

1.2. SPECIE TOSSICHE

Emanuela Viaggiu (a), Giuseppe Morabito (b), Simonetta Della Libera (c)

(a) Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Dipartimento di Biologia, Roma

(b) Istituto Studio Ecosistemi, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Pallanza

(c) Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

1.2.1. Introduzione

L'abbondante sviluppo di cianobatteri planctonici potenzialmente tossici (bloom) è un evento comune nelle acque dolci, salmastre e marine e rappresenta un importante aspetto ambientale e sanitario. Dei circa 150 generi noti di cianobatteri, più di 40 comprendono specie responsabili della produzione di cianotossine e proprio in base alla capacità di produrre, questi composti vengono distinti in produttori e non produttori (1). Nel corso degli ultimi decenni, la capacità di sintetizzare tossine è stata confermata anche in cianobatteri di tipo bentonico e di ambiente subaereo (2, 3). Le tossine più comunemente prodotte afferiscono alle classi delle epatotossine (microcistine e nodularine), neurotossine (anatoxina-a, anatoxina-a(S) e saxitossine), citotossine (cilindrospermopsine) e dermatotossine (aplisiatossine e debromoaplisiatossine) (4).

Negli ambienti d'acqua dolce le microcistine sono più frequentemente prodotte da specie appartenenti ai generi *Microcystis*, *Planktothrix* (*Oscillatoria*) e *Dolichospermum* (*Anabaena*) (4). È stata osservata la produzione di microcistina da parte di cianobatteri appartenenti al genere *Nostoc* provenienti da habitat acquatici e subaerei (5, 6) e da forme subaereofitiche dei generi *Hapalosiphon* (7) e *Phormidium* (8). Negli ambienti salmastri come il mar Baltico o laghi salati ed estuari come in Australia e in Nuova Zelanda, *Nodularia spumigena* produce la tossina nodularina (5, 9).

Le neurotossine sono comunemente prodotte da *Dolichospermum* (*Anabaena*) e *Anabaena*, meno frequentemente da *Aphanizomenon*, *Lyngbya* e *Oscillatoria* (4).

Cylindrospermopsis, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Raphidiopsis* e *Umezakia* producono cilindrospermopsine (10), mentre alcune specie di *Lyngbya*, *Oscillatoria* e *Schizothrix* sono principalmente responsabili nella produzione di dermatotossine (Tabella 1) (4).

I cianobatteri tossici possono essere responsabili della produzione di diversi tipi di tossine e, quindi, è possibile che la stessa specie possa produrre più di un tipo di tossina, come pure è possibile che una determinata specie si trovi a produrre diverse varianti della stessa classe di tossine (11). Questo viene ampiamente descritto per *Microcystis aeruginosa* (12) e per popolazioni di *Planktothrix rubescens* (13-17).

La produzione delle varianti di microcistine può essere correlata alla composizione delle popolazioni di cianobatteri e determinata dalla presenza di ceppi diversi, produttori e non produttori. Per poter discriminare le forme di *Planktothrix rubescens* attive nella produzione delle microcistine vengono condotti studi di tipo molecolare sui genotipi contenenti i geni *mcy* responsabili della via biosintetica delle microcistine (18).

In base alle ultime indagini di tipo molecolare, da un punto di vista evolutivo, il genere *Anabaena* è risultato essere eterogeneo. I morfotipi planctonici le cui cellule sono caratterizzate dalla presenza di vescicole gassose devono essere separati dai morfotipi bentonici che formano biofilm. Pertanto in accordo con la nomenclatura di tipo botanico proposta da Komárek i morfotipi planctonici sono stati raggruppati nel genere *Dolichospermum* (25).

Tabella 1. Classi e caratteristiche generali delle cianotossine e specie responsabili della loro produzione

Tossine	Struttura	Generi	Specie
Epatotossine			
Microcistine	Eptapeptidi ciclici	<i>Dolichospermum</i> (<i>Anabaena</i>) <i>Anabaenopsis</i> <i>Aphanizomenon</i> , <i>Aphanocapsa</i> <i>Hapalosiphon</i> <i>Limnothrix</i> <i>Microcystis</i> <i>Nostoc</i> <i>Planktothrix</i> <i>Oscillatoria</i>	<i>D. circinale</i> <i>D. flos-aquae</i> <i>D. lemmermannii</i> <i>D. viguieri</i> <i>Anab. milleri</i> <i>Aph. ovalisporum</i> <i>Aphanoc. cumulus</i> <i>H. hibernicus</i> <i>L. redekei</i> <i>M. aeruginosa</i> <i>M. flos-aquae</i> <i>M. viridis</i> <i>M. wesenbergii</i> <i>M. botrys</i> <i>P. agardhii</i> , <i>P. rubescens</i> , <i>O. tenuis</i>
Nodularine	Pentapeptidi ciclici	<i>Nodularia</i>	<i>N. spumigena</i>
Neurotossine			
Anatossina-a	Alcaloidi tropano connessi	<i>Dolichospermum</i> (<i>Anabaena</i>) <i>Aphanizomenon</i> <i>Cylindrospermum</i> <i>Oscillatoria</i> <i>Planktothrix</i> <i>Phormidium</i> <i>Raphidiopsis</i>	<i>D. circinale</i> <i>D. flos-aquae</i> <i>D. planctonicum</i> <i>D. spiroides</i> <i>P. rubescens</i> <i>P. formosa</i> <i>Pho. formosum</i> <i>R. mediterranea</i>
Anatossina-a(s)	Guanidine metil fosfato estere	<i>Dolichospermum</i>	<i>D. flos-aquae</i> , <i>D. lemmermannii</i>
Saxitossine	Alcaloidi carbammati	<i>Dolichospermum</i> <i>Anabaena</i> <i>Aphanizomenon</i> <i>Cylindrospermopsis</i> <i>Lyngbya</i> <i>Planktothrix</i>	<i>D. circinale</i> , <i>D. lemmermannii</i> <i>D. spiroides</i> <i>A. perturbata</i> var. <i>tumida</i> <i>Aph. isatschenkoii</i> , <i>Aph. flos-aquae</i> , <i>C. raciborskii</i> <i>L. wollei</i> <i>Planktothrix</i> sp. <i>FP1</i>
Dermatotossine (irritanti) e citotossine			
Cilindrospermopsine	Alcaloidi guanidinici	<i>Anabaena</i> <i>Aphanizomenon</i> <i>Cylindrospermopsis</i> <i>Raphidiopsis</i> , <i>Umezakia</i>	<i>A. bergii</i> <i>A. lapponica</i> <i>Aph. ovalisporum</i> <i>Aph. flos-aquae</i> , <i>L. wollei</i> <i>C. raciborskii</i> <i>R. curvata</i> <i>U. natans</i>
Lingbiatossina-a	Alcaloide	<i>Lyngbya</i> <i>Oscillatoria</i> <i>Schizotrix</i>	<i>L. majuscula</i>
Aplisiatossina e debromoaplisiatossine	Alcaloide	<i>Lyngbya</i> <i>Oscillatoria</i> <i>Schizotrix</i>	<i>O. nigroviridis</i> <i>S. calcicola</i>
Endotossine irritanti			
Tossine lipopolisaccaridiche	Lipopolisaccaridi	Parte dei cianobatteri	

