1. INDIRIZZI INTERNAZIONALI: *WATER SAFETY PLAN* E *ALERT LEVEL FRAMEWORK*

Luca Lucentini (a), Patrizia Albertano (b), Massimo Ottaviani (a)
(a) Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma
(b) Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Roma

L'analisi critica della letteratura, il confronto delle strategie elaborate sul piano internazionale, le esperienze dibattute nell'ambito del gruppo di lavoro, convergono sulla definizione di un sistema di gestione del rischio per il controllo delle cianotossine nelle acque destinate al consumo umano articolato su due piani:

- un approccio preventivo di valutazione del rischio e controlli "a barriera multipla" secondo i principi dei *Water Safety Plan* (WSP) della *World Health Organization* (WHO) (1-4);
- il rispetto, nei punti di conformità stabiliti dal DL.vo 31/2001 (art. 6), del valore massimo ammissibile per le cianotossine, attualmente fissato per la MC-LR pari a 1,0 µg/L, valore da applicare, per il principio di massima precauzione, alla somma delle concentrazioni delle microcistine (cfr. volume 11/35 Pt. 1 sez. 2.3).

Su tali basi il sistema integrato di gestione del rischio da applicare a livello nazionale, che segue il modello dell'*Alert Level Framework* (ALF) è riportato in sez. 2.3. Esso costituisce, insieme ai piani di gestione dell'emergenza (cfr. sez. 3), la parte centrale delle linee guida fornendo i criteri decisionali e attuativi nella fase di prevenzione e gestione dei fenomeni tossici legati a fioriture di cianobatteri in acque da destinare a consumo umano.

La sez. 1.1. introduce i concetti generali dei WSP e i principi per la loro applicazione nel controllo delle cianotossine.

1.1. Applicazione dei criteri dei WSP al rischio cianotossine

1.1.1. WSP per valutazione e gestione del rischio nella filiera idro-potabile

In questi ultimi anni sono stati ridefiniti in modo sostanziale i limiti dei sistemi di controllo della qualità delle acque destinate al consumo umano, sino ad oggi contraddistinti da una sorveglianza su segmenti più o meno circoscritti del ciclo captazione → trattamenti → distribuzione → utenza e/o da un monitoraggio a campione sulle acque distribuite. L'evoluzione delle conoscenze in materia di analisi del rischio ha, infatti, decisamente spostato l'interesse verso la realizzazione di un sistema globale di gestione del rischio esteso all'intera filiera idrica dalla captazione al punto di utenza finale.

È questo l'approccio contenuto nei WSP, introdotti di recente dalla WHO con la revisione delle linee guida sulla qualità delle acque potabili (1) e consolidati nelle seguenti edizioni fino alla più recente del 2011 (3). È un approccio recepito a livello normativo in diversi Paesi dell'area europea e proposto per una possibile introduzione nella revisione della Direttiva 98/83/CE sulla qualità delle acque destinate al consumo umano.

Il modello dei WSP, di fondamentale semplicità nei suoi aspetti generali, è finalizzato a ridurre drasticamente le possibilità di contaminazione delle acque captate, ad attenuare o rimuovere la presenza di fattori di rischio chimico e microbiologico attraverso trattamenti delle acque adeguatamente progettati, eseguiti e controllati, ed, infine, a prevenire eventuali ricontaminazioni in fase di stoccaggio e distribuzione dell'acqua fino al punto di utenza.

La strategia presenta un'elevata flessibilità ed è applicabile a qualsiasi sistema di produzione e distribuzione a prescindere dalla sua natura, forma giuridica, politica gestionale, estensione e complessità.

I principi contenuti nei WSP, riportati sinteticamente in Tabella 1, possono essere considerati come una rivisitazione e riorganizzazione di diversi criteri e procedure gestionali che hanno sino ad oggi presieduto alla produzione e alla distribuzione di acque di qualità adeguata al consumo umano, soprattutto quando basati su sistemi di assicurazione della qualità a norma ISO 9001:2001; un esempio tra questi, è il sistema di controllo multibarriera basato su un processo integrato di prevenzione della contaminazione microbiologica delle acque. Figurano, nel contempo, importanti elementi di analisi e gestione del rischio mutuati da altri settori produttivi e, in primo luogo, dal sistema HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*), cogente nell'industria alimentare e standardizzato a livello di normazione (5).

