

UNIVERSITY OF NAPLES
"FEDERICO II"
ENGINEERING FACULTY



FEASIBILITY AND KINETICS
STUDY ON THE DIRECT BIO-
REGENERATION OF NITRATE
LADEN ANION-EXCHANGE RESIN

Vincenzo Napolitano

- ★ L'azoto è l'elemento più abbondante nell'atmosfera, essendo costituente di circa l'80% dell'aria che respiriamo.
- ★ In natura può essere trovato in diverse forme, le più importanti delle quali sono:

- Azoto molecolare (N_2)
- Ammoniaca (NH_3)
- Azoto organico
- Ioni nitrito (NO_2^-)
- Ione nitrato (NO_3^-)

INTRODUZIONE

★ I nitrati, in particolare, possono avere diverse cause di origine naturale:

- Reazioni atmosferiche causate da fulmini
- Ossidazione fotochimica nella stratosfera
- Ossidazione chimica dell'ammoniaca
- Processi biologici di vario tipo

INTRODUZIONE

- ★ A tali cause naturali, vengono affiancate quelle antropiche, ossia essenzialmente l'utilizzo di fertilizzanti chimici e letami per fini agricoli e la combustione.
- ★ Gli impatti dovuti agli apporti antropici sono molto maggiori di quelli naturali



INQUINAMENTO DA NITRATI

INTRODUZIONE

Nitrati

```
graph TD; A((Nitrati)) --> B((Tumore all' apparato gastrointestinale)); A --> C((Sindrome del bambino blu)); A --> D((Eutrofizzazione));
```

Tumore all'
apparato
gastrointestinale

Sindrome
del bambino
blu

Eutrofizzazione

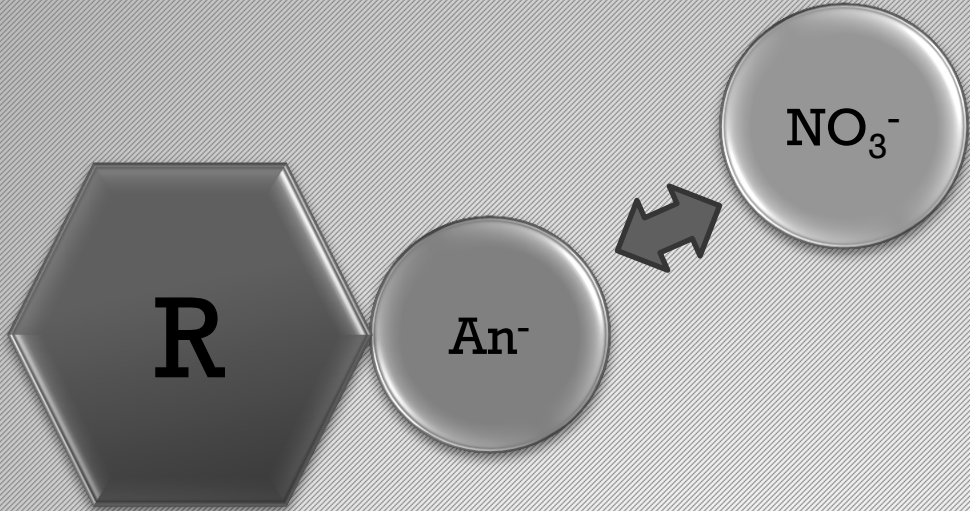
INTRODUZIONE

★ Le metodologie più diffuse per la rimozione dei nitrati sono essenzialmente:

1. Processi di scambio ionico
2. Denitrificazione biologica

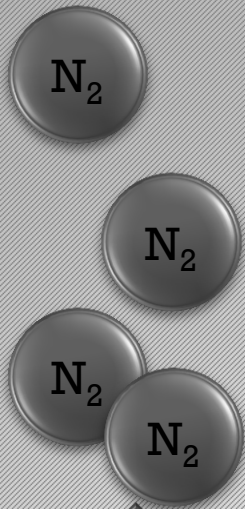
INTRODUZIONE

SCAMBIO IONICO

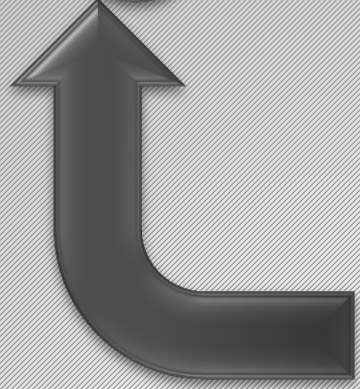


INTRODUZIONE

DENITRIFICAZIONE BIOLOGICA



Batteri



Nitrati

INTRODUZIONE

Scambio ionico

- + Efficienza elevata
- + Stabilità elevata
- + Volumi piccoli
- Solo trasferimento
- Gestione resine sature

