

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI
"FEDERICO II"**



FACOLTA' DI INGEGNERIA

**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**

LAUREA SPECIALISTICA

ABSTRACT

**OTTIMIZZAZIONE DEL PROCESSO DI DISINFEZIONE
CON CONFRONTO DELLE VARIE TECNOLOGIE**

Relatore:

Prof. Ing. G. Rotondo

Correlatore:

Ing. C. Milo

Candidato:

Luisa Stingo

ANNO ACCADEMICO 2009-10

IL PROCESSO DI DISINFEZIONE DELLE ACQUE REFLUE

L'utilizzo delle acque sia a scopo civile che industriale induce il trasferimento di un gran numero di sostanze nell'acqua usata, sia in forma solubile che in sospensione. Per evitare che nello sversamento delle acque reflue le suddette sostanze possano inquinare i corpi idrici recettori, le acque reflue devono subire dei processi di trattamento finalizzati a separare, trasformare, e recuperare le sostanze inquinanti. Infatti:

“La corretta gestione delle acque reflue che defluiscono attraverso i bacini urbani nell'impianto di depurazione, finendo nel corpo idrico recettore per effetto delle precipitazioni e degli scarichi civili e produttivi, rappresenta, uno dei punti cardine delle politiche di salvaguardia dell'ambiente e, più in generale, della qualità complessiva della vita nei territori urbanizzati”.

Il trattamento delle acque reflue viene normalmente suddiviso in più fasi, con obiettivi e finalità secondo una gerarchia di affinamento qualitativo crescente.

In particolare, il presente lavoro tratterà dell'ultimo processo a cui viene sottoposta l'acqua da trattare, ovvero la disinfezione delle acque reflue.

Il D. Lgs. 152/2006 dispone che tutti gli impianti di trattamento delle acque con potenzialità superiore a 2000 A.E., con esclusione degli impianti che impiegano tecnologie depurative di tipo naturale (come la fitodepurazione o il lagunaggio), debbano essere dotati di un impianto di disinfezione atto a garantire il raggiungimento dei requisiti qualitativi necessari per gli usi del corpo idrico recettore.

La disinfezione è un processo che consente la rimozione, disattivazione o uccisione dei microrganismi, e tra questi quei microrganismi responsabili di malattie infettive, eventualmente presenti nelle acque, allo scopo di ridurli ad un livello che assicuri un'adeguata sicurezza igienica; essi sono distrutti o disattivati con conseguente fine dello sviluppo e della riproduzione. I microrganismi che possono essere presenti nelle acque reflue sono di tre categorie: batteri, virus e protozoi. Questi microrganismi possono essere causa di malattie infettive anche gravi o mortali come colera e tifo; ed è proprio per prevenire tali malattie che è necessaria una adeguata disinfezione.

La disinfezione può essere eseguita attraverso:

AGENTI CHIMICI \Rightarrow Cloro e i suoi composti, bromo, iodio, ozono, fenolo e composti fenolici, alcool, coloranti, detergenti sintetici e saponi, sali di ammonio quaternari,

acqua ossigenata, acido peracetico, vari acidi e alcali. Di questi, i disinfettanti più comuni sono i prodotti chimici ossidanti ed in particolare il cloro.

AGENTI FISICI \Rightarrow Raggi UV, raggi gamma, temperatura, ultrasuoni.

Tra gli agenti fisici menzionati, il più importante è sicuramente il sistema a raggi UV, che vedremo in seguito.

I raggi gamma hanno un potere di penetrazione superiore a quello delle radiazioni ultraviolette, ma si possono utilizzare solo per sterilizzare modesti volumi di acqua.

Il riscaldamento dell'acqua fino al punto di ebollizione è un metodo che consente la distruzione dei maggiori portatori di malattie in maniera sufficientemente sicura ed efficace, tuttavia non è adatto alla disinfezione di grandi quantità di acque reflue, perché i costi sono insostenibili e quindi trova applicazione solo su piccola scala (laboratorio e attività casalinghe). Infine, l'utilizzo degli ultrasuoni non ha ancora nessuna applicazione in campo ingegneristico.

PROCESSI MECCANICI \Rightarrow Grigliatura, sedimentazione, filtrazione, etc..

Sono stati, quindi, analizzati nello specifico gli agenti disinfettanti maggiormente in uso per la disinfezione delle acque reflue ovvero cloro gas, ipoclorito di sodio, ipoclorito di calcio, biossido di cloro, ozono, acido peracetico e raggi ultravioletti, descrivendo il loro meccanismo di azione, la loro efficacia nel trattamento e l'eventuale possibilità di formazione di indesiderati sottoprodotti.

Viene, poi, affrontato l'aspetto normativo della disinfezione delle acque, illustrando il Decreto Legislativo 152 del 1999 "*Testo unico sulla tutela delle acque*" e il successivo Decreto Legislativo 152 del 2006, che attualmente è la normativa di riferimento, e riportando i limiti di emissione degli scarichi idrici sia in corpi di acqua superficiali, che sul suolo così come previsto dal decreto 152/99 nell'Allegato 5 alla parte terza.

A questo punto si è proceduto allo studio della fase di disinfezione presente in un impianto di depurazione a fanghi attivi per acque reflue miste provenienti da una rete fognaria a servizio di un centro abitato di 58.000 abitanti.

Per lo studio di tale fase, sono stati presi in considerazione cinque sistemi:

- Sistema di disinfezione con ipoclorito di sodio;
- Sistema di disinfezione con acido peracetico;
- Sistema di disinfezione con biossido di cloro;

- Sistema di disinfezione con ozono;
- Sistema di disinfezione con raggi UV.

