

INFLUENZA DEI TRATTAMENTI DI POTABILIZZAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ACQUA IN RETE

O. Conio

Fondazione AMGA, Genova

Introduzione

I trattamenti di potabilizzazione, oltre ad essere responsabili delle modificazioni chimiche, fisiche e biologiche dell'acqua in uscita dagli impianti di trattamento, sono in grado di provocare cambiamenti della qualità dell'acqua durante il transito e la permanenza nella rete di distribuzione. Tali cambiamenti, sono soprattutto costituiti da:

- alterazioni delle caratteristiche biologiche;
- alterazioni delle caratteristiche organolettiche;
- incremento del contenuto di DBP.

E' evidente che il processo di disinfezione e tutti i trattamenti ad esso correlati hanno un'influenza particolare sulla stabilità biologica dell'acqua in rete.

Strategie rivolte ad ottenere una buona stabilità biologica dell'acqua in rete

La stabilità biologica in rete, ossia la mancanza di attività biologica (ricrescita batterica, formazione di biofilm e biofouling), è perseguita mediante due diversi approcci:

- disinfezione secondaria;

- utilizzo di processi depurativi che consentano di rimuovere con elevata efficacia le sostanze nutritive (C, N, P).

Disinfezione secondaria

Il metodo che prevede l'utilizzo di un disinfettante secondario consente di limitare, mantenendo un appropriato livello di disinfettante residuo, la proliferazione batterica dall'uscita dell'impianto fino all'utenza.

E' necessario utilizzare per tale trattamento un disinfettante che garantisca un'elevata persistenza; le sostanze universalmente impiegate sono:

- cloro e suoi composti (ipocloriti, ecc.);
- biossido di cloro;
- clorammine.

Cloro

Il cloro è normalmente utilizzato come disinfettante secondario; la sua azione disinfettante è fortemente dipendente dal pH: quando il cloro è aggiunto all'acqua reagisce formando acido ipocloroso che a sua volta, all'aumentare del pH, si dissocia in ioni ipoclorito, la cui azione disinfettante è molto minore rispetto all'acido. Gli ioni ipoclorito, tuttavia, presentano il vantaggio di decadere più lentamente e quindi di persistere più a lungo nella rete. In Europa, le concentrazioni normalmente rilevate al rubinetto del consumatore sono di 0,1 – 0,3 mg/L.

Monoclorammine

Le clorammine, nonostante presentino un potere disinfettante molto minore rispetto al cloro libero, hanno una lunga persistenza in rete (la velocità di decadimento può essere fino a 20 volte più lenta). Per limitare la formazione di odori e sapori sgradevoli nell'acqua, è importante che il residuo del processo di disinfezione sia principalmente costituito da monoclorammine. A tal fine è importante mantenere sia un rapporto molare tra cloro e ammonio quanto più prossimo a 1 sia un valore di pH superiore a 7.

I vantaggi legati al fatto di avere le monoclorammine come disinfettante residuo nella rete sono:

- formazione limitata di THM;

- alta efficienza nell'inattivazione dei microrganismi all'interno dei biofilm specialmente in presenza di prodotti di corrosione.

Biossido di cloro

Il biossido di cloro è un potente biocida ed è utilizzato negli impianti di potabilizzazione in cui ci possono essere problemi di formazione di THM. Il biossido di cloro porta però alla formazione di DBP quali cloriti e clorati. La persistenza del biossido di cloro in rete non è ancora chiara; si sono, infatti, verificati casi di ricrescita microbica in rete nonostante la presenza del biossido di cloro come disinfettante residuo.

Formazione di DBP

La disinfezione secondaria realizzata all'uscita dell'impianto e nella rete distributiva è responsabile della formazione di vari DBP che si vanno a sommare a quelli già formati durante il processo di potabilizzazione e non rimossi con idoneo trattamento.

