

Istituto Superiore di Sanità

Istituto Superiore di Sanità  
Prot 18/02/2016-0004747



Class: AMPP.IA.12.00 1

7349/AMPP/1A 12

Risposta al Foglio del

A Sindaco Comune  
Caprarola  
Via Filippo Nicolai, 2  
01032 Caprarola (VT)

p.c AUSL Viterbo  
Servizio Igiene  
Alimenti e Nutrizione  
Via Enrico Fermi, 15  
01100 Viterbo (VT)

COMUNE DI CAPRAROLA

Prot. 00001643

del 25-02-2016

Allegati

in ARRIVO



OGGETTO:

Acque captate dal "Lago di Vico" destinate al consumo umano e distribuite nell'acquedotto comunale di Caprarola.

In relazione alla richiesta di pari oggetto da parte di codesto Ente, si comunicano i risultati delle analisi condotte per la determinazione di cianobatteri e tossine [microcistine (MC), cilindrospermopsina, anatoxina-a, nodularina (Nod), cianopeptoline (CYP), microginine e anabaenopeptine] relativi a campioni di acqua da destinare e destinata al consumo umano prelevati a cura di questo Istituto in data **05 gennaio 2016**. I valori analitici riscontrati nelle acque dopo potabilizzazione ed in distribuzione, limitatamente ai campioni esaminati, al periodo oggetto dei campionamenti ed ai principi tossici ricercati, non hanno evidenziato rischi sanitari correlabili a fenomeni di tossicità acuta o cronica nelle acque destinate al consumo umano distribuite nel Comune di Caprarola, tenendo conto dello stato della valutazione del rischio ad oggi disponibile in materia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Sulla base dei dati tossicologici disponibili (*Tolerable Daily Intake* TDI di 0,04 µg/kg pc/giorno), ed assumendo una quota significativa (80%) di esposizione correlata al consumo di acqua, l'OMS ha definito un **valore guida provvisorio di 1,0 µg/L per la microcistina-LR**, una delle microcistine più tossiche, frequentemente riscontrata nelle acque superficiali. Tale valore, riferito al contenuto totale di tossina (intra ed extracellulare), è stato adottato come valore di parametro in molte legislazioni nazionali, anche nell'ambito dell'UE. Nelle *Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano*, pubblicate su rapporto ISTISAN 11/35, il **valore di parametro di 1,0 µg/L stabilito per la microcistina-LR (MC-LR) si riferisce al contenuto di tossina totale (intra- ed extra-cellulare) e deve essere riferito alla somma delle concentrazioni dei diversi congeneri di microcistine presenti nel campione**, considerati come equivalenti di microcistina-LR, sulla base di un approccio ampiamente conservativo nei confronti della protezione della salute.

L'OMS non ha definito alcun valore guida per la tossina cilindrospermopsina nelle acque destinate al consumo umano. Alcune valutazioni tossicologiche disponibili in letteratura (*Tolerable Daily Intake* TDI di 0,03 µg/kg pc/giorno), assumendo una quota significativa (90%) di esposizione correlata al consumo di acqua, hanno proposto un valore limite di 1,0 µg/L per la cilindrospermopsina in acque destinate al consumo umano per la tutela da esposizioni a lungo termine [Falconer, I. R., Hardy, S. J., Humpage, A. R., Froscio, S. M., Tozer, G. J. and Hawkins, P. R. (1999b) Hepatic and renal toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) *Cylindrospermopsis raciborskii* in male Swiss Albino mice. *Environmental Toxicology* 14, 143-150. // Falconer, I. R. and Humpage, A. R. (2001) Preliminary Evidence for In-Vivo Tumour Initiation by Oral Administration of Extracts of the Blue-Green Alga *Cylindrospermopsis raciborskii* Containing the Toxin Cylindrospermopsin. *Environmental Toxicology* 16, 506- 511]. Limiti normativi per la cilindrospermopsina sono stati stabiliti in Nuova Zelanda e il Brasile, pari rispettivamente a 3 µg/L e 15 µg/L. [Burch MD. Effective doses, guidelines & regulations. *Adv Exp Med Biol*. 2008;619:831-53]. Per le anabaenopeptine ad oggi non esistono informazioni tossicologiche adeguate per la valutazione del rischio e la definizione di valori soglia. Le anabaenopeptine sono esapeptidi ciclici bioattivi sintetizzati a livello non ribosomiale in alcune specie di cianobatteri quali *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Planktothrix*, *Plectonema*, *Schizothrix*, utilizzate in alcuni studi come markers per l'occorrenza di specifici cianobatteri. I risultati di un progetto specifico (PEPCY - *Toxic and Bioactive Peptides in Cyanobacteria Final Report Contract Number: QLK4-CT-2002-02634*) indirizzato alla valutazione di 13 classi di cianopeptidi tra le quali le anabaenopeptine, sulla base di studi *in vitro* non associano a tali composti effetti di tossicità acuta o cronica per gli animali e per l'uomo, ribadendo come le microcistine risultino i cianopeptidi di maggiore rilevanza per la salute umana

Tuttavia, limitatamente alla valutazione dei dati di conteggio algale di cui al presente parere, è emersa una presenza significativa delle specie algali *Planktothrix rubescens* e *Limnothrix redekei* nelle acque da destinare e destinate al consumo umano<sup>2</sup> rilevando, nel contempo, l'inadeguatezza dei processi di trattamento tenendo conto dei livelli di concentrazione algale riscontrati nell'acqua in entrata al potabilizzatore.

