

Tesi di Laurea Magistrale

“Ottimizzazione del processo di precipitazione chimica per la rimozione del Fosforo dalla acque reflue dell’impianto di depurazione di Cisterna di Latina. Analisi sperimentale e validazione di campo”

Relatore

Prof.ssa Agostina Chiavola

Candidato

Alessio Palombi

Matricola 1190164

Correlatore

Ing. Emilio D’Amato

Per numerosi paesi europei (Italia, Danimarca, Olanda, Germania, Svezia, Norvegia), ma anche in Canada e nella parte settentrionale degli Stati Uniti, il fenomeno dell’*eutrofizzazione* nel mare, negli estuari, nei laghi e nei fiumi, legato alla presenza nelle acque di nutrienti, quali azoto e fosforo, è da anni un problema di rilevante importanza. La presenza del fosforo e dei suoi composti nelle acque reflue e nelle acque superficiali, è dovuta fondamentalmente al dilavamento di fertilizzanti, allo scarico di deiezioni umane, di detersivi e prodotti detergenti. L’abbondanza di nutrienti nelle acque determina un “abnorme crescita algale”: le alghe possono aggregarsi in banchi superficiali lungo le coste o creare dei depositi sulle rive, instaurando così fenomeni putrefattivi, liberando emissioni maleodoranti e instaurando condizioni anossiche.

Nasce così la necessità di creare, negli impianti di depurazione, delle sezioni specifiche dedicate all’abbattimento del fosforo, mediante processi biologici o chimici. Negli impianti di depurazione che utilizzano processi di trattamento di tipo biologico, il fosforo viene rimosso dalle acque reflue a seguito del metabolismo batterico, essendo uno dei costituenti fondamentali delle cellule. La rimozione per via chimico – fisica invece, comporta l’aggiunta di sostanze chimiche (quali sali di ferro o di alluminio e calce) in grado di far precipitare i composti ortofosfati, come fosfati metallici poco solubili, facendoli sedimentare come fanghi di depurazione.

Questa tesi vuole illustrare lo studio eseguito presso l’impianto di trattamento delle acque reflue, sito a Cisterna di Latina (LT). L’analisi dei dati storici di funzionamento di tale impianto, ha evidenziato una non conformità dello scarico ai limiti di legge (D. Lgs. 152/2006) per ciò che concerne la concentrazione di fosforo nella corrente effluente. Per ovviare a questo problema, il Gestore ha deciso di affiancare, come coadiuvante alla rimozione per via biologica e per

sedimentazione primaria, quella per precipitazione chimica mediante l'aggiunta di Cloruro Ferrico, al fine da raggiungere una rimozione globale tale da garantire il rispetto dei limiti imposti dalla Tabella 2 del suddetto decreto legislativo, pari a 2 mg/L P totale. Il Gestore ha inoltre richiesto il supporto scientifico dell'Università di Roma La Sapienza, con l'obiettivo di ottenere un'efficienza di rimozione ancora più elevata e tale da garantire, a garanzia della sicurezza, valori della concentrazione di fosforo totale nell'effluente, al di sotto di 0,5 mg/L.

Per determinare le condizioni operative ottimali e garantire tale obiettivo, sono state eseguite delle prove in laboratorio per mezzo del Jar – Tester, facendo variare sia i dosaggi di cloruro ferrico sia i valori di pH, entro degli intervalli di valori considerati ottimali secondo la letteratura specializzata.

Da quanto emerge dalle prove condotte a dosaggio costante e pH variabile, si ha un massima efficienza di rimozione del fosforo totale per precipitazione chimica, per valori di pH pari a 7,7; ma è importante evidenziare anche come, la variabilità dell'efficienza di rimozione del fosforo a diversi valori di pH, sia stata di soli pochi punti percentuali. Dalle prove condotte a pH costante (pH=7,7) e dosaggio variabile, emerge come l'efficienza di rimozione del fosforo totale risenta significativamente del valore del rapporto molare Fe:P. Sono state, infatti, ottenute efficienze di rimozione variabili dal 50% per bassi dosaggi (Fe:P = 0,8) all'88% per dosaggi elevati (Fe:P = 2,66).

Dallo studio condotto sul funzionamento dell'impianto nel biennio 2013-2014, è emersa una rimozione minima del fosforo totale per via biologica e per sedimentazione primaria pari al 19%. Per raggiungere l'obiettivo richiesto dal Gestore dell'impianto (ovvero 0,5 mg/L), è necessario che l'efficienza del processo di precipitazione chimica sia prossima al 70%.

Si ritiene inoltre necessario introdurre in impianto un sistema di automazione per il controllo del dosaggio di cloruro ferrico, al fine di modificare il dosaggio in relazione al valore reale del carico di fosforo in ingresso all'impianto. Il sistema di automazione proposto è del tipo Closed -Loop. Control System, cioè per retroazione. Tale sistema è in grado di determinare la concentrazione di fosforo presente nella corrente effluente e quindi di far variare il dosaggio di cloruro ferrico in modo corrispondente.

Uno degli inconvenienti maggiori nel processo di rimozione del fosforo per mezzo della precipitazione chimica, è l'abbondanza di fango prodotto sia in termini di volume che di peso. Dall'analisi statistica dei valori storici di produzione di fanghi nell'impianto di Cisterna di Latina, emerge come la quantità di fango prodotta non risulti aumentata successivamente all'aggiunta del cloruro ferrico. Tale dato concorda con quanto osservato durante lo studio sperimentale, nelle quali è emersa un'esigua produzione di fanghi al termine delle prove.