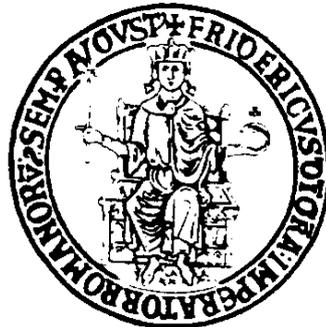


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

CORSO DI STUDIO MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

**“Effects of different electron donors and microbial cultures
on autotrophic denitrification of simulated mining waters”**

Relatori

Ch.mo Prof. Ing. Francesco Pirozzi

Ch.mo Prof. Jaakko Puhakka

Correlatore

Dr. Ing. Stefano Papirio

Candidata

Giorgia Pagliano

matr. M67/119

Anno Accademico 2013 – 2014

ABSTRACT

La contaminazione da nitrati delle acque di falda e superficiali rappresenta un grave problema di natura ambientale a livello globale. Tra i metodi di trattamento utilizzati per la rimozione dei nitrati dalle acque reflue, la denitrificazione biologica riveste un ruolo molto importante. Classicamente, la denitrificazione viene condotta per via eterotrofa, attraverso l'utilizzo di particolari microrganismi capaci di degradare, simultaneamente, nitrati e composti organici. Tuttavia, in quegli ambienti caratterizzati da uno scarso contenuto di sostanza organica come quelli associati ad un'intensa attività di estrazione mineraria, la denitrificazione autotrofa può rappresentare un'interessante alternativa alla classica eterotrofa. In letteratura, numerosi studi hanno riportato la possibilità di condurre efficacemente la denitrificazione autotrofa attraverso l'utilizzo di tiosolfati e ferro ferroso come sostanze donatrici di elettroni.

Il presente lavoro è stato finalizzato allo studio della denitrificazione autotrofa per il trattamento di acque di risulta dell'attività mineraria, riprodotte sinteticamente in laboratorio. La sperimentazione ha riguardato sia esperimenti batch che prove in continuo nell'ambito di reattori a letto fluidizzato. Ferro ferroso e tiosolfato sono stati scelti come donatori di elettroni. Gli esperimenti batch con il ferro ferroso sono stati condotti a pH 2 con lo scopo di studiare l'attività di colture microbiche ferro-ossidanti provenienti da diversi ambienti minerari (miniere di Rämepuro e Sotkamo).

I risultati hanno dimostrato che nessun ceppo batterico è stato capace di condurre la denitrificazione nonostante una parziale e avvenuta ossidazione del ferro ferroso. La probabile assenza di microrganismi denitrificanti nelle popolazioni microbiche utilizzate è stata ritenuta il principale motivo della non riuscita del processo.

Il secondo donatore di elettroni utilizzato, il tiosolfato, è stato dapprima utilizzato nell'ambito di prove batch in bottiglie inoculate con una coltura pura di *Thiobacillus denitrificans*: la prova è stata eseguita secondo tre set di prove eseguite in successione, in quanto vengono inoculate con la soluzione arricchita nelle precedenti prove. In Tabella 1 gli esperimenti sono associati alle concentrazioni iniziali di tiosolfato e nitrati.

Operating condition	$S_2O_3^{2-}$ [mg/L]	NO_3^- [mg/L]	Steps			
			1	2	3	
Enrichment	2260	1230	T1, T2	T3-T6	T12, T13	Bottles
Stoichiometric	1389	1230	-	-	T7	
$S_2O_3^{2-}$ in excess	2778	1230	-	-	T8, T9	
NO_3^- in excess	695	1230	-	-	T10, T11	

Tabella 1 – Condizioni operative nelle prove batch alimentate con il tiosolfato ed inoculate con il *Thiobacillus denitrificans*.

A pH 7, le maggiori efficienze del processo di denitrificazione autotrofa sono state ottenute con una quantità stechiometrica, o leggermente in eccesso, di tiosolfato. La rimozione dei nitrati é avvenuta completamente in un tempo inferiore a 48 ore (Figura 1).