Denitrificazione biologica

- + Costi contenuti
- + No aggiunta reagenti chimici
- No potabilizzazione
- Volumi grandi
- Sensibilità elevata

**SCOPO DELLA
TESI**

Bio-rigenerazione
diretta

★ Decomposizione
biologica diretta
dei nitrati presenti
sulle resine sature

★ Rigenerazione
della resina e
contemporanea
distruzione
biologica dei
nitrati

SCOPPO DELLA
TESI

- ① Provare l'efficacia e la ripetibilità della tecnica della bio-rigenerazione diretta applicata alla rimozione dei nitrati
- ② Verificare la stabilità e la durevolezza delle resine rigenerate con prove di filtrazione in colonna usando un'acqua contaminata da nitrati sintetici
- ③ Studiare il meccanismo di rigenerazione e l'effetto della variazione di salinità, quantità di biomassa utilizzata e pH

SCOPO DELLA TESI

METODOLOGIA SPERIMENTAZIONE

- ★ È stato innanzitutto necessario coltivare la biomassa da utilizzare per la bio-rigenerazione
- ★ I fanghi anaerobici ottenuti da un impianto di trattamento di acque reflue urbane sono stati lavati e la parte solida è stata utilizzata come seme per i batteri eterotrofi.
- ★ È stata creata la soluzione neutra e anossica per la coltivazione dei batteri in laboratorio
- ★ Durante ogni ciclo di coltivazione della durata di 4 giorni sono stati aggiunti alla soluzione acetato di sodio come fonte di carbonio per i batteri eterotrofi e nitrato di potassio