Nel caso del cloro (ipocloriti), la formazione TTHM continua oltre l'uscita dell'impianto di potabilizzazione; tale incremento dipende da innumerevoli fattori (temperatura, tempo di residenza, caratteristiche dell'acqua, presenza di biofilm, sedimenti, ecc.) ed è pertanto difficilmente prevedibile.

Un'indagine effettuata nel 1997 (*Exposure of the European Population to Trihalomethanes in Drinking Water* – JRC Ispra – Techware Italia) su un numero elevato di acquedotti europei ha evidenziato un fattore di crescita in rete compreso tra 1 e 3 (figure 1 e 2).

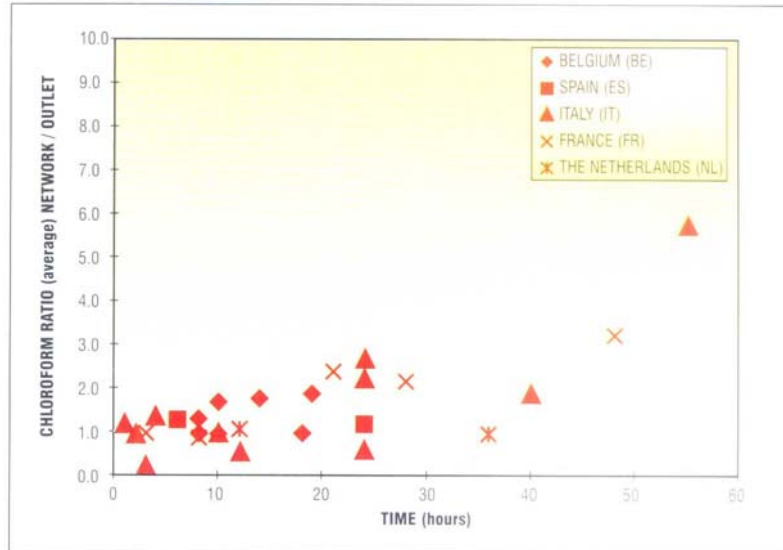


Figura 1 – Rapporto medio tra il valore di cloroformio misurato in diversi punti della rete e quello presente nell'acqua in uscita dall'impianto.

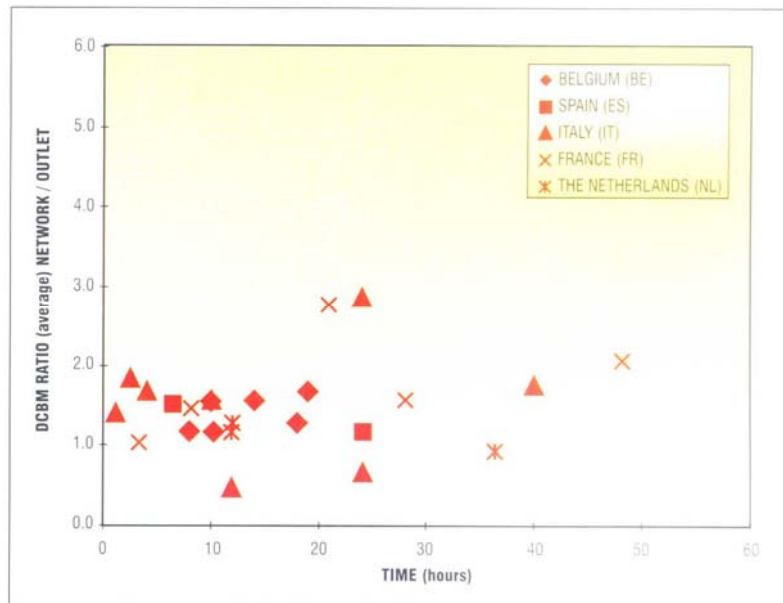


Figura 2 - Rapporto medio tra il valore di DCBM (Diclorobromometano) misurato in diversi punti della rete e quello presente nell'acqua in uscita dall'impianto.