In considerazione di tale risultanza analitica e del quadro generale di contaminazione pregresso, al fine di assicurare l'idoneità al consumo umano delle acque distribuite, si rende necessario potenziare le misure di controllo per la rimozione delle alghe nell'intera filiera di trattamento e distribuzione delle acque, con monitoraggi adeguati, anche a garanzia dell'efficacia dei trattamenti, secondo quanto previsto nelle *"Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plan"* (Rapporto ISTISAN 14/21) e, con specifico riferimento alla potenziale contaminazione da cianobatteri e cianotossine, nell'allegato 2.1 riportato nel Rapporto ISTISAN 11/35 (*"Cianobatteri in acque destinate al consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio. Vol. 2"*).

---

<sup>2</sup> A titolo di riferimento, nell'ambito delle Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano (Rapporto ISTISAN 11/35) sono stati definiti alcuni valori soglia, indicativi di concentrazioni di popolazioni di cianobatteri nel corpo idrico in grado di configurare un potenziale di produzione di tossina in concentrazioni nell'intorno del valore guida. I valori sono stimati in condizioni di peggior scenario (criteri di massima precauzione considerando tutta la popolazione algale come produttrice di tossina, stimando un valore elevato di tossina prodotta per singola cellula, toxin quota, e assumendo che tutte le tossine prodotte siano in forma libera e non vengano rimosse nel corso dei trattamenti) come pari a 2.500.000 cellule/litro e 5.000.000 cellule/litro, rispettivamente per *P. rubescens* ed altre specie fitoplanctoniche, tenendo conto del maggior potenziale tossico delle diverse specie.

	Campione 1	Campione 2	Campione 3
rif. verb ISS	01 (05/01/2016)	02 (05/01/2016)	03 (05/01/2016)
Natura campione e sito di prelievo	Acqua grezza in entrata all'impianto di potabilizzazione Caprarola Località Montetosto	Acqua in uscita (dopo filtri sabbia – dopo filtri GAC) dall'impianto di potabilizzazione Caprarola Località Montetosto	Acqua in distribuzione. Fontana pubblica sita in Centro Comm.le "La Paradisa" Caprarola
Cianobatteri (cell/L) <sup>a</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 3,8·10 <sup>7</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysosporium ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 5,3·10 <sup>7</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 2,3·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysosporium ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 3,3·10 <sup>5</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 2,4·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysosporium ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 4,2·10 <sup>5</sup> cell L <sup>-1</sup>
<b>Tossine da cianobatteri (µg/L)<sup>b</sup></b>			
demetil-MC-RR <sup>c</sup>	0.507	0.035	n.r. <sup>d</sup>
MC-RR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-YR	0.521	0.046	n.r. <sup>d</sup>
Nodularin	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
demetil-MC-LR <sup>c</sup>	0.160	0.046	n.r. <sup>d</sup>
MC-LR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LA	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LY	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LW	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LF	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-HilR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-HtyR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-WR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Anatossina-a	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Cilindrospermopsina	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
CYP-1041	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
CYP-1007	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 527	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 690	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 704	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 527 methyl estere	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 690 methyl estere	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Anabaenopeptin A	0.603	0.010	n.r. <sup>d</sup>
Anabaenopeptin B	0.895	0.062	n.r. <sup>d</sup>

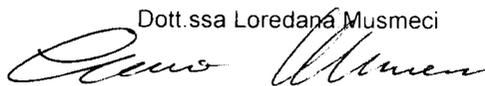
<sup>a</sup> metodo Uthermol; <sup>b</sup> concentrazione riferita al contenuto totale di tossine (intracellulare ed extra-cellulare/libera); <sup>c</sup> somma delle diverse forme isomeriche; <sup>d</sup> nr: non rivelata; metodo in cromatografia liquida accoppiata a spettrometria di massa tandem (LC-MS/MS); limite di rivelazione MC 0,004-0,050 µg/L; limite di rivelazione *anatossina-a* 0,2 µg/L; limite di rivelazione *cilindrospermopsina* 0,080 µg/L; limite di rivelazione CYP 0,020-0,032 µg/L; limite di rivelazione *microginine* 0,004-0,010 µg/L; limite di rivelazione *anabaenopeptine* 0,008-0,020 µg/L.

Eventuali, ulteriori raccomandazioni saranno suggerite in funzione dei risultati analitici derivanti dai successivi campionamenti.

Si resta a disposizione per ogni altra esigenza in merito.

