

4.5.1.4. Conclusioni

In conclusione, i dati raccolti nel quinquennio 2003-2007 hanno confermato le caratteristiche di fitoplancton oligotrofo emerse nel quinquennio precedente e come queste appaiano ormai consolidate: dunque, a questo punto dell'evoluzione trofica del Lago Maggiore, sembra difficile pensare ad un'inversione di tendenza.

In questa fase dell'evoluzione del Lago Maggiore, quindi, non sono più i fattori legati all'eutrofizzazione quelli che maggiormente controllano le dinamiche del fitoplancton, ma, piuttosto, sono diventati predominanti i fattori fisici, in particolare quelli influenzati dalla variabilità delle condizioni meteo-climatiche.

In questo contesto i mutamenti climatici globali e le loro ripercussioni sul clima locale, potrebbero giocare un ruolo chiave nel condizionare lo svolgimento delle successioni fitoplanctoniche negli anni a venire. È lecito quindi ipotizzare che, nel prossimo futuro, saranno soprattutto le variabili dell'ambiente fisico e, di conseguenza, i fattori meteo-climatici a svolgere un ruolo chiave di controllo sui tempi e sulle modalità dello sviluppo algale.

4.5.2. Zooplancton

L'analisi del complesso di dati sullo zooplancton pelagico ottenuti nell'ambito dell'attività di monitoraggio del Lago Maggiore condotta nel quinquennio 2003-2007 ha messo in luce come, accanto ad alcuni tratti che tendono a confermare il trend pluriennale, soprattutto relativamente alle importanti modificazioni osservate nella fenologia delle popolazioni zooplanctoniche [33-12], vi sia stata un'accresciuta variabilità interannuale, peraltro già evidenziata nella relazione relativa al quinquennio passato [10]. Tale variabilità può essere interpretata come l'espressione di una minore stabilità dovuta a una maggiore, o quanto meno ad una più evidente, influenza delle variabili meteo-climatiche sulla dinamica stagionale dello zooplancton lacustre [34].

In tale contesto, assume un significato importante il fatto che fin dall'avvio delle attività di monitoraggio del lago finanziate dalla CIP AIS sia stata prevista, accanto alla raccolta dei campioni zooplanctonici, la misura del profilo termico verticale entro lo strato campionato e della trasparenza delle acque. Pur essendo di facile rilevamento, queste due variabili ambientali sono di grande utilità: dalla temperatura ambientale dipendono i ritmi di sviluppo e di crescita delle popolazioni che compongono lo zooplancton, e dunque la loro produzione nel corso dell'anno. Differenze nella dinamica spazio-temporale della stratificazione termica possono servire a spiegare la dominanza di alcuni taxa rispetto ad altri [17]. In aggiunta a ciò, dalla temperatura dipende il passaggio dalla fase di dormienza a quella di vita attiva, e dunque l'avvio del ciclo stagionale nel pelago, di popolazioni di organismi zooplanctonici a partenogenesi ciclica, presenti nel Lago Maggiore. La trasparenza delle acque rappresenta un indicatore rapido ed efficace dell'efficienza del controllo della crescita algale da parte dello zooplancton [35]. Se significativamente correlata con le dimensioni medie delle covate di *Daphnia* e accompagnata da una stima del numero di uova/covata standardizzato sulla taglia corporea (SEN; [6]), essa può essere anche ritenuta una buona misura delle disponibilità alimentari, piuttosto difficili da stimare sulla base dei dati del popolamento fitoplanctonico. Analogamente, l'occorrenza di fasi di disaccoppiamento tra queste due variabili può essere ritenuta un indice di

deterioramento della qualità dell'alimento, o dell'importanza di fonti non fitoplanctoniche a sostegno della produzione zooplanctonica [36].

L'insieme dei dati raccolti per il monitoraggio dello zooplancton pelagico rappresenta un patrimonio di grande valore per la comprensione, e degli effetti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi acquatici, e delle vie attraverso le quali essi operano. Essi consentono di identificare anni fuori dalla norma, classificabili come eccezionali dal punto di vista meteo-climatico, e di farne oggetto di studio a-posteriori, mediante l'utilizzo di un approccio quasi-sperimentale, nel quale il lago diviene una sorta di grande laboratorio naturale [37].

Tale approccio è stato utilizzato in uno studio di dettaglio sull'anno d'inizio del quinquennio 2003-2007. Risultato l'anno più caldo degli ultimi due secoli [7], esso è stato oggetto di una ricerca sull'impatto del riscaldamento climatico sullo zooplancton e la rete trofica pelagica lacustre.

