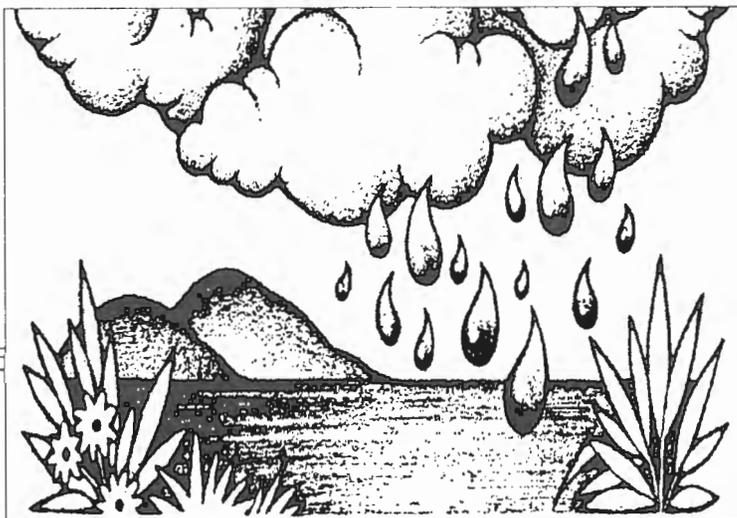


ATTUALITA'



LAGHI ED INVASI ITALIANI ADIBITI AD USO POTABILE

Laura Volterra & Laura Mancini*

Gli invasi utilizzati a scopo potabile sono in numero limitato nel nostro paese, dove la maggior parte dell'approvvigionamento idropotabile è attinta da acquiferi sotterranei, teoricamente protetti dall'inquinamento.

Gli igienisti hanno, tuttavia, da tempo rivelato alcune delle loro opinioni in proposito. Un tempo, infatti, si sosteneva che le acque di migliore qualità, quindi preferibili per l'approvvigionamento idrico, fossero quelle di falda perchè la filtrazione attuata attraverso gli orizzonti del suolo impediva a forme biologiche di raggiungere l'acqua. A seguito del rilevamento di contaminazione chimica di acquiferi anche profondi, dovuta all'uso attuale dei suoli, si è andata affermando l'idea che le acque superficiali potessero rappresentare una valida alternativa: il loro più rapido rinnovamento può permettere l'allontanamento di sostanze chimiche indesiderate mentre le tecnologie oggi

disponibili per il trattamento sono, comunque, in grado di produrre acque esenti da inquinanti biologici, microbiologici e virali. Non si erano, però, fatti i conti con le biotossine algali e con la tossicità tecnologica indotta dalla clorazione sugli eso- e endometaboliti algali nonchè sulla sostanza organica drenata negli invasi per il dilavamento dei terreni, anche non coltivati.

Al fine di ottenere un primo quadro della situazione italiana dell'approvvigionamento idropotabile da laghi e del loro interessamento da fioriture algali, è stata condotta un'indagine inviando oltre 200 questionari, già predisposti con l'elenco dei laghi; per facilitarne la compilazione, i dati richiesti erano ridotti al minimo e comportavano risposte di tipo sì o no. In caso di fioriture algali veniva chiesto se erano state in qualche modo identificate le specie responsabili; per permettere la richiesta di eventuali chiarimenti o di ulteriori notizie, si invitava a firmare la scheda.

Va notato che l'indagine, per la sua stessa struttura, individua quasi esclusivamente le

* Laboratorio di Igiene Ambientale
Istituto Superiore di Sanità, Roma

condizioni estreme di eutrofizzazione, quelle cioè in cui si è avuta la risposta biologica dell'esuberante proliferazione di microalghe; il censimento non fornisce quindi la dimensione del problema dell'eutrofizzazione lacustre italiana, ma evidenzia solo le situazioni più deteriorate.

Un limite insito in questo tipo di indagini, oltre alle risposte non pervenute, è relativo al grado di affidabilità dei dati, spesso ignoto e disomogeneo; la difficoltà di ottenere risposte affidabili, d'altronde, emerge anche dalla lettura dei dati riportati nel rapporto 1989 del Ministero dell'Ambiente.