Il Direttore del Dipartimento di Ambiente e  
Connessa Prevenzione Primaria

Dott.ssa Loredana Musmeci





# Istituto Superiore di Sanità

Istituto Superiore di Sanità  
Prot 18/02/2016-0004749



Class: AMPP.IA.12.00 1

N. 7349/AMPP/1A 12

Risposta al Foglio del

N.

Allegati

A Sindaco Comune  
Caprarola  
Via Filippo Nicolai, 2  
01032 Caprarola (VT)

p.c AUSL Viterbo  
Servizio Igiene  
Alimenti e Nutrizione  
Via Enrico Fermi, 15  
01100 Viterbo (VT)

COMUNE DI CAPRAROLA  
Prot. 00001644  
del 25-02-2016  
in ARRIVO



**OGGETTO:** Acque captate dal "Lago di Vico" destinate al consumo umano e distribuite nell'acquedotto comunale di Caprarola.

In relazione alla richiesta di pari oggetto da parte di codesto Ente, si comunicano i risultati delle analisi condotte per la determinazione di cianobatteri e tossine [microcistine (MC), cilindrospermopsina, anatoxina-a, nodularina (Nod), cianopeptoline (CYP), microginine e anabaenopeptine] relativi a campioni di acqua da destinare e destinata al consumo umano prelevati a cura di questo Istituto in data **19 gennaio 2016**. I valori analitici riscontrati nelle acque dopo potabilizzazione ed in distribuzione, limitatamente ai campioni esaminati, al periodo oggetto dei campionamenti ed ai principi tossici ricercati, non hanno evidenziato rischi sanitari correlabili a fenomeni di tossicità acuta o cronica nelle acque destinate al consumo umano distribuite nel Comune di Caprarola, tenendo conto dello stato della valutazione del rischio ad oggi disponibile in materia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Sulla base dei dati tossicologici disponibili (*Tolerable Daily Intake*, TDI di 0,04 µg/kg pc/giorno), ed assumendo una quota significativa (80%) di esposizione correlata al consumo di acqua, l'OMS ha definito un **valore guida provvisorio di 1,0 µg/L per la microcistina-LR**, una delle microcistine più tossiche, frequentemente riscontrata nelle acque superficiali. Tale valore, riferito al contenuto totale di tossina (intra ed extracellulare), è stato adottato come valore di parametro in molte legislazioni nazionali, anche nell'ambito dell'UE. Nelle *Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano*, pubblicate su rapporto ISTISAN 11/35, il **valore di parametro di 1,0 µg/L stabilito per la microcistina-LR (MC-LR) si riferisce al contenuto di tossina totale (intra- ed extra-cellulare) e deve essere riferito alla somma delle concentrazioni dei diversi congeneri di microcistine presenti nel campione**, considerati come equivalenti di microcistina-LR, sulla base di un approccio ampiamente conservativo nei confronti della protezione della salute.

L'OMS non ha definito alcun valore guida per la tossina cilindrospermopsina nelle acque destinate al consumo umano. Alcune valutazioni tossicologiche disponibili in letteratura (*Tolerable Daily Intake*, TDI di 0,03 µg/kg pc/giorno), assumendo una quota significativa (90%) di esposizione correlata al consumo di acqua, hanno proposto un valore limite di 1,0 µg/L per la cilindrospermopsina in acque destinate al consumo umano per la tutela da esposizioni a lungo termine [Falconer, I. R., Hardy S. J., Humpage, A. R., Froschio, S. M., Tozer, G. J. and Hawkins, P. R. (1999b) Hepatic and renal toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) *Cylindrospermopsis raciborskii* in male Swiss Albino mice. *Environmental Toxicology* 14, 143-150 // Falconer, I. R. and Humpage, A. R. (2001) Preliminary Evidence for In-Vivo Tumour Initiation by Oral Administration of Extracts of the Blue-Green Alga *Cylindrospermopsis raciborskii* Containing the Toxin Cylindrospermopsin. *Environmental Toxicology* 16, 506- 511]. Limiti normativi per la cilindrospermopsina sono stati stabiliti in Nuova Zelanda e il Brasile, pari rispettivamente a 3 µg/L e 15 µg/L. [Burch MD. Effective doses, guidelines & regulations. *Adv Exp Med Biol*. 2008;619:831-53]. Per le anabaenopeptine ad oggi non esistono informazioni tossicologiche adeguate per la valutazione del rischio e la definizione di valori soglia. Le anabaenopeptine sono esapeptidi ciclici bioattivi sintetizzati a livello non ribosomiale in alcune specie di cianobatteri quali *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Planktothrix*, *Plectonema*, *Schizothrix*, utilizzate in alcuni studi come markers per l'occorrenza di specifici cianobatteri. I risultati di un progetto specifico (PEPCY - *Toxic and Bioactive Peptides in Cyanobacteria Final Report Contract Number: QLK4-CT-2002-02634*) indirizzato alla valutazione di 13 classi di cianopeptidi tra le quali le anabaenopeptine, sulla base di studi *in vitro* non associano a tali composti effetti di tossicità acuta o cronica per gli animali e per l'uomo, ribadendo come le microcistine risultino i cianopeptidi di maggiore rilevanza per la salute umana

Tuttavia, limitatamente alla valutazione dei dati di conteggio algale di cui al presente parere, è emersa una presenza significativa delle specie algali *Planktothrix rubescens* e *Limnothrix redekei* nelle acque da destinare e destinate al consumo umano<sup>2</sup> rilevando, nel contempo, l'inadeguatezza dei processi di trattamento tenendo conto dei livelli di concentrazione algale riscontrati nell'acqua in entrata al potabilizzatore.