Tabella 1. Rappresentazione sintetica dei principi dei WSP

Fase del piano	Finalità
Formazione di un team multidisciplinare con definizione di ruoli e responsabilità	▪ Definire i rischi associati alle singole componenti/fasi del sistema idrico. ▪ Valutare l'efficacia del sistema nel garantire standard di qualità igienico-sanitaria adeguati.
Descrizione del sistema idrico	▪ Rappresentare in dettaglio il sistema in tutte le sue componenti/fasi (diagramma di flusso): area di captazione, captazione, trattamenti, rete di stoccaggio e distribuzione, sistemi di distribuzione interni. ▪ Identificare le tipologie di utenze e gli utilizzi delle acque in distribuzione.
Analisi dei pericoli e identificazione delle priorità di rischio	▪ Identificare i potenziali fattori di rischio biologico, fisico e chimico associati ai diversi elementi del sistema, e i possibili eventi che possano causare un rischio sanitario per l'utenza. ▪ Stabilire una scala di priorità tra i rischi sulla base dei potenziali effetti e delle probabilità di accadimento, come fondamento di ogni processo decisionale.
Definizione e validazione di misure adeguate per tenere sotto controllo i rischi	▪ Identificare e verificare azioni per tenere sotto controllo ogni rischio significativo, attraverso barriere fisiche o attività adeguate a prevenire, eliminare o ridurre la probabilità di accadimento o mitigarne le conseguenze.
Misure di controllo e monitoraggio	▪ Realizzare su base sistematica una serie di controlli di processo e di prodotto adeguati ad assicurare l'efficacia del sistema a tenere il rischio sotto controllo: ciascuna misura di controllo deve essere pianifcata in termini di procedure di attuazione, limiti di sicurezza e azioni correttive da intraprendere in caso di deviazioni significative da tali limiti.
Verifica del piano	▪ Valutare l'efficacia complessiva del piano nel garantire la conformità dell'acqua al punto di utenza agli standard di qualità igienico-sanitaria.
Documentazione e revisione	▪ Assicurare e documentare nel tempo l'efficacia di funzionamento del piano, sulla base dei risultati conseguiti o in seguito al verificarsi di incidenti o emergenze.

Un WSP dovrebbe, per sua natura, essere sviluppato su ogni specifico sistema idrico. Difficoltà in fase di progettazione e implementazione del piano possono essere riscontrate soprattutto per sistemi di gestione idrica di limitate dimensioni (*Small Water Supplies*, SWS) che rappresentano una significativa quota nel panorama acquedottistico italiano, e che trovano uno spazio specifico anche nei manuali applicativi dei WSP (3, 6).

1.1.2. WSP per il controllo delle cianotossine

Le fioriture di cianobatteri possono verificarsi in ambienti naturali non compromessi ma, più di frequente, hanno luogo in corpi idrici oggetto di interferenze umane che favoriscono direttamente o indirettamente lo sviluppo algale. A promuovere quest'ultimo è, in molti casi, l'immissione di nutrienti con conseguente eutrofizzazione per effetto di attività agricole, zootecniche o reflui civili, o, in altre circostanze, la modifica del corso dei fiumi per effetto della realizzazione di invasi per il prelievo delle acque, che aumentano il tempo di ritenzione e di esposizione alla luce solare del corpo idrico (7). Un ruolo nell'espansione dei fenomeni di bloom algale da cianobatteri è riconosciuto anche ai cambiamenti climatici, che, oltre agli effetti sulle temperature, possono indurre alterazioni drastiche del regime idrodinamico degli invasi, come nel caso di regimi di secche seguiti rapidamente da onde di piena che rendono disponibili nutrienti immobilizzati nei sedimenti (8-10).

È in effetti frequente lo sviluppo massivo di cianobatteri tossici in invasi in precedenza non interessati da fenomeni di proliferazioni, ed è, d'altra parte, da considerare ordinario il ripetersi di fenomeni di bloom in invasi già colpiti. In quest'ultimo caso, infatti, le popolazioni di cianobatteri, una volta insediate, risultano persistere nell'ambiente acquatico e tendono a proliferare in condizioni ambientali favorevoli (cfr. sez. 1.1 del Rapporto ISTISAN 11/35 Pt 1). La possibilità di interrompere l'occorrenza di tali fenomeni nel tempo si correla a complesse azioni di risanamento ambientale di lungo periodo, come il controllo dell'immissione dei nutrienti, la limitazione dell'attività di sedimentazione o la rimozione dei sedimenti. La portata di tali interventi, la cui trattazione esula comunque dagli scopi di queste linee guida, vede il coinvolgimento di molteplici funzioni nel contesto della gestione globale delle acque interne, politica ambientale, strategie di sviluppo e allocazione delle risorse.