La risposta delle comunità planctoniche all'impatto del riscaldamento globale è uno degli aspetti più interessanti nel panorama delle ricerche relative ai cambiamenti climatici. Di particolare interesse è l'ipotesi secondo la quale il riscaldamento determinerebbe effetti nel complesso simili a quelli dell'eutrofizzazione [38]. L'idea espressa da questa teoria non è poi così nuova: la letteratura scientifica ha evidenziato come le grandi modificazioni a carico delle comunità planctoniche nel corso della transizione dall'Ultimo Glaciale all'Olocene siano sostanzialmente sovrapponibili a quelle che si osservano oggi con l'aumento di trofia [39-17]. Tale apparente sovrapposizione, comunemente accettata, è ancora poco supportata da dati sperimentali e offre un'occasione importante per l'avvio di studi miranti a mettere a fuoco, non solamente il quadro generale delle modificazioni osservabili in rapporto ai due processi, ma anche le vie attraverso le quali essi operano a livello di comunità e di ecosistema. Un aspetto interessante legato a tale ipotesi è che essa sposta l'attenzione delle ricerche sull'impatto del riscaldamento climatico dagli ecosistemi acquatici di siti remoti, verso i quali essa si era inizialmente indirizzata, a quelli di siti per i quali sia possibile operare un raffronto tra eutrofizzazione e riscaldamento globale. Tra le motivazioni che portarono a focalizzare inizialmente l'attenzione degli studiosi dei cambiamenti climatici sui siti remoti, e sugli ambienti d'alta quota in particolare, vi fu quella del loro essere "naturalmente oligotrofi o ultraoligotrofi", e dunque idonei ad evidenziare l'impatto di un riscaldamento non mascherato dagli effetti dominanti della eutrofizzazione. Tuttavia, tale presupposto fu basato più su una sorta di comune buon senso, che non sul risultato di evidenze sperimentali: ed è dalla sostanziale mancanza di dati in materia che è nata l'esigenza di avviare progetti aventi per obiettivo primario lo studio dell'impatto del riscaldamento in rapporto allo stato di trofia (progetto integrato Euro-Limpacs, GOCE-CT-2003-505540 [40]).

Ambienti sensibili alle modificazioni climatiche nei quali l'eutrofizzazione e l'oligotrofizzazione siano state documentate attraverso indagini pluriennali [41-42-6] sono divenuti l'oggetto di ricerche volte a comprendere l'impatto del riscaldamento sullo zooplancton e sull'efficienza della rete trofica pelagica [18-43]. Ambiente elettivo per studi di questo tipo è il Lago Maggiore: in questo lago l'impatto di eventi meteo-climatici può essere analizzato in situazioni di diversa trofia: per sua natura oligotrofo, il lago è andato incontro, negli anni settanta, ad una rapida accelerazione della eutrofizzazione, seguita da una più lenta ri-oligotrofizzazione, determinata dalla sostanziale riduzione del carico di nutrienti algali al lago, e principalmente del fosforo. Oggetto di ricerche di limnologia fisica in un areale a monitoraggio meteo-climatico da

oltre 50 anni [25], il Lago Maggiore è l'ambiente nel quale, per primo, l'impatto del riscaldamento globale è stato documentato e discusso anche relativamente agli aspetti idrodinamici, di primaria importanza per le comunità planctoniche e la loro dinamica stagionale [22].

Sulla base delle informazioni ottenute anche attraverso il monitoraggio finanziato dalla Commissione, è stato possibile confrontare gli effetti del riscaldamento climatico durante la fase di mesotrofia e quella della recente oligotrofia del lago. In particolare, è stato possibile raffrontare l'anno 1982, relativamente caldo, con il 1983, temperato, del periodo mesotrofo e il 2001, anno temperato rispetto al 2003, caldo, del periodo oligotrofo (Tab. 4.5.2).

A parte le differenze di temperatura, infatti, i due anni sono in tutto simili, sia relativamente al pescato professionale, e dunque, paragonabili per l'impatto della predazione ittica, sia per la concentrazione del fosforo, elemento limitante per la crescita del fitoplancton. Il quadro delle variabili ambientali nei due periodi è tale da far ritenere trascurabile il ruolo dei due più importanti fattori biotici di controllo della dinamica stagionale dello zooplancton pelagico, e predominante quello puro e semplice della differenza nel riscaldamento. In figura 4.5.2a sono mostrati i grafici relativi al raffronto delle temperature medie e massime misurate nei 4 diversi anni. In particolare, in entrambi i casi si è osservato un più precoce e pronunciato riscaldamento dello strato d'acqua importante per la vita dello zooplancton, quello compreso nei primi 50 metri di profondità. Nel 2003, la massima di Giugno è risultata 5 °C più elevata di quella solitamente registrata in questo periodo dell'anno [44].

Tab. 4.5.2. Caratteristiche di base relative al confronto di due anni (caldo/temperato) durante due diversi fasi di trofia del lago (meso-eutrofia/oligotrofia). Da: Visconti, Manca e de Bernardi [12], modificata.

Caratteristica	Durante la mesotrofia		Durante l'oligotrofia	
	caldo	temperato	caldo	temperato
Anno	1982	1983	2003	2001
Concentrazione di fosforo totale al mescolamento primaverile	22-23 µg l ⁻¹		10-11 µg l ⁻¹	
Totale del pescato pelagico (dati di pesca professionale)	650-680 ton a ⁻¹		200-220 ton a ⁻¹	

La conoscenza delle modificazioni nel popolamento zooplanctonico del Lago Maggiore durante l'eutrofizzazione e nella successiva fase di oligotrofizzazione ha permesso di ipotizzare un quadro realistico dell'impatto del riscaldamento nell'ipotesi che esso produca effetti simili a quelli di un aumento della produttività [44]. Tali modificazioni includevano, sostanzialmente:

- un incremento nella biomassa totale dello zooplancton [14-41];
- un incremento nella presenza di cladoceri, e di *Daphnia* in particolare [42];
- una diminuzione della presenza numerica dei rotiferi coloniali rispetto agli altri taxa a Rotiferi [9-6].

La biomassa zooplanctonica totale è risultata nettamente più elevata nel 2003 rispetto agli anni pregressi (Fig. 4.5.2b). Alla base di tale incremento è stata la maggiore importanza della componente a Cladoceri, il cui contributo relativo alla densità di

popolazione totale è stato, nel 2003, più che doppio di quello misurato nell'anno 2001 (Fig. 4.5.2c).