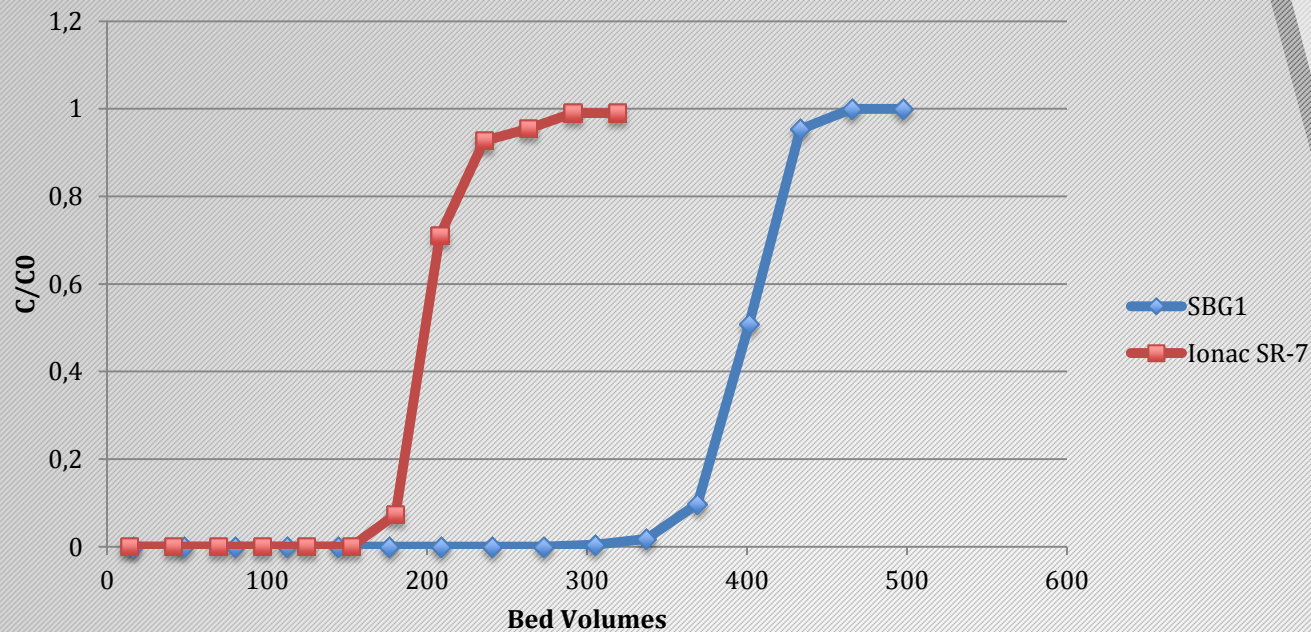
METODOLOGIA SPERIMENTAZIONE

- ★ Per le prove di filtrazione in colonna sono stati utilizzati campioni di 20mL di resina scambiatrice di anioni
- ★ Tali campioni sono stati inseriti in una colonna di vetro evitando la formazione di bolle
- ★ La colonna è stata alimentata con una soluzione 200ppm NO_3^- con una portata di 5mL/min
- ★ Sono stati effettuati campionamenti a intervalli di tempo stabiliti ed è stata misurata la concentrazione di nitrato
- ★ È stata costruita la curva di sfondamento per ogni prova di filtrazione effettuata

METODOLOGIA SPERIMENTAZIONE

- ★ Le resine saturate ottenute dalle prove di filtrazione in colonna sono state lavate e trasferite in contenitori del volume di 400mL
- ★ Le quantità desiderate di acetato di sodio (ricavate graficamente dalle curve di sfondamento)
- ★ Il contenitori sono stati messi in un agitatore meccanico
- ★ Sono stati effettuati dei campionamenti ed è stata monitorata la concentrazione di nitrato, la salinità e il pH del mezzo di rigenerazione
- ★ Le resine rigenerate sono state lavate e riutilizzate per i successivi test mentre la biomassa è stata rimessa nel contenitore usato per la coltivazione

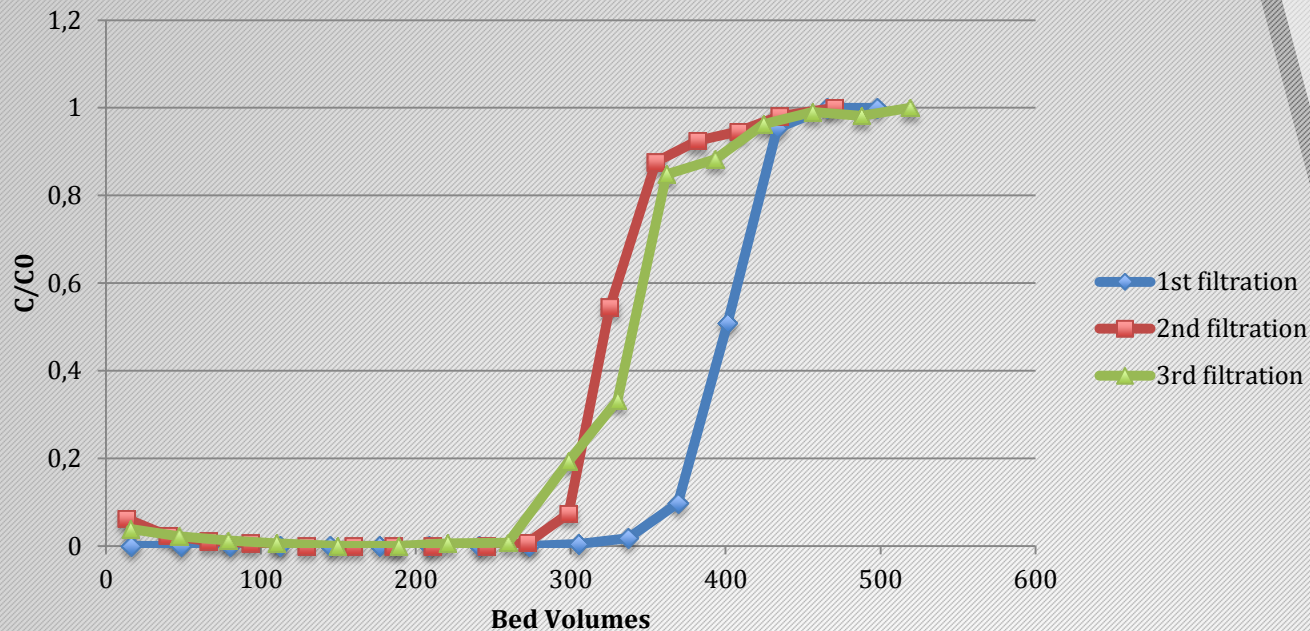
Virgin resins' breakthrough comparison



Sono state testate due resine diverse: SBG1 e Ionac SR-7; capacità di scambio fornita dalle compagnie pari rispettivamente a 1,5 e 0,65 eq/L