Per valutare la convenienza di tali impianti si è eseguita, per ognuno di essi, un'analisi dei costi ed una valutazione di quelli che possono essere gli impatti che essi hanno sulla salute dell'uomo e sull'ambiente.

L'analisi dei costi viene eseguita al fine di valutare l'investimento da fare per la realizzazione dell'impianto ed al fine di valutare i costi da sostenere, mensilmente, per tutta la durata dell'impianto, per la gestione dello stesso.

I costi di investimento sono stati calcolati come somma dei costi di tutte le opere civili ed elettromeccaniche necessarie alla costruzione dell'impianto e la dove necessario si è proceduto prima al dimensionamento.

I costi di gestione sono, invece, dati dalla somma dei costi di acquisto dei reattivi (nel caso di disinfezione con agenti chimici) o delle lampade (nel caso di disinfezione con raggi UV), dai costi per il consumo di energia elettrica e dai costi della manodopera, ovvero degli operai che devono essere presenti sull'impianto.

Valutato l'investimento da fare, considerata una vita utile dell'impianto di cinque anni e un tasso di interesse annuo del 6%, mediante la funzione RATA di excel è stata calcolata la rata mensile da pagare per cinque anni per estinguere il debito iniziale contratto. Calcolati, poi, i costi di gestione mensili che sommati alla rata mensile danno il totale dei costi mensili da sostenere, noti i m³ di acqua che passano mensilmente nell'impianto si è ottenuto il costo a m³ di acqua da trattare.

Infine, sono stati valutati tutti i possibili impatti che ciascuno di questi sistemi può avere sulla salute dell'uomo e sull'ambiente.

Alla luce dei dati raccolti ed elaborati allo scopo di individuare il sistema di disinfezione migliore si è creata una matrice di confronto costituita da righe e colonne. Sulle righe di tale matrice sono stati inseriti i cinque sistemi di disinfezione presi in considerazione, sulle colonne i quattro parametri di giudizio, ovvero parametro legato all'aspetto economico; parametro legato all'impatto sulla salute dell'uomo; parametro legato all'impatto ambientale; parametro legato all'efficacia e nelle celle i rispettivi punteggi. I punteggi assegnati sono ovviamente simbolici e compresi nell'intervallo che va da 1 a 5 dove:

5 = OTTIMO

4= BUONO

3= SUFFICIENTE

2= MEDIOCRE

1= INSUFFICIENTE

Sull'ultima colonna vengono, infine, sommati per ogni sistema i punteggi assegnati.

Il risultato migliore è stato ottenuto dall'acido peracetico in quanto è risultato in primo luogo competitivo dal punto di vista economico, ed inoltre pur essendo un prodotto chimico, ha un basso o quasi nullo impatto sulla salute dell'uomo e sull'ambiente infine ha un'efficacia tale da garantire, in brevi tempi e dosaggi non eccessivi, la rimozione dalle acque degli agenti patogeni.

Il secondo punteggio più alto è stato ottenuto dal processo fisico di disinfezione; tale risultato è stato determinato principalmente dal fatto che la disinfezione condotta mediante raggi UV, è una tecnica che non ha alcun impatto sulla salute dell'uomo e sull'ambiente. Per quanto riguarda il profilo economico, tale risultato, se da un lato potrebbe sembrare anomalo dati gli elevati costi di investimento dell'impianto, dall'altro è giustificato dai bassi costi di gestione.

Segue il processo di disinfezione con ozono; per esso sotto il profilo economico l'impianto, essendo alquanto sofisticato, presenta dei costi di investimento elevati così come elevati sono anche i costi di gestione di conseguenza, il costo a metro cubo di acqua da trattare risulta elevatissimo.

Il principale vantaggio di questo tipo di impianto è che, ancora una volta, ha maggiore rispetto per la salute dell'uomo e per l'ambiente avendo impatti su quest'ultimo praticamente nulli.

Mediocri risultano gli ultimi due sistemi di disinfezione.

Il biossido di cloro presenta, seppur costi di investimento competitivi, ha costi di gestione, piuttosto elevati dovuti alla necessità di produzione del biossido in aggiunta, non presenta particolari vantaggi neanche dal punto di vista degli impatti. Ha, però, il vantaggio di avere un'ottima efficacia disinfettante sia in termini di concentrazione di reagente che in termini di tempi necessari alla completa distruzione degli organismi patogeni.

Il punteggio più basso è stato assegnato all'ipoclorito di sodio. Anche in questo caso, dal punto di vista economico, il risultato potrebbe sembrare anomalo, in quanto l'impianto in esame presenta dei costi assolutamente competitivi; il problema principale sono i forti impatti negativi che esso determina sulla salute dell'uomo e sull'ambiente a causa della formazione di numerosi clorocomposti. La stessa normativa consiglia di evitare l'utilizzo di agenti chimici a base di cloro.

Possiamo, quindi, concludere dicendo che nonostante le nuove tecnologie siano risultate le migliori per la disinfezione delle acque reflue, oggi, la disinfezione viene ancora

condotta, il più delle volte, con composti a base di cloro come l'ipoclorito di sodio. Questo accade perchè esso è facilmente gestibile, ha un costo modesto, consente di effettuare un immediato controllo della qualità dell'acqua da trattare mediante il rilevamento del cloro residuo a valle del processo, ha un'ottima efficacia battericida nei confronti di quasi tutti gli organismi patogeni, ha la proprietà di mantenere una capacità residua di disinfezione nel tempo ed infine è da sottolineare che, comunque, la scoperta della sua pericolosità è relativamente recente.