In Figura 1 è riportata in forma schematica una serie di interventi preventivi e di misure di controllo che possono essere attuate nel corpo idrico e nella filiera idro-potabile per eliminare o ridurre i rischi di presenza di cianotossine nelle acque distribuite per consumo umano; la rappresentazione rende l'idea dell'articolazione delle diverse azioni, intese come controllo a barriera multipla nei diversi stadi della filiera, dell'entità delle diverse misure, anche in termini di estensione spazio-temporale degli interventi, e, nel contempo, della necessità di comporre le diverse azioni in una strategia integrata e globale di prevenzione e controllo secondo i principi dei WSP della WHO (1-3).

Strutturare un controllo delle cianotossine basato sull'approccio dei WSP, i cui elementi salienti sono stati in precedenza richiamati, presenta alcuni vantaggi fondamentali così riassumibili:

- L'approccio preventivo consente di ridurre l'esposizione correlata ad eventuali superamenti dei livelli di tossine nelle acque distribuite che, nel caso del solo monitoraggio sulle acque in distribuzione, potrebbero essere ravvisati tardivamente.
- Le misure di prevenzione adottate per il rischio da cianotossine sono efficaci per la protezione delle acque rispetto a numerosi altri fattori di rischio, ad esempio il controllo degli scarichi di reflui animali previene altri problemi legati all'eutrofizzazione come pure la diffusione di agenti di malattie a trasmissione oro-fecale e protozoi (es. *Giardia, Cryptosporidium*).

– Analogamente le misure di trattamento adottate per la mitigazione dei rischi da cianotossine (es. filtrazione a carboni attivi) contribuiscono al controllo di altri parametri critici come sottoprodotti di disinfezione e trialometani che tendono ad accumularsi proprio in forza del maggior tenore di sostanza organica nell'acqua dovuta alla massa algale.

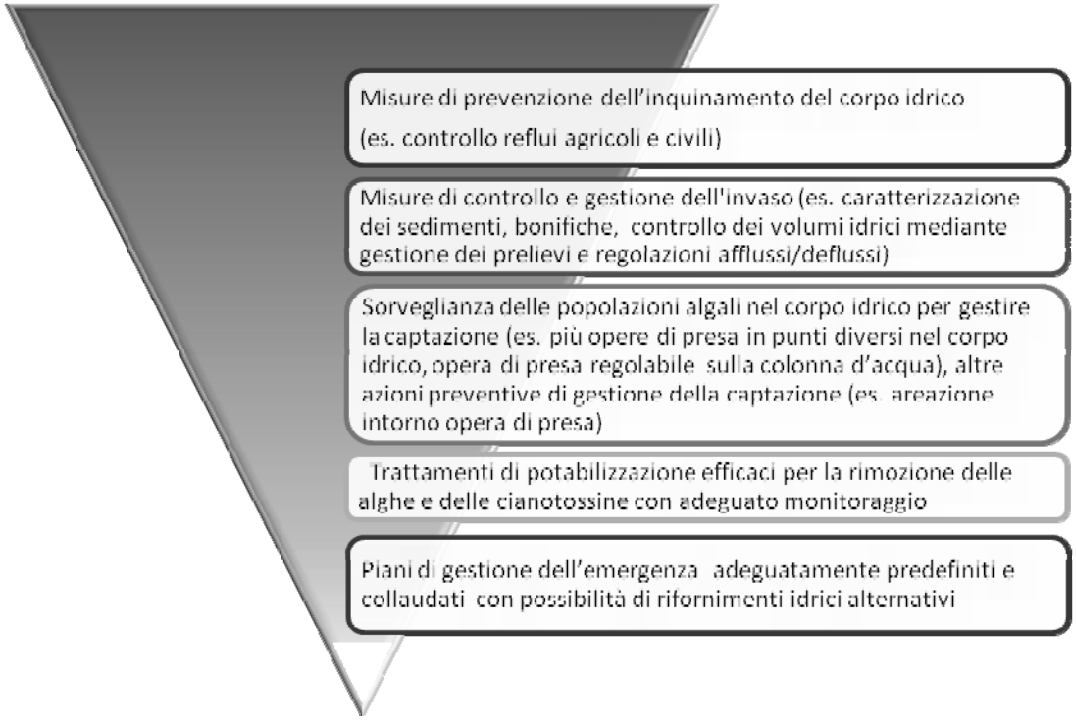

Figura 1. Interventi preventivi e misure di controllo nel corpo idrico e nella filiera idro-potabile per eliminare o ridurre i rischi di presenza di cianotossine nelle acque distribuite per consumo umano