RISULTATI

Subsequent filtration curves comparison

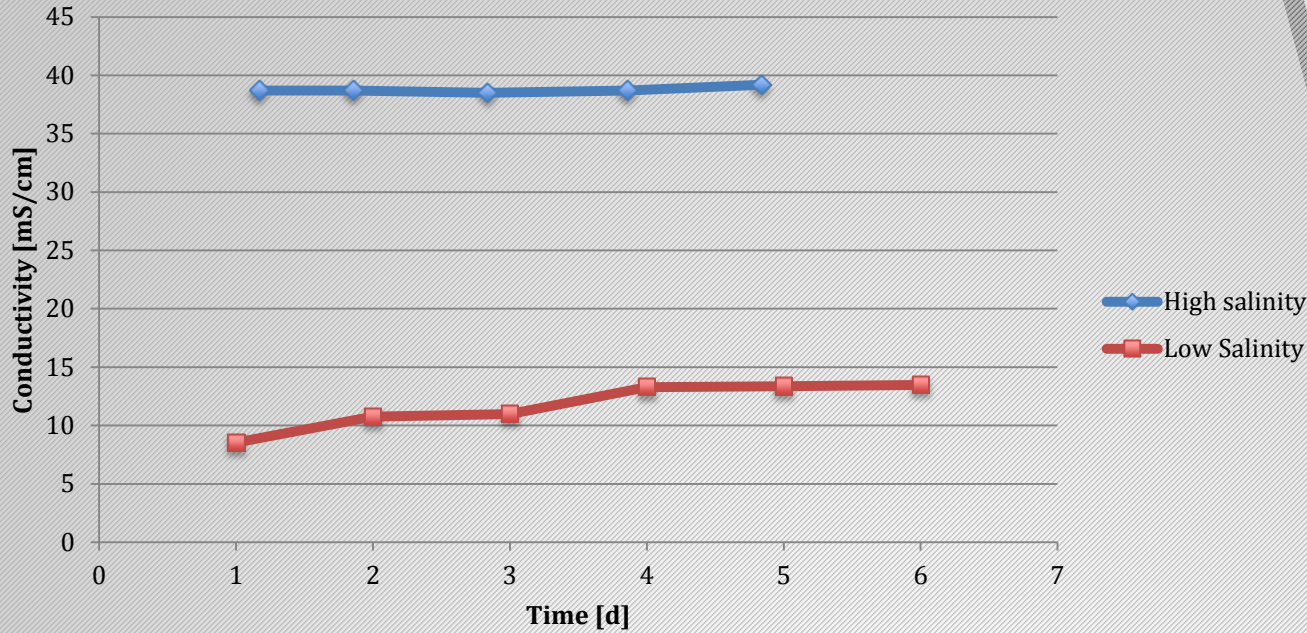


Lo stesso campione è stato sottoposto a diversi cicli filtrazione rigenerazione successivi e le relative curve di sfondamento sono state confrontate