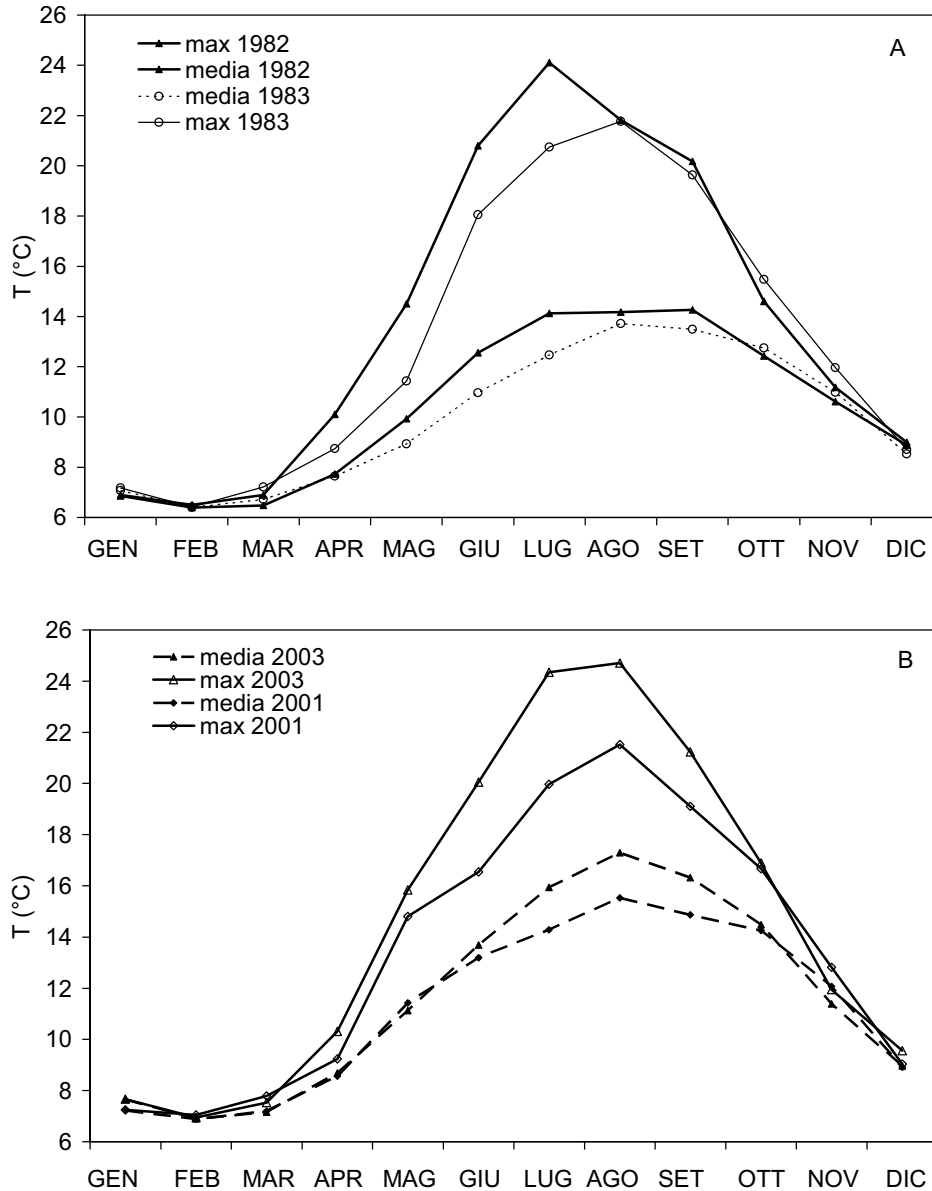


Fig. 4.5.2a. Temperature medie nello strato 0-50: confronto tra anno caldo/temperato A) del periodo meso-eutrofo e B) del periodo oligotrofo recente (da Visconti, Manca e de Bernardi [12] modificata).

Alla base di tale incremento è stato l'aumento numerico di *Daphnia*, il più efficiente e il più grosso tra i cladoceri filtratori, la cui base alimentare nel pelago del Lago Maggiore è principalmente costituita dal fitoplancton. La sua presenza media è risultata più che doppia rispetto a quella degli anni precedenti e del tutto paragonabile a quella che venne registrata nel 1982, anno del periodo di piena mesotrofia del lago, nel quale *Daphnia* raggiunse il massimo storico del picco in densità numerica [13-41] (Fig. 4.5.2d). A determinare il valore di picco, rilevato nel Maggio 2003, è stata

sostanzialmente la componente giovane della popolazione, favorita da accresciute disponibilità alimentari [45].