1.2. Approccio ALF per il controllo delle cianotossine

Dal punto di vista sanitario, la principale ricaduta degli eventi legati a proliferazioni di cianobatteri è connessa all'utilizzo potabile delle acque. Il rischio è determinato dalla eventuale presenza nelle acque non propriamente degli organismi fitoplanctonici ma dei metaboliti tossici da questi prodotti. Le cianotossine, infatti, presenti in concentrazioni significative in forma intra-cellulare e/o disciolta, in acque da destinare a consumo umano, se non efficacemente rimosse nella filiera dei trattamenti di potabilizzazione, potrebbero persistere sino ai punti di utenza e, se in concentrazioni superiori ai livelli di sicurezza, rappresentare un fattore di rischio per il consumo delle acque.

Sotto il profilo della sorveglianza, le cianotossine sono a tutti gli effetti fattori di rischio chimico. Tuttavia, la determinazione sistematica di queste nelle acque, a differenza di quanto avviene con altri parametri regolarmente oggetto di monitoraggio, non è di norma praticata. Le cianotossine non sono espressamente incluse tra i parametri da monitorare ai sensi della Direttiva 98/83/CE e dal suo recepimento nazionale, DL.vo 31/2001 e s.m.i. D'altra parte, sulla base di specifiche valutazioni del rischio, alcuni paesi hanno ritenuto utile stabilire l'obbligo di

monitoraggio per le cianotossine nella normativa sulla qualità delle acque potabili (cfr. sez. 2.1.1 del Rapporto ISTISAN 11/35 Pt. 1).

In termini generali, essendo la proliferazione di cianobatteri generalmente circoscritta a limitati intervalli di tempo, la presenza di tossine in concentrazioni potenzialmente rilevanti per la salute si ha solo per brevi periodi, e, pertanto, un controllo regolare nell'arco di tutto l'anno può risultare inappropriato sotto il profilo dell'allocazione delle risorse. A ciò si aggiunga che, nell'ambito dei periodi di bloom, i livelli di cianotossine possono variare significativamente in pochi giorni, richiedendo una frequenza ravvicinata nella sorveglianza, laddove un controllo di routine continuativo nell'arco di un anno dovrebbe prevedere necessariamente intervalli di tempo prolungati tra i campionamenti, e potrebbe così risultare poco efficace nell'identificare situazioni di rischio sanitario. I metodi di controllo delle tossine ai fini di conferma risultano, infine, allo stato attuale non disponibili nell'ambito dell'intero territorio e richiedono risorse strumentali e umane piuttosto onerose.

Su queste basi, sono state da tempo messe a punto delle strategie di controllo e gestione del rischio basate su una sorveglianza integrata del corpo idrico e della filiera di potabilizzazione, modulate sui livelli di rischio esistenti nelle acque grezze e sui sistemi di trattamento posti in essere. Un approccio consolidato a livello internazionale e sul quale si basa il sistema proposto in queste linee guida è la sequenza monitoraggio-azioni definita ALF e descritta di seguito.

1.2.1. Sistemi ALF

L'approccio ALF definisce un modello di tipo multistadio, strutturato in una serie di misure che prevedono diversi controlli delle acque con misure di gestione del rischio differenziate e funzionali al livello di rischio di contaminazione stimato nelle acque di origine superficiale (livelli di rivelazione e allerta) e alle possibili azioni di mitigazione poste in essere nella filiera di potabilizzazione. I criteri generali dell'ALF, sono applicati anche ad invasi con destinazioni d'uso diverse dal consumo umano, quali acque ricreazionali o di irrigazione, sulla base di una differente valutazione del rischio, funzionale all'utilizzo specifico delle acque. Di conseguenza, in tali contesti, le basi decisionali, i limiti di sicurezza adottati e le azioni di risposta possono risultare anche notevolmente diverse rispetto a quelle presentate in queste linee guida.