* Riferimenti bibliografici: 1, 2, 19-24

1.2.2. Metaboliti secondari

I cianobatteri sono tra i più promettenti microrganismi per la ricerca di nuovi composti bioattivi. Tali composti sono rappresentati da un insieme di piccoli peptidi ciclici o lineari con un'elevata variabilità strutturale grazie alla possibilità di utilizzare vie biosintetiche sia ribosomiali sia non ribosomiali (26). Negli ultimi due decenni sono stati isolati e caratterizzati un elevato numero di questi metaboliti secondari ottenuti da cianobatteri provenienti da campioni naturali e da ceppi isolati in coltura. A oggi sono noti, più di 600 peptidi o metaboliti peptidici isolati per lo più da specie appartenenti agli ordini Oscillatoriales e Nostocales, seguiti da Chroococcales e Stigonematales, mentre sono ancora poco noti i metaboliti prodotti dalle Pleurocapsales (27). Questi numeri sono, peraltro, determinati dalla disponibilità di ceppi e dalla possibilità di analisi di biomasse provenienti da ambienti naturali e non riflettono appieno l'effettiva potenzialità e capacità di questi organismi di produrre metaboliti secondari. Per esempio, le specie di *Lyngbya* (Oscillatoriales) e *Microcystis* (Chroococcales) sono facilmente reperibili e manipolabili in termini di crescita e di abbondanza tanto che è possibile ottenere quantità sufficienti per la determinazione di tali metaboliti secondari, mentre *Pleurocapsa* richiede tempi lunghi e interventi laboriosi per l'estrazione degli stessi composti.

La maggior parte dei metaboliti secondari prodotti dai cianobatteri sono oligopeptidi o posseggono substrutture peptidiche e sono sintetizzati, in maggioranza, attraverso una via biosintetica completamente non-ribosomiale (NRPS, *Non-Ribosomal Peptide Synthetase*) o parzialmente non ribosomiale (NRPS/PKS, *polyketide synthase*).

In Tabella 2 si riporta l'elenco delle varie classi di metaboliti secondari con i loro relativi sinonimi e i vari generi coinvolti nella produzione di questi composti. Sono state determinate più di 200 varianti e a queste si devono aggiungere una serie di peptidi di nuova generazione della classe delle cianobactine (27).

Tabella 2. Principali classi di metaboliti secondari prodotti dai cianobatteri

Classi	Sinonimi	Origine	Varianti
Aeruginosine	microcina, spumigina	<i>Microcystis</i> , <i>Nodularia</i> , <i>Planktothrix</i>	27
Microginine	cianostatina, oscillaginina, nostoginina	<i>Microcystis</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Planktothrix</i>	38
Anabaenopeptine	oscillamide, acido ferintoico, cheramamide, chonbamide, mozamide, nodulaeptina, plectamide, schizopeptina	<i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Nodularia</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Plectonema</i> , <i>Schizothrix</i>	32
Cianopeptoline	aeruginopeptina, anabaenopeptilide, dolostatina, hofmannolina, microcistilide, micropeptina, nostociclina, nostopeptina, oscillapeptilide, oscillapeptina, planctopeptina, sciptolina, somamide, simplostatina, tasipectina	<i>Anabaena</i> , <i>Lyngbya</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Scytonema</i> , <i>Symploca</i>	82
Microviridine		<i>Microcystis</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Planktothrix</i> ,	10
Ciclamidi	aaniasciclamide, bistratamide, dendroamide, microciclamide, nostociclamide, obianamide, raociclamide, tenueciclamide, ulongamide, westiellamide	<i>Lyngbya</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Stigonema</i> , <i>Westiellia</i>	21

Attualmente si descrivono più di cento cianobactine riscontrate in cianobatteri che possono vivere in forma libera o trovarsi in associazione simbiotica con alcune specie di ascidie (26). La via biosintetica dei geni coinvolti nella produzione delle cianobactine è stata descritta in specie appartenenti a generi *Anabaena*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Nostoc*, *Prochloron*, e *Trichodesmium* (26-30). Proprio per conoscere e comprendere meglio la via biosintetica delle cianobactine è stato condotto, di recente, uno studio di tipo molecolare su uno dei geni responsabili della formazione delle cianobactine e ciò ha riguardato l'impiego di 132 ceppi provenienti da ambienti salmastri e d'acqua dolce tra cui forme filamentose come *Planktothrix*, forme filamentose eterocistiche come *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Nodularia* e forme coloniali come *Microcystis* and *Snowella* (31).

1.2.3. Distribuzione geografica dei cianobatteri tossici nei laghi italiani

L'eccessiva fertilizzazione dei bacini idrici ha portato allo sviluppo massiccio di alcuni organismi, quali cianobatteri e alghe, che nella fase massima della loro crescita causano le fioriture algali o *algal bloom* (32). La componente algale che incide maggiormente sulla frequenza di queste fioriture in acque dolci è costituita dai cianobatteri, tra cui le diverse specie produttrici di cianotossine rappresentano un serio pericolo, sia per l'uomo sia per gli animali (33, 34). Dal 1970, in diverse parti del mondo, è stato osservato un costante aumento nella frequenza delle fioriture algali dovute spesso anche a specie produttrici di tossine, ascrivibile sia alla maggiore attenzione del mondo scientifico per questo tipo di problema, sia per l'aumentata frequenza di episodi di intossicazione di animali, uomo incluso (33).

In Italia, fioriture imputabili allo sviluppo di specie tossiche di cianobatteri stanno causando problemi sia da un punto di vista ecologico sia sanitario; tali eventi determinatisi sia in laghi naturali che in invasi artificiali, sono stati messi in relazione al generale aumento dello stato trofico dei vari bacini (35-38).

A oggi, in letteratura, si riportano episodi dovuti alla presenza e allo sviluppo di fioriture di cianobatteri tossici che hanno interessato in totale 61 laghi e invasi artificiali italiani. Nei laghi dell'Italia settentrionale è stata riscontrata la presenza di *Planktothrix rubescens* (Figura 1).

Studi approfonditi sulla comunità fitoplanctonica dei laghi profondi subalpini Como, Garda, Iseo, Lugano e Maggiore hanno permesso di ottenere serie molto lunghe di dati chimico-fisici e biologici evidenziando uno stato di degrado della qualità dell'acqua dovuta a un graduale processo di eutrofizzazione di questi ambienti. Inoltre, nella maggior parte dei laghi dell'Italia settentrionale sono state osservate, associate a *P. rubescens* o in successione, specie appartenenti ai generi *Anabaena*, *Aphanizomenon* e *Microcystis* (Figura 2) (39, 40).

Un aspetto peculiare delle fioriture cianobatteriche nei laghi profondi subalpini è dovuto al fatto che questi fenomeni si manifestano anche in ambienti con un basso livello trofico, come il Lago Maggiore e il Lago di Garda, tanto da meritarsi la definizione di *oligotrophic bloom* (41). Peraltro, non si può escludere che, all'evoluzione recente del fenomeno nei grandi laghi subalpini abbiano contribuito condizioni meteo-climatiche, che hanno favorito un eccezionale rifornimento di nutrienti allo strato trofogenico (42-44).

Per quanto riguarda i piccoli laghi dell'areale subalpino, quelli nei quali è più frequente lo sviluppo di fioriture cianobatteriche sono i più compromessi dal punto di vista dell'evoluzione trofica: esempio emblematico sono i piccoli laghi lombardi della fascia pedemontana, come Alserio, Pusiano, Varese.