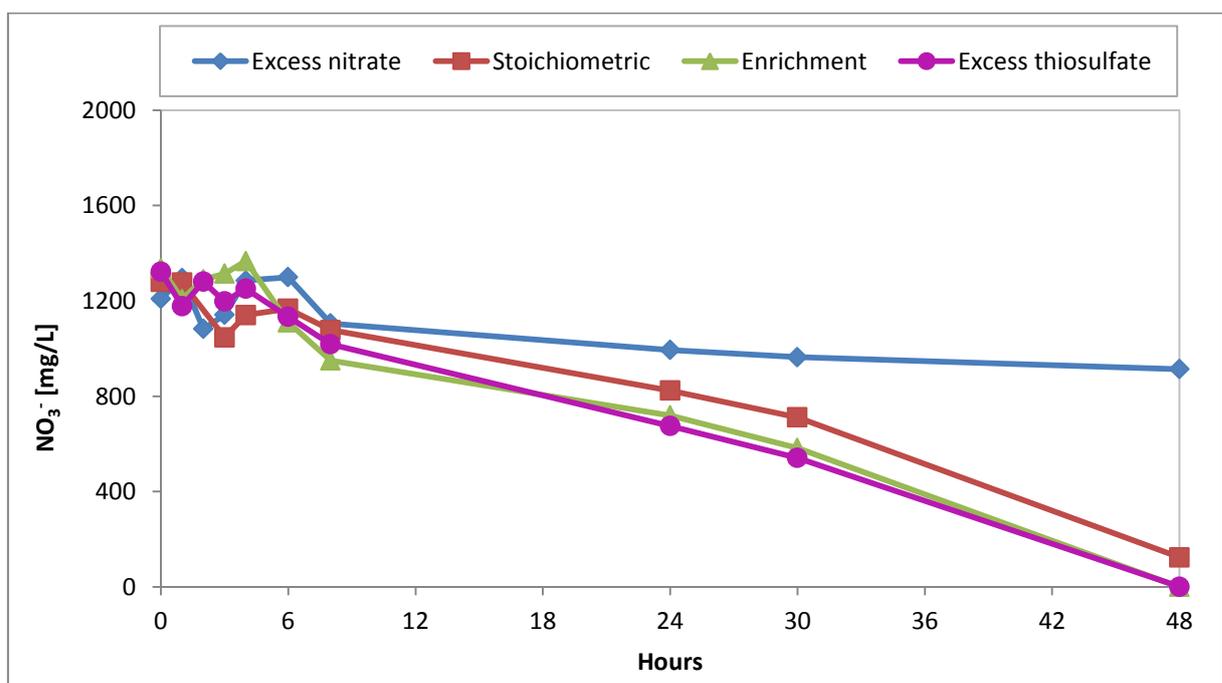


Figura 1 – Riduzione di nitrati nelle prove batch esercite con differenti concentrazioni di tiosolfato.

Successivamente, la coltura di *Thiobacillus denitrificans* é stata inoculata in due reattori a letto fluidizzato alimentati con nitrati e tiosolfati (Figura 2).



Figura 2 – A sinistra il reattore FBR1 esercito alla temperatura di 20-24°C, a destra FBR2 esercito alla temperatura di 30°C.

I due reattori sono stati eserciti a due temperature differenti (20-24°C e 30°C controllati) al fine di valutare l'effetto della temperatura sul processo di denitrificazione autotrofa. In entrambi i casi, la riduzione dei nitrati è stata osservata dopo un periodo di 40 giorni (Figure 3 e 4). Inizialmete i reattori sono stati alimentati in modalità semi-batch, ovvero con introduzione periodica di medium fresco, al fine di consentire la crescita microbica e l'adesione della biomassa ai carboni attivi.