Riferendosi alle acque destinabili a consumo umano, è utile dare un cenno degli approcci proposti negli ultimi due decenni, per presentare poi il modello di gestione del rischio raccomandato a livello nazionale nelle linee guida:

– *Sistema Burch*
  Il sistema proposto da Burch nel 1993 utilizza come elementi di attivazione di misure di risposta differenziate, il numero di cellule rilevate nelle acque grezze, definendo tre livelli (11):
  - *Livello di allerta 1*: ridotti livelli di cellule: 500-2.000 cellule/mL;
  - *Livello di allerta 2*: livelli di cellule moderate: 2.000-15.000 cellule/mL;
  - *Livello di allerta* 3: elevati, persistenti livelli di cellule, superiori a 15.000 cellule/mL.

  Nei livelli 1 e 2 le acque sono considerate idonee alla destinazione umana mentre, in mancanza di specifiche misure di mitigazione del rischio, il livello 3 comporta la non idoneità al consumo umano. Diverse azioni sono proposte in funzione degli stadi di allerta, sia dal punto di vista della sorveglianza (identificazione specie-specifica della popolazione algale, analisi delle cianotossine) che della risposta (modifiche nella profondità dell'opera di presa, trattamenti delle acque), insieme a raccomandazioni sul processo decisionale.

– *Sistema WHO*
  Alcuni anni più tardi la WHO (7) ha ripreso l'approccio ALF in un modello basato sulla valutazione della concentrazione di cianobatteri rilevati nelle acque di origine che definisce i seguenti tre stadi:
  - *Livello di vigilanza*: associato alla rilevazione dei cianobatteri, che richiede l'intensificazione del monitoraggio algale;
  - *Livello di allerta 1*: attivato per concentrazioni di cianobatteri superiori a 2.000 cellule/mL (clorofilla-a superiore a 1 µg/mL), in cui si ravvisa la possibilità di presenza di cianotossine pari al valore guida (1,0 µg/L per MC-LR) e si richiede l'attivazione di determinazioni analitiche sui livelli di cianotossine e l'applicazione di misure idonee di trattamento per la rimozione di cellule algali e tossine, accompagnato dalla segnalazione alle autorità sanitarie;
  - *Livello di allerta 2*: corrispondente a concentrazioni superiori a 100.000 cellule/mL (clorofilla-a superiore a 50 µg/L) per cianobatteri tossici, in corrispondenza del quale, oltre all'intensificazione dei monitoraggi e il potenziamento/ottimizzazione dei sistemi di trattamento, si procede all'identificazione di approvvigionamenti idrici alternativi in emergenza, con adeguata comunicazione tra le autorità sanitarie e mezzi di comunicazione.

– *Sistema CIMF*
  I principi dell'ALF sono stati integrati in piani gestionali più generali definiti *Cyanobacterial Incident Management Framework* (CIMF) (13) che prevedono un sistema più articolato tra monitoraggio di routine, livello di vigilanza e tre livelli di allerta, in cui il passaggio da uno stadio di allerta al successivo è determinato dalla positività di diversi indicatori tra i quali, oltre a quelli comuni finalizzati alla determinazione di cellule algali e cianotossine, si propone anche il saggio biologico.

– *Sistema australiano*
  Il modello Burch (11) è stato anche ridefinito e integrato nel protocollo nazionale australiano (14) di monitoraggio di cianobatteri e cianotossine nelle acque superficiali che definisce:
  - *Livello di rivelazione*: concentrazione di cianobatteri superiore a 500 cellule/mL;
  - *Livello di allerta 1*: concentrazione di cianobatteri superiore a 2.000 cellule/mL;
  - *Livello di allerta 2*: concentrazione di cianobatteri superiore a 5.000 cellule/mL;
  - *Livello di allerta 3*: concentrazione di cianobatteri superiore a 50.000 cellule/mL.

  Il sistema utilizza anche la misura del biovolume di cianobatteri in alternativa ai conteggi algali e considera la determinazione delle cianotossine negli ultimi stadi di allerta quale criterio di valutazione del rischio per il consumo delle acque.