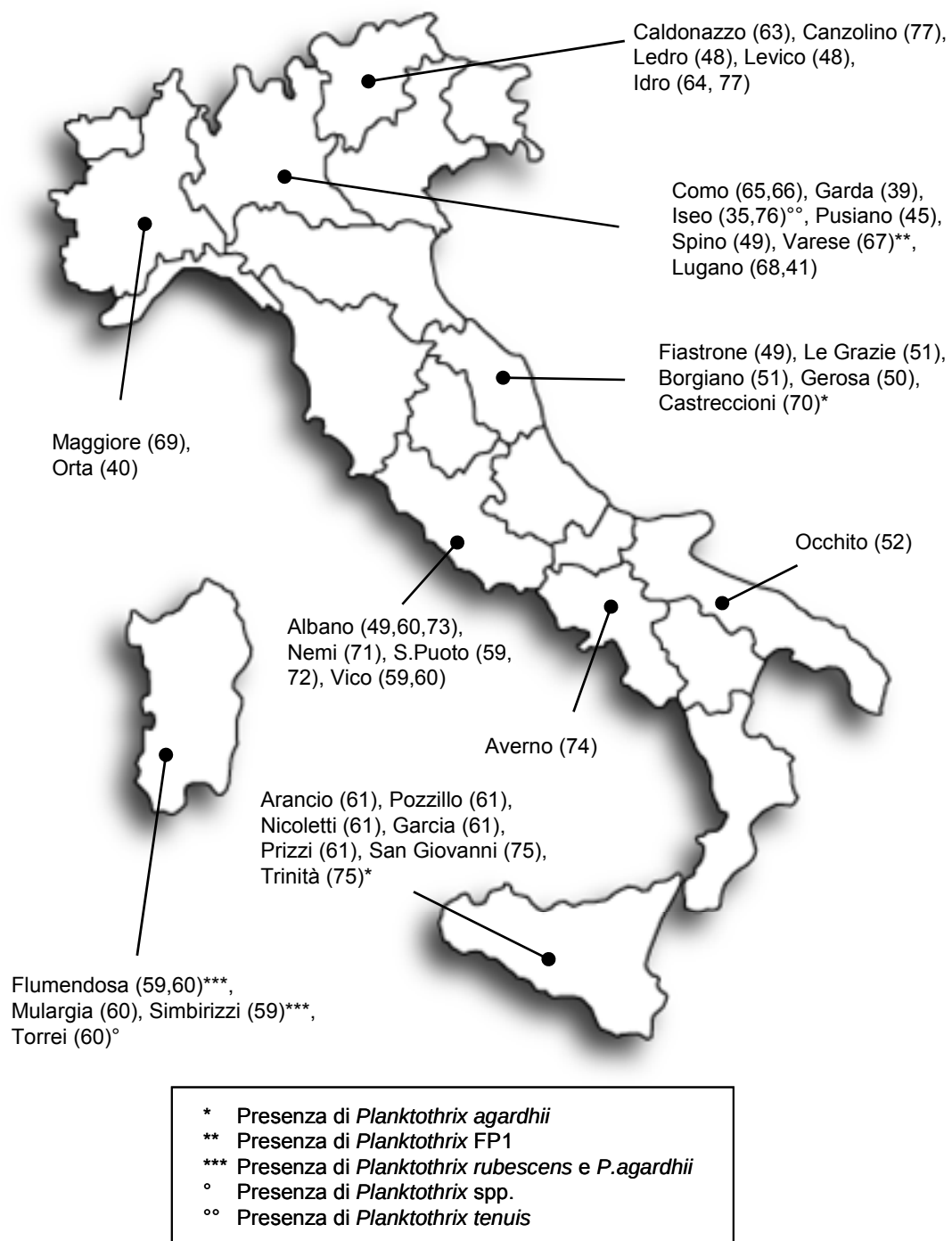


Figura 1. Distribuzione di fioriture di *Planktothrix rubescens* nei laghi e invasi italiani tra il 1992 e il 2009 (i numeri tra parentesi fanno riferimento alla bibliografia)



Figura 2. Presenza o fioriture di specie di cianobatteri appartenenti ai generi *Dolichospermum*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis* e *Microcystis* nei laghi e invasi italiani (1992-2010) (i numeri tra parentesi fanno riferimento alla bibliografia)

In questi bacini sono frequenti le segnalazioni di fioriture di *Planktothrix rubescens* (Lago di Pusiano) (45); *Microcystis* spp. e *Anabaena* spp. (Lago di Varese) (46); *Aphanizomenon flos-aquae* (Lago Alserio) (47). Anche per alcuni laghi del Trentino la specie più diffusa è *P. rubescens* ma si riporta anche la presenza di *Aphanizomenon flos-aquae* e di *Microcystis aeruginosa* (12, 48).

Nell'Italia centrale e meridionale la specie *P. rubescens* si è sviluppata abbondantemente nei laghi di origine vulcanica sia laziali (Albano, Vico e Nemi) sia campani (Lago di Averno). Altri casi di fioriture sono state riscontrati nei laghi Fiastrone, delle Grazie, Borgiano, Gerosa (49-51) e nel Lago Occhito in Puglia (52).

Nell'Italia centrale le sole segnalazioni sulla presenza di *Cylindrospermopsis raciborskii* (91) riguardano il Lago Trasimeno in Umbria (53) e il Lago Albano nel Lazio (54). La presenza abbondante di cianobatteri nei laghi laziali è nota da tempo e già nel 1953 si riportava un episodio di fioritura eccezionale di *Aphanizomenon* nel Lago Albano, fatto confermato negli anni '80 da studi morfometrici su popolazioni di *Aphanizomenon ovalisporum* Forti per lo stesso bacino e di *Anabaena bergii* Ostefeld var. minor Kisselev per il Lago di Nemi (55). In anni più recenti, studi sulle condizioni trofiche e sulle comunità fitoplanctoniche del Lago Albano hanno evidenziato condizioni critiche delle acque con una tendenza verso uno stato di meso-eutrofia e una ridotta biodiversità accoppiata invece a uno sviluppo di diverse specie di cianobatteri, tra cui *Planktothrix* e *Anabaena* spp., che rappresentavano fino al 47-65% del fitoplancton totale (56-58). La presenza di specie di cianobatteri responsabili di fioriture o potenziali produttori di tossine è stata anche riportata per il Lago di Nemi (55) e per il Lago di S. Puoto (59). Inoltre, la presenza di *Microcystis aeruginosa* è segnalata in altri laghi dell'Italia centrale: Massaciuccoli in Toscana, Trasimeno in Umbria, Liscione in Molise e Polverina nelle Marche dove è stato possibile riscontrare anche la tossicità per la microcistina RR (60).

Nonostante i laghi e gli invasi localizzati nelle parti più semiaride della penisola italiana, rappresentino la più importante sorgente idrica per le varie attività umane, la presenza e le fioriture di cianobatteri tossici nelle zone meridionali sono ancora scarsamente segnalate e non sono al momento valutabili nella loro reale diffusione. Ciò nonostante, nell'Italia insulare sono state descritte fioriture di *P. rubescens*: in Sicilia nei laghi Arancio, Pozzillo, Nicoletti, Garcia, Prizzi (61) e in Sardegna nei laghi Simbrizzi, Flumendosa, Mulargia e Torrei (59, 60). Inoltre, *M. aeruginosa* e *Dolichospermum flos-aquae* (62) sono state riportate come ricorrenti nella maggior parte dei 27 laghi e invasi siciliani, in cui la formazione di fioriture di cianobatteri dal 1979 è stata favorita da fenomeni di crescente eutrofizzazione (61), mentre in Sardegna i 36 bacini interessati da presenza e/o fioriture cianobatteri sono numerosi e da tempo monitorati (Tabella 3).