RISULTATI

RISULTATI

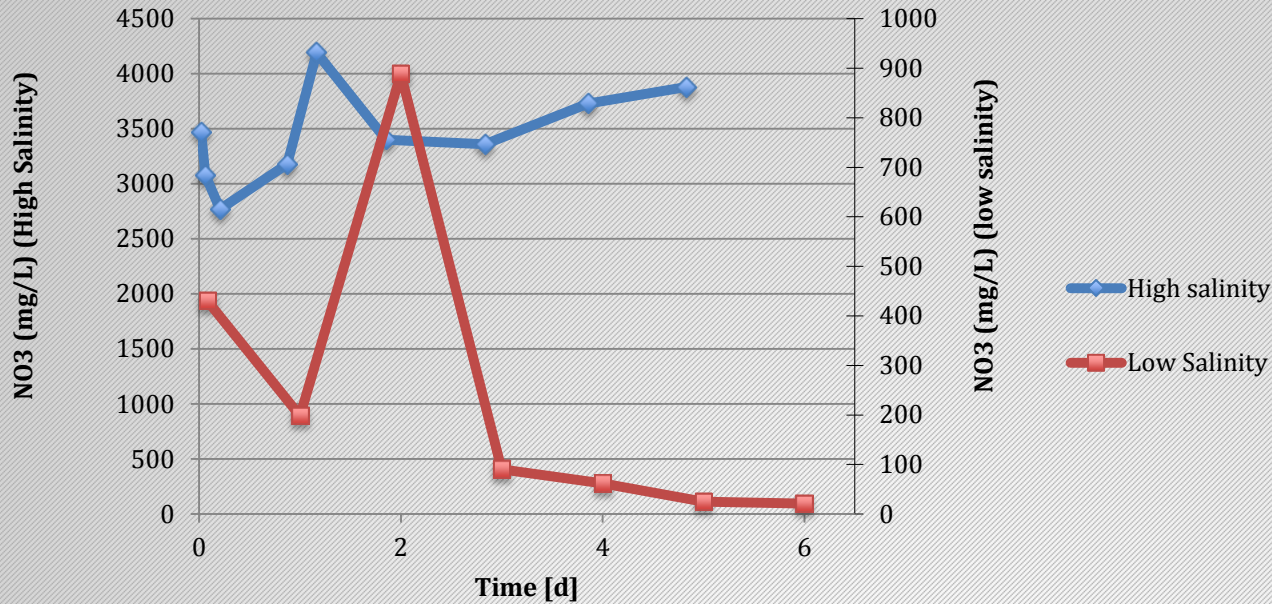
Conductivity (salinity effect)



Sono stati condotti test di bio-rigenerazione in condizione di salinità elevata e bassa salinità, parametro proporzionale alla conduttività.

RISULTATI

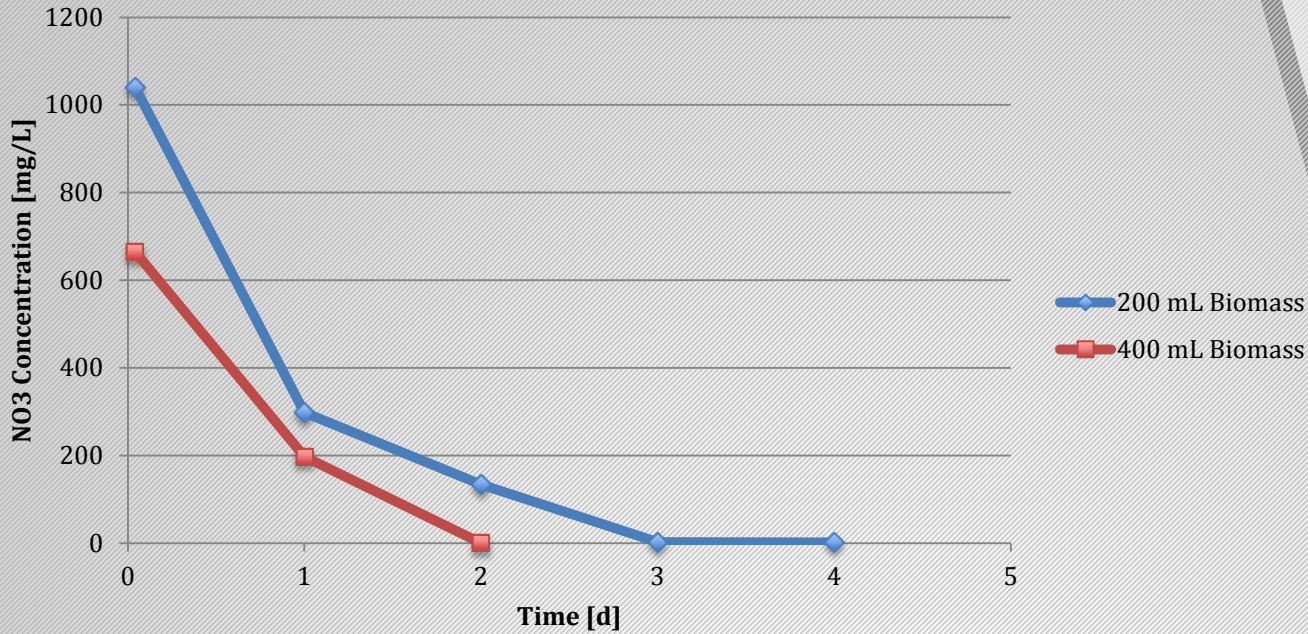
Regeneration curves (salinity effect)



