

I CIANOBATTERI: UN PROBLEMA PER LE ACQUE DEI LAGHI D'ISEO E DI GARDA

MARIO GROTTOLO¹, LAURA COPETTA², SILVIA POLLINI² E LETIZIA GARIBALDI²

Parole chiave – Lago d'Iseo, Lago di Garda, fitoplancton, cianobatteri.

Riassunto – Il carico dei nutrienti algali e soprattutto del fosforo, che giunge ai laghi di Garda e d'Iseo dal loro bacino imbrifero, compromette l'uso delle loro acque a causa dell'aumento della densità delle alghe fitoplanctoniche. Tale densità è stata misurata in acque destinate, dopo potabilizzazione, a scopo idropotabile, prelevate nei pressi di Monte Isola, a 40 m di profondità, per il lago d'Iseo e nel golfo di Desenzano a 35 e 45 m, per il lago di Garda. La densità del fitoplancton è risultata per più del 70% attribuibile a cianobatteri, potenzialmente produttori di biotossine pericolose per la salute umana. Per arrestare la tendenza al peggioramento della qualità delle acque dei due laghi è necessario investire, al più presto, la tendenza con la corretta gestione del territorio e in modo particolare dei reflui che pervengono a lago.

Key words – Iseo lake, Garda lake, phitoplancton, cyanobacteria.

Abstract – The load of algal nutrients, and especially phosphorus, reaching the lakes Iseo and Garda from their catchment-basins compromises the use of their waters for potable purposes, because of the increase in the density of phytoplanktonic algae. This density was measured in waters destined to disinfection treatment, sampled near Monte Isola, at 40 m of depth, for lake Iseo, and in the gulf of Desenzano at 35 and 45 m, for lake Garda. Phytoplanktonic density was attributable for more than 70% to cyanobacteria, potential producers of biotoxins dangerous for human health. In order to stop the trend towards deterioration of the water quality in the two lakes it is necessary to reverse the trend as soon as possible with a correct management of the territory and in particular of waste waters entering the lakes.

PREMESSA

I corpi idrici superficiali sono soggetti a molteplici fonti di inquinamento, quali gli scarichi industriali, civili, zootecnici, il dilavamento di terreni agricoli e di aree disboscate, che possono causare non solo un aumento di inquinanti organici ed inorganici, ma anche un arricchimento di nutrienti, soprattutto di azoto e fosforo.

I carichi inquinanti giungono a lago non solo direttamente, ma anche attraverso la rete degli immissari, che, per quanto riguarda la provincia di Brescia, drenano un vasto e popolato bacino idrografico.

Se l'ingente massa d'acqua ed il tempo di ricambio hanno permesso, fino a pochi anni fa, di limitare i danni derivati dal continuo apporto ed accumulo di fattori inquinanti, l'aumento della popolazione e degli insediamenti civili e ricreativi, associati ad una maggiore industrializzazione, hanno aggravato la si-

tuazione, portando alcuni laghi bresciani ad una soglia d'allarme (BARBATO *et al.*, 1990; GROTTOLO, 1995; GARIBALDI *et al.*, 1997; GROTTOLO *et al.*, 1998).

Un aumento eccessivo della concentrazione di nutrienti provoca una rottura dell'equilibrio nel bilancio della biomassa a favore di un notevole sviluppo algale, non compensato dai meccanismi di consumo e di rimozione.

Le possibili ripercussioni, a seguito dello sviluppo algale, comprendono la riduzione della trasparenza, della penetrazione della luce, dei processi fotosintetici, la eccessiva produzione di ossigeno nella zona trofogenica, con la conseguente riduzione dell'ossigeno ipolimnico utilizzato per degradare le alghe morte che si depositano sul fondo, la formazione di composti derivati dalla degradazione anaerobica delle sostanze organiche e dalla riduzione del materiale inorganico, con la formazione di prodotti ridotti, quali ammonio, idrogeno solforato e metano.

¹ Dipartimento di Prevenzione, ASL di Brescia e Centro Studi Naturalistici Bresciani.

² Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Milano-Bicocca.

L'aumento dei nutrienti, ed in modo particolare del fosforo, ha portato ad un incremento della biomassa algale anche per i grandi laghi della provincia di Brescia, con una conseguente limitazione dell'acqua sia per scopi idropotabili che ricreativi.

L'evoluzione trofica dei due grandi laghi (Iseo e Garda) è stata descritta in molti lavori anche recenti (GARIBALDI *et al.*, 1997a e 1997b; MOSELLO *et al.*, 1997; SALMASO *et al.*, 1997; GARIBALDI *et al.*, 1999; TARTARI *et al.*, 2000), che hanno, tra l'altro, rilevato la dinamica di rimescolamento delle acque.

Il completo rimescolamento delle acque del lago di Garda, verificatosi tra febbraio e marzo 1999, dopo molti anni dall'ultima circolazione (MOSELLO *et al.*, 1997; SALMASO *et al.*, 1997), ha comportato l'omogeneizzazione del fosforo delle masse d'acqua superficiali con quello delle più profonde e quindi una sua maggiore disponibilità per le alghe. Per il lago d'Iseo il mancato evento di circolazione, che comunque si ripercuoterebbe negativamente sulla già non buona qualità delle sue acque, comporta un continuo aumento delle concentrazioni di nutrienti nello stato ipolimnico e il procedere verso una condizione di meromissia (GARIBALDI *et al.*, 1995).

Al fine di conoscere la densità della comunità algale e di verificare la presenza di alghe potenzialmente produttrici di tossine (VOLTERRA, 1989; FALCONER, 1993; PREMAZZI and VOLTERRA, 1993) in acque utilizzate a scopi idropotabili ed adibite alla balneazione, si sono analizzate le acque captate per tre impianti di potabilizzazione posti sui due principali laghi bresciani.

MATERIALI E METODI

Le acque del lago d'Iseo e di Garda sono state campionate prelevandole dai rubinetti collegati alle pompe di "presa a lago" degli acquedotti di Monte Isola e di Desenzano.

Per il lago d'Iseo il campionamento è stato effettuato con frequenza mensile, da gennaio a dicembre 1999, prelevando le acque da un rubinetto, in località Carzano, nella cabina dell'acquedotto di Monte Isola, che pesca a 40 m di profondità e a 40 m di distanza dalla costa.

Per il lago di Garda il periodo indagato è stato compreso tra aprile 1999 e marzo 2000, con otto campionamenti a due diverse prese. La prima, denominata "cabina vecchia", che effettua il pescaggio a circa 570 m dalla costa ad una profondità di circa 35

m, la seconda ("cabina nuova") che effettua il pescaggio a circa 1000 m dalla costa ad una profondità di circa 45 m.

Il riconoscimento ed il conteggio delle specie algali sono stati effettuati utilizzando il microscopio invertito secondo il metodo di UTERMÖHL (1958).

Ogni campione d'acqua raccolto per la determinazione del fitoplancton è stato immediatamente fissato con Lugol acetico. La fissazione immediata è un passaggio fondamentale in quanto la raccolta del campione causa alle alghe un forte shock (dovuto principalmente all'esposizione ad un'intensità di luce solare decisamente superiore a quella che riesce a penetrare negli strati d'acqua dove questi organismi sono stati prelevati), che può portare a profonde modificazioni della morfologia cellulare e, in certi casi, anche alla perdita di strutture, quali i flagelli, che costituiscono importanti caratteri sistematici.

In una fase successiva, in laboratorio, 20 ml del campione sono stati trasferiti, previa accurata agitazione, in celle di sedimentazione e, dopo circa 24 ore, il campione è stato osservato al microscopio a luce invertita a 400 ingrandimenti per poter classificare e contare gli organismi algali, una volta depositati sul fondo della cella.

La conta è stata su campi randomizzati sino ad ottenere un numero di cellule statisticamente significativo, per tutte le specie predominanti (LUND *et al.*, 1958).