Tabella 3. Cianobatteri descritti in letteratura dal 1992 al 2010 (sono incluse specie di cianobatteri che non sempre erano presenti in concomitanza con specie ritenute tossiche)

Lago	Specie
Trentino-Alto Adige	
Idro	<i>Microcystis</i> sp. ¹
Caldonazzo	<i>Anabaena princeps</i> ² , <i>Aphanizomenon</i> sp. ³
Terlago	<i>Microcystis</i> sp. ² , <i>Oscillatoria</i> sp. ²
Lombardia	
Iseo	<i>Aphanotece clathrata</i> ⁴ , <i>Chroococcus limneticus</i> ⁴ , <i>Planktolyngbya limnetica</i> ⁴ , <i>Gomphosphaeria lacustris</i> ⁴ , <i>Aphanocapsa/Aphanothece</i> ⁵ , <i>Leptolyngbyoideae</i> ^{5*} , <i>Snowella</i> spp. ⁵ , <i>Pseudoanabaena limnetica</i> ⁶ , <i>Microcystis stagnalis</i> ⁷ , <i>Aphanothece clathrata</i> ⁷ , <i>Chroococcus minimus</i> ⁷ , <i>Chroococcus minutus</i> ⁷ , <i>Anabaena catenula</i> ⁷
Garda	<i>Planktolyngbya limnetica</i> ⁸ , <i>Aphanocapsa/Aphanothece</i> ⁵ , <i>Limnotrichoideae</i> ⁵ , <i>Leptolyngbyoideae</i> ^{5*} , <i>Snowella</i> cf. <i>aracnoidea</i> ⁹ , <i>Limnothrix</i> sp. ⁷
Como	<i>Planktolyngbya limnetica</i> ¹⁰ , <i>Chroococcus</i> sp. ¹⁰ , <i>Aphanocapsa/Aphanothece</i> ⁵ , <i>Pseudoanabaena limnetica</i> ⁶ , <i>Limnotrichoideae</i> ⁵ , <i>Limnothrix</i> sp. ⁷ , <i>Aphanothece clathrata</i> ⁷ , <i>Aphanothece nidulans</i> ⁷ , <i>Gomphosphaeria lacustris</i> ⁵ , <i>Leptolyngbyoideae</i> ⁹
Pusiano	<i>Aphanothece clathrata</i> ¹¹ , <i>Merismopedia tenuissima</i> ¹¹ , <i>Pseudoanabaena</i> sp. ¹¹
Lugano	<i>Aphanocapsa/Aphanothece</i> ⁵ , <i>Pseudoanabaena limnetica</i> ⁶ , <i>Limnotrichoideae</i> ⁵ , <i>Leptolyngbyoideae</i> ^{5*} , <i>Gomphosphaeria lacustris</i> ⁵ , <i>Lyngbya limnetica</i> ⁷ , <i>Limnothrix</i> sp. ⁷

segue

continua

Lago	Specie
Piemonte	
Maggiore	<i>Aphanocapsa/Aphanothece</i> ⁵ , <i>Limnotrichoideae</i> ⁵ , <i>Limnotrix</i> sp. ⁷ , <i>Leptolyngbyoideae</i> ⁵ , <i>Gomphosphaeria lacustris</i> ⁵ , <i>Pseudoanabaena limnetica</i> ⁶
Marche	
Castreccioni	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> ¹² , <i>Aphanocapsa incerta</i> ¹² , <i>Aphanocapsa planctonica</i> ¹² , <i>Chroococcus limneticus</i> ¹² , <i>Merismopedia glauca</i> ¹² , <i>Oscillatoria limosa</i> ¹² , <i>Rhabdogloea smithii</i> ¹² , <i>Spirulina gigantea</i> ¹²
Lazio	
Nemi	<i>Pseudoanabaena limnetica</i> ¹³ , <i>Merismopedia trolleri</i> ¹³
Bolsena	<i>Snowella-like</i> ¹⁴ , <i>Microcystis</i> sp. ¹⁴
Albano	<i>Anabaena</i> sp. ¹⁴
Molise	
Liscione	<i>Pseudoanabaena mucicola</i> ¹⁵ , <i>Aphanocapsa</i> spp. ¹⁵ , <i>Anabaena</i> spp. ¹⁵ , <i>Aphanothece</i> spp. ¹⁵
Sicilia	
Arancio	<i>Dolichospermum smithii</i> ¹⁶ , <i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i> ¹⁷ , <i>Microcystis panniformis</i> ¹⁸ , <i>Gomphosphaeria năgeliana</i> ¹⁹ , <i>Pseudoanabaena</i> sp. ¹⁹ , <i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i> ¹⁷ , <i>Dolichospermum crassum</i> ¹⁷ , <i>Anabaena</i> spp. ¹⁷ , <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> ¹⁷ , <i>Raphidiopsis mediterranea</i> ¹⁷ , <i>Woronichinia naegeliana</i> ¹⁷
Disueri	<i>Oscillatoriales</i> ¹⁷ , <i>Chroococcales</i> ¹⁷
Pozzillo	<i>Anabaena nodularioides</i> ¹⁷ , <i>Microcystis</i> sp. ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
Prizzi	<i>Anabaenopsis elenkinii</i> f. <i>circularis</i> ¹⁷
Rosamarina	<i>Aphanizomenon</i> sp. ¹⁷ , <i>Planktothrix</i> sp. ¹⁷ , <i>Merismopedia</i> spp. ¹⁷
Villarosa	<i>Microcystis</i> sp. ¹⁷ , <i>Chroococcales</i> ¹⁷
Piana degli Albanesi	<i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i> ¹⁷ , <i>Dolichospermum crassum</i> ¹⁷
Gammata	<i>Dolichospermum smithii</i> ¹⁶ , <i>Dolichospermum crassum</i> ¹⁷ , <i>Chroococcales</i> ¹⁷
Rubino	<i>Planktothrix</i> sp. ¹⁷ , <i>Anabaena</i> spp. ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
Soprano	<i>Anabaenopsis elenkinii</i> ¹⁷ , <i>Aphanotece</i> sp. ¹⁷ , <i>Oscillatoria</i> spp. ¹⁷ , <i>Phormidium</i> sp. ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
Gorgo	<i>Anabaena</i> sp. ¹⁷ , <i>Anabaenopsis elenkinii</i> f. <i>circularis</i> ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
San Giovanni	<i>Microcystis</i> spp. ¹⁷ , <i>Anabaena</i> spp. ¹⁷ , <i>Anabaenopsis elenkinii</i> f. <i>circularis</i> ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
Castello	<i>Planktothrix</i> sp. ¹⁷
Trinità	<i>Anabaena</i> spp. ¹⁷ , <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
Scansano	<i>Dolichospermum spiroides</i> ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷ , <i>Anabaena</i> spp. ¹⁷ , <i>Microcystis</i> spp. ¹⁷
Guadalami	<i>Dolichospermum smithii</i> ¹⁷ , <i>Dolichospermum crassum</i> ¹⁷ , <i>Planktothrix</i> sp. ¹⁷ , <i>Chroococcales</i> ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
Biviere di Cesarò	<i>Oscillatoria</i> spp. ¹⁷
Santa Rosalia	<i>Anabaena</i> spp. ¹⁷ , <i>Oscillatoriales</i> ¹⁷
Olivo	<i>Anabaena nodularioides</i> ¹⁷
Cimia	<i>Merismopedia</i> spp. ¹⁷
Vasca Ogliastro	<i>Anabaena</i> spp. ¹⁷ , <i>Microcystis</i> spp. ¹⁷
Biviere di Gela	<i>Microcystis</i> spp. ¹⁷ , <i>Lyngbya</i> spp. ¹⁷
Ogliastro	<i>Oscillatoria</i> spp. ¹⁷
Pergusa	<i>Oscillatoria</i> spp. ¹⁷ , <i>Spirulina</i> sp. ¹⁷ , <i>Chroococcales</i> ¹⁷
Comunelli	<i>Lyngbya</i> spp. ¹⁷ , <i>Phormidium</i> sp. ¹⁷