La condizione di salinità elevata è stata ottenuta aggiungendo tutto l'acetato necessario all'inizio della rigenerazione mentre la condizione di bassa salinità è stata ottenuta facendo sedimentare la biomassa, rimuovendo il surnatante e aggiungendo acqua di rubinetto, inoltre l'acetato di sodio è stato aggiunto suddividendo l'ammontare richiesto ed aggiungendolo in diversi momenti

RISULTATI

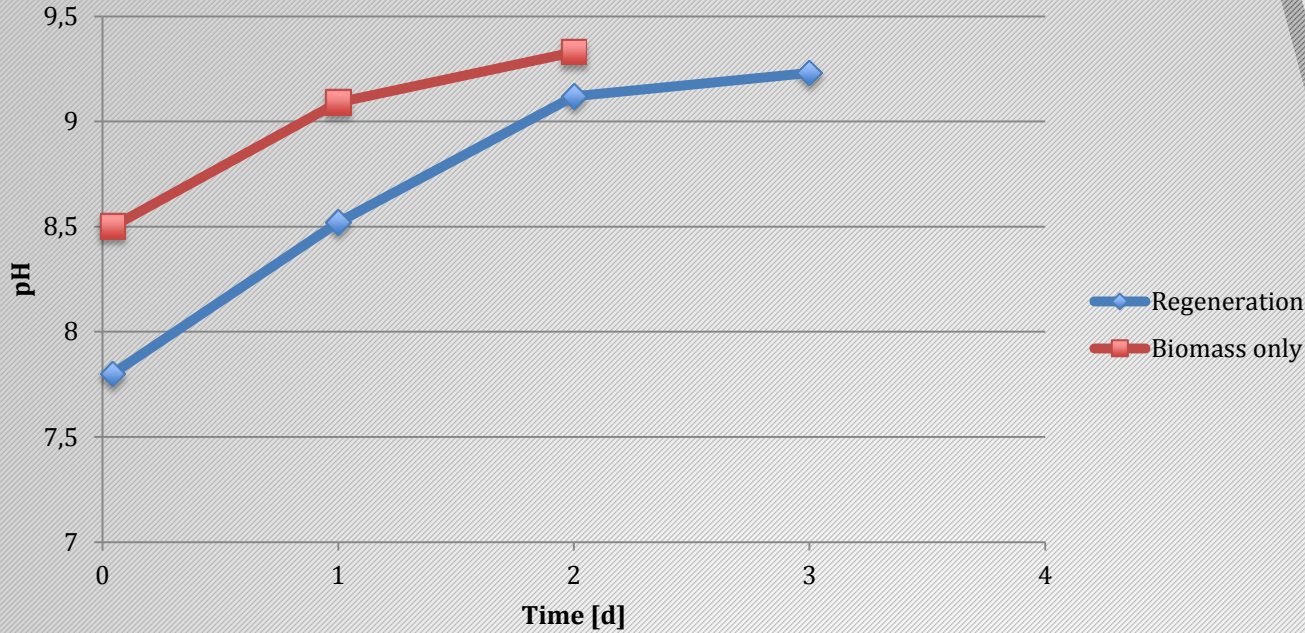
Regeneration curves (biomass amount effect)



È stata variata inoltre la quantità di biomassa aggiunta lasciando costante il volume totale del sistema

