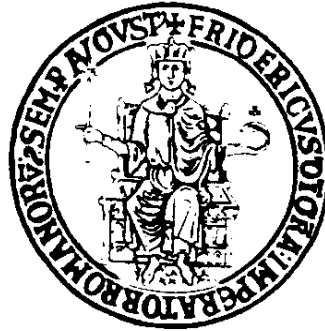


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

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

ABSTRACT

“STUDIO SPERIMENTALE VOLTO ALL'OTTIMIZZAZIONE DELLA FASE DI
AVVIO DI UN PROCESSO ANAMMOX PER LA RIMOZIONE
DELL'AZOTO DALLE ACQUE”

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Francesco Pirozzi

Candidata

*Luisa Caliendo
matricola 324/249*

Correlatore

Ing. Antonio Panico

Anno Accademico 2013 – 2014

ABSTRACT

L'azoto è il principale componente dell'aria (78% circa in volume), è un elemento essenziale per la crescita delle piante ed indispensabile per ogni essere vivente. Sulla superficie terrestre si può trovare in diverse forme, ossidate e ridotte, che si inter-scambiano tra loro attraverso una serie di reazioni che nell'insieme costituiscono il "ciclo dell'azoto". L'uomo può alterare questo ciclo, favorendo la presenza di uno o più elementi in ragione della loro maggiore utilità.

La massiccia immissione in natura di prodotti per l'agricoltura a base di azoto, nonché lo sversamento di reflui contenenti sostanze azotate ha creato nel corso degli anni una situazione ambientale compromessa. Per contenere l'immissione di azoto nell'ambiente si sono introdotte norme che hanno limitato l'utilizzo di concimi in agricoltura e dell'azoto, imponendo la rimozione dalle acque reflue. Riguardo quest'ultimo aspetto possono essere adottate diverse soluzioni che sfruttano processi chimico-fisici o biologici.

I processi chimico-fisici sono in generale caratterizzati da elevati costi di investimento e di esercizio, nonché da una notevole complessità impiantistica, che ne rendono spesso poco conveniente l'applicazione.

I trattamenti biologici convenzionali prevedono la completa ossidazione (nitrificazione) dell'azoto ammoniacale a nitrato, a sua volta convertito in azoto molecolare gassoso (N_2 , denitrificazione) e sono caratterizzati da costi di esercizio in media più alti, con un campo di applicabilità limitato a reflui con un contenuto modesto di azoto.

Nasce quindi l'esigenza di sviluppare nuove tecnologie, alternative a quelle convenzionali, in grado di adattarsi a reflui con qualsivoglia concentrazione di azoto e di competere con esse in termini economici e di efficienza depurativa, in quest'ottica una possibilità concreta è rappresentata dal processo Anammox, più economico rispetto ai sistemi tradizionali, che utilizza particolari batteri ammonio ossidanti anaerobici, i quali impiegano il nitrito come elemento accettore di elettroni per la trasformazione dell'ammonio ad azoto molecolare.

Il processo, per il suo svolgimento, non necessita di fonti esterne di carbonio e di ingenti quantità di ossigeno, inoltre comporta una bassa resa di biomassa e di conseguenza una minore produzione di fanghi.

Vi è inoltre il beneficio ambientale derivante dalla riduzione delle emissioni di CO_2 .

La sperimentazione, descritta in questo lavoro di tesi, ha riguardato, per l'appunto, lo sviluppo e l'analisi delle prestazioni di microrganismi Anammox in reattori SBR (Sequencing Batch Reactors). In particolare sono stati messi in esercizio 4 reattori: in R3 ed R4, partendo da

differenti inoculi è stata fatta sviluppare biomassa Anammox riproducendo per essa le condizioni ottimali per la sua azione di rimozione dell'azoto via nitrito; nei restanti due, W1 e W2, inoculati con biomassa Anammox, è stato invece gestito il processo di nitrosazione-Anammox (processo in reattore unico basato sia sull'ossidazione parziale dell'ammoniaca a nitrito che sull'ossidazione anaerobica dell'ammoniaca) esaminando l'efficienza del trattamento in condizioni di carico di azoto ammoniacale crescente.

I reattori R3 e R4 sono stati realizzati con due cilindri in vetro della capacità effettiva di 5 litri (figura 1). R3 è stato inoculato con fango proveniente dalla fase di Denitrificazione dall'impianto di trattamento delle acque reflue urbane di Nola (Na); il reattore R4, invece, con fango proveniente da un digestore anaerobico della provincia di Salerno alimentato da effluente zootecnico bufalino e siero del latte.

I 2 reattori sono stati mantenuti in condizioni anaerobiche, hanno funzionato in modalità SBR con cicli della durata complessiva di 24h e un HRT (Tempo di Ritenzione Idraulica) di 4 giorni.