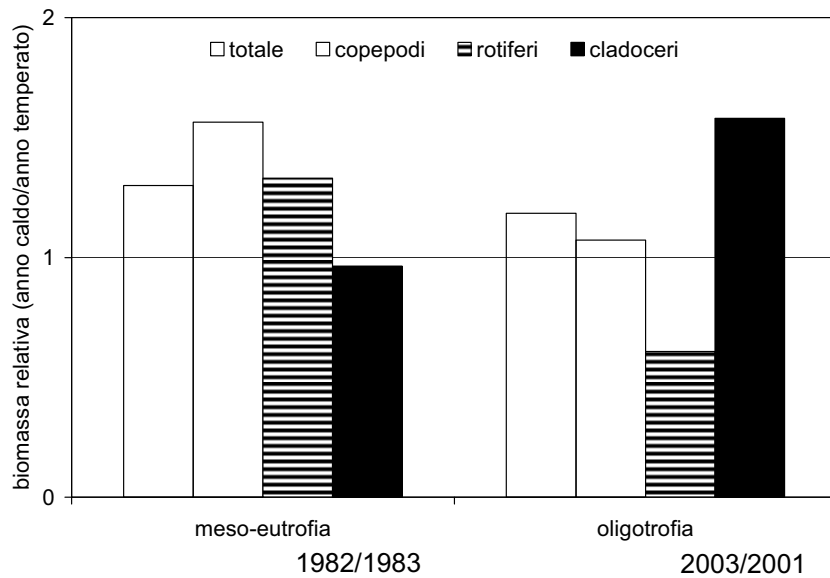


Fig. 4.5.2b. Analisi comparata delle modificazioni nella biomassa zooplanctonica in rapporto al riscaldamento climatico durante due diverse fasi dell'evoluzione trofica del lago (per i dettagli si veda la tabella 4.5.2). Da: Visconti, Manca e de Bernardi [12], modificata.

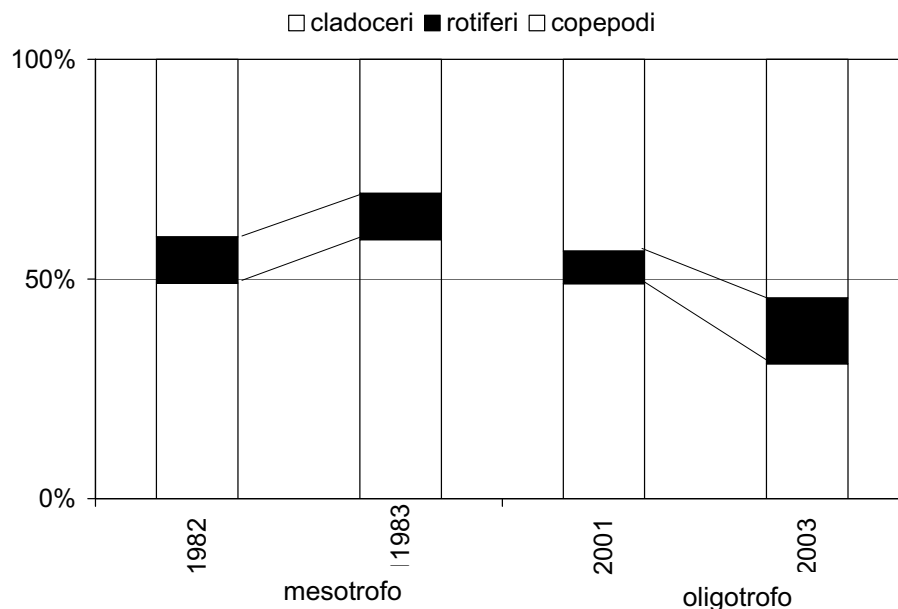


Fig. 4.5.2c. Contributo dei diversi taxa alla densità di popolazione totale dello zooplankton in un anno caldo/temperato della fase di meso-eutrofia e di oligotrofia del lago. Da: Manca e Marchitelli [7], modificata.

L'incremento nei valori di densità e biomassa dello zooplankton è risultato in accordo con quanto previsto dalla letteratura sugli effetti dell'aumento di temperatura

sul tasso di crescita delle popolazioni [46]: ciclo vitale, tempi di sviluppo, velocità di crescita, ed efficienza di utilizzo del cibo degli organismi componenti le popolazioni zooplanctoniche dipendono dalla temperatura. È in virtù di tale influenza che si spiega il verificarsi, con il riscaldamento, di densità di popolazione tipicamente registrate in situazioni di aumentata trofia, in accordo con quanto ipotizzato da Schindler [38].

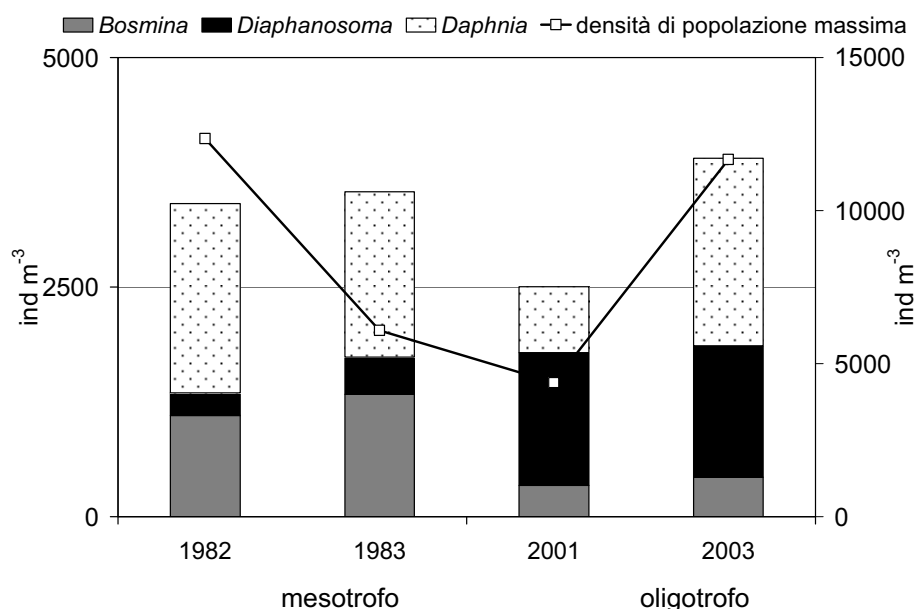


Fig. 4.5.2.d Densità di popolazione media annuale dei principali taxa di Cladoceri erbivori e livello massimo raggiunto da *Daphnia* nei quattro anni presi in esame per lo studio dell'impatto del riscaldamento climatico durante la fase meso-eutrofa e oligotrofa del lago. Da: Visconti, Manca e de Bernardi [12], modificata.