RISULTATI

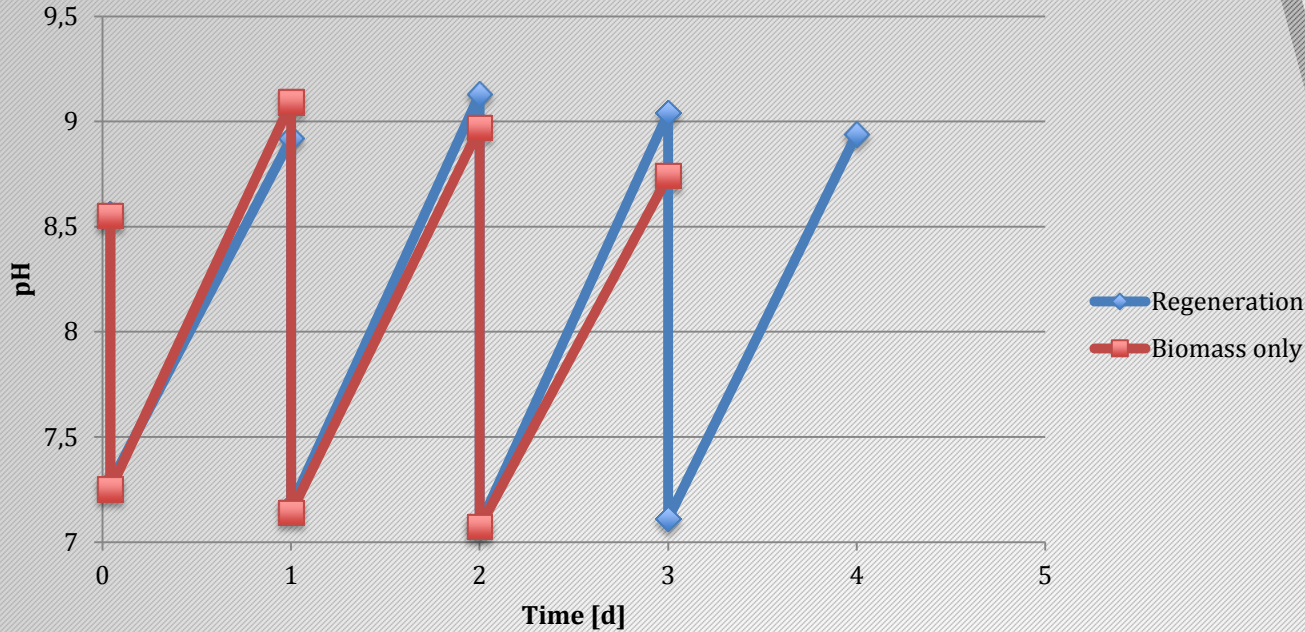
pH trend (no adjusting)



Per valutare l'effetto del pH sul processo è stato monitorato l'andamento del pH sia per la bio-rigenerazione che per la semplice degradazione biologica dei nitrati (senza la presenza delle resine sature)

RISULTATI

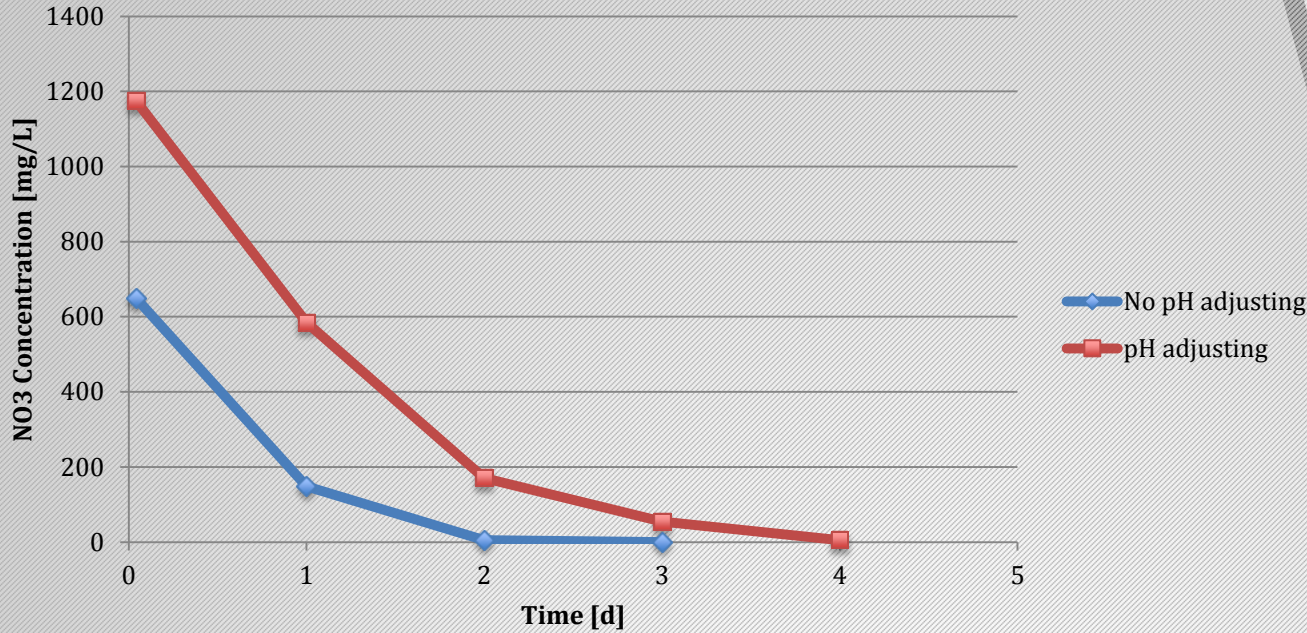
pH trend (adjusting)