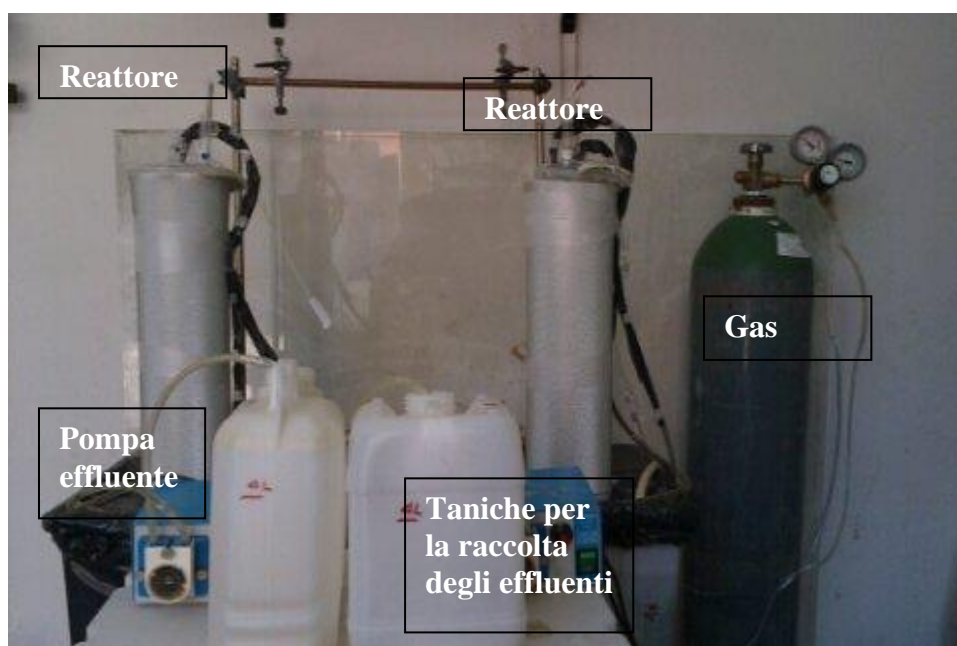


Figura 1: Reattori R3 e R4

Per quanto riguarda i reattori W1 e W2 il processo nitrosazione-Anammox (singolo stadio) è stato condotto in due reattori SBR il cui corpo principale è costituito da una bottiglia Shott di volume complessivo di 2 litri (figura 2). I 2 reattori hanno operato la degradazione del substrato in condizioni aerobiche, con cicli di 24h e un HRT di 4 giorni.