segue

continua

Lago	Specie
Sardegna	
Flumendosa	<i>Oscillatoria mougetii</i> ²⁰ , <i>Oscillatoria</i> spp. ²¹ ; <i>Gomphospaeria aponina</i> ²¹ ; <i>Aphanothece</i> spp. ²¹
Simbirizzi	<i>Anabaena</i> sp. ¹⁵
Mulargia	<i>Anabaena</i> spp. ¹⁵ , <i>Oscillatoria mougetii</i> ²⁰ , <i>Oscillatoria</i> spp. ²¹
Gusana	<i>Aphanocapsa</i> spp. ¹⁵ , <i>Lyngbya</i> sp. ¹⁵
Liscia	<i>Gomphospaeria aponina</i> ²¹
Monteleone	<i>Anabaena</i> sp. ¹⁵ , <i>Microcystis</i> sp. ¹⁵ , <i>Aphanocapsa</i> spp. ¹⁵ , <i>Aphanizomenon</i> spp. ¹⁵
Cucchinadorza	<i>Lyngbya</i> sp. ¹⁵ , <i>Anabaena</i> sp. ²¹ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ¹⁵
Torrei	<i>Aphanizomenon</i> spp. ¹⁵ , <i>Lyngbya</i> sp. ¹⁵
Bidighinzu	<i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹
Posada	<i>Anabaena</i> spp. ¹⁵ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ¹⁵ , <i>Pseudoanabaena mucicola</i> ¹⁵ , <i>Lyngbya</i> sp. ¹⁵ , <i>Microcystis</i> spp. ¹⁵ , <i>Gomphospaeria aponina</i> ²¹ , <i>Oscillatoria</i> spp. ²¹
Govassai	<i>Merismopedia</i> sp. ¹⁵ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ¹⁵ , <i>Aphanothece</i> spp. ²¹
Cedrino	<i>Microcystis</i> spp. ¹⁵
Benzone	<i>Lyngbya</i> sp. ¹⁵ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ¹⁵ , <i>Oscillatoria</i> spp. ²¹
Pattada	<i>Aphanizomenon</i> spp. ¹⁵ , <i>Woronichinia</i> spp. ¹⁵ , <i>Anabaena</i> spp. ¹⁵ , <i>Gomphospaeria</i> spp. ²¹ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹ , <i>Oscillatoria</i> spp. ²¹
Cuga	<i>Pseudoanabaena mucicola</i> ²¹
Omodeo	<i>Merismopedia punctata</i> ²¹ , <i>Aphanothece</i> spp. ²¹
Monteleone Roccadoria	<i>Pseudoanabaena mucicola</i> ²¹ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹ , <i>Gomphospaeria aponina</i> ²¹
Bunnari alto	<i>Merismopedia punctata</i> ²¹ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹
Casteldoria	<i>Anabaena</i> spp. ²¹
Santa Lucia	<i>Aphanothece</i> spp. ²¹ , <i>Oscillatoria</i> spp. ²¹ , <i>Gomphospaeria aponina</i> ²¹
Monte Pranu	<i>Oscillatoria</i> spp. ²¹
Coghinas	<i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹
Cixerri	<i>Oscillatoria</i> spp. ²¹ , <i>Pseudoanabaena mucicola</i> ²¹
Is Barroccus	<i>Aphanothece</i> spp. ²¹ , <i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹
Surigheddu	<i>Oscillatoria</i> spp. ²¹
Monteponi	<i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹
Medau Zirimilis	<i>Oscillatoria</i> spp. ²¹
Sos Canales	<i>Anabaena</i> spp. ²¹
Bau Pressiu	<i>Aphanothece</i> spp. ²¹
Barzolu	<i>Anabaena</i> spp. ²¹
Corongiu	<i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹
Leni	<i>Aphanocapsa</i> sp. ²¹

Referenze: 1 (90); 2 (48); 3 (63); 4 (35); 5 (68); 6 (41); 7 (76); 8 (78); 9 (79); 10 (65); 11 (45); 12 (70); 13 (71); 14 (72); 15 (60); 16 (88); 17 (75); 18 (61); 19 (84); 20 (59); 21 (87);

* Le Leptolyngbyoideae sono principalmente rappresentate da *Planktolyngbya* limnetica (90).

In sintesi, in Italia sono disponibili dati sulla presenza di specie tossiche di cianobatteri solo per 61 laghi tra i circa 500 distribuiti sul territorio (tralasciando i corpi lacustri minori) in 13 regioni su 20 (Tabella 3).

Mancano completamente dati sul resto dei laghi e invasi.