In contrapposizione con l'eccezionale sviluppo numerico di *Daphnia* si è osservato un ridimensionamento notevole della componente a Rotiferi, che nel 2003 ha mostrato valori di densità numerica dimezzati rispetto al 2001 (Fig. 4.5.2e). Tale dimezzamento è stato quasi esclusivamente determinato dalla specie coloniale *Conochilus gr. unicornis-hippocrepis* [47], competitore di *Daphnia* per le risorse alimentari, la cui densità numerica è aumentata durante l'oligotrofizzazione, in concomitanza con il declino di *Daphnia*, particolarmente in occasione del suo minimo storico [48-49-17].

Gli effetti dello sviluppo numerico di *Daphnia* nel corso del 2003 risultano evidenti quando si analizzano i valori della trasparenza delle acque, riportati in figura 4.5.2f, nei quali si osserva un aumento di 3,5 metri nell'arco di una settimana.

I dati di densità di popolazione dei cladoceri erbivori nel quinquennio 2003-2007 confermano come l'eccezionalità del 2003 emerga anche dai dati ottenuti su base mensile: lo sviluppo numerico di *Daphnia* e di *Eubosmina* a Maggio appare superiore al doppio di quello rilevato nei successivi quattro anni (Fig. 4.5.2g). Dal grafico si evidenzia anche un'aumentata presenza di *Diaphanosoma brachyurum* in Agosto, con tutta probabilità legata ad una più spiccata stratificazione termica rispetto agli altri anni [16]. La peculiarità dell'anno 2003 risulta evidente anche ad un'analisi della densità di popolazione e della dinamica stagionale del popolamento a rotiferi (Fig. 4.5.2h). La presenza numerica di questi organismi è risultata infatti piuttosto modesta nel suo complesso. Tra i diversi taxa presenti nel quinquennio, un significato importante

rivestono *Notholca acuminata-labis*, specie cui è in larga misura legato l'eccezionale sviluppo numerico della primavera del 2006 [18], e di *Conochilus unicornis-hippocrepis* gr., quest'ultimo caratterizzato da una più prolungata fase di sviluppo entro il ciclo stagionale. I livelli di densità di popolazione raggiunti in quest'anno sono dell'ordine di quelli osservati nel 1993-1995 [17]. Tuttavia, diversa è la stagionalità: in quegli anni la dominanza di *Notholca* caratterizzava il periodo estivo, mentre il popolamento primaverile era rappresentato dalle due specie di *Keratella* (*K. quadrata* e *K. cochlearis*). Queste ultime sono ormai divenute numericamente poco rilevanti nel popolamento a Rotiferi del lago.

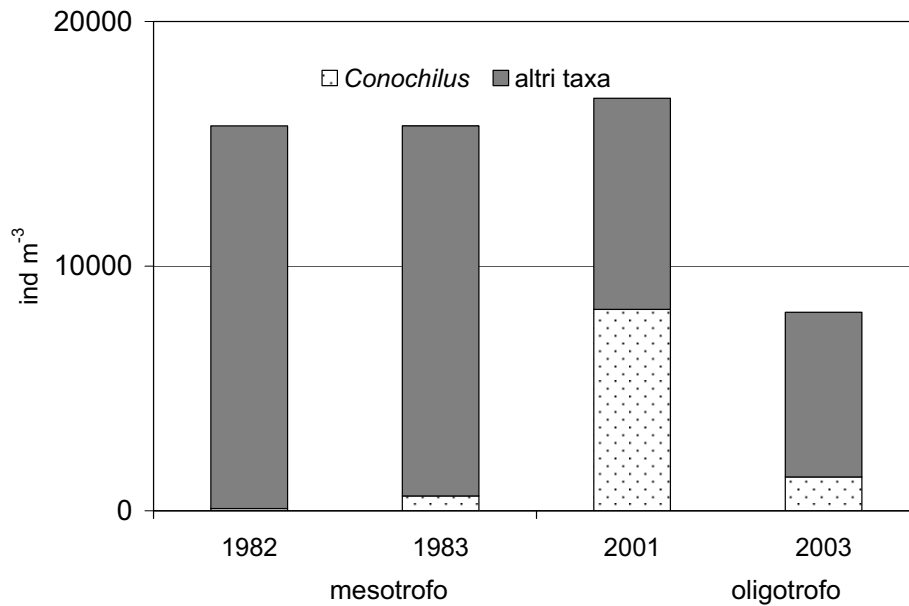


Fig. 4.5.2e. Presenza numerica (media annuale) di colonie di *Conochilus* e degli altri taxa a rotiferi nei diversi anni considerati. Da: Visconti, Manca e de Bernardi [43], modificata.