In considerazione di tale risultanza analitica e del quadro generale di contaminazione pregresso, al fine di assicurare l'idoneità al consumo umano delle acque distribuite, si rende necessario potenziare le misure di controllo per la rimozione delle alghe nell'intera filiera di trattamento e distribuzione delle acque, con monitoraggi adeguati, anche a garanzia dell'efficacia dei trattamenti, secondo quanto previsto nelle *"Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plan"* (Rapporto ISTISAN 14/21) e, con specifico riferimento alla potenziale contaminazione da cianobatteri e cianotossine, nell'allegato 2.1 riportato nel Rapporto ISTISAN 11/35 (*"Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio. Vol. 2"*).

---

<sup>2</sup> A titolo di riferimento, nell'ambito delle Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano (Rapporto ISTISAN 11/35) sono stati definiti alcuni valori soglia, indicativi di concentrazioni di popolazioni di cianobatteri nel corpo idrico in grado di configurare un potenziale di produzione di tossina in concentrazioni nell'intorno del valore guida. I valori sono stimati in condizioni di peggior scenario (criteri di massima precauzione considerando tutta la popolazione algale come produttrice di tossina, stimando un valore elevato di tossina prodotta per singola cellula, toxin quota, e assumendo che tutte le tossine prodotte siano in forma libera e non vengano rimosse nel corso dei trattamenti) come pari a 2.500.000 cellule/litro e 5.000.000 cellule/litro, rispettivamente per *P. rubescens* ed altre specie fitoplanctoniche, tenendo conto del maggior potenziale tossico delle diverse specie.

	Campione 1	Campione 2	Campione 3
rif. verb ISS	01 (19/01/2016)	02 (19/01/2016)	03 (19/01/2016)
Natura campione e sito di prelievo	Acqua grezza in entrata all'impianto di potabilizzazione Caprarola  Località Montetosto	Acqua in uscita (dopo filtri sabbia - dopo filtri GAC) dall'impianto di potabilizzazione Caprarola  Località Montetosto	Acqua in distribuzione.  Fontana pubblica sita in Centro Comm.le "La Paradisa" Caprarola
Cianobatteri (cell/L) <sup>a</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 3,2·10 <sup>7</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysoosporum ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 4,0·10 <sup>7</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 5,1·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysoosporum ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 8,4·10 <sup>5</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 3,7·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysoosporum ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 8,7·10 <sup>5</sup> cell L <sup>-1</sup>
Tossine da cianobatteri (µg/L) <sup>b</sup>			
demetil-MC-RR <sup>c</sup>	0.648	n.r <sup>d</sup>	0.030
MC-RR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-YR	0.603	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Nodularin	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
demetil-MC-LR <sup>c</sup>	0.174	n.r <sup>d</sup>	0.053
MC-LR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LA	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LY	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LW	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LF	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-HiLR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-HtyR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-WR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Anatossina-a	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Cilindrospermopsina	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
CYP-1041	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
CYP-1007	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 527	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 690	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 704	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 527 methyl estere	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 690 methyl estere	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Anabaenopectin A	0.854	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Anabaenopectin B	1.090	0.022	0.044

<sup>a</sup> metodo Uthermol; <sup>b</sup> concentrazione riferita al contenuto totale di tossine (intracellulare ed extra-cellulare/libera); <sup>c</sup> somma delle diverse forme isomeriche; <sup>d</sup> nr: non rivelata; metodo in cromatografia liquida accoppiata a spettrometria di massa tandem (LC-MS/MS); limite di rivelazione MC 0,004-0,050 µg/L; limite di rivelazione *anatossina-a* 0,2 µg/L; limite di rivelazione *cilindrospermopsina* 0,080 µg/L; limite di rivelazione CYP 0,020-0,032 µg/L; limite di rivelazione *microginine* 0,004-0,010 µg/L; limite di rivelazione *anabaenopectine* 0,008-0,020 µg/L.

Eventuali, ulteriori raccomandazioni saranno suggerite in funzione dei risultati analitici derivanti dai successivi campionamenti.

Si resta a disposizione per ogni altra esigenza in merito.

Il Direttore del Dipartimento di Ambiente e  
Connessa Prevenzione Primaria

Dott.ssa Loredana Masmeci





Istituto Superiore di Sanità

Istituto Superiore di Sanità'
Prot 23/03/2016-0008269
Class: AMPP.IA.12.00 1

TEL. FAX: 06-49987111
http://www.iss.it

A. 7349/AMPP/1A 12

Risposta al Foglio del

A.