Bibliografia

1. Van Apeldoorn ME, van Egmond HP, Speijers GJA, Bakker GJI. Toxins of cyanobacteria. *Molecular Nutritional Food Research* 2007;51(1):7-60.
2. Bláha L, Babica P, Maršálek B. Toxins produced in cyanobacterial water blooms – toxicity and risks. *Interdisciplinary Toxicology* 2009;2(2):36-41.
3. Surakka A, Sihvonen LM, Lehtimäki JM, Wahlsten M, Vuorela P, Sivonen K. Benthic cyanobacteria from the Baltic Sea contain cytotoxic *Anabaena*, *Nodularia*, and *Nostoc* strains and an apoptosis-inducing *Phormidium* strain. *Environmental Toxicology* 2005;20(3):285-92.
4. Sivonen K, Jones G. Cyanobacterial toxins. In: Chorus I, Bartram J (Ed.). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: E&FN Spon; 1999. p. 41-111.
5. Sivonen K. Emerging high throughput analyses of cyanobacterial toxins and toxic cyanobacteria. In: Hudnell HK (Ed.). *Cyanobacterial harmful algal blooms: state of the science and research needs*. New York: Springer; 2008. p. 539-57.
6. Oksanen I, Jokela J, Fewer DP, Wahlsten M, Rikkinen J, Sivonen K. Discovery of rare and highly toxic microcystins from lichen-associated cyanobacterium *Nostoc* sp. strain IO-102-I. *Applied and Environmental Microbiology* 2004;70(10):5756-63.
7. Michèle RP. Further pterocellins from the New Zealand marine bryozoans *Pterocella vesiculosa*. *Journal of Natural Product* 2008;71(1):134-6.
8. Izaguirre G, Neilan BA. Benthic *Phormidium* species that produces microcystin-LR, isolated from three reservoirs in Southern California. *Sixth International Conference on Toxic Cyanobacteria Abstract book*, 2004.
9. Heresztyn T, Nicholson BC. Nodularin concentrations in Lakes Alexandrina and Albert, South Australia, during a bloom of the cyanobacterium (Blue-Green Alga) *Nodularia spumigena* and degradation of the toxin. *Environmental Toxicology Water Quality* 1997;12:273-82.
10. Fergusson KM, Saint CP. Multiplex PCR assay for *Cylindrospermopsis raciborskii* and cylindrospermopsin-producing cyanobacteria. *Environmental Toxicology* 2003;18(2):120-5.
11. Mbedi S, Welker M, Fastner J, Wiedner C. Variability of the microcystin synthetase gene cluster in the genus *Planktothrix* (Oscillatoriales, Cyanobacteria). *FEMS Microbiology Letters* 2005;245(2): 299-306.
12. Kützing FT. *Tabulae phycologicae; oder, Abbildungen der Tange*. Nordhausen: Gedruckt auf kosten des Verfassers; 1846. Vol. 1, fasc. 1, pls 1-10. p. 1-8.
13. Gomont M. Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées). *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Series 7* 1892;16:91-264.
14. Anagnostidis K, Komárek J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie* 1988;80:327-472.
15. Kurmayer R, Christiansen G, Chorus I. The abundance of microcystin-producing genotypes correlates positively with colony size in *Microcystis* sp. and determines its microcystin net production in Lake Wannsee. *Applied and Environmental Microbiology* 2003;69(2):787-95.
16. Kurmayer R, Christiansen G, Fastner J, Börner T. Abundance of active and inactive microcystin genotypes in populations of the toxic cyanobacterium *Planktothrix* spp. *Environmental Microbiology* 2004;6(8):831-41.
17. Briand JF, Jacquet S, Flinois C, Avois-Jacquet C, Maisonnète C, Leberre B, Humbert JF. Variations in the microcystin production of *Planktothrix rubescens* (Cyanobacteria) assessed from a four-year survey of Lac du Bourget (France) and from laboratory experiments. *Microbial Ecology* 2005;50: 418-28.

18. Christiansen G, Rainer Kurmayer R, Liu Q, Börner T. Transposons inactivate biosynthesis of the nonribosomal peptide microcystin in naturally occurring *Planktothrix* spp. *Applied and Environmental Microbiology* 2006;72(1):117-23.
19. Zurawell RW, Chen H, Burke JM, Prepas EE. Hepatotoxic cyanobacteria: a review of the biological importance of microcystins in freshwater environments. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews* 2004;8(1):1-37.
20. Viaggiu E, Melchiorre S, Volpi F, Di Corcia A, Mancini R, Garibaldi L, Crichigno G, Bruno M. Anatoxin-a toxin in the cyanobacterium *Planktothrix rubescens* from a fishing pond in northern Italy. *Environmental Toxicology* 2004;19(3):191-7.
21. Guzzella L, Ghislanzoni L, Pozzoni F, Cerasino L, Salmaso N. Determinazione di tossine algali (Microcistine e nodularine) nelle acque superficiali. *Notiziario dei metodi analitici* 2010;1:17-31.
22. Stüken A, Jakobsen KS. The cylindrospermopsin gene cluster of *Aphanizomenon* sp. strain 10E6: organization and recombination. *Microbiology* 2010;156(8):2438-51.
23. Pomati F, Moffitt MC, Cavaliere R, Neilan BN. Evidence for differences in the metabolism of saxitoxin and C1+2 toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* T3. *Biochimica et Biophysica Acta* 2004;1674(1):60-7.
24. Žegura B, Štraser A, Filipič M. Genotoxicity and potential carcinogenicity of cyanobacterial toxins – a review. *Mutation Research* 2011;727(1-2):16-41.
25. Wacklin P, Hoffmann L, Komárek J. Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) comb. nova. *Fottea* 2009;9(1):59-64.
26. Sivonen K, Leikoski N, Fewer DP, Jokela J. Cyanobactins—ribosomal cyclic peptides produced by cyanobacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology* 2010;86(5):1213-25.
27. Welker M, von Döhren H. Cyanobacterial peptides – Nature’s own combinatorial biosynthesis. *FEMS Microbiology Reviews* 2006;30(4):530-63.
28. Sudek S, Haygood MG, Youssef DTA, Schmidt EW. Structure of trichamide, a cyclic peptide from the bloom-forming cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum*, predicted from the genome sequence. *Applied and Environmental Microbiology* 2006;72(6):4382-7.
29. Ziemert N, Ishida K, Quillardet P, Bouchier C, Hertweck C, Tandeau de Marsac N, Dittmann E. Microcyclamide biosynthesis in two strains of *Microcystis aeruginosa*: from structure to genes and vice versa. *Applied and Environmental Microbiology* 2008;74(6):1791-7.
30. Leikoski N, Fewer DP, Jokela J, Wahlsten M, Rouhiainen L, Sivonen K. Highly diverse cyanobactins in strains of the genus *Anabaena*. *Applied and Environmental Microbiology* 2010;76(3):701-9.
31. Leikoski N, Fewer DP, Sivonen K. Widespread occurrence and lateral transfer of the cyanobactin biosynthesis gene cluster in cyanobacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 2009;75(3):853-7.
32. Istvánovics V, Somlyódy L. Factors influencing lake recovery from eutrophication – the case of basin I of lake Balaton. *Water Research* 2001;35(3):729-35.
33. Chorus I, Bartram J (Ed.). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring, and management*. London and New York: E & F.N. Spon; 1999.
34. Van den Hoek C, Mann DG, Jahns HM. *Algae an introduction to phycology*. U.K.: Cambridge University Press; 1995.
35. Garibaldi L, Anzani A, Marieni A, Leoni B, Mosello R. Studies on the phytoplankton of the deep subalpine Lake Iseo. *Journal of Limnology* 2003;62(2):177-89.