I risultati dell'indagine, riportati nella tabella 1, mostrano che il ricorso alle acque di lago per l'approvvigionamento idropotabile è molto sviluppato in alcune regioni e del tutto assente in altre. Ciò è in parte attribuibile al notevole divario nella disponibilità di risorse idriche sotterranee. La regione Sardegna, ad esempio, per natura geologica, ha la maggiore carenza di acque di falda; per far fronte alla crescente domanda interna, anche in funzione dell'incremento estivo della popolazione, dovuto al turismo, è stata progettata una serie di invasi pluriuso.

E' questa quindi anche la regione in cui sono stati registrati i primi casi di fioriture di Cianoficee con possibili effetti tossici (tab. 1). La maggior parte delle fioriture rivela tossiche è dovuta a stipiti algali dei generi *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Anabaena*. Segue, per importanza, la regione Sicilia con la segnalazione di fioriture algali dovute ad alghe dei sopra citati generi. A livello peninsulare episodi occasionali o ricorrenti di fioriture di Cianoficee sono riferibili alle regioni Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Lombardia (limitatamente ad un tratto del lago di Garda), Marche e Molise.

I fenomeni sono più vistosi e consistenti per gli sbarramenti che sottendono grandi bacini idrografici i quali, dilavati dalle acque piovane, adducono negli invasi grandi quantitativi di sostanza organica e di macronutrienti (sali di azoto e di fosforo) stimolatori della risposta biologica che si manifesta con la crescita algale.

Il ristagno delle acque per tempi prolungati determina la sedimentazione dei solidi sospesi, favorendo la trasparenza delle acque e quindi, grazie alla penetrazione della luce solare negli strati superficiali dell'acqua, l'instaurarsi delle condizioni indispensabili per l'estrinsecazione della risposta biologica, rappresentata dall'alta produzione fitoplanctonica, fino ai fenomeni distrofici costituiti da fioriture algali, in cui l'indice di diversità è molto basso.

Laghi come quello di Occhito, con acque ricche di sali azotati e fosfatati, ma torbide per la presenza di particolato fisico in sospensione (ad esempio colloidali), non possono sostenere lo sviluppo di fitoplancton. Ciò è la riprova che la presenza dei macronutrienti è condizione necessaria, ma non sufficiente, per la determinazione della risposta biologica basata sullo sviluppo algale.

La lunga permanenza delle acque in un invaso rappresenta un'altra situazione favorevole alla eccessiva crescita di forme algali sospese. Si creano così, infatti, i presupposti per un accumulo di sostanza organica e di macronutrienti che saranno completamente riciclati nell'ambiente a seguito delle fasi di crescita e morte di ciascuna generazione fitoplanctonica. Si deve anche ricordare che alcune Cianoficee sono in grado di assimilare l'azoto atmosferico e che ossidi di azoto -attraverso l'inquinamento della troposfera e le piogge acide- sono trasferiti da aree urbanizzate in corpi idrici anche molto distanti dai siti di produzione.

In ogni caso, un corpo idrico che sia stato interessato da fioriture algali difficilmente potrà uscire dalla spirale della ripetizione dell'evento, a meno di interventi di riduzione dei carichi inquinanti derivanti da sorgenti puntiformi e delle concentrazioni di macronutrienti accumulati a livello dei sedimenti. Difficilmente si potrà operare sugli apporti diffusi e, tantomeno, sull'inquinamento dell'aria.

Una volta che una regione abbia registrato il verificarsi di una fioritura di alghe tossiche, è molto probabile che l'evento torni a ripetersi, guadagnando anche in estensione territoriale.