Per la classificazione delle specie sono stati utilizzati i testi e le chiavi dicotomiche di HUBER-PESTALLOZZI (1938-1983), BOURELLY (1966, 1968, 1970), SMITH (1950), GERMAIN (1981) e STREBLE und KRAUTER (1981).

Allo scopo di valutare la produttività del fitoplancton, è stata effettuata per il lago d'Iseo la determinazione spettrofotometrica della clorofilla *a*, secondo il metodo di LORENZEN (1967).

RISULTATI

Lago d'Iseo

Analisi della comunità fitoplanctonica

La comunità fitoplanctonica è stata classificata (Tab. I) ed è stata valutata la densità di ciascuna specie in ogni campione prelevato (Tab. II).

La popolazione fitoplanctonica dell'area lacustre presa in esame è composta da specie appartenenti alle seguenti classi: *Cyanobacteria*, *Bacillariophyceae*, *Chrysophyceae*, *Cryptophyceae*, *Dinophyceae*, *Chlorophyceae* e *Conjugatophyceae*.

Tab. I – Lago d'Iseo. Acquedotto di Monte Isola. Elenco delle specie fitoplanctoniche rinvenute in campioni prelevati a 40 m di profondità.

CYANOBACTERIA	CRYSOPHYCEAE	CHLOROPHYCEAE
CHROOCOCCALES <i>Chroococcus limneticus</i> <i>Coelosphaerium kuentzingianum</i> <i>Dactylococcopsis acicularis</i> <i>Gomphosphaeria lacustris</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Microcystis flos aquae</i> NOSTOCALES <i>Lyngbya limnetica</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) limnetica</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) redeckeii</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) rubescens/arghadii</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) tenuis</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) sp.</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) sp.</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) sp.</i>	CHROMULINALES <i>Dinobryon divergens</i>	VOLVOCALES <i>Chlamydomonas sp.</i> CHLOROCOCCALES <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> <i>Elakakothrix sp.</i> <i>Oocystis lacustris</i> <i>Pediastrum sp.</i> <i>Scenedesmus ecornis</i>
	BACILLARIOPHYCEAE BIDDULPHIALES <i>Aulacoseira islandica</i> <i>Aulacoseira italica</i> <i>Cyclotella comensis</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Melosira varians</i> <i>Melosira sp.</i> <i>Stephanodiscus astrea</i> <i>Stephanodiscus hantzschii</i> <i>Stephanodiscus neoastrea</i> <i>Stephanodiscus sp.</i> BACILLARIALES <i>Asterionella formosa</i> <i>Cymbella helvetica</i> <i>Cymbella sp.</i> <i>Cocconeis placentula</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Fragilaria capucina</i> <i>Navicula sp.</i> <i>Nitzschia acicularis</i> <i>Nitzschia amphibia</i> <i>Synedra acus</i>	
CRYPTOPHYCEAE	DINOPHYCEAE	
CRYPTOMONADALES <i>Cryptomonas erosa</i> <i>Cryptomonas sp.</i> <i>Rhodomonas minuta</i> <i>Rhodomonas sp.</i>	PERIDINIALES <i>Ceratium hirundinella</i>	

La classe delle *Chrysophyceae* e quella delle *Dinophyceae* sono rappresentate da una sola specie, rispettivamente da *Dinobryon divergens* e da *Ceratium hirundinella*, anche la classe delle *Cryptophyceae* è costituita da poche specie.

Molto più varie sono le *Bacillariophyceae* o diatomee con circa 20 specie, infatti il loro elevato peso specifico, dovuto al guscio siliceo, tende a farle sedi-

mentare rapidamente ed è facile trovarle in profondità dove la maggiore densità dell'acqua, dovuta a temperature più basse, rallenta la loro caduta verso i sedimenti. Però è il gruppo dei *Cyanobacteria* che domina in densità la comunità fitoplanctonica, infatti, in alcuni casi supera il 90% della densità totale.

Questi organismi procarioti si mantengono per tutto il corso dell'anno su valori elevati, compresi tra

626.700 cell/l, registrate nel mese di febbraio 1999, e 2.405.500 cell/l osservate in luglio, i valori più elevati si rilevano nei mesi estivi di giugno, luglio ed agosto 1999. Predominanti sono le specie *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria rubescens* e *Oscillatoria tenuis*, sempre presenti nell'intero anno, e *Lyngbya limnetica*, caratterizzata da un andamento altalenante, con un elevato numero di individui nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, aprile e dicembre 1999. Quest'ultima specie è, quindi, preponderante nei mesi invernali, come le colonie globose di *Coelosphaerium kuentzingianum*, mentre *Microcystis aeruginosa* e *Chroococcus limneticus*, associate al genere *Oscillatoria* con le tre specie *Oscillatoria rubescens*, *Oscillatoria tenuis* e *Oscillatoria redeckei*, prevalgono nella stagione estiva, poiché, tipiche di acque fresche, scendono in profondità dove trovano un ambiente a loro più adatto. È importante sottolineare l'alta densità di *Microcystis aeruginosa* e del genere *Oscillatoria*, in quanto si tratta di cianobatteri potenziali produttori di tossine.

Le *Bacillariophyceae* si mantengono su valori compresi tra 23.350 cell/l del mese di aprile e 154.700 cell/l del mese di marzo, con valori più elevati nei mesi di gennaio, marzo, giugno e novembre. Predominanti sono *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa*, alghe di forma allungata appartenenti all'ordine Pennales, e *Aulacoseira islandica* e *Melosira varians*, alghe appartenenti all'ordine Centrales.

Fragilaria crotonensis è sempre presente ed è caratterizzata da valori massimi nei mesi di maggio, giugno (125.500 cell/l), agosto e settembre; *Asterionella formosa* è costante per tutto il corso dell'anno ed ha valori compresi tra 900 cell/l (giugno) e 6100 cell/l (dicembre) e maggiori nei mesi di ottobre e novembre. *Aulacoseira islandica* presenta valori elevati nei mesi invernali (98.200 cell/l in gennaio), mentre si osserva un numero esiguo di esemplari nei mesi primaverili ed estivi, dove tende a prevalere *Melosira varians*.

Le *Chlorophyceae* presentano valori compresi tra 17.800 cell/l del mese di settembre e 145.100 cell/l del mese di febbraio presentando valori più elevati nei mesi di febbraio e marzo, ossia nel passaggio dalla stagione invernale a quella primaverile.

Predominanti sono le specie *Dictyosphaerium pulchellum* e *Sphaerocystis Schroeteri*. *Dictyosphaerium pulchellum* è presente soprattutto nei mesi invernali e primaverili mostrando dei picchi in febbraio (123.000 cell/l) ed in marzo (98.500 cell/l). *Sphaerocystis Schroeteri* è presente prevalentemente nei

mesi estivi, dove, nel mese di agosto, raggiunge 13.800 cell/l.

Tra le *Conjugatophyceae* è sicuramente predominante *Mougeotia viridis*, che è costantemente presente nell'arco dell'anno con valori più elevati nei mesi invernali (11.000 cell/l in gennaio, 13.900 cell/l in dicembre) e primaverili (11.400 cell/l in marzo e 12.400 cell/l in aprile).

L'analisi fitoplanctonica ha quindi rilevato una densità algale piuttosto elevata, che nei mesi estivi supera 2.000.000 cell/l, e la costante prevalenza di cianobatteri durante tutto il corso dell'anno con dominanza dei generi *Microcystis* e *Oscillatoria* potenzialmente produttori di tossine (BRUNO, 1997).

Analisi della clorofilla a

L'indagine ha rilevato concentrazioni di clorofilla molto basse durante tutto il periodo preso in esame con una media di circa 2 µg/l e valori massimi di 6 mg/l a dicembre del 1999. Anche la concentrazione della feofitina si è sempre mantenuta bassa presentando valori al limite della determinazione del metodo.