– *Sistema Newcombe*
  Un'evoluzione più recente del sistema basato sui principi della WHO (12) ed elaborato sulla base dei progressi sulle conoscenze anche rispetto al potenziale di produzione di tossine specie-specifico è stato proposto da Newcombe (15) e identifica un livello di rivelazione e tre differenti livelli di allerta. La definizione dei diversi livelli e le azioni associate a ciascun livello di allerta sono qui brevemente descritti:

  - *Livello di rivelazione*: concentrazioni di cianobatteri indicativamente definite nel range 500-2.000 cellule/mL.
    È utile per identificare uno stadio precoce di bloom algale. Laddove nel sistema di gestione idrica non sia operativo un adeguato monitoraggio sui cianobatteri, se ne

raccomanda l'implementazione su base settimanale, integrando le informazioni con frequenti ispezioni visive sul corpo idrico per rivelare presenza di schiume o colorazioni delle acque.

- *Livello di allerta 1*: concentrazioni di cianobatteri della specie *Microcystis aeruginosa* nel range 2.000-6.500 cellule/mL, in acque prelevate in corrispondenza dell'opera di presa.
  È definito sulla base di criteri conservativi per garantire un intervallo di tempo di 4-6 giorni, prima che lo sviluppo della popolazione possa raggiungere livelli tali da configurare presenza di cianotossine pari al valore guida (livello di allerta 2). A livello di allerta 1 si consiglia la notifica alle autorità sanitarie locali e, ove praticabile, l'attivazione delle determinazioni analitiche sulle cianotossine. Altre decisioni devono essere prese caso per caso sulla base delle informazioni disponibili in merito alla tossicità della specie, il quadro pre-esistente, con particolare attenzione alla storicità degli episodi di proliferazioni di cianobatteri, la pronta disponibilità di eventuali approvvigionamenti alternativi, la tipologia e lo stato di efficienza dell'impianto di potabilizzazione.

- *Livello di allerta 2*: segnala, in mancanza di dati specifici sui livelli di tossina, la possibilità che le acque in ingresso alla filiera di potabilizzazione presentino concentrazioni di microcistine nell'intorno del valore guida; la stima è conservativa assumendo che la popolazione algale sia altamente tossica e tutta la tossina prodotta sia rilasciata nelle acque e non venga rimossa dai trattamenti. La concentrazione di *M. aeruginosa* che definisce il livello 2 è infatti calcolata assumendo, in condizioni di peggior caso, una quota di tossina per cellula (*toxin quota*) pari a 0,2 pg, che, considerando una concentrazione pari a 6.500 cellule/mL, risulterebbe in una concentrazione di tossina pari a 1,3 μg/L, valore guida assunto nelle linee guida australiane (14). La stima presenta evidentemente un elevato grado di approssimazione in quanto la *toxin quota* nelle popolazioni naturali di cianobatteri è notevolmente variabile e di difficile definizione e, peraltro, si differenzia da specie a specie. Su queste basi, assumendo nella stima gli stessi criteri sopra riportati e valori di *toxin quota* riferiti alle singole specie, una valutazione più specifica per il livello di allerta 2 è stato proposto in Australia per le specie algali più diffuse, con i seguenti valori (15):
  - *Microcystis aeruginosa:* 6.500 cellule/mL;
  - *Anabaena circinalis:* 20.000 cellule/mL;
  - *Cylindrospermopsis raciborskii:* 15.000 cellule/mL;
  - *Nodularia spumigena*: 40.000 cellule/mL.

  Questo livello di allerta comporta una decisione sulla notifica di allerta sanitario e di eventuali limitazioni d'uso laddove siano assenti sistemi di trattamento delle acque e non sia possibile determinare con adeguata frequenza le concentrazioni di tossine. A livello operativo si raccomanda un monitoraggio assiduo, almeno settimanale sulle cianotossine e sulla composizione dei cianobatteri.