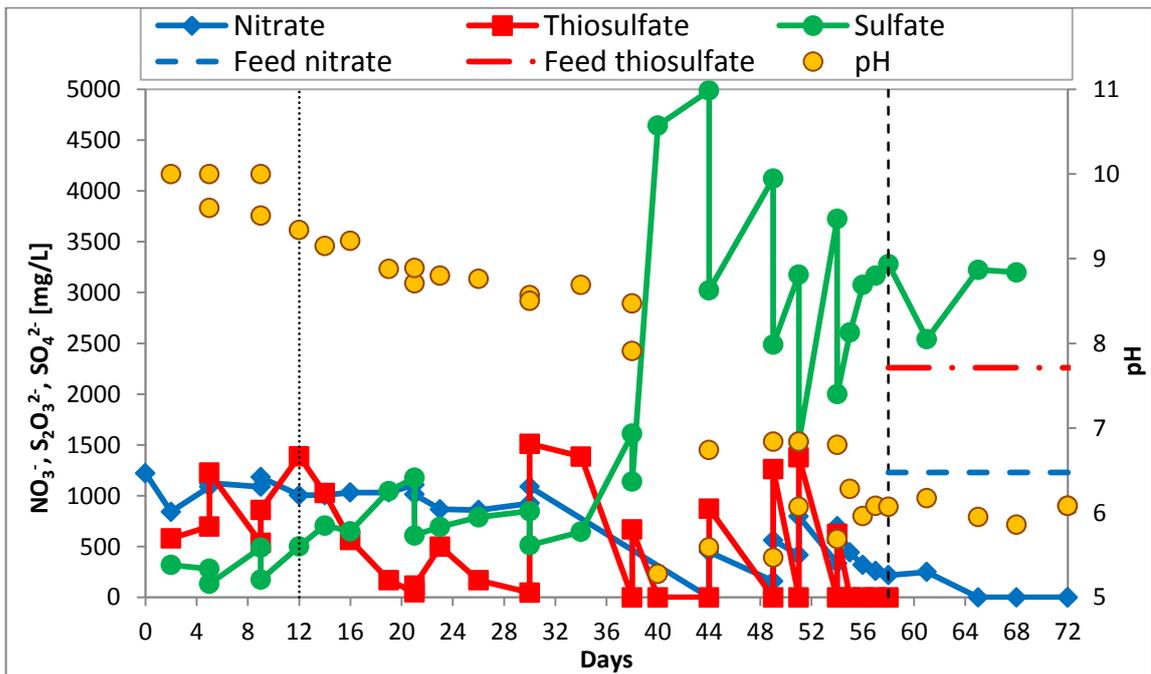


Figura 3 – Concentrazioni di nitrati, tiosolfati, solfati ed andamento del pH nel reattore FBR1.

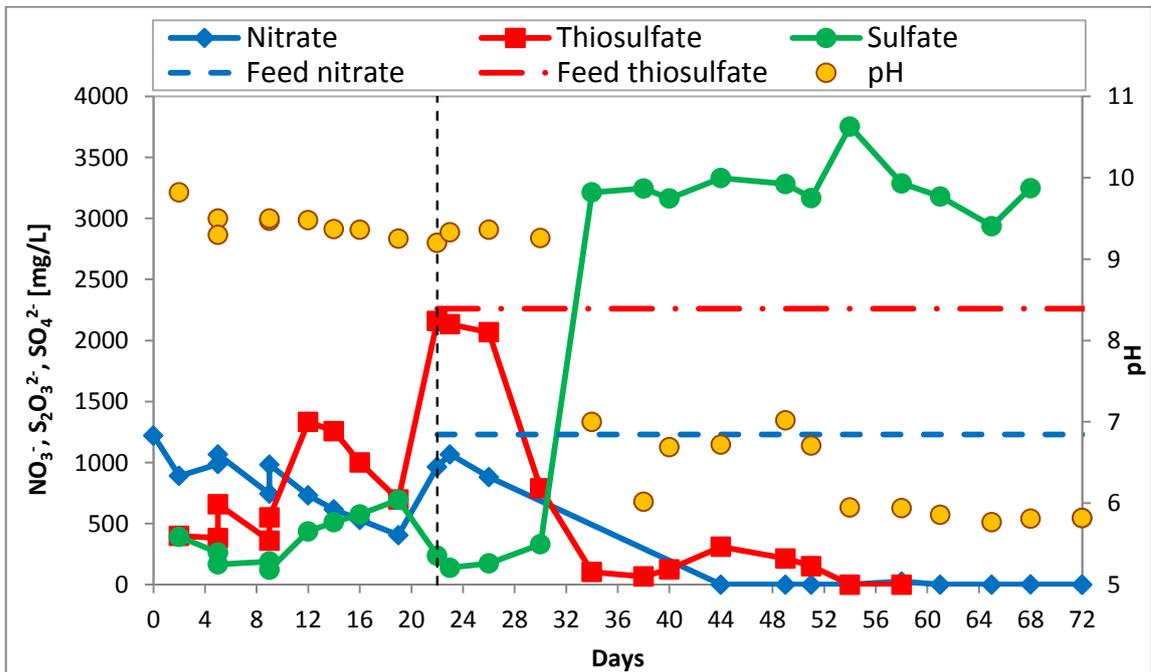


Figura 4 – Concentrazioni di nitrati, tiosolfati, solfati ed andamento del pH nel reattore FBR2.

Nei primi giorni di esercizio, in modalità semi-batch (58 e 22 giorni per FBR1 e FBR2, rispettivamente), nel reattore esercito a 30°C l'efficienza di rimozione dei nitrati ha

raggiunto il 30%, piú alta che nel reattore a temperatura ambiente (3-10%). Tuttavia, durante la fase di funzionamento in continuo dei due reattori, è stata ottenuta una rimozione completa dei nitrati in entrambe le condizioni di temperatura, con un tempo di ritenzione idraulica pari a 24 ore.

In conclusione, negli esperimenti con il ferro ferroso non è stata osservata alcuna riduzione di nitrati, a causa della mancanza di batteri denitrificanti nell'inoculo iniziale; al contrario, la denitrificazione condotta attraverso l'utilizzo del tiosolfato ha mostrato ottimi risultati sia in modalità batch, con rimozione completa dei nitrati nelle prime 48 ore, sia in continuo, in cui sono state sufficienti appena 24 ore.