Allo stato attuale, sebbene sviluppi abnormi

TRIESTE UDINE	nessuno? nessuno		
7. LAZIO Provincia FROSINONE LATINA ROMA RIETI VITERBO	Tipo nessuno nessuno naturale naturale nessuno naturale	Lago BRACCIANO NEMI VICO	Fioriture Cianoficee no no si? 1990 (Ronciglione-Caprarola)
8. LIGURIA Provincia GENOVA (Bosio) (Campomare) (Campomare) (Ronco-Busalla) (Montoggio) (Propasta-Torriglia) LA SPEZIA SAVONA IMPERIA (Pigna-Triora)	Tipo artificiale artificiale artificiale artificiale artificiale artificiale nessuno nessuno artificiale	Lago BADANA LUNGO O LAVEZZI GRIGIO BUSALETTA VAL NOCI BRUGNETO TENARDA	Fioriture Cianoficee no no no no no <i>Oscillatoria</i> (aprile-giugno 1990) no
9. LOMBARDIA Provincia MILANO BRESCIA (un comune) (4 comuni) BERGAMO COMO PAVIA CREMONA VARESE MANTOVA SONDRIO	Tipo nessuno naturale naturale naturale naturale naturale n. p. nessuno naturale naturale	Lago ISEO GARDA COMO LECCO SEGRINO GHIRLA MAGGIORE	Fioriture Cianoficee no nel 1988 no no no no no
10. MARCHE Provincia ANCONA PESARO ASCOLI PICENO MACERATA (Tolentino)	Tipo nessuno n. p. n. p. artificiale artificiale	Lago S. MARIA POLVERINA	Fioriture Cianoficee no si

	artificiale	MULARGIA	1987-1988-1989
	artificiale	LISCIA (CALAMAIU)	1987-1988-1989
	artificiale	NURAGHE ARRUBIU	1987-1988-1989
	artificiale	MONTE PRANU	1987-1988-1989
	artificiale	BAU PRESTU	1987-1988-1989
	artificiale	SA TEULA	1987-1988-1989
	artificiale	SCALA DI GIOCCA	1987-1988-1989
	artificiale	MONTE LERNU	1987-1988-1989
	artificiale	CASTEL DORIA	1987-1988-1989
	artificiale	LA MADDALENA	no
	artificiale	SURIGHEDDU	1987-1988-1989
	artificiale	MONTE SU REI	1987-1988-1989
	artificiale	CASA FIUME	1987-1988-1989
	artificiale	SINNAI	no
	artificiale	COGHINAS (MUZZONE)	no
	artificiale	MONTE LEONE	no
ORISTANO	artificiale	S. CHIARA	no
	artificiale	OMODEO	no
15. SICILIA Provincia PALERMO	Tipo artificiale artificiale artificiale	Lago FANACO GARCIA PIANA DEGLI ALBANESI	Fioriture Cianoficee no no <i>Anabaena planctonica</i> <i>Anabaena spiroides</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> no <i>Anabaena planctonica</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Oscillatoria sp.</i> , <i>Oscillatoria tenuis</i>
CATANIA MESSINA SIRACUSA TRAPANI CALTANISSETTA RAGUSA AGRIGENTO ENNA	nessuno nessuno nessuno nessuno nessuno nessuno nessuno artificiale	POMA SCANZANO ANTICIPA	 no
16. TOSCANA Provincia FIRENZE LIVORNO PISA LUCCA PISTOIA AREZZO SIENA MASSA CARRARA GROSSETO	Tipo nessuno nessuno n. p. n. p. n. p. n. p. n. p. nessuno nessuno	Lago	Fioriture Cianoficee
17. TRENTINO ALTO ADIGE Provincia BOLZANO	Tipo n. p.	Lago	Fioriture Cianoficee

TRENTO	nessuno		
18. UMBRIA Provincia TERNI PERUGIA	Tipo n. p. n. p.	Lago	Fioriture Cianoficee
19. VAL D'AOSTA Provincia AOSTA	Tipo nessuno	Lago	Fioriture Cianoficee
20. VENETO Provincia VENEZIA VERONA PADOVA VICENZA TREVISO ROVIGO BELLUNO	Tipo nessuno naturale n. p. n. p. n. p. n. p. n. p.	Lago GARDA	Fioriture Cianoficee no