Sono state effettuate poi delle prove abbassando il pH giornalmente aggiungendo acido cloridrico (HCl) a bassa concentrazione a entrambi i sistemi

RISULTATI

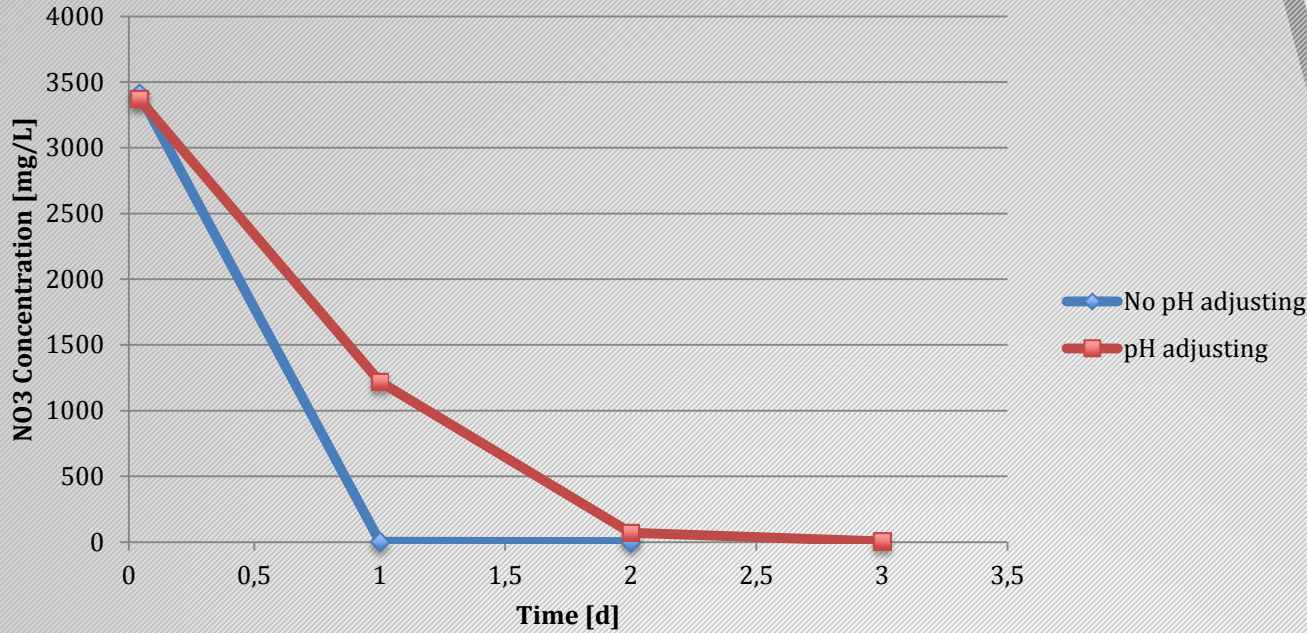
Regeneration curves (pH effect)



Sono state effettuate poi delle prove abbassando il pH giornalmente aggiungendo acido cloridrico (HCl) a bassa concentrazione a entrambi i sistemi

RISULTATI