Allegati

A Sindaco Comune
Caprarola
Via Filippo Nicolai, 2
01032 Caprarola (VT)

p.c AUSL Viterbo
Servizio Igiene
Alimenti e Nutrizione
Via Enrico Fermi, 15
01100 Viterbo (VT)

COMUNE DI CAPRAROLA
Data 30 MAR 2016
Prot. in arrivo n. 2895

OGGETTO:

Acque captate dal "Lago di Vico" destinate al consumo umano e distribuite nell'acquedotto comunale di Caprarola.

In relazione alla richiesta di pari oggetto da parte di codesto Ente, si comunicano i risultati delle analisi condotte per la determinazione di cianobatteri e tossine [microcistine (MC), cilindrospermopsina, anatoxina-a, nodularina (Nod), cianopeptoline (CYP), microginine e anabaenopeptine] relativi a campioni di acqua da destinare e destinata al consumo umano prelevati a cura di questo Istituto in data 11 febbraio 2016. I valori analitici riscontrati nelle acque dopo potabilizzazione ed in distribuzione, limitatamente ai campioni esaminati, al periodo oggetto dei campionamenti ed ai principi tossici ricercati, non hanno evidenziato rischi sanitari correlabili a fenomeni di tossicità acuta o cronica nelle acque destinate al consumo umano distribuite nel Comune di Caprarola, tenendo conto dello stato della valutazione del rischio ad oggi disponibile in materia<sup>1</sup>.

1 Sulla base dei dati tossicologici disponibili (Tolerable Daily Intake, TDI di 0,04 µg/kg pc/giorno), ed assumendo una quota significativa (80%) di esposizione correlata al consumo di acqua, l'OMS ha definito un valore guida provvisorio di 1,0 µg/L per la microcistina-LR, una delle microcistine più tossiche, frequentemente riscontrata nelle acque superficiali. Tale valore, riferito al contenuto totale di tossina (intra ed extracellulare), è stato adottato come valore di parametro in molte legislazioni nazionali, anche nell'ambito dell'UE. Nelle Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano, pubblicate su rapporto ISTISAN 11/35, il valore di parametro di 1,0 µg/L stabilito per la microcistina-LR (MC-LR) si riferisce al contenuto di tossina totale (intra- ed extra-cellulare) e deve essere riferito alla somma delle concentrazioni dei diversi congeneri di microcistine presenti nel campione, considerati come equivalenti di microcistina-LR, sulla base di un approccio ampiamente conservativo nei confronti della protezione della salute. L'OMS non ha definito alcun valore guida per la tossina cilindrospermopsina nelle acque destinate al consumo umano. Alcune valutazioni tossicologiche disponibili in letteratura (Tolerable Daily Intake, TDI di 0,03 µg/kg pc/giorno), assumendo una quota significativa (90%) di esposizione correlata al consumo di acqua, hanno proposto un valore limite di 1,0 µg/L per la cilindrospermopsina in acque destinate al consumo umano per la tutela da esposizioni a lungo termine [Falconer, I. R., Hardy, S. J., Humpage, A. R., Froscio, S. M., Tozer, G. J. and Hawkins, P. R. (1999b) Hepatic and renal toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) Cylindrospermopsis raciborskii in male Swiss Albino mice. Environmental Toxicology 14, 143-150. // Falconer, I. R. and Humpage, A. R. (2001) Preliminary Evidence for In-Vivo Tumour Initiation by Oral Administration of Extracts of the Blue-Green Alga Cylindrospermopsis raciborskii Containing the Toxin Cylindrospermopsin. Environmental Toxicology 16, 506- 511]. Limiti normativi per la cilindrospermopsina sono stati stabiliti in Nuova Zelanda e il Brasile, pari rispettivamente a 3 µg/L e 15 µg/L. [Burch MD. Effective doses, guidelines & regulations. Adv Exp Med Biol. 2008;619:831-53]. Per le anabaenopeptine ad oggi non esistono informazioni tossicologiche adeguate per la valutazione del rischio e la definizione di valori soglia. Le anabaenopeptine sono esapeptidi ciclici bioattivi sintetizzati a livello non ribosomiale in alcune specie di cianobatteri quali Anabaena, Aphanizomenon, Microcystis, Nodularia, Planktothrix, Plectonema, Schizothrix, utilizzate in alcuni studi come markers per l'occorrenza di

Tuttavia, limitatamente alla valutazione dei dati di conteggio algale di cui al presente parere, è emersa una presenza significativa delle specie algali *Planktothrix rubescens* e *Limnothrix redekei* nelle acque da destinare e destinate al consumo umano<sup>2</sup> rilevando, nel contempo, l'inadeguatezza dei processi di trattamento tenendo conto dei livelli di concentrazione algale riscontrati nell'acqua in entrata al potabilizzatore.