36. Garibaldi L, Brizzio MC, Galanti G, Varallo A, Mosello R. Idrochimica e fitoplancton del Lago d'Idro. In: Mosello R, Giussani G. (Ed.). *Documenta Istituto Italiano Idrobiologia Volume 61*, 1997. p.153-72.
37. Carollo A, Libera V. Geographical and characteristics of the main Italian lakes. *Memorie Istituto Italiano Idrobiologia* 1992;50:29-35.
38. Cordella P, Salmaso N. Studies on some reservoirs and lakes in North-East Italy. *Memorie Istituto Italiano Idrobiologia* 1992;50:259-71.
39. Salmaso N. Factors affecting the seasonality and distribution of cyanobacteria and chlorophytes: a case study from the large lakes south of the Alps, with special reference to Lake Garda. *Hydrobiologia* 2000;438(1-3):43-63.
40. Morabito G. Six years' (1992-1997) evolution of phytoplankton communities after recovery by liming in Lake Orta, northern Italy. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 2001;6(4):305-12.
41. Salmaso N, Morabito G, Buzzi F, Garibaldi L, Simona M, Mosello R. Phytoplankton as an indicator of the water quality of the deep lakes south of the Alps. *Hydrobiologia* 2006;563(1):167-87.
42. Mosello R, Ambrosetti W, Arisci S, Bettinetti R, Buzzi F, Calderoni A, Carrara E, de Bernardi R, Galassi S, Garibaldi L, Leoni B, Manca M, Marchetto A, Morabito G, Oggioni A, Pagnotta R, Ricci D, Rogora M, Salmaso N, Simona M, Tartari G, Veronesi M, Volta P. Evoluzione recente della qualità delle acque dei laghi profondi sudalpini (Maggiore, Lugano, Como, Iseo e Garda) in risposta alle pressioni antropiche e alle variazioni climatiche. *Biologia Ambientale* 2010;24(1):167-77.
43. Bertoni R, Callieri C, Caravati E, Corno G, Contesini M, Morabito G, Panzani P, Giardino C. Cambiamenti climatici e fioriture di cianobatteri potenzialmente tossici nel Lago Maggiore. In: Carli B, Cavarretta G, Colacino M, Fuzzi S (Ed.). *Clima e cambiamenti climatici: le attività di ricerca del CNR*. Roma: Consiglio Nazionale delle Ricerche; 2007. p. 613-6.
44. Morabito G. Variazioni climatiche interannuali e dinamica stagionale del fitoplancton nel Lago Maggiore. In: Carli B, Cavarretta G, Colacino M, Fuzzi S (Ed.). *Clima e cambiamenti climatici: le attività di ricerca del CNR*. Roma: Consiglio Nazionale delle Ricerche; 2007. p. 617-20.
45. Legnani E, Copetti D, Oggioni A, Tartari G, Palombo MT, Morabito G. *Planktothrix rubescens*' seasonal dynamics and vertical distribution in Lake Pusiano (North Italy). *Journal of Limnology* 2005;64(1):61-73.
46. Premazzi G, Cardoso AC, Rodari E, Austoni M, Chiaudani G. Hypolimnetic withdrawal coupled with oxygenation as lake restoration measures: the successful case of Lake Varese (Italy). *Limnetica* 2005;24(1-2):123-32.
47. Leoni B, Morabito G, Rogora M, Pollastro D, Mosello R, Arisci S, Forasacco E, Garibaldi L. Response of planktonic communities to calcium hydroxide addition in a hardwater eutrophic lake: results from a mesocosm experiment. *Limnology* 2007;8(2):121-30.
48. Flaim G, Pinamonti V. I cianobatteri nei laghi trentini. In: Funari E (Ed.). *Aspetti sanitari della problematica dei cianobatteri nelle acque superficiali italiane. Workshop. Atti*. Roma, 16-17 dicembre 1999. Roma: 2000 (ISTISAN 00/30). p. 111-6.
49. Viaggiu E, Calvanella S, Melchiorre S, Bruno M, Albertano P. Toxic blooms of *Planktothrix rubescens* (Cyanobacteria/Phormidiaceae) in three water bodies in Italy. *Archiv für Hydrobiologie, Algological Studies* 2003;109:569-77.
50. Manganelli M, Scardala S, Stefanelli M, Vichi S, Mattei D, Bogiatti S, Ceccarelli P, Corradetti E, Petrucci I, Gemma S, Testai E, Funari E. Health risk evaluation associated to *Planktothrix rubescens*: An integrated approach to design tailored monitoring programs for human exposure to cyanotoxins. *Water Research* 2010;44(5):1297-306.

51. Bruno M, Serenelli F, Germozzi R, Scagnetti V, Leoni T, Antonelli B, Melchiorre S, Messineo V. *L'eutrofizzazione tossica in un complesso artificiale multilacuale: i laghi del Fiastrone (1998-2007)*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2009. (Rapporti ISTISAN09/21).
52. Ferretti E, Lucentini L, Ottaviani M, Bogialli S, Veschetti E, Giovanna R, Ledalardo C, Cannarozzi De Grazia M, Ungaro N, Rosaria Petruzzelli R, Tartari G, Guzzella L, Mingazzini M, Copetti D, Abis P, Fiori G, De Leo A. Exceptional bloom of cyanobacterium *Planktothrix rubescens* and microcystin production in an Italian drinking water basin. *The 8th International Conference on Toxic Cyanobacteria (ICTC8)*. Istanbul, 29 agosto-4 settembre 2010. p. 117.
53. Manti G, Mattei D, Messineo V, Bogialli S, Sechi N, Casiddu P, Luglié A, Di Brizio M, Bruno M. First report of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Italy. *Harmful Algal News* 2005;28:8-9.
54. Bogialli S, Bruno M, Curini R, Di Corcia A, Fanali C, Laganà A. Monitoring algal toxins in lake water by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Environmental Science Technology* 2006 40(9):2917-23.
55. Bazzichelli PG, Abdelahad N. Morphometric and statistic characterization of two *Aphanizomenon* populations of the group *Aphanizomenon ovalisporum* Forti from the lakes of Nemi and Albano (Italy). *Archiv für Hydrobiologie Algological Studies* 1994;73:1-21.
56. Chondrogianni C, Ariztegui D, Guilizzoni P, Lami A. Lakes Albano and Nemi (central Italy): an overview. *Memorie Istituto Italiano Idrobiologia* 1996;55:17-22.
57. Lai A, Giordano P, Barbini R, Fantoni R, Ribrezzo S, Palucci A. Bio-optical investigation on the Albano lake. In: *Proceedings of EARSeL-Sig-Workshop LIDAR*, Dresden (Germany), June 16-17, 2000. p. 185-95.
58. Margaritora FG, Bazzanti M, Ferrara O, Mastrantuono L, Seminara M., Vagaggini D. Classification of the ecological status of volcanic lakes in Central Italy. *Journal of Limnology* 2003;62(1):49-59.
59. Bruno M, Gucci P M B, Pierdominici E, Sestili P, Ioppolo A, Sechi N, Volterra L. Microcystin-like toxins in different freshwater species of Oscillatoria. *Toxicon* 1992;30(10):1307-11.
60. Messineo V, Bogialli S, Melchiorre S, Sechi N, Luglié A, Casiddu P, Mariani MA, Padedda BM, Di Corcia A, Mazza R, Carloni E, Bruno M. Cyanobacterial toxins in Italian freshwaters. *Limnologica* 2009;39(2):95-106.
61. Naselli Flores L, Barone R, Chorus I, Kurmayer R. Toxic cyanobacterial blooms in reservoirs under a semiarid mediterranean climate: the magnification of a problem. *Environmental Toxicology* 2007;22(4):399-404.
62. Waklin P, Hoffman L, Komárek J. Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) comb. nova. *Fottea* 2009;9(1):59-64.
63. Costaraoss S, Pozzi S, Monauni C, Pellegrini G, Defrancesco C. Valutazione della qualità ecologica dei laghi dell'ecoregione alpina con l'indice fitoplanctonico PTIot: prime applicazioni su tre laghi naturali e su un lago altamente modificato (Provincia di Trento). In: *Atti del Convegno Valutazione degli ambienti. Stato dell'arte a 10 anni dalla pubblicazione della WFD lacustri*. Milano 24-25 marzo 2010.
64. D'Alelio D, Gandolfi A, Boscaini A, Flaim G, Tolotti M, Salmaso N. *Planktothrix* populations in subalpine lakes: selection for strains with strong gas vesicles as a function of lake depth, morphometry and circulation. *Freshwater Biology* 2011;56(8):1481-93.
65. Bettinetti R, Morabito G, Provini A. Phytoplankton assemblage structure and dynamics as indicator of the recent trophic and biological evolution of the western basin of Lake Como (N. Italy). *Hydrobiologia* 2000;435(1-3):177-90.
66. Buzzi F. Phytoplankton assemblages in two sub-basins of Lake Como. *Journal of Limnology* 2002;61(2):117-28.