Una bassa concentrazione di clorofilla, di norma, è segno di una scarsa produttività e, quindi, indicherebbe l'appartenenza dell'area lacustre considerata alla fascia oligotrofa; tuttavia tale fenomeno è sicuramente riconducibile alle caratteristiche fisiche dell'acqua prelevata, in quanto il suo campionamento è stato effettuato a 40 m di profondità, quota in cui si ha una bassa penetrazione della radiazione luminosa, e alla composizione della comunità fitoplanctonica, dominata dalla componente cianobatterica, che presenta uno scarso contenuto di clorofilla a a favore di altri pigmenti, quali carotina, xantofilla e, soprattutto, ficocianina.

Lago di Garda

Analisi della comunità fitoplanctonica

Per quanto riguarda la composizione in specie non si sono osservate differenze sostanziali tra le due diverse prese a lago, nonostante attingano a profondità diverse, mentre la situazione si è dimostrata più complessa in relazione alla densità algale, che verrà, quindi illustrata separatamente per le due cabine.

La comunità fitoplanctonica del Golfo di Desenzano è composta da circa 85 specie appartenenti alle seguenti classi: *Cyanobacteria*, *Bacillariophyceae* (o *Diatomeae*), *Chrysophyceae*, *Dinophyceae*, *Euglenophyceae*, *Chlorophyceae* e *Conjugatophyceae* (Tab. III).

Tab. II – Lago d'Iseo. Acquedotto di Monte Isola. Densità, in cellule/l, delle principali specie algali rinvenute nei 12 campionamenti mensili. Gennaio-dicembre 1999.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
CYANOBACTERIA												
Chroococcales												
<i>Microcystis aeruginosa</i>	605000	193000	370000	415000	380000	176500	70000	100500	97500	580000	229500	531300
<i>Microcystis flos aquae</i>	9500		700	600	6000			31500				500
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	276000											315000
<i>Coelosphaerium kueningianum</i>	6500			2100								28900
<i>Chroococcus limneticus</i>	200					800	3000	114500				5800
<i>Dactylococcopsis acicularis</i>	700	200	500	300	300		1400	200				1500
Nostocales												
<i>Oscillatoria rubescens</i>	346300	184900	206800	303000	286500	326000	295300	89100	55800	129200	105400	241300
<i>Oscillatoria tenuis</i>	85200	74300	181400	258000	386000	330300	294300	219500	226800	246200	204600	136100
<i>Oscillatoria limnetica</i>	5400		14900	10600	1800	18400		150400	198600		54200	8600
<i>Oscillatoria redeckeii</i>			32400	2100		107900	205600	104200	295600	64800		
<i>Oscillatoria</i> sp. 1	800				8800	745200	1057100	768200	327400	127600	294600	
<i>Oscillatoria</i> sp. 2						600	13100					500
<i>Oscillatoria</i> sp. 3								221600	104600			
<i>Lyngbya limnetica</i>	388300	174300	214000	216400	10600	36600	13600	11300		15600	18600	465000
CHRYSOPHICEAE												
Chromulinales												
<i>Dinobryon divergens</i>					600			300			800	
BACILLARIOPHYCEAE												
Biddulphiales												
<i>Cyclotella comensis</i>	2800	500	4000	1600	1300	200	200	500	900	800	900	2000

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Cyclotella ocellata</i>	600	200	1400		800				600	500	300	1000
<i>Cyclotella</i> sp.	4900	3800	6200	1800	700	200	200	300	600	1200	1000	4300
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	300	800	200	200	1900			200	200	500	600	800
<i>Stephanodiscus</i> sp.	200	300			800	100					400	400
<i>Stephanodiscus astrea</i>	400	400	900	300	900				800	700	800	
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	500	200	6800	600	1600	100		300	400	1100	600	400
<i>Aulacoseira islandica</i>	98200	37100	21600	7200	4200	300	2200	3500	2600	42500	58000	35000
<i>Melosira varians</i>	6700	17900	34700	4250	4800	700	700	10200	9500	4800	9600	1400
<i>Aulacoseira italica</i>			60300	2000	3300			1600	2200		2000	
<i>Melosira</i> sp.	5100	20700	7500		3000	500	2100	4800	1100		3800	3500
Bacillariales												
<i>Asterionalla formosa</i>	2000	2500	2500	1200	5800	900	1700	3300	4000	4900	5700	6100
<i>Fragilaria crotonensis</i>	9000	12000	12900	4000	36000	125500	26200	39200	30800	28600	22000	26700
<i>Fragilaria capucina</i>				1000	22000							
<i>Cocconeis placentula</i>		300					600	600	300			400
<i>Cymbella helvetica</i>								400			200	
<i>Nitzschia amphibia</i>	200	300	500		200	200	300		200		200	500
<i>Nitzschia acicularis</i>			200	200		200	300	400	200	800	400	300
<i>Synedra acus</i>		200			200	500	500					600
<i>Navicula</i> sp.			100						200	400	300	
CRYPTOPHYCEAE												
Cryptomonades												
<i>Cryptomonas erosa</i>	6800	3000	1800		700	300	400	800	800	3000	3000	5400

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Cryptomonas</i> sp.	5700	2700	1600	300	300	300	700	300	400		1000	1000
<i>Rhodomonas minuta</i>	6700	2600	2100	400	1000	1600	700	600	600	6800	7600	10000
<i>Rhodomonas</i> sp.	2800	2000	400	250	200	800	900	400		1000	1000	2300
CHLOROPHYCEAE Volvocales												
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1800	400	400	200	300		2300	4500	1800	2600		1800
Chlorococcales												
<i>Dicyosphaerium pulchellum</i>	10000	132000	98500	1000	2700					11000	23000	32000
<i>Pediastrum</i> sp.	1100	1500				1400	2500	2100	600	800	1100	1600
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>						12200	6700	13800	6700			
<i>Elakatotrix</i> sp.		200										600
<i>Oocystis lacustris</i>							400				500	
CONJUGATOPHYCEAE Zygnematales												
<i>Closterium aciculare</i>	1300	300	800		300	1100	3900	2300	200	1000	1200	300
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	700	1100	2500	100	300	200	1300	3000	200		800	200
<i>Staurastrum gracile</i>	200		300		500	100	500	600			600	300
<i>Staurastrum paradoxum</i>	200	100	300	100	200	300			300		700	900
<i>Mougeotia viridis</i>	11000	7300	11400	12400	7200	1800	9400	6600	5900	6800	5700	13900
<i>Mougeotia</i> sp.	2500	2200	5400		5100	1500		17000	2100	800	5000	4000
DINOPHYCEAE Peridinales												
<i>Ceratium hirundinella</i>						900	400	600	600			

Tab. III – Lago di Garda. Acquedotto di Desenzano. Elenco delle specie fitoplanctoniche rinvenute in campioni prelevati a 35 e a 45 m di profondità.