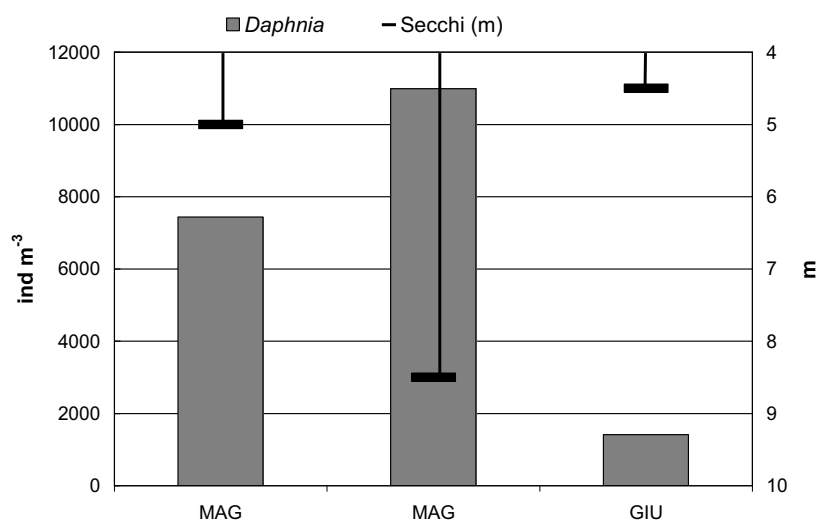


Fig. 4.5.2f. Aumento della trasparenza osservato durante il picco numerico di *Daphnia* nell'anno 2003. Da: Visconti, Marchitelli e de Bernardi [50], modificata.

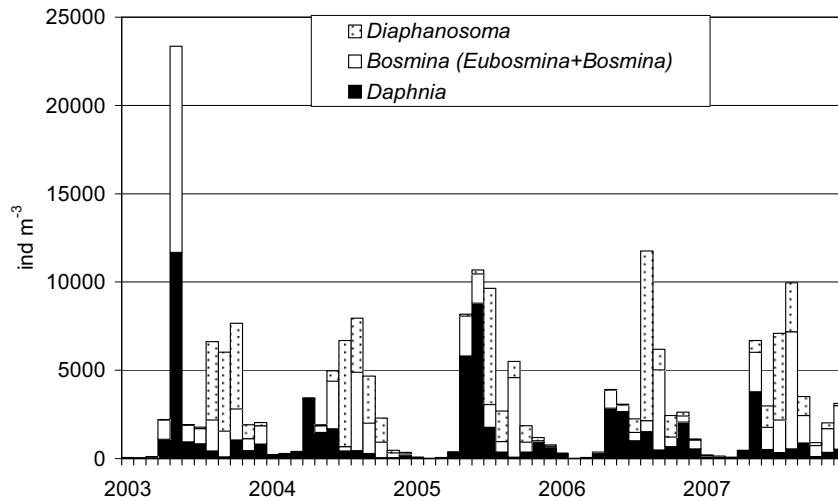


Fig. 4.5.2g. Dinamica stagionale dei cladoceri zooplanctonici erbivori nel quinquennio 2003-2007.

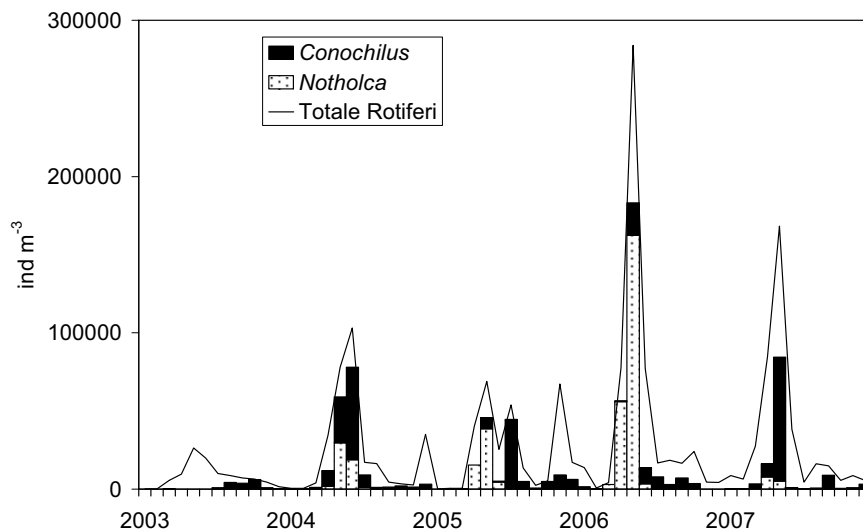


Fig. 4.5.2h. Dinamica stagionale dei rotiferi zooplanctonici nel quinquennio 2003-2007.

Nell'arco dei trent'anni di monitoraggio dello zooplancton del lago, la componente a Copepodi è stata caratterizzata dalla medesima associazione di specie, due di Diaptomidi, -*Mixodiaptomus laciniatus*, a taglia maggiore e *Eudiaptomus padanus*, a taglia minore-, e due di Ciclopidi, -*Cyclops abyssorum*, più grosso e *Mesocyclops leuckarti* più piccolo. La specie di taglia massima, *Megacyclops viridis*, ha avuto un ruolo nettamente marginale nello strato 0-50 m usualmente campionato. È quindi evidente come in un ambiente di questo tipo, la comparsa di *Eudiaptomus gracilis* (G. O. Sars, 1863) nei campioni pelagici dell'Ottobre 2006 è stato oggetto di particolare attenzione [51] (Fig. 4.5.2i). A differenza di quanto descritto in altri ambienti, la taglia degli adulti di questa specie nel Lago Maggiore è quella tipica di ambienti oligotrofi [52], dunque pienamente sovrapponibile a quella caratteristica di *Mixodiaptomus laciniatus*. *Eudiaptomus padanus* la specie ad essa filogeneticamente più affine,