67. Pomati F, Sacchi S, Rossetti C, Giovannardi S. The freshwater cyanobacterium *Planktothrix* sp. FP1: molecular identification and detection of paralytic shellfish poisoning toxins. *Journal of Phycology* 2000;36(3):553-62.
68. Salmaso N, Morabito G, Mosello R, Garibaldi L, Simona M, Buzzi F, Ruggiu D. A synoptic study of phytoplankton in the deep lakes south of the Alps (lakes Garda, Iseo, Como, Lugano and Maggiore). *Journal of Limnology* 2003;62(2):207-27.
69. Morabito G, Ruggiu D, Panzani P. Recent dynamics (1995-1999) of the phytoplankton assemblages in Lago Maggiore as a basic tool for defining association patterns in the Italian deep lakes. *Journal of Limnology* 2002;61(1):129-45.
70. Bartolelli K, Cocchioni M, Dell'Uomo A, Scuri S. Hydrobiological study of a reservoir in the central Apennines (Italy). *Annales de limnologie, International journal of limnology* 2005;41(2):127-39.
71. Margaritora FG, Fumanti B, Alfinito S, Tartari G, Vagaggini D, Seminara M, Cavacini P, Vuillermo E, Rosati M. Trophic condition of the volcanic Lake Nemi (Central Italy): environmental factors and planktonic communities in a changing environment. *Journal of Limnology* 2005;64(2):119-28.
72. Viaggiu E, Russo T, Bianco I, Cortese M, Zaottini E, Albertano P. Modelling fluctuation of the toxic cyanobacterium *Planktothrix rubescens* in the Lake San Puoto (Central Italy) using self-organizing maps. In: Morabito G, Bianchi CN (Ed.). *Atti del XVII Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia 19(2)*. Napoli, 3-7 luglio 2006. CNR, Pallanza; 2008. p. 499-503.
73. Messineo V, Melchiorre S, Di Corcia A, Gallo P, Bruno M. Seasonal succession of *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Aphanizomenon ovalisporum* blooms with cylindrospermopsin occurrence in the volcanic lake Albano, Central Italy. *Environmental Toxicology* 2010;25(1):18-27.
74. Ferranti P, Fabbrocino S, Nasi A, Caira S, Bruno M, Serpe L, Gallo P. Liquid chromatography coupled to quadruple time-of-flight tandem mass spectrometry for microcystin analysis in freshwaters: method performances and characterisation of a novel variant of microcystin-RR. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 2009;23(9):1328-36.
75. Barone R, Naselli Flores L. Bloom di cianobatteri nei laghi siciliani. In: Funari E (Ed.). *Aspetti sanitari della problematica dei cianobatteri nelle acque superficiali italiane. Workshop. Atti. Roma, 16-17 dicembre 1999*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2000. (Rapporti ISTISAN 00/30). p. 93-100.
76. Garibaldi L, Buzzi F, Morabito G, Salmaso N, Simona M. I cianobatteri fitoplanctonici dei laghi profondi dell'Italia settentrionale. In: Funari E (Ed.). *Aspetti sanitari della problematica dei cianobatteri nelle acque superficiali italiane. Workshop. Atti. Roma, 16-17 dicembre 1999*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2000. (Rapporti ISTISAN 00/30). p. 117-35.
77. Italia, Relazione sullo stato delle acque di balneazione, Parte IV. Disponibile all'indirizzo: http://leg13.camera.it/_dati/leg13/lavori/documentiparlamentari/indiceetesti/ciii/005/pdfel.htm; ultima consultazione 11/11/11.
78. Salmaso N. Ecological patterns of phytoplankton assemblages in Lake Garda: seasonal, spatial and historical features. *Journal of Limnology* 2002;61(2):95-115
79. Salmaso N. Fioriture di cianobatteri nei laghi profondi dell'Italia settentrionale. In: Mattei D, Melchiorre S, Messineo V, Bruno M. (Ed). *Diffusione delle fioriture algali tossiche nelle acque italiane: gestione del rischio ed evidenze epidemiologiche*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2005. (Rapporti ISTISAN 05/29). p. 30-48.
80. Salmaso N. Effects of climatic fluctuations and vertical mixing on the interannual trophic variability of Lake Garda, Italy. *Limnology and Oceanography* 2005;50(2):553-65.

81. Ravera O, Scotto S. A sampler-incubator for studying zooplankton grazing and phytoplankton production. *Journal of Limnology* 1999;58(1):49-57.
82. Gallo P, Ferranti P, Fabbrocino S, Serpe L, Bruno M, Cerullo MG. Determination of cylindrospermopsin in freshwater using ion trap, MALDI-TOF and Q-ToF mass spectrometry detectors. *18th International Mass Spectrometry Conference*. Bremen (Germany), 30 agosto-4 settembre 2009.
83. Naselli Flores L, Barone R. Water-level fluctuations in Mediterranean reservoirs: setting a dewatering threshold as a management tool to improve water quality. *Hydrobiologia* 2005;548:85-99.
84. Naselli Flores L, Barone R. Phytoplankton dynamics in two reservoirs with different trophic state (Lake Rosamarina and Lake Arancio, Sicily, Italy). *Hydrobiologica* 1998;369/370:163-78.
85. Dati dell'Università di Tor Vergata nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra Istituto Superiore di Sanità e Comune di Caprarola (VT) "Gestione del rischio correlato alla presenza di cianobatteri nella filiera idrica delle acque destinate al consumo umano captate dal lago di Vico. 2010-11.
86. Bruno M, Barbini DA, Pierdominici E, Serse AP, Ioppolo A. Anatoxin-a and a previously unknown toxin in *Anabaena planctonica* from blooms found in lake Mulargia (Italy). *Toxicon* 1994;32(3):369-73.
87. Sechi N. La struttura algale e lo stato trofico dei laghi della Sardegna. In: Funari E (Ed.). *Aspetti sanitari della problematica dei cianobatteri nelle acque superficiali italiane*. Workshop. Atti. Roma, 16-17 dicembre 1999. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2000. (Rapporti ISTISAN 00/30). p. 101-10.
88. Naselli Flores L, Barone R. Phytoplankton dynamics and structure: a comparative analysis in natural and man-made water bodies of different trophic state. *Hydrobiologia* 2000;438(1-3):65-74.
89. Garibaldi L, Mezzanotte V, Bizzo MC, Varallo A, Mosello R. Apporti di fosforo al Sebino. Confronto fra misure sperimentali e teoriche. *Acqua Aria* 1998;9:105-10.
90. Komárková-Legnerová, J, Cronberg, G. New and recombined filamentous Cyanophytes from lakes in South Scania, Sweden. *Algological Studies* 1992;67:21-32.
91. Seenayya G, Subba Raju N. On the ecology and systematic of the alga known as *Anabaenopsis raciborskii*. In: Diskachary TV (Ed.). *First International Symposium and Taxonomy and Biology of blue-green algae*. Madras, India; 1972. p. 52-7.