d'acqua superficiale del Lago Maggiore presentava dunque le condizioni favorevoli per essere colonizzato con successo da *Anabaena lemmermannii*. Tuttavia, questa situazione climatica si era già presentata in passato nel Lago Maggiore, senza che si sviluppasse alcuna fioritura di questa specie, probabilmente perchè essa, se presente nelle flora algale del Lago Maggiore, lo era in concentrazioni troppo modeste.

È lecito ipotizzare che, nel 2005, la fioritura si sia sviluppata a partire da un inoculo più consistente rispetto al passato: l'origine di questo organismo rimane, tuttavia, oscura e solo gli eventi dei prossimi anni ci potranno dire se la fioritura del 2005 è stata un episodio occasionale o se, viceversa, *Anabaena lemmermannii* diventerà un componente stabile della biocenosi a cianobatteri.

Tra i dinoflagellati, *Ceratium hirundinella* ha raggiunto, come nel 2004, valori di biovolume significativi, con un periodo di dominanza che ha avuto inizio in Giugno e si

è protratto fino ai mesi autunnali (Fig. 3.3.1.2b), confermando quindi l'estensione temporale della sua presenza, già osservata nel 2004.

Le Cryptophyta (Fig. 3.3.1.2a), oltre alla già menzionata *Plagioselmis nannoplantica*, danno un contributo con alcune specie di *Cryptomonas*, prevalentemente concentrate tra la primavera e l'estate.

Nonostante una certa ricchezza in specie, la presenza delle Chrysophyceae in termini di biovolume è stata, nel 2005, poco significativa: oltre alla presenza ormai consueta di *Chrysochromulina parva* nel gruppo delle dominanti, da segnalare un isolato, ma significativo, picco primaverile di *Dinobryon divergens*.

Analogamente all'anno passato, l'importanza delle Chlorophyta risulta drasticamente ridotta: in pratica, delle 20 specie rinvenute, nessuna entra mai nel gruppo delle dominanti e solo *Pauschulzia pseudovolvox* mostra un picco di poco superiore a $100 \text{ mm}^3 \text{ m}^{-3}$, misurato all'inizio di Giugno.

In conclusione, le osservazioni compiute nell'anno 2005 confermano, in generale, il raggiungimento di una sostanziale stabilità nella struttura del fitoplancton, per quanto riguarda la biodiversità complessiva ed i valori medi di clorofilla e biovolume. Tuttavia, per quanto riguarda la composizione specifica della biocenosi algale, il 2005 ha mostrato alcuni elementi di novità rispetto agli anni immediatamente precedenti, quali la forte riduzione di specie solitamente importanti (*Planktothrix rubescens*, *Tabellaria flocculosa*, *Aulacoseira islandica* morf. *helvetica*) e la comparsa della già citata fioritura di *Anabaena lemmermannii*.

Ancora una volta è stato possibile mettere in relazione alcuni scostamenti dallo schema di successione caratteristico con particolari vicende meteorologiche e climatiche, sebbene sia difficile individuare le cause della scomparsa di alcune specie o dello sviluppo della fioritura osservata nell'estate del 2005. Bisogna comunque rilevare che la tendenza al continuo riscaldamento climatico nel bacino del Lago Maggiore, confermata anche dai dati meteorologici del 2005, potrebbe avere un ruolo decisivo nel promuovere lo sviluppo di alcune specie o la scomparsa di altre ed essere un fattore importante anche nell'insorgenza di nuove fioriture.

Al momento, i dati disponibili non ci consentono di fare delle previsioni in una direzione o nell'altra e solo il proseguimento degli studi ci permetterà di capire se le modificazioni osservate siano il risultato di cambiamenti profondi e duraturi dell'ecosistema, oppure rientrino nella normale variabilità interannuale delle biocenosi algali.