- *Livello di allerta 3*: si configura per concentrazioni superiori a 65.000 cellule/mL, riferito a cellule tossiche di *Microcystis aeruginosa*, e rappresenta un potenziale di produzione di tossina nelle acque da destinare a consumo a concentrazioni nell'intorno o superiore a dieci volte il valore guida.
  Deve essere effettuata notifica all'autorità sanitaria, qualora non attuata in precedenza, e definita accuratamente una valutazione dei rischi che tenga anzitutto conto delle misure di trattamento poste in essere e della loro adeguatezza – sia per tecnologie impiegate che per efficienza e stato di manutenzione dei sistemi esistenti –

considerando anche l'esistenza di categorie di consumatori sensibili, Qualora le misure di mitigazione dei rischi non siano considerate adeguate, sono richiesti provvedimenti di limitazioni d'uso e implementazione di piani di risposta all'emergenza. In ogni caso è richiesto il proseguimento del monitoraggio (frequenza consigliata 3-7 giorni) per evidenziare il declino della popolazione e la riduzione di livelli di tossine entro la soglia di sicurezza. Misure specifiche, soprattutto in caso di limitazioni d'uso delle acque, devono essere adottate per assicurare una adeguata comunicazione con i media e la popolazione, da parte delle autorità sanitarie.
Il passaggio da un livello di allerta superiore a uno inferiore è determinato dal declino della popolazione di cianobatteri e/o dall'adozione di misure di prevenzione e/o mitigazione del rischio considerate appropriate da parte dell'autorità sanitaria.

Bibliografia

1. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. *Volume 1. Recommendations*. 3rd Edition. Geneva: WHO; 2004.
2. World Health Organization. *Water safety plans managing drinking-water quality from catchment to consumer.* Geneva: WHO; 2005.
3. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. 4th Edition. Geneva: WHO; 2011.
4. Chorus I (Ed.). *Current approaches to cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries*. Dessau-Roßlau: Federal Environmental Agency; 2005.
5. UNI EN ISO 22000. *Sistemi di gestione per la sicurezza alimentare. Requisiti per qualsiasi organizzazione nella filiera alimentare*. Milano: Ente Nazionale Italiano di Unificazione; 2005.
6. World Health Organization. *Water safety plan manual: Step-by-step risk management for drinking-water suppliers.* 3rd edition .Vol. 1. Geneva: WHO; 2008.
7. Chorus I, Bartram J (Ed.). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: E & FN Spon; 1999.
8. Lucentini L, *et al*. Case study 7: unprecedented cyanobacterial bloom and MC production in a drinking-water reservoir in the South of Italy. In: Sinisi L, Aertgeerts R (Ed.). *Guidance on water supply and sanitation in extreme weather events.* Geneva: World Health Organization; 2010.
9. Lucentini L, Ottaviani M, Bogialli S, Ferretti E, Veschetti E, Giovanna R, Ladalardo C, Cannarozzi De Grazia M, Ungaro N, Petruzzelli R, Tartari G, Guzzella L, Mingazzini M, Copetti D. Unprecedented cyanobacterial bloom and microcystin production in a drinking water reservoir in the South of Italy: a model for emergency response and risk management. In: Caciolli S, Gemma S, Lucentini L (Ed.). *Scientific symposium. International meeting on health and environment: challenges for the future. Abstract book.* Rome (Italy), December 9-11, 2009. Roma: Istituto Superiore di Sanita; 2009. (ISTISAN Congressi 09/C12). p. 7-8.
10. Assennato G, Blonda M, Cudillo B, Gifuni S, Petruzzelli R, Pastorelli AM, Ungaro N. Cyanobacteria bloom in the Occhito artificial lake (Southern Italy): relationship between Planktothrix rubescens density and microcystin concentration. Fresenius Environmental Bulletin, 2010;9:1795-1801.
11. Burch MD. The development of an alert levels and response framework for the management of blue‐green algal blooms. In: *Blue-green algal blooms – new developments in research and management.* A symposium convened by the Australian Centre for Water Quality Research and the University of Adelaide. 17th February 1993, Adelaide, S. Australia; 1993.
12. World Health Organization. *Guidelines for safe recreational water environment*. *Volume 1. Coastal and fresh waters*. Geneva: WHO; 2003.

13. Van Baalen L, Du Preez HH. *Incident management framework for blue-green algal toxins, Final Report April 2001*. Rand Water, South Africa; 2001.

14. National Water Quality Management Strategy. *Australian drinking water guidelines 6.* Australian Government, National Health and Medical Research Council; 2004. Disponibile all'indirizzo http://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/eh34_adwg_11_06.pdf; ultima consultazione 18/02/2011.

15. Newcombe G, House J, Ho L, Baker P, Burch M. *Management strategies for cyanobacteria (blue-green algae) and their toxins: a guide for water utilities*. Adelaide: Water Quality Research Australia Limited; 2010. (Research Report 74).