In considerazione di tale risultanza analitica e del quadro generale di contaminazione pregresso, al fine di assicurare l'idoneità al consumo umano delle acque distribuite, si rende necessario potenziare le misure di controllo per la rimozione delle alghe nell'intera filiera di trattamento e distribuzione delle acque, con monitoraggi adeguati, anche a garanzia dell'efficacia dei trattamenti, secondo quanto previsto nelle "Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plan" (Rapporto ISTISAN 14/21) e, con specifico riferimento alla potenziale contaminazione da cianobatteri e cianotossine, nell'allegato 2.1 riportato nel Rapporto ISTISAN 11/35 ("Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio. Vol. 2").

---

specifici cianobatteri. I risultati di un progetto specifico (PEPCY - Toxic and Bioactive Peptides in Cyanobacteria Final Report Contract Number: QLK4-CT-2002-02634) indirizzato alla valutazione di 13 classi di cianopeptidi tra le quali le anabaenopeptine, sulla base di studi *in vitro* non associano a tali composti effetti di tossicità acuta o cronica per gli animali e per l'uomo, ribadendo come le microcistine risultino i cianopeptidi di maggiore rilevanza per la salute umana

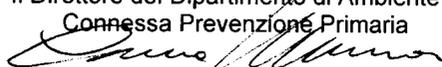
<sup>2</sup> A titolo di riferimento, nell'ambito delle Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano (Rapporto ISTISAN 11/35) sono stati definiti alcuni valori soglia, indicativi di concentrazioni di popolazioni di cianobatteri nel corpo idrico in grado di configurare un potenziale di produzione di tossina in concentrazioni nell'intorno del valore guida. I valori sono stimati in condizioni di peggior scenario (criteri di massima precauzione considerando tutta la popolazione algale come produttrice di tossina, stimando un valore elevato di tossina prodotta per singola cellula, toxin quota, e assumendo che tutte le tossine prodotte siano in forma libera e non vengano rimosse nel corso dei trattamenti) come pari a 2.500.000 cellule/litro e 5.000.000 cellule/litro, rispettivamente per *P. rubescens* ed altre specie fitoplanctoniche, tenendo conto del maggior potenziale tossico delle diverse specie.

	Campione 1	Campione 2	Campione 3
rif. verb ISS	01 (11/02/2016)	02 (11/02/2016)	03 (11/02/2016)
Natura campione e sito di prelievo	Acqua grezza in entrata all'impianto di potabilizzazione Caprarola  Località Montetosto	Acqua in uscita (dopo filtri sabbia – dopo filtri GAC) dall'impianto di potabilizzazione Caprarola  Località Montetosto	Acqua in distribuzione.  Fontana pubblica sita in Centro Comm.le "La Paradisa" Caprarola
Cianobatteri (cell/L) <sup>a</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 4,4·10 <sup>7</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysothrix ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 1,1·10 <sup>8</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 1,0·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysothrix ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 9,1·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 8,0·10 <sup>5</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysothrix ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 9,6·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>
<b>Tossine da cianobatteri (µg/L)<sup>b</sup></b>			
demetil-MC-RR <sup>c</sup>	0,495	0,080	n.r. <sup>d</sup>
MC-RR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-YR	0,716	0,141	n.r. <sup>d</sup>
Nodularin	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
demetil-MC-LR <sup>c</sup>	0,206	0,057	n.r. <sup>d</sup>
MC-LR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LA	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LY	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LW	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-LF	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-HiLR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-HtyR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
MC-WR	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Anatossina-a	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Cilindrospermopsina	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
CYP-1041	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
CYP-1007	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 527	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 690	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 704	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 527 methyl estere	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Microginin 690 methyl estere	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>	n.r. <sup>d</sup>
Anabaenopeptin A	0,941	0,156	n.r. <sup>d</sup>
Anabaenopeptin B	0,988	0,178	0,008

<sup>a</sup> metodo Uthermol; <sup>b</sup> concentrazione riferita al contenuto totale di tossine (intracellulare ed extra-cellulare/libera); <sup>c</sup> somma delle diverse forme isomeriche; <sup>d</sup> nr: non rivelata; metodo in cromatografia liquida accoppiata a spettrometria di massa tandem (LC-MS/MS); limite di rivelazione MC 0,004-0,050 µg/L; limite di rivelazione *anatossina-a* 0,2 µg/L; limite di rivelazione *cilindrospermopsina* 0,080 µg/L; limite di rivelazione CYP 0,020-0,032 µg/L; limite di rivelazione *microginine* 0,004-0,010 µg/L; limite di rivelazione *anabaenopeptine* 0,008-0,020 µg/L.

Eventuali, ulteriori raccomandazioni saranno suggerite in funzione dei risultati analitici derivanti dai successivi campionamenti.

Si resta a disposizione per ogni altra esigenza in merito.