CYANOBACTERIA	CRYSOPHYCEAE	CHLOROPHYCEAE
CHROOCOCCALES <i>Aphanocapsa elachista</i> <i>Aphanotece</i> sp. <i>Chroococcus minutus</i> <i>Chroococcus limneticus</i> <i>Cyanarcus hamiformis</i> <i>Dactylococcopsis</i> sp. <i>Gloeocapsa</i> sp. <i>Gomphosphaeria aponina</i> <i>Merismopedia</i> sp. <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Microcystis flos aquae</i> <i>Microcystis marginata</i> NOSTOCALES <i>Anabaena lemermanni</i> <i>Lyngbya limnetica</i> <i>Lyngbya lagerheimii</i> <i>Lyngbya</i> sp. <i>Nostoc</i> sp. <i>Planctothryx (Oscillatoria) lacustris</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) rubescens/arghadii</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) tenuis</i> <i>Planctothryx (Oscillatoria) sp.</i> <i>Spirulina</i> sp.	CHROMULINALES <i>Dinobryon divergens</i> <i>Mallomonas caudata</i> <i>Mallomonas</i> sp. <i>Uroglena americana</i> ISOCHRYSIDALES <i>Crysidalis peritaphrena</i> <i>Syncripta volvox</i>	VOLVOCALES <i>Carteria globosa</i> <i>Chlamydomonas</i> sp. <i>Pandorina morum</i> TETRASPORALES <i>Tetraspora</i> sp. CHLOROCOCCALES <i>Chlorella</i> sp. <i>Coelastrum reticulatum</i> <i>Coelastrum polichordum</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> <i>Gloerocystis vesiculosa</i> <i>Nephrochlamis willeana</i> <i>Oocystis lacustris o crassa ?</i> <i>Oocystis</i> sp. <i>Pediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus acutus</i> <i>Scenedesmus quadricaudata</i> <i>Scenedesmus</i> sp. <i>Sphaerocystis schroeteri</i>
	BACILLARIOPHYCEAE	CONJUGATOPHYCEAE ZYGNEMATALES <i>Closterium aciculare</i> <i>Closterium acutum v. variabile</i> <i>Closterium gracile</i> <i>Closterium</i> sp. <i>Cosmarium depressum</i> <i>Mougeotia</i> sp. <i>Mougeotia</i> sp. <i>Staurastrum gracile</i>
	BIDDULPHIALES <i>Aulacoseira islandica</i> <i>Aulacoseira italica</i> <i>Aulacoseira</i> sp. <i>Cyclotella meneghiniana</i> <i>Cyclotella ocellata</i> <i>Cyclotella</i> sp. <i>Stephanodiscus astrea</i> BACILLARIALES <i>Achnanthes minutissima</i> <i>Achnanthes</i> sp. <i>Asterionella formosa</i> <i>Cymbella ventricosa</i> <i>Cymbella</i> sp. <i>Coccaides placentula</i> <i>Eunotia arcus</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Fragilaria capucina</i> <i>Gomphonema olivaceum</i> <i>Navicula subminuscula</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Nitzschia</i> sp. <i>Synedra acus</i> <i>Synedra</i> sp. <i>Tabellaria fenestrata</i>	
CRYPTOPHYCEAE	DINOPHYCEAE	EUGLENOPHYCEAE
CRYPTOMONADALES <i>Chroomonas caudata</i> <i>Cryptomonas erosa</i> <i>Cryptomonas</i> sp. <i>Rhodomonas minuta</i>	PERIDINIALES <i>Ceratium hirundinella</i> <i>Gymnodinium helveticum</i> <i>Gymnodinium</i> sp. <i>Peridinium</i> sp.	EUGLENALES <i>Trachelomonas</i> sp.

Poco significativa è risultata la classe delle *Euglenophyceae*, di cui è stata classificata una sola specie appartenente al genere *Trachelomonas*, che è presente con rari individui e la classe delle *Chrysophyceae*, anch'essa con poche cellule algali appartenenti a sei specie.

CABINA VECCHIA (Tab. IV)

In valore assoluto la densità algale osservata appare ingente, nel corso dell'anno esaminato, infatti, è stata calcolata una densità media totale di circa 1.533.925 cell/l, con un valore massimo a dicembre 1999 (4.742.750 cell/l) e un minimo nel mese di maggio (919.700 cell/l).

Il dato appare tanto più significativo considerando che lo sviluppo algale dovrebbe concentrarsi principalmente nello strato superficiale, dove è maggiore la luce e non alla profondità di circa 35 m dove pesca la presa. Ricordiamo che, secondo la classificazione di MARGALEF (1983), un ambiente acquatico è considerato eutrofico con una densità algale compresa tra 100 e 10.000 cell/ml.

La classe maggiormente rappresentata in tutti i mesi indagati è risultata quella dei *Cyanobacteria*, che si mantengono costantemente su valori elevati, con un leggero calo nei mesi di aprile e maggio 1999, una crescita significativa nei mesi di luglio ed agosto ed un picco molto singolare a dicembre dello stesso anno.

Le percentuali sulla densità totale variano dal 66% del mese di aprile al 95% dei mesi di maggio, ottobre e dicembre 1999.

Il genere *Oscillatoria*, con le due specie più abbondanti, *O. tenuis* e *O. rubescens*, è risultato dominante in tutti i mesi, superato soltanto ad agosto da *Microcystis aeruginosa*, di cui è stata osservata una cospicua fioritura.

Le diatomee, anch'esse di notevole importanza per la comunità fitoplanctonica del lago, infatti, ne sono state osservate e classificate 23 specie, risultano ben rappresentate nei mesi primaverili, grazie alla massiccia presenza di *Aulacoseria islandica*. L'andamento annuale della loro densità mostra un calo nel mese di agosto ed una ripresa nei mesi successivi, caratterizzati dal prevalere di *Fragilaria crotonensis*.

La classe delle *Cryptophyceae* si è rilevata significativa, grazie in particolare al contributo di *Rhodomonas minuta*, che ha raggiunto valori elevati di densità soprattutto nei mesi di aprile e maggio, poi la specie subisce un brusco calo di densità in luglio, per poi ricomparire nuovamente nel mese di agosto ed attestarsi su valori rilevanti in tutto il resto dell'anno.

Le *Clorophyceae*, numericamente meno significative, sono comunque ben rappresentate come biodiversità, con 17 specie e, nei mesi primaverili, prevalgono i generi *Chlamidomonas*, *Gloeocystis* e *Coelastrum*, successivamente subiscono un calo progressivo di densità fino a raggiungere il valore minimo nel mese di dicembre.

Le *Conjugatophyceae* sono caratterizzate da una presenza costante nel corso dell'anno, dovuta in particolare al contributo dei generi *Mougeotia* e *Closterium*.

Meno rappresentate, per quanto riguarda i valori di densità cellulare, sono le *Dinophyceae*, con un'eccezione nel mese di agosto per l'abbondante sviluppo del genere *Gymnodinium*. Le meno importanti sono da considerarsi le *Crysophyceae*, mentre le *Euglenophyceae* sono rarissime.

CABINA NUOVA (Tab.V)

In corrispondenza della presa a lago, che attinge ad una profondità di circa 45 m, è stata calcolata una densità media di circa 1.758.231 cell/l, con un valore minimo nel mese di aprile (426.700 cell/l) ed un valore massimo a dicembre (5.186.100 cell/l).

Anche in questo punto di captazione, benché più profondo di una decina di metri e più lontano dalla costa, il gruppo numericamente più importante è risultato quello dei cianobatteri, che rappresenta mediamente il 76% del totale. La densità di questa classe è minima ad aprile '99, aumenta gradualmente fino al valore massimo osservato a dicembre, per poi calare nuovamente nei mesi successivi, mantenendosi, tuttavia, sempre su valori elevati dovuti principalmente al genere *Oscillatoria*, dominante in tutti i mesi, a cui si associa *Gomphosphaeria aponima* nei mesi estivi e *Aphanotece* sp. nei mesi invernali.

Le diatomee raggiungono il valore minimo di densità cellulare nel mese di luglio e, a maggio, il genere *Cyclotella* associato a *Synedra acus* formano una consistente densità, che proprio in questo mese raggiunge il massimo valore per la classe. In generale la densità è elevata nei mesi primaverili, con prevalenza di *Aulacoseira islandica* e, dopo il calo estivo, riprende abbondantemente a dicembre per la presenza di *Fragilaria crotonensis*.

Le *Cryptophyceae* rappresentano, anche in questa stazione, la seconda classe più numerosa, la specie dominante è risultata in tutti i mesi *Rhodomonas minuta*, con valori minimi, ma comunque consistenti, nel mese di maggio e massimi a luglio 1999.

Tab. IV – Lago di Garda. Acquedotto di Desenzano. Cabina Vecchia. Densità, in cellule/l, delle principali specie algali rinvenute nei mesi aprile 1999-marzo 2000.