presenta allo stadio adulto una taglia nettamente inferiore (Fig. 4.5.21-A). Essendo le dimensioni delle covate anche legate alla taglia corporea delle femmine, non stupisce che esse siano risultate minori in quest'ultima (Fig. 4.5.21-B). La considerazione dell'importanza delle dimensioni quale fattore importante di regolazione dei rapporti biotici può essere di utilità anche per comprendere l'impatto della comparsa del *gracilis* sulla comunità a copepodi del pelago. A questo riguardo, il Lago Maggiore offre un'occasione per saggiare le ipotesi sul ruolo dei rapporti dimensionali rispetto a quelli filogenetici nella competizione tra specie affini [53].

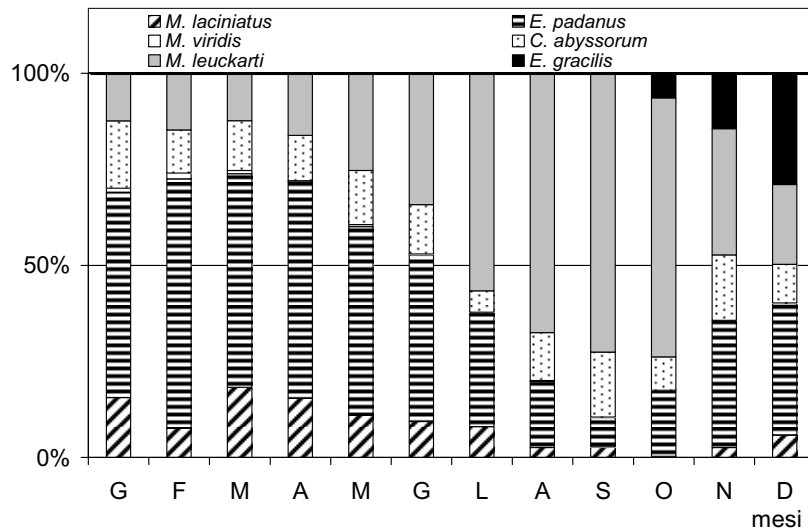


Fig. 4.5.2i. Comparsa e affermazione numerica di *Eudiaptomus gracilis* nel pelago del Lago Maggiore nel corso dell'anno 2006. Da: Manca, Visconti e de Bernardi [18], modificata.

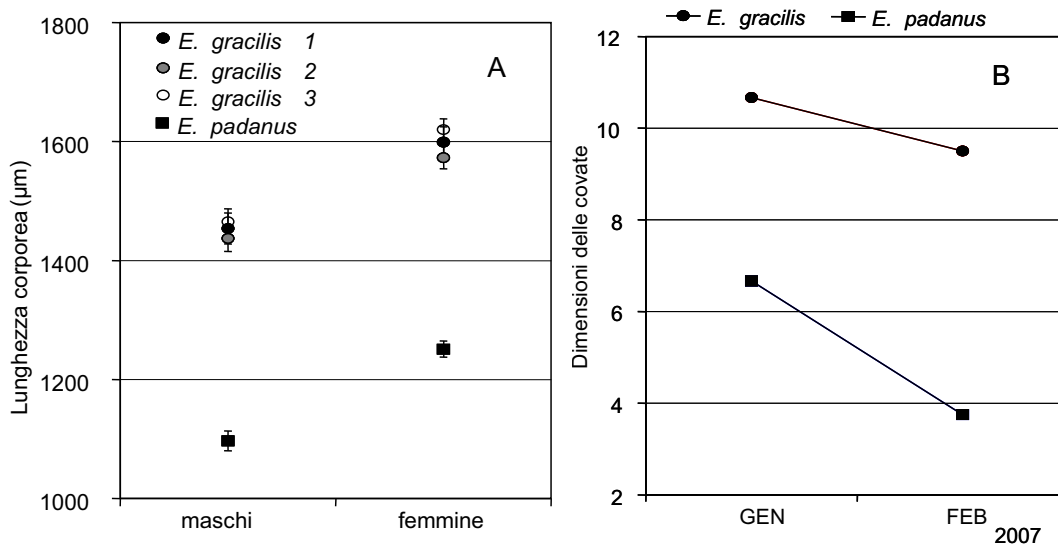


Fig. 4.5.21. A: Comparazione tra *E. padanus*, *E. gracilis* e *M. laciniatus* del L. Maggiore; A: lunghezza corporea media ($\pm 1,96$ SE) degli adulti nel periodo Ottobre-Dicembre 2006 (i numeri si riferiscono a tre stazioni, dal litorale al pelago). B: dimensioni medie delle covate in femmine provenienti da acque pelagiche (non rinvenute in *M. laciniatus* nel periodo campionato). Da: Manca, Visconti e de Bernardi [51], modificata.

Ancorché non prevista dal programma di ricerca, la presenza di epibionti e parassiti è stata oggetto di attenzione anche per il quinquennio 2003-2007, in considerazione del fatto che livello, intensità e prevalenza sono aumentate rispetto al passato [20]. La loro incidenza è tale da permettere di spiegare il declino di alcune specie di copepodi nell'arco dell'anno [19-21].