Fonti dei dati:

Presidi Multizonali di Prevenzione (o ex Laboratori di Igiene e Profilassi) di Teramo (Daniela M. Marozzi Rozzi), Potenza (L. Gori), Cosenza (T. Cribari), Salerno (M. Petrone), Avellino (Mignola & Famiglietti), Bologna (D. Cesaroni), Cesena (R. Merloni), Forlì (G. Cirillo & Dubrilla), Udine (M. Machin e R. Borghese), Gorizia (K. Cettul), Pordenone (Polese), Latina (G. Venturini), Rieti, Imperia (E. Muro), La Spezia (F. Palmieri), Milano (A. Cavallaro, R. Azzoni), Brescia (M. Grotto), Cremona, Varese (A. Cafarelli), Jesi (O. Urbani), Macerata, Campobasso (E. Patroni e R. Martone), Isernia (A. Manuppella), Ivrea (F. Tosetti), Novara (L. Guidetti), Cuneo (A. Morisi), Foggia (A. Lonero), Firenze (Franciosi e Belli), Piombino, Massa (G. Sansoni), Aosta (C. Frelet), Verona (E. Castellani); Servizi di Igiene Pubblica di Ivrea, Torino (M. Gai); Amministrazioni Provinciali di Piacenza (F. Benaglia), Cagliari (C. Contu), Aosta (M. Cannibari e G. Busanelli), Trento (M. Siligardi e C. De Francesco); Regioni Valle d'Aosta (Tartaglione), Lombardia (A. Anversa); Comuni (VT) di Ronciglione (Trentoni) e Caprarola (Micheli); Università di Sassari (Sechi e Vacca); Impianto di potabilizzazione di Occhito, Foggia (La Franza); Cestat di Palermo (G. Perrera).

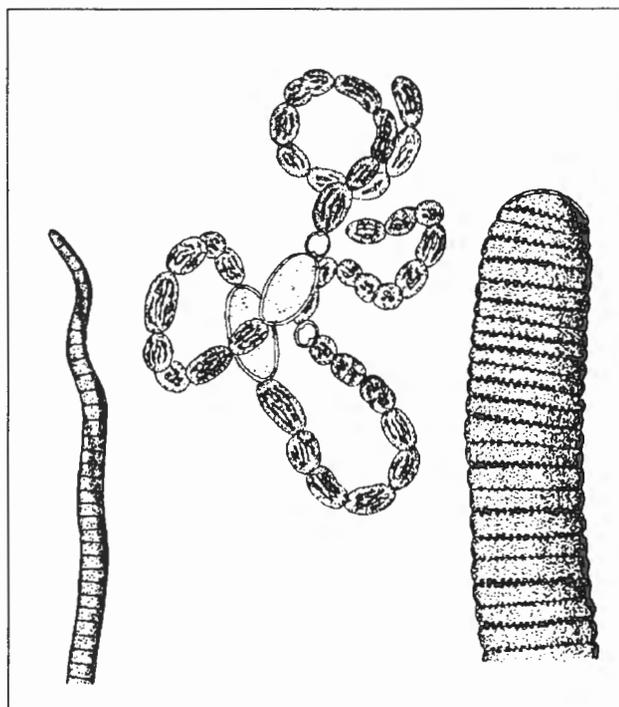
di Cianoficee si siano verificati in otto regioni, solo in tre di esse sono stati individuati ceppi algali tossici, appartenenti ai generi *Oscillatoria*, *Microcystis* e *Anabaena*.

Lo sviluppo di alghe blu è in ogni caso, un evento negativo quando un'acqua debba essere destinata a scopi potabili. Infatti, anche prescindendo dalla possibile presenza di biotossine algali, le Cianoficee inducono nell'acqua da bere caratteri organolettici sgradevoli (BRUNO e VOLTERRA, 1990). La regione Sardegna ha chiesto deroga per questo particolare parametro proprio in considerazione dello stato distrofico dei laghi adibiti anche ad uso potabile. Oltre alle Cianoficee anche altre alghe producono sostanze esocrine o liberano, durante la lisi cellulare, con il contenuto citoplasmatico, possibili precursori di trialometani (THM), che

possono formarsi nella fase di disinfezione prevista nei processi di potabilizzazione.