	IV. 99	V. 99	VII. 99	VIII. 99	X. 99	XII. 99	I. 00	III. 00
CYANOBACTERIA								
Chroococcales								
<i>Microcystis aeruginosa</i>				400800	16900	114200	28900	101600
<i>Microcystis marginata</i>	37300		46300	105000				
<i>Aphanotece</i> sp.			556600	474000	348000	36300		
<i>Gomphosphaeria lacustris</i>			10400		62200			
<i>Aphanocapsa elachista</i>	47800	43600				159900		
<i>Chroococcus limneticus</i>		2350		2400			1500	
<i>Chroococcus minutus</i>			16500					
<i>Dactylococcopsis</i> sp.						6900		
<i>Cynarcus hamiformis</i>					15000			
<i>Merismopedia</i> sp.			8100					
Nostocales								
<i>Oscillatoria rubescens</i>	16300	81750	67300	171600	613000	1297500	674200	707000
<i>Oscillatoria tenuis</i>	501200	573550	886500	165000	324000	2690200	291200	630900
<i>Oscillatoria lacustris</i>	111600	65650		8400				
<i>Oscillatoria</i> sp.	104600		26600	126500	75000	4700		
<i>Lyngbya limnetica</i>	95500	97650						6200
<i>Lyngbya lagerheimii</i>	68200	5200		268200	281600	286200	222200	240200
<i>Lyngbya</i> sp.			142100					
<i>Gleocapsa</i> sp.			1000					
CHRYSOPHICEAE								
Chromulinales								
<i>Dinobryon divergens</i>	1400		500					
<i>Mallomonas</i> sp.	2200		3400		700			1000
<i>Uroglena americana</i>	5000							
BACILLARIOPHYCEAE								
Biddulphiales								
<i>Cyclotella</i> sp.	19300	200	9300	16200	1200	12900	1100	5200
<i>Stephanodiscus astrea</i>	400		500			700	2600	3600
<i>Aulacoseira islandica</i>	37200	1650		2400		5300	42300	116700
<i>Aulacoseira</i> sp.	12400	9700						
<i>Melosira varians</i>								17700
Bacillariales								
<i>Asterionalla formosa</i>	200	950			2600			10400
<i>Fragilaria crotonensis</i>	33500		76700		29200	22800		
<i>Tabellaria fenestrata</i>	1500					3100	700	
<i>Nitzschia</i> sp.	3400	1650	1000		1100	3800	700	
<i>Cymbella ventricosa</i>	3000	2150						
<i>Synedra acus</i>						3000		1000
<i>Navicula</i> sp.	3500	3550	5000	600	1500	800		500

	IV. 99	V. 99	VII. 99	VIII. 99	X. 99	XII. 99	I. 00	III. 00
<i>Gomphonema olivaceum</i>	1200	950	900	1100	400			
<i>Achananthes minutissima</i>	600	1650	1800	1300	400			
<i>Eunotia arcus</i>	400							
DINOPHYCEAE								
Peridinales								
<i>Ceratium hirundinella</i>				1200		800		
<i>Gymnodinium helveticum</i>	1200				800			
<i>Gymnodinium</i> sp.	800	450		16800	1100		1100	2600
<i>Peridinium</i> sp.	600							
CRYPTOPHYCEAE								
Cryptomonades								
<i>Cryptomonas erosa</i>	3500		4900	15000	2200	610	150	1600
<i>Cryptomonas</i> sp.	132000		900			1060	1190	22400
<i>Rhodomonas minuta</i>	120100	1900	3200	142200	28900	19880	10790	118800
<i>Chroomonas</i> sp.	7600		800					
CHLOROPHYCEAE								
Volvocales								
<i>Chlamydomonas</i> sp.		1900	800	2400	700	700	1100	
<i>Carteria globosa</i>					1500			
<i>Pandorina morum</i>		2850						
Chlorococcales								
<i>Chlorella</i> sp.	8000		100	1200			700	500
<i>Coelastrum reticulatum</i>	3000		10300	13400	13100	3000	2200	
<i>Coelastrum polichordum</i>	2400		6100	8400		3100	3000	6800
<i>Coelastrum microporum</i>			1700					
<i>Dyctyosphaerium pulchellum</i>	2500							12500
<i>Gloeocystis vesciculosa</i>	39000			11400	1600			
<i>Nephrochlamis willeana</i>				1800				
<i>Oocystis crassa</i>			400					
<i>Oocystis</i> sp.		4050	2500	1200	3000	3000		
<i>Pediastrum boryanum</i>	1300		5900					
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			4000		3000	1500		
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>			9800					
<i>Tetraspora</i> sp.			500				14800	34400
<i>Anhistrodesmus</i> sp.							1500	
CONJUGATOPHYCEAE								
Zygnematales								
<i>Closterium aciculare</i>	900	1400	3700	1800	3000	9900	2600	2100
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	100		400	1200	1900	1500		500
<i>Closterium</i> sp.	500		600					
<i>Cosmarium depressum</i>			1400					
<i>Staurastrum gracile</i>	600	950	3000	1200		1400		
<i>Mougeotia</i> sp. 1	59100	14000	79300	28200	3100	48000	51500	138400
<i>Mougeotia</i> sp. 2			9600		9900			

I valori di densità relativi alle *Clorophyceae* sono generalmente poco incidenti, ad eccezione del mese di aprile in cui si è osservata una cospicua fioritura di *Chlamidomonas* sp.

Le *Conjugatophyceae*, invece, mantengono abbastanza costante la loro presenza nel corso dell'anno, con una rappresentanza minima nel mese di ottobre e una crescita massima nei mesi di dicembre 1999 e gennaio 2000. Le specie dominanti sono risultate *Mougeotia* sp. e *Closterium aciculare*.

Poco rappresentate sono, infine, le classi delle *Dinophyceae*, *Crysophyceae* ed *Euglenophyceae*, che nel corso dell'anno non sono mai apparse con densità menzionabile.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Confrontando i dati relativi alle densità fitoplanctoniche delle due prese a lago si osserva come l'andamento dei valori sia molto simile e confrontabile, con risultati di poco inferiori alla "cabina nuova", nonostante la maggiore profondità di captazione e la maggiore distanza dalla costa.

Significativo appare il comportamento della densità riscontrata alla "cabina vecchia", che a fronte di una densità media annua di circa 2.100.000 cell/l, presenta un valore minimo nel mese di maggio e il massimo nel mese di dicembre. Tale inconsueto aumento è dovuto in modo particolare ai cianobatteri e soprattutto al genere *Oscillatoria*. Fioriture di cianobatteri nei mesi più freddi sono già state segnalate per il lago d'Idro (BARBATO *et al.*, 1990) e sembrano essere tipiche del plancton a cianobatteri delle località temperate, dove alcune specie di *Oscillatoria* possono dar luogo a fioriture nei mesi del tardo autunno o inizio inverno (MORABITO, 1997).

Anche il rapporto tra le diverse classi si è rilevato complessivamente molto simile, nei due punti di campionamento, con una maggiore prevalenza dei cianobatteri per la "cabina vecchia", dove rappresentano l'86% della densità totale contro il 76% per la "cabina nuova". Preoccupante rimane il fatto che, in entrambe le prese, la densità delle specie potenzialmente produttrici di tossine algali rimane elevata.

Il genere *Oscillatoria* e in particolare le specie *O. tenuis* e *O. rubescens*, è risultato dominante in tutti i mesi, con l'unica eccezione per la "cabina vecchia" nell'agosto 1999, in cui si è, invece, osservata una cospicua presenza di *Microcystis aeruginosa*. Entrambi i generi sono noti per la loro capacità di pro-

durere tossine pericolose anche per la salute umana.

Tali dati evidenziano come il golfo di Desenzano presenti acque eutrofiche in base alla classificazione di MARGALEF (1983).

CONCLUSIONI

La ricerca ha messo in evidenza una maggiore varietà di specie algali nel lago di Garda rispetto al lago di Iseo, dove la composizione specifica del fitoplancton si presenta più semplificata.

I due laghi presentano, comunque, la stessa associazione fitoplanctonica di "plancton a cianobatteri" (Tab.VI), infatti il gruppo è da considerarsi la classe dominante, rappresentando oltre il 70% della densità totale (Fig 1, Fig. 2 e Fig. 3).