In sintesi, i dati relativi al quinquennio consentono di mettere in luce l'importanza degli studi sullo zooplancton anche in relazione all'impatto dei mutamenti climatici e delle vie attraverso le quali essi operano negli ambienti acquatici. Lo zooplancton rappresenta un fondamentale anello di congiunzione tra i produttori primari e i pesci. Comprendendo erbivori e predatori, consente di ottenere una visione degli effetti diretti e indiretti su due diversi livelli trofici, quello dei consumatori primari e di quelli secondari. A costituirlo contribuiscono organismi con dimensioni corporee piuttosto diverse, comprese tra circa il ventesimo di millimetro dei rotiferi più piccoli e il centimetro dei cladoceri predatori. Tale spettro dimensionale consente di analizzare gli effetti dei mutamenti ambientali su scale temporali diverse, poiché i tempi di sviluppo e quelli di reazione e di resistenza alle modificazioni ambientali sono inversamente proporzionali alla taglia corporea. Per queste e altre ragioni, lo studio della dinamica stagionale dello zooplancton rappresenta un elemento essenziale per l'analisi degli effetti dei mutamenti in corso e per la comprensione dei meccanismi attraverso i quali essi operano a livello ecosistemico.

I dati di base dimostrano che nell'epoca attuale le temperature sono in aumento. Indicazioni in tal senso sono emerse da studi a lungo termine relativi alla termica lacustre. Non solamente la temperatura media annuale è andata progressivamente aumentando, ma anche profondità e durata della stratificazione termica si sono modificate, con un'anticipata e una più estesa fase di riscaldamento delle acque. Entrambi questi mutamenti sono molto importanti per lo zooplancton. Essi possono agire direttamente, promuovendo un più veloce metabolismo a livello d'individui, popolazioni e comunità, sia indirettamente, attraverso i fattori legati alla dinamica spazio-temporale della stratificazione termica. L'instaurarsi di quest'ultima si traduce, per lo zooplancton di laghi profondi di zone temperate, dei quali il Maggiore è un esempio, nella transizione da un ambiente nel quale il cibo è diluito, a uno nel quale esso diviene più concentrato e ricco, tale da favorire l'iniziale incremento nella fecondità che sottende al successivo sviluppo numerico delle sue popolazioni.

Sia gli effetti indiretti che quelli diretti del riscaldamento climatico sono per certi aspetti paragonabili a quelli conseguenti all'eutrofizzazione; fra gli altri, s'ipotizzano un aumento della biomassa, una diminuzione della biodiversità e della taglia media. Tuttavia, sebbene su base annuale le risposte possano a prima vista sembrare sovrapponibili a quelle viste con l'eutrofizzazione, e dunque in qualche misura prevedibili sulla base dei risultati ottenuti dalle ricerche relative a tale fenomeno, esse se ne discostano in termini di dinamica stagionale: specie che in passato risultavano presenti per periodi molto brevi possono infatti far parte integrante del popolamento zooplanctonico per un periodo anche lungo dell'anno, anche in seguito a modificazioni importanti nelle strategie riproduttive. Organismi che erano soliti andare in dormienza durante il periodo freddo possono perdurare in lago per tutto l'arco dell'anno. Al contrario, specie che non avevano mai prodotto stadi duraturi possono iniziare a farlo, in conseguenza del deteriorarsi della qualità dell'alimento e/o di una incrementata pressione di predazione. Tali risposte al mutamento nelle condizioni dell'ambiente sono in larga misura ancora inesplorate, nonostante le conoscenze maturate in anni e anni di

sperimentazione di laboratorio sugli effetti della temperatura sullo sviluppo e la crescita di organismi zooplanctonici. In laghi per i quali si disponga di dati sulle modificazioni nella temperatura e nel regime di stratificazione termica è quanto mai importante riuscire a tradurre tali informazioni in un dato che sia utilizzabile dal punto di vista biologico: tale operazione consente di chiarire i meccanismi attraverso i quali i cambiamenti climatici, ed in particolare il riscaldamento, agiscono a livello di comunità e di ecosistema.

In mancanza di queste informazioni non è di fatto possibile prevedere i nuovi scenari derivanti dalle modificazioni climatiche. Sulla base delle conoscenze attuali sul funzionamento degli ecosistemi è legittimo ipotizzare che l'importanza degli effetti diretti del riscaldamento sulle biocenosi sia di gran lunga inferiore a quello degli effetti indiretti, mediati dai rapporti trofici, ad esso conseguenti. Tuttavia, mancano dati a supporto di tale ipotesi, anche in quanto sono pochi i casi nei quali siano disponibili dati a lungo termine sulle caratteristiche fisiche e biologiche dei laghi.

L'attività di ricerca sullo zooplancton portata avanti per 30 anni in virtù del finanziamento da parte della Commissione fa sì che il Lago Maggiore possa rappresentare un caso di studio importante nel panorama delle ricerche internazionali.

Nel quinquennio 2003-2007, accanto a elementi che confermano il trend pluriennale dell'evoluzione recente del lago, quali il più precoce sviluppo di alcune specie di cladoceri, ve ne sono altri a sostegno dell'esistenza di forte intervariabilità interannuale, che rende abbastanza difficile allo stato attuale prevedere la dinamica stagionale e l'entità dello sviluppo numerico delle popolazioni componenti il popolamento zooplanctonico del lago. Questo largo margine d'incertezza potrebbe essere interpretato come un segno di maggiore vulnerabilità, o di maggiore visibilità, dell'influenza delle variabili meteo-climatiche sullo zooplancton lacustre.