La presenza di THM nell'acqua potabile ha suscitato numerose polemiche e discussioni circa i limiti accettabili e i potenziali effetti sulla salute umana. L'EPA ha individuato come livelli massimi ammissibili di THM nelle acque 100 µg/l, mentre la legge italiana consente lo standard di 30 µg/l estendibile, in fase di deroga, a 50 µg/l comprensivi, però, anche di altri alorganici, presenti nelle acque per fatti connessi con un inquinamento primario delle acque anzichè conseguenti alla clorazione.

Come regola generale si può affermare che la formazione di THM, pur dipendendo dalla specie algale, ne segue l'accrescimento: una maggiore formazione di THM si ha nella fase esponenziale di accrescimento algale (SECHI P.



et AL., 1988).

Gli effetti dei THM nelle acque da bere possono essere molto seri perchè essi, assunti ogni giorno per lunghi tempi, possono dare luogo ad effetti mutageni e cancerogeni. Tuttavia non tutti i THM o gli organoclorurati hanno gli stessi effetti.

Per ridurre la loro concentrazione nell'acqua finita si può ricorrere a sistemi fisici quali l'insufflazione di aria, in grado di eliminare la componente volatile (predominante nell'ambito dei THM) e l'uso di GAC (Granular Active Carbon) (LYKINS B. W. et AL., 1988).

Allo scopo, la stessa bollitura in pentola scoperta è in grado di rimuovere il 50% dei THM formati in fase di potabilizzazione.

Il quadro relativo alla situazione trofica dei laghi italiani adibiti ad uso potabile, riportato nella tab. 1, ne mette in rilievo lo stato igienico-sanitario attuale e ne prefigura la situazione futura, considerando che i fenomeni di arricchimento in nutrienti tenderanno ad incrementare, piuttosto che a ridursi, anche per effetto dell'invecchiamento naturale dei laghi.

E' possibile minimizzare l'effetto tossicologico indotto dalla presenza di biomasse algali in laghi eutrofici ricorrendo a metodi nuovi e alternativi di potabilizzazione, ma questi sono sofisticati e costosi, poichè un'acqua che ha in sé la potenzialità di originare fioriture algali è soggetta non solo a rapidissime variazioni della componente biologica, ma anche a conseguenti modificazioni dei parametri fisici (pH, ossigeno disciolto, ecc.) per cui i trattamenti, che comportano operazioni chimiche, fisiche e chimico-fisiche, debbono essere calibrati in funzione della variabilità della matrice.

Tutte queste connotazioni negative possono essere eliminate con un oculato trattamento di potabilizzazione basato su sistemi di controllo automatizzati; i costi di impianto e di esercizio saranno, però, molto elevati.

L'acqua diviene un bene sempre più prezioso per la cui salvaguardia è necessaria, almeno nei Paesi sviluppati (dove se ne consuma troppa), l'attribuzione di un giusto valore economico. Questa connotazione, anche se negativa per l'utenza, potrebbe forse indurre effetti positivi a livello di prevenzione, educando il consumatore a farsi parte integrante delle politiche di risanamento e gestione del territorio.

BIBLIOGRAFIA

BRUNO M., VOLTERRA L. - 1989. Acqua: caratteri organolettici.

L'Igiene Moderna, 92: 1151-1171.

LYNKINS JR. B.W., CLARCK M., ADAMS J.Q. - 1988. Granular Activated Carbon for controlling THMs. *Res. Technol. J.*, 5: 85-92.

SECHI P., PRENAZZI G., CONTU A. - 1988. L'importanza delle alghe fitoplanctoniche e dei loro prodotti extracellulari nella formazione di composti organoalogenati a scopo idropotabile.

CEE/EUR 11831/II, pp. 118.