Tale associazione, tipica di laghi ad elevata trofia, è caratterizzata da fioriture estive dei generi *Microcystis* e *Lyngbya*, mentre alcune *Oscillatoria*, amanti di acque più fresche, durante l'estate si stratificano al margine superiore dell'ipolimnio e possono produrre fioriture nei mesi del tardo autunno o inizio inverno.

Questo equilibrio monospecifico in corpi idrici termicamente stabili è favorito dal perdurare di condizioni di elevata temperatura ed elevato apporto di nutrienti.

A fronte, comunque, di una percentuale di densità simile, appare decisamente significativo il numero totale e in modo particolare dei cianobatteri riscontrato nel lago d'Iseo, che risultano mediamente dieci volte superiori rispetto ai valori riscontrati nel lago di Garda.

L'eutrofizzazione delle acque dei due laghi bresciani, in base ai dati ricavabili dalla letteratura di riferimento e ai dati presentati, è, quindi, tendenzialmente in peggioramento.

L'elevata concentrazione algale, in modo particolare dei *Cyanobacteria* con specie potenzialmente produttrici di tossine, dovuta alle modificazioni del chimismo delle acque lacustri ed in modo particolare all'aumento di fosforo totale, risultano un segnale d'allarme non solo per l'evoluzione trofica dei due laghi, ma anche per gli usi civili e ricreativi degli stessi.

Si ritiene pertanto che solo con una corretta gestione del territorio e in modo particolare dei reflui che pervengono a lago sia possibile uno sviluppo socio-economico compatibile con la salvaguardia dell'ecosistema dei due laghi.

Tab- V – Lago di Garda. Acquedotto di Desenzano. Cabina Nuova. Densità, in cellule/l, delle principali specie algali rinvenute nei mesi aprile 1999-marzo 2000.

	IV. 99	V. 99	VII. 99	VIII. 99	X. 99	XII. 99	I. 00	III. 00
CYANOBACTERIA								
Chroococcales								
<i>Microcystis aeruginosa</i>	5500				9000		7300	16000
<i>Aphanotece chlatrata</i>					179500	4907600	92700	
<i>Aphanotece</i> sp.	9800		52100	90400				
<i>Gomphosphaeria aponina</i>			74900	22200	72000			
<i>Aphanocapsa elachista</i>	3800							
<i>Chroococcus minutus</i>	1200							
<i>Dactylococcopsis</i> sp.							1800	1400
Nostocales								
<i>Oscillatoria rubescens</i>	35500	210200	60000	271600	275200		784900	403500
<i>Oscillatoria tenuis</i>	49100	87600	407400	623300	291000		241000	328200
<i>Oscillatoria lacustris</i>					125900		87200	43800
<i>Oscillatoria</i> sp. 1	52900	232800	254500					87000
<i>Oscillatoria</i> sp. 2	53800							
<i>Lyngbya lagerheimii</i>	102400	267500	49000	134400	205000		32100	294700
<i>Lyngbya</i> sp.	31600	2400						
<i>Nostoc</i> sp.	36900		4000					
<i>Spirulina major</i>	3500							
<i>Anabaena flosaquae</i>					4500			
CHRYSOPHICEAE								
Chromulinales								
<i>Mallomonas</i> sp.					300			
<i>Uroglena americana</i>	400							
Isochrysidales								
<i>Crysidalis peritaphrena</i>	300	600						
<i>Syncrptia volvox</i>	400	450						
BACILLARIOPHYCEAE								
Biddulphiales								
<i>Cyclotella stelligera</i>							7300	
<i>Cyclotella</i> sp. 1	1200	184600	500	40400	300	52400	900	3700
<i>Cyclotella</i> sp. 2	800							
<i>Stephanodiscus astrea</i>	1200	600	500				1000	1400
<i>Aulacoseira islandica</i>	134300	15900					350800	67900
<i>Aulacoseira</i> sp.	15400	2300						
Bacillariales								
<i>Asterionalla formosa</i>	2000				1100		6400	3200
<i>Fragilaria crotonensis</i>	40600	10900	24200	1200	27500		4600	7300
<i>Fragilaria capucina</i>	400							
<i>Tabellaria fenestrata</i>	2600							
<i>Nitzschia</i> sp.	900	2600		2000				

	IV. 99	V. 99	VII. 99	VIII. 99	X. 99	XII. 99	I. 00	III. 00
<i>Cymbella ventricosa</i>	300							
<i>Synedra acus</i>		33500		10700				
<i>Navicula</i> sp.	1100	600						900
<i>Gomphonema olivaceum</i>			700					
<i>Achananthes minutissima</i>		1200						
DINOPHYCEAE								
Peridinales								
<i>Gymnodinium helveticum</i>								400
<i>Gymnodinium</i> sp.	2200	6400	3800	6700	300	800		900
<i>Peridinium</i> sp.	400				800			
CRYPTOPHYCEAE								
Cryptomonades								
<i>Cryptomonas erosa</i>	300		10200					900
<i>Cryptomonas</i> sp.	6300		5500				13800	25700
<i>Rhodomonas minuta</i>	6800	1800	470000	11900	4100	215500	102400	142700
CHLOROPHYCEAE								
Volvocales								
<i>Chlamydomonas</i> sp.	134200		2800	2000			500	2800
Chloococcales								
<i>Chlorella</i> sp.	4000				4500			
<i>Coelastrum reticulatum</i>	20500	2900	3600	7900	5600	9800		
<i>Coelastrum polichordum</i>	12300	5600	1700	5500	300			
<i>Coelastrum microporum</i>								
<i>Dyctyosphaerium pulchellum</i>	2900							
<i>Gemmellicystis neglecta</i>	1400				2600			
<i>Nephrochlamis willeana</i>					300			3200
<i>Oocystis crassa</i>			500					
<i>Oocystis</i> sp.		600	3300	9500	3700			
<i>Pediastrum boryanum</i>								
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		1200						
<i>Scenedesmus</i> sp.	800						1800	
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	1100							
<i>Tetraspora</i> sp.							1800	14700
<i>Anhistrodesmus</i> sp.								
CONJUGATOPHYCEAE								
Zygnematales								
<i>Closterium aciculare</i>	500		2900	800	1100		1800	3700
<i>Closterium acutum</i> v. <i>variabile</i>	300	600					500	1400
<i>Closterium</i> sp.	200		700				400	
<i>Staurastrum gracile</i>	900		2400	1600			2800	900
<i>Mougeotia</i> sp. 1	26200	30900	61100	41200	9400		58800	62000
<i>Mougeotia</i> sp. 2			2800				22000	

Tab. VI – Confronti della densità fitoplanctonica per classe in cell/L.

MESE	LOCALITA'	Cyanophyceae	Bacillariophyceae	Cryptophyceae	Chryptophyceae	Dinomonphyceae	Chlorophyceae	Conjugatophyceae
Gennaio '99	Iseo	1723900	130900		22000		28800	
	Garda cv							
	Garda cn							
Febbraio '99	Iseo	627700	97200		10300		145100	
	Garda cv							
	Garda cn							
Marzo '99	Iseo	1027000	154700		5900		119600	
	Garda cv							
	Garda cn							
Aprile '99	Iseo	122700	23350		950		13800	
	Garda cv	196500	23320	1720	51120	520	11260	12240
	Garda cn	386000	134300	1100	13400	2600	176300	28900
Maggio '99	Iseo	1080000	87500	650	2200		16600	
	Garda cv	869750	22250		1900	450	8800	16350
	Garda cn	800500	252200	1050	2400	6400	9100	32700
Giugno '99	Iseo	1742300	129400		3000	900	19200	
	Garda cv							
	Garda cn							
Luglio '99	Iseo	2405500	36700		2700	400	47700	
	Garda cv	1761400	95200	3900	9800		39000	102000
	Garda cn	913800	25900		485700	3800	11900	69900
Agosto '99	Iseo	1811000	65300	300	2100	600	50600	
	Garda cv	1721900	21600	1800	157200	18000	39800	32400
	Garda cn	1141900	54300		11900	6700	24900	43600
Settembre '99	Iseo	1306300	54600		1800	600	17800	
	Garda cv							
	Garda cn							
Ottobre '99	Iseo	1325400	86800		10800		23000	
	Garda cv	1387700	36000	700	31100	1900	19900	8000
	Garda cn	1162100	28900	300	4100	500	17000	10500
Novembre '99	Iseo	916900	106800	800	12600		38600	
	Garda cv							
	Garda cn							
Dicembre '99	Lago Iseo	1734500	83.400		18700		54600	
	Garda cv	4907600	52400					
	Garda cn	1531450	199400		18900	9480	6640	80590
Gennaio 2000	Iseo							
	Garda cv	1254300	47400		121300	1100		55600
	Garda cn	1247000	56000		116200		2300	88100
Marzo 2000	Iseo							
	Garda cv	168.5900	155100	1000	14.2800	2600	54200	141200
	Garda cn	1174600	84400		169300	1300	20700	68000