Il Direttore del Dipartimento di Ambiente e  
Connessa Prevenzione Primaria  
  
Dott.ssa Loredana Musmeci



# Istituto Superiore di Sanità

Istituto Superiore di Sanità  
Prot 01/04/2016-0009134



Class: AMPP.IA.12.00 1

A. 7349/AMPP/1A 12

Risposta al Foglio del

A. ....

Allegati

COMUNE DI CAPRAROLA  
Prot. 00003268  
del 11-04-2016  
in ARRIVO



A Sindaco Comune  
Caprarola  
Via Filippo Nicolai, 2  
01032 Caprarola (VT)

p.c AUSL Viterbo  
Servizio Igiene  
Alimenti e Nutrizione  
Via Enrico Fermi, 15  
01100 Viterbo (VT)

**OGGETTO: Acque captate dal "Lago di Vico" destinate al consumo umano e distribuite nell'acquedotto comunale di Caprarola.**

In relazione alla richiesta di pari oggetto da parte di codesto Ente, si comunicano i risultati delle analisi condotte per la determinazione di cianobatteri e tossine [microcistine (MC), cilindropermopsina, anatoxina-a, nodularina (Nod), cianopeptoline (CYP), microginine e anabaenopeptine] relativi a campioni di acqua da destinare e destinata al consumo umano prelevati a cura di questo Istituto in data **25 febbraio 2016**. I valori analitici riscontrati nelle acque dopo potabilizzazione ed in distribuzione, limitatamente ai campioni esaminati, al periodo oggetto dei campionamenti ed ai principi tossici ricercati, non hanno evidenziato rischi sanitari correlabili a fenomeni di tossicità acuta o cronica nelle acque destinate al consumo umano distribuite nel Comune di Caprarola, tenendo conto dello stato della valutazione del rischio ad oggi disponibile in materia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Sulla base dei dati tossicologici disponibili (*Tolerable Daily Intake*, TDI di 0,04 µg/kg pc/giorno), ed assumendo una quota significativa (80%) di esposizione correlata al consumo di acqua, l'OMS ha definito un **valore guida provvisorio di 1,0 µg/L per la microcistina-LR**, una delle microcistine più tossiche, frequentemente riscontrata nelle acque superficiali. Tale valore, riferito al contenuto totale di tossina (intra ed extracellulare), è stato adottato come valore di parametro in molte legislazioni nazionali, anche nell'ambito dell'UE. Nelle *Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano*, pubblicate su rapporto ISTISAN 11/35, il valore di parametro di 1,0 µg/L stabilito per la microcistina-LR (MC-LR) si riferisce al contenuto di tossina totale (intra- ed extra-cellulare) e deve essere riferito alla somma delle concentrazioni dei diversi congeneri di microcistine presenti nel campione, considerati come equivalenti di microcistina-LR, sulla base di un approccio ampiamente conservativo nei confronti della protezione della salute.

L'OMS non ha definito alcun valore guida per la tossina cilindropermopsina nelle acque destinate al consumo umano. Alcune valutazioni tossicologiche disponibili in letteratura (*Tolerable Daily Intake*, TDI di 0,03 µg/kg pc/giorno), assumendo una quota significativa (90%) di esposizione correlata al consumo di acqua, hanno proposto un valore limite di 1,0 µg/L per la cilindropermopsina in acque destinate al consumo umano per la tutela da esposizioni a lungo termine [Falconer, I. R., Hardy, S. J., Humpage, A. R., Froschio, S. M., Tozer, G. J. and Hawkins, P. R. (1999b) Hepatic and renal toxicity of the blue-green alga (cyanobacterium) *Cylindropermopsis raciborskii* in male Swiss Albino mice. *Environmental Toxicology* 14, 143-150. // Falconer, I. R. and Humpage, A. R. (2001) Preliminary Evidence for In-Vivo Tumour Initiation by Oral Administration of Extracts of the Blue-Green Alga *Cylindropermopsis raciborskii* Containing the Toxin Cylindropermopsin. *Environmental Toxicology* 16, 506- 511]. Limiti normativi per la cilindropermopsina sono stati stabiliti in Nuova Zelanda e il Brasile, pari rispettivamente a 3 µg/L e 15 µg/L. [Burch MD. Effective doses, guidelines & regulations. *Adv Exp Med Biol.* 2008;619:831-53]. Per le anabaenopeptine ad oggi non esistono informazioni tossicologiche adeguate per la valutazione del rischio e la definizione di valori soglia. Le anabaenopeptine sono esapeptidi ciclici bioattivi sintetizzati a livello non ribosomiale in alcune specie di cianobatteri quali *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Nodularia*, *Planktothrix*, *Plectonema*, *Schizothrix*, utilizzate in alcuni studi come markers per l'occorrenza di specifici cianobatteri. I risultati di un progetto specifico (PEPCY - *Toxic and Bioactive Peptides in Cyanobacteria Final Report Contract Number: QLK4-CT-2002-02634*) indirizzato alla valutazione di 13 classi di cianopeptidi tra le quali le anabaenopeptine, sulla base di studi *in vitro* non associano a tali composti effetti di tossicità acuta o cronica per gli animali e per l'uomo, ribadendo come le microcistine risultino i cianopeptidi di maggiore rilevanza per la salute umana

Tuttavia, limitatamente alla valutazione dei dati di conteggio algale di cui al presente parere, è emersa una presenza significativa delle specie algali *Planktothrix rubescens* e *Limnothrix redekei* nelle acque da destinare e destinate al consumo umano<sup>2</sup> rilevando, nel contempo, l'inadeguatezza dei processi di trattamento tenendo conto dei livelli di concentrazione algale riscontrati nell'acqua in entrata al potabilizzatore.