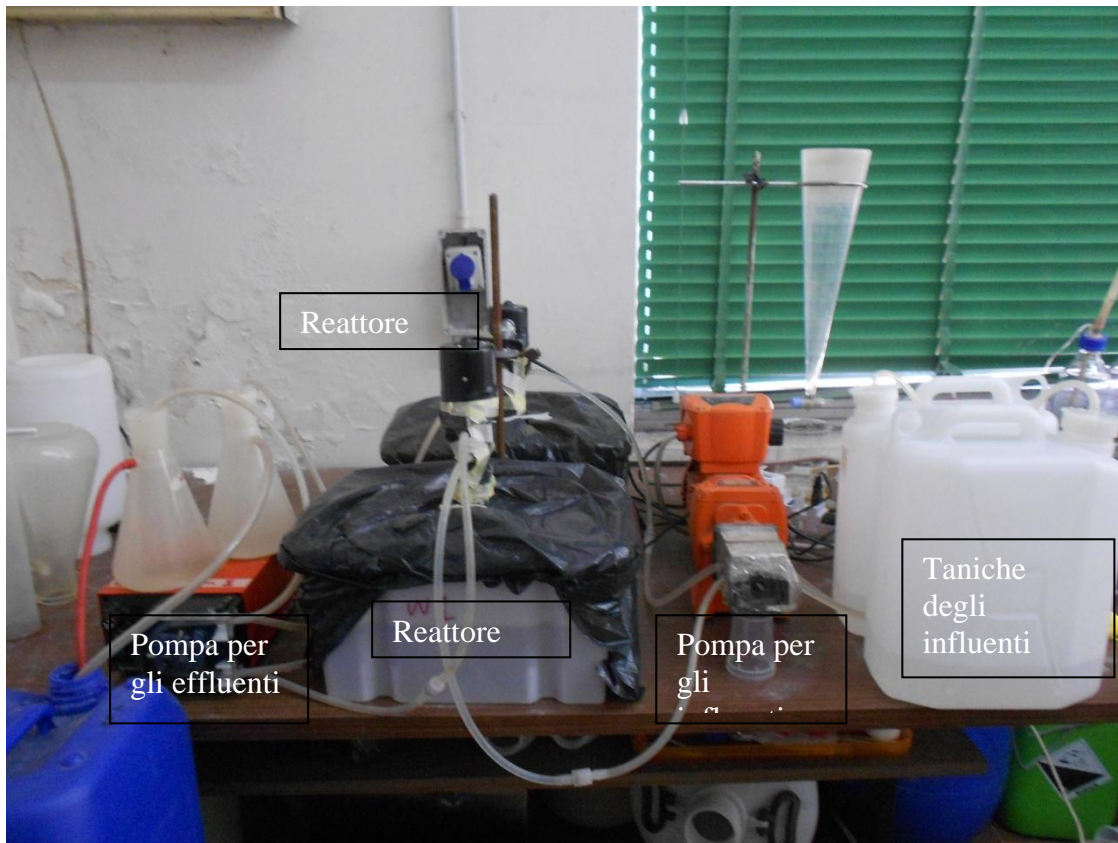


Figura 2: Reattori W1 e W2

I reattori sono stati alimentati con un refluo sintetico, contenente per R3 e R4 azoto ammoniacale e azoto nitroso, invece, per W1 e W2 solo azoto ammoniacale

La valutazione delle prestazioni dei reattori si è basata sull'analisi dei valori di rimozione delle specie azotate ottenuti confrontando i carichi di azoto in ingresso ed in uscita.

La metodologia applicata per lo sviluppo e l'arricchimento della biomassa Anammox per i reattori R3 e R4 è stata articolata nella successione di 3 fasi: la fase di start-up, la fase di arricchimento a basso carico ed infine la fase di arricchimento ad alto carico di azoto (NLR); ciascuna fase è caratterizzata da un differente carico di azoto e da un rapporto molare tra ammoniaca e nitriti variabile.

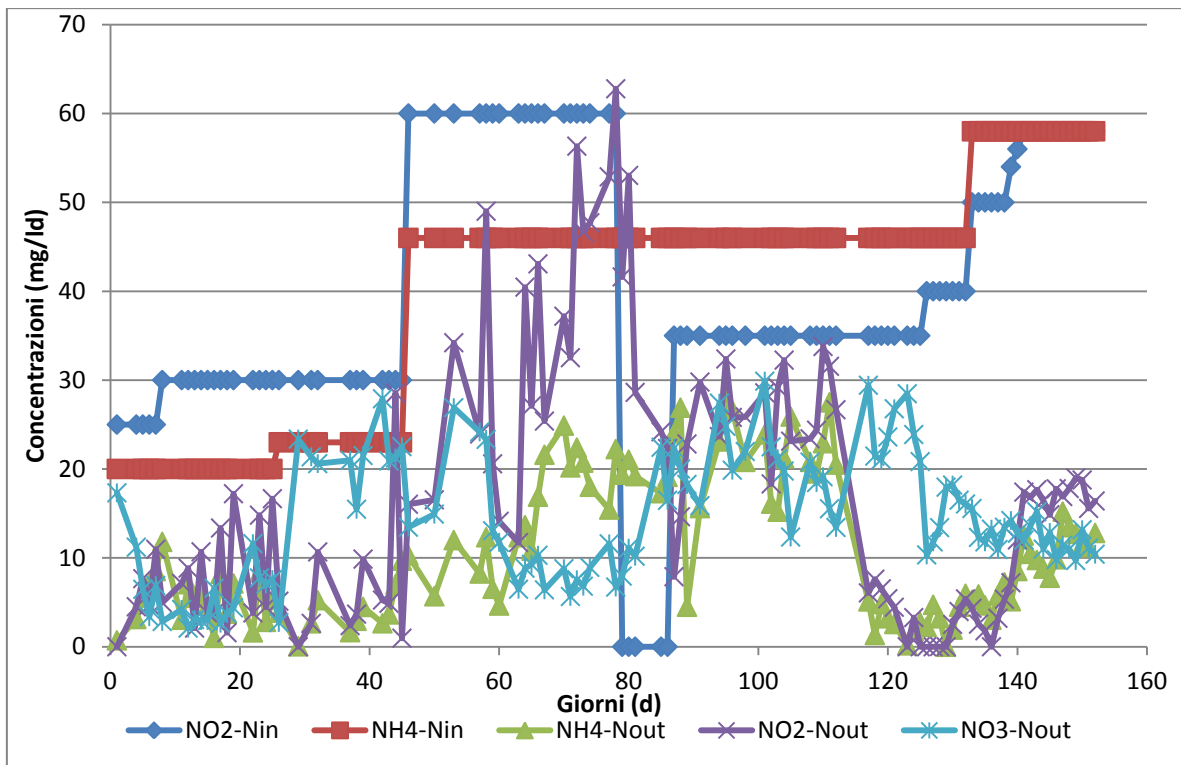


Figura 3: Concentrazioni delle specie azotate (ammoniaca, nitriti, nitrati) nell'effluente, confrontate con l'influente per il reattore R3

AL termine della sperimentazione è risultato che è stato più rapido sviluppare Anammox in un fango proveniente dalla fase di denitrificazione (R3) piuttosto che in un fango prelevato da un digestore biologico per il trattamento di liquami bufalini (R4).