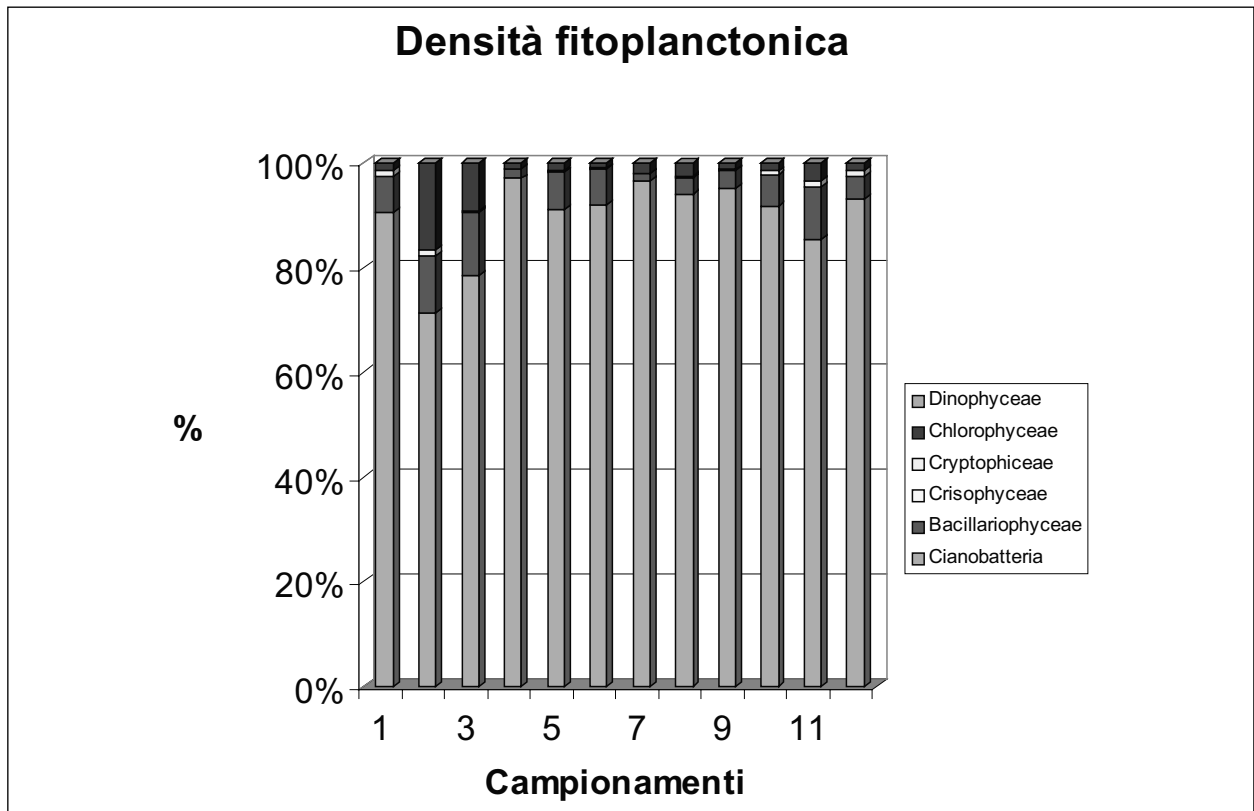


Fig. 1 – Lago di Iseo – Composizione della densità fitoplanctonica.

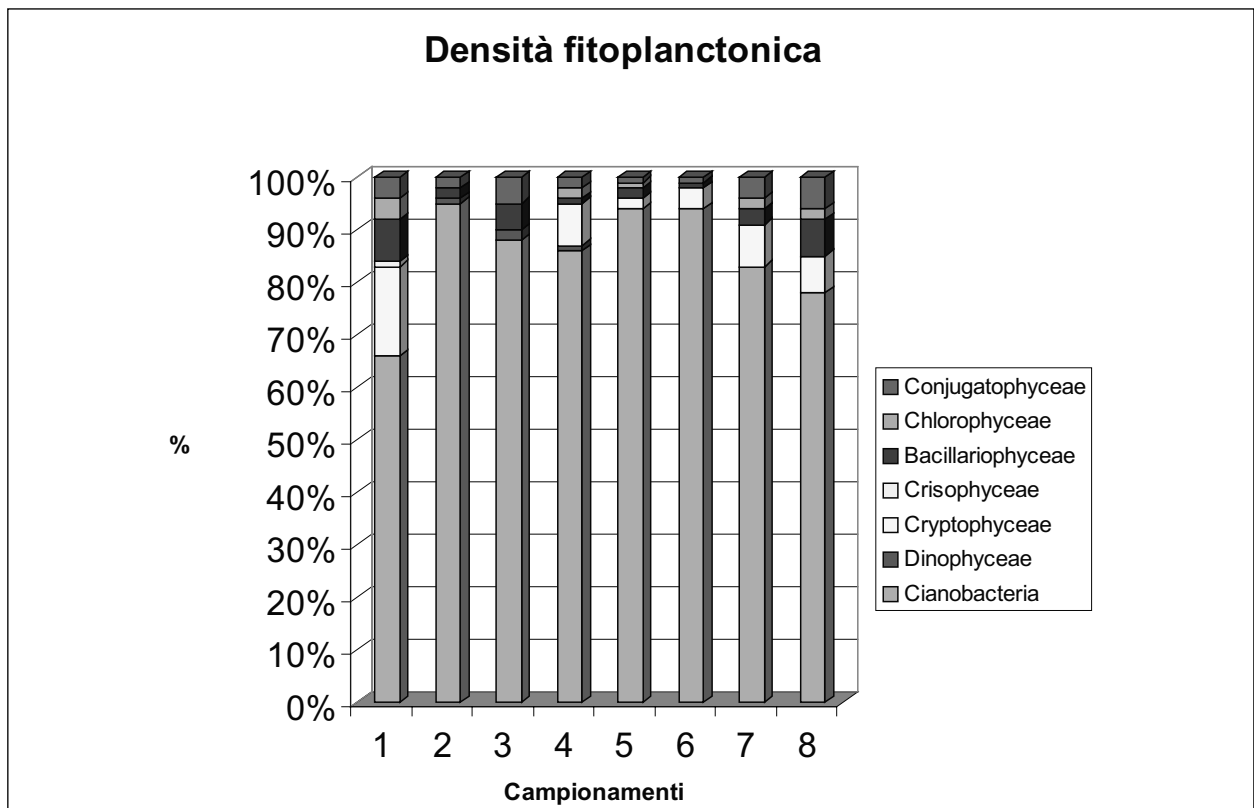


Fig. 2 – Lago di Garda (cabina vecchia) – Composizione della densità fitoplanctonica.