Nel caso di utilizzo di biossido di cloro, il DBP che si forma maggiormente per reazione del ClO₂ con le sostanze organiche e con le sostanze inorganiche riducenti è lo ione clorito. Analogamente al cloro, la formazione di ione clorito inizia durante il trattamento di potabilizzazione e continua durante la permanenza nella rete distributiva.

La percentuale di ione clorito che si forma dipende da una molteplicità di fattori ed è normalmente compresa tra il 30 e l'80% del biossido immesso.

Nel caso di utilizzo di clorammine, si ha la formazione di:

- TTHM, come nel caso del cloro, anche se in misura molto inferiore;
- nitriti;
- NDMA (N-dimetilnitrosoamina)
- Idrazina.

La presenza di NDMA ed idrazina in acque potabili trattate con cloroammie è stata accertata di recente. Ciò ha suscitato notevole interesse e causa dei possibili rischi sanitari, in quanto le due sostanze sono classificate "*probable human carcinogen*" dall'EPA. Le conoscenze dei meccanismi di formazione di queste sostanze lungo la rete di distribuzione non sono al momento note.

Trattamenti in rete

Nel caso di reti molto estese non è facile mantenere un adeguato livello di disinfettante residuo.

Al fine di evitare di uscire dall'impianto con concentrazioni di disinfettante troppo elevate (non compatibili con una buona qualità organolettica e con un'accettabile formazione di DBP) molto spesso sono utilizzate riclorazioni in punti intermedi della rete. La localizzazione delle stazioni di riclorazione può essere individuata o sulla base dell'esperienza maturata con la gestione o meglio utilizzando modelli idraulici che simulano il tempo di residenza ed il decadimento del disinfettante residuo.

La gestione di un sistema di disinfezione della rete è facilitata da misure del disinfettante eseguite in continuo e teletrasmesse ad un centro di supervisione.

Produzione di acqua intrinsecamente stabile biologicamente

Un'alternativa all'utilizzo di disinfettanti secondari, perseguita da alcuni paesi europei (Olanda, Germania e Svizzera) è costituita dall'utilizzo di trattamenti di depurazione molto spinti in grado di realizzare un'elevata rimozione della sostanza organica prima della disinfezione, in particolare della fra-

zione biodisponibile che normalmente viene definita dai parametri BDOC (Biodegradable Dissolved Organic Carbon) e AOC (Assimilable Organic Carbon).

A tale scopo è possibile ricorrere ai seguenti trattamenti da utilizzare singolarmente o in filiera:

- filtrazione golenale o attraverso il suolo, particolarmente efficiente per la rimozione di particolato, microrganismi e BDOC;
- nitrificazione biologica per la rimozione dell'ammoniaca senza fare uso di disinfettanti a base di cloro;
- coagulazione/flocculazione allo scopo di ridurre microinquinanti organici e precursori dei DBP;
- dosaggio di PAC per ridurre il carbonio organico disciolto;
- filtrazione su filtri a sabbia biologici, valida per acqua non disinfettata in modo tale che non venga inibita l'attività della biomassa;
- filtrazione su GAC, eventualmente sfruttando la formazione di biomassa su questo substrato;
- filtrazione su membrana.

Un'acqua è considerata stabile biologicamente quando il contenuto di AOC è inferiore a 10 µg/L C.

Contenuto di particolato, torbidità e coagulante residuo

La presenza di particolato nell'acqua in uscita dall'impianto di trattamento può comportare fenomeni di sedimentazione all'interno della rete di distribuzione (tubazioni, serbatoi, ecc.); sul materiale depositato sono spesso adsorbiti microrganismi che possono essere facilmente riportati in sospensione in seguito a turbolenze dovute a cambi di flusso o velocità dell'acqua stessa.

Il particolato, oltre che di origine naturale, può derivare da processi di trattamento come ad esempio la flocculazione: infatti, in seguito a dosaggio non corretto di reagenti a base di ferro e alluminio si può avere precipitazione di ossidi lungo la rete di distribuzione.