La gestione del processo combinato di nitrosazione-Anammox nei due reattori SBR basati sul modello CANON e aventi la stessa configurazione, W1 e W2, ha presentato diverse problematiche dovute all'esistenza di una singola fase in cui convivono diverse specie batteriche oltre a quella Anammox in competizione per il substrato e adatte a condizioni ambientali diverse.

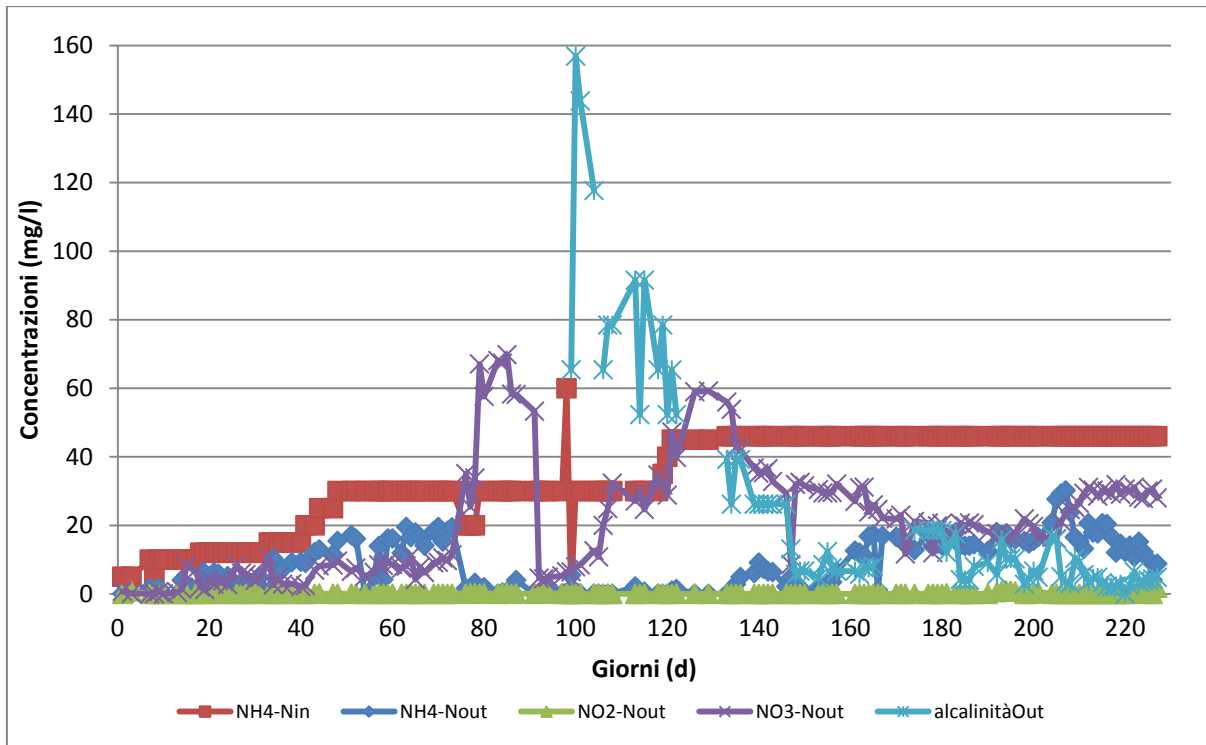


Figura 5: Concentrazioni delle specie azotate (ammoniaca, nitriti, nitrati) nell'effluente, confrontate con l'influente per il reattore W1

Al fine di favorire l'attività degli Anammox a scapito dei nitrito-ossidanti, diversi interventi sono stati necessari: dalla limitazione dell'ossigeno ai periodici washout, fino al diverso apporto di alcalinità ai sistemi.

Di più semplice gestione appare pertanto una configurazione impiantistica del processo secondo il modello SHARON-Anammox, in cui la fase aerobica di parziale ossidazione dell'ammoniaca a nitriti sia fisicamente separata da quella anaerobica di ossidazione dell'ammoniaca ad azoto atmosferico. Tuttavia, con la scelta della configurazione a singolo stadio, si ha una riduzione dei volumi dei reattori e minori consumi di O_2 per l'areazione.