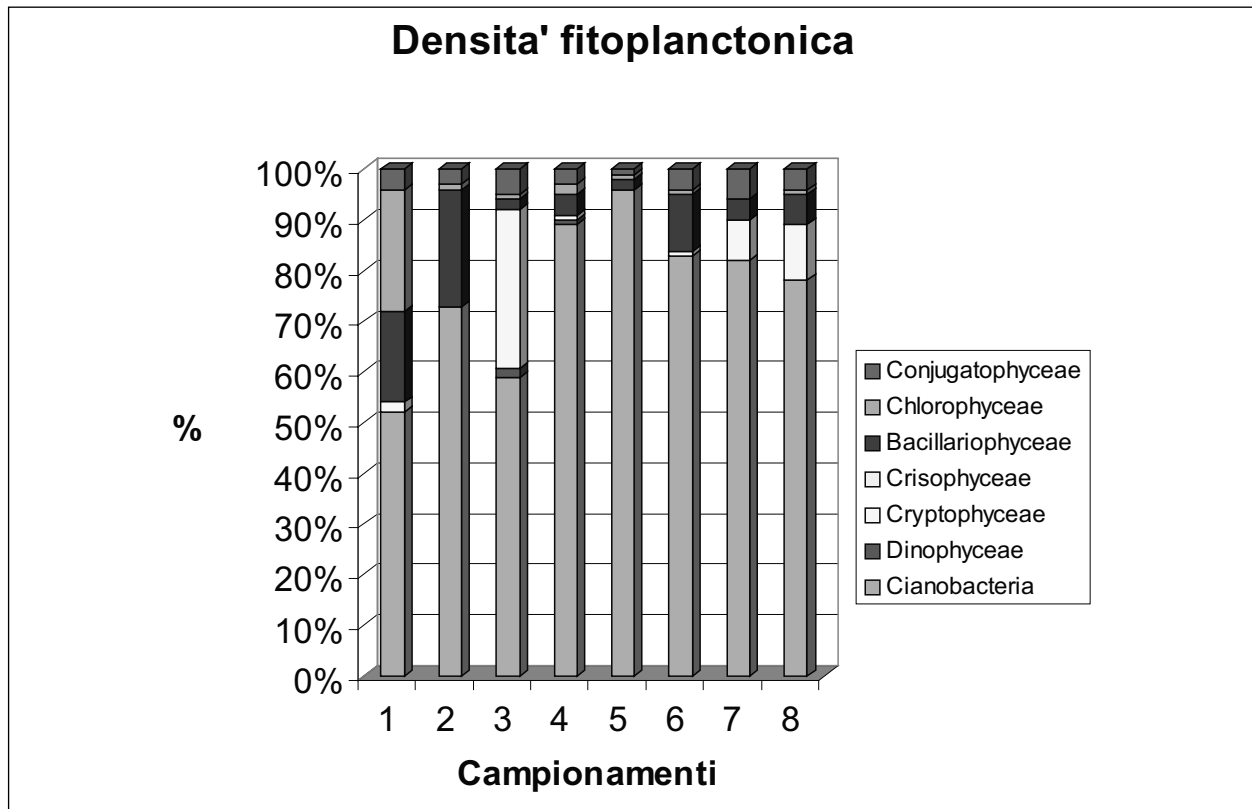


Fig. 3 – Lago di Garda (cabina nuova) – Composizione della densità fitoplanctonica.

BIBLIOGRAFIA

- BARBATO G., GROTTOLO M. e RESOLA S., 1990. Indagine sul lago d'Idro. Aspetti chimico-fisici, microbiologici e fitoplanctonici. *Monografie di Natura Bresciana*, 15.
- BRUNO M., 1997. Cianofite tossiche e tecniche di rilevamento delle tossine nelle acque potabili. In: *Aspetti igienico sanitari delle acque destinate al consumo umano. Rapporti ISTISAN 97/9*, ISS, Roma.
- BOURELLY P., 1966. Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes. Boubèe et Cie, Paris.
- BOURELLY P., 1968. Les algues d'eau douce. II. Les algues jaunes et brunes. Boubèe et Cie, Paris.
- BOURELLY P., 1970. Les algues d'eau douce. III. Eugléniens, Péridinies, Algues rouges et Algues bleues. Boubèe et Cie, Paris.
- FLACONER I. R., 1993. Algal toxins in seafood and drinking water. academic Press. London.
- GARIBALDI L., BRIZZIO M.C., MEZZANOTTE V. and MOSELLO R., 1995. The continuing evolution of Lake Iseo (N. Italy). The appearance of anoxia. *Mem. Ist. Ital. Idrobiolo.*, 53: 191-212.
- GARIBALDI L., BRIZZIO M.C., MEZZANOTTE V. e MOSELLO R., 1997. Evoluzione idrochimica e trofica del Lago d'Iseo (Water chemistry and trophic level evolution of Lake Iseo). In: Mosello R., Giussani G. (Eds), *Evoluzione recente della qualità delle acque dei laghi profondi subalpini (Recent evolution of water quality of deep southern Alpine lakes)*. *Documenta Ist. Ital. Idrobiol.*, 61: 135-151.
- GARIBALDI L., BRIZZIO M.C., MEZZANOTTE V. e MOSELLO R., 1997. Apporti di fosforo al Sebino: confronto fra misure sperimentali e teoriche. *Acqua Aria* 30 (11-12): 105-110.
- GARIBALDI L., BRIZZIO M.C., MEZZANOTTE V., MOSELLO R. and LOGORA M., 1999. The trophic evolution of Lake Iseo as related to its holomixis. *J. Limnol.*, 58: 10-19.
- GERMAIN H., 1981. Flore des diatomees – eaux douce et saumâtre. Société nouvelle édition Boubèe, Paris.
- GROTTOLO M., 1995. Indagine sul lago d'Iseo: Stato igienico ed inquinamento. *Inquinamento XXXVIII*. 4: 40-48.

- GROTTOLO M., BONVICINI E. e COTTA RAMUSINO M., 1998. L'inquinamento del Sebino e gli apporti dei suoi affluenti. Aspetti chimici, microbiologici e biologici. *Monografie di Natura Bresciana*, n. 31.
- HUBER PESTALOZZI G., 1938-1983. Das Phitoplankton des Süswassers. Die Binnengewasser, 16 (8 volumi). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- LORENZEN C.J., 1967. Determination of chlorophyll phaeopigments: spectrophotometric equation. *Limnol. Oceanogr.*, 12: 343-346.
- LUND J.W.G., KIPLING C. and LE CREN E.D., 1958. The Inverted Microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hidrobiologia*, 11: 143-170.
- MARGALEF R., 1983. *Limnologia*. Ed. Omega, Barcellona.
- MORABITO G., 1987. Dinamica stagionale delle comunità algali ed analisi microscopica del fitoplancton. *Biologia Ambientale*, 2/1997.
- MOSELLO R., CALDERONI A. e DE BERNARDI R., 1997. Le indagini sull'evoluzione dei laghi profondi sudalpini svolte dal CNR Istituto Italiano di Idrobiologia. *Documenta Ist. Ital. Idrobiologia*, 61.
- PREMAZZI G. and VOLTERRA L., 1993. Microphyte Toxins: a manual for toxin detection, environmental monitoring and therapies to counteract intoxications. JRC Report 14854 EN.
- SALMASO N., DECET F., MANFRIN M. e CORDELLA P., 1997. Ricerche limnologiche sul lago di Garda (1991-1996) *Documenta Ist. Ital. Idrobiologia*, 61: 173-199.
- SMITH G. M., 1950. The fresh-water algae of the United States. Mc Graw-Hill Book Company, New York, Toronto, London.
- STREBLE H. und KRAUTER D., 1981. Das Leben in Wassertropfen. Franckh'sche Verlagshandlung, W. Kellu e Co, Stuttgart.
- TARTARI G., MARCHETTO A. e COPETTI D., 2000. Qualità delle acque della Lombardia alle soglie del 2000. Ricerche & risultati. 44.
- UTERMÖHL H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phitoplankton methodik. Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. 9.
- VOLTERRA L., 1989. Alghe produttrici di tossine. *Biologia Ambientale* n. 5/1989: 5-17.