In considerazione di tale risultanza analitica e del quadro generale di contaminazione pregresso, al fine di assicurare l'idoneità al consumo umano delle acque distribuite, si rende necessario potenziare le misure di controllo per la rimozione delle alghe nell'intera filiera di trattamento e distribuzione delle acque, con monitoraggi adeguati, anche a garanzia dell'efficacia dei trattamenti, secondo quanto previsto nelle *"Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plan"* (Rapporto ISTISAN 14/21) e, con specifico riferimento alla potenziale contaminazione da cianobatteri e cianotossine, nell'allegato 2.1 riportato nel Rapporto ISTISAN 11/35 (*"Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio. Vol. 2"*).

---

<sup>2</sup> A titolo di riferimento, nell'ambito delle Linee Guida Nazionali di Gestione del Rischio Cianobatteri per le Acque destinate a consumo umano (Rapporto ISTISAN 11/35) sono stati definiti alcuni valori soglia, indicativi di concentrazioni di popolazioni di cianobatteri nel corpo idrico in grado di configurare un potenziale di produzione di tossina in concentrazioni nell'intorno del valore guida. I valori sono stimati in condizioni di peggior scenario (criteri di massima precauzione considerando tutta la popolazione algale come produttrice di tossina, stimando un valore elevato di tossina prodotta per singola cellula, toxin quota, e assumendo che tutte le tossine prodotte siano in forma libera e non vengano rimosse nel corso dei trattamenti) come pari a 2.500.000 cellule/litro e 5.000.000 cellule/litro, rispettivamente per *P. rubescens* ed altre specie fitoplanctoniche, tenendo conto del maggior potenziale tossico delle diverse specie.

	Campione 1	Campione 2	Campione 3
rif. verb ISS	01 (25/02/2016)	02 (25/02/2016)	03 (25/02/2016)
Natura campione e sito di prelievo	Acqua grezza in entrata all'impianto di potabilizzazione Caprarola Località Montetosto	Acqua in uscita (dopo filtri sabbia - dopo filtri GAC) dall'impianto di potabilizzazione Caprarola Località Montetosto	Acqua in distribuzione. Fontana pubblica sita in Centro Comm.le "La Paradisa" Caprarola
Cianobatteri (cell/L) <sup>a</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 4,1·10 <sup>7</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysochlorum ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 1,8·10 <sup>8</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 3,8·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysochlorum ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 1,4·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>	<i>Planktothrix rubescens</i> sp. 5,4·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>  <i>Chrysochlorum ovalisporum</i> (nuova denominazione dell' <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ) assente  <i>Limnothrix redekei</i> 2,0·10 <sup>6</sup> cell L <sup>-1</sup>
<b>Tossine da cianobatteri (µg/L)<sup>b</sup></b>			
demetil-MC-RR <sup>c</sup>	0,577	0,010	n.r <sup>d</sup>
MC-RR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-YR	0,876	0,032	n.r <sup>d</sup>
Nodularin	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
demetil-MC-LR <sup>c</sup>	0,230	0,021	n.r <sup>d</sup>
MC-LR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LA	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LY	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LW	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-LF	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-HilR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-HtyR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
MC-WR	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Anatossina-a	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Cilindrospermopsina	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
CYP-1041	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
CYP-1007	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 527	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 690	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 704	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 527 methyl estere	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Microginin 690 methyl estere	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Anabaenopeptin A	0,930	n.r <sup>d</sup>	n.r <sup>d</sup>
Anabaenopeptin B	1,030	0,031	n.r <sup>d</sup>

<sup>a</sup> metodo Uthermol; <sup>b</sup> concentrazione riferita al contenuto totale di tossine (intracellulare ed extra-cellulare/libera); <sup>c</sup> somma delle diverse forme isomeriche; <sup>d</sup> nr: non rivelata; metodo in cromatografia liquida accoppiata a spettrometria di massa tandem (LC-MS/MS); limite di rivelazione MC 0,004-0,050 µg/L; limite di rivelazione *anatossina-a* 0,2 µg/L; limite di rivelazione *cilindrospermopsina* 0,080 µg/L; limite di rivelazione CYP 0,020-0,032 µg/L; limite di rivelazione *microginine* 0,004-0,010 µg/L; limite di rivelazione *anabaenopeptine* 0,008-0,020 µg/L.

Eventuali, ulteriori raccomandazioni saranno suggerite in funzione dei risultati analitici derivanti dai successivi campionamenti.

Si resta a disposizione per ogni altra esigenza in merito.

Il Direttore del Dipartimento di Ambiente e  
Connessa Prevenzione Primaria

Dott.ssa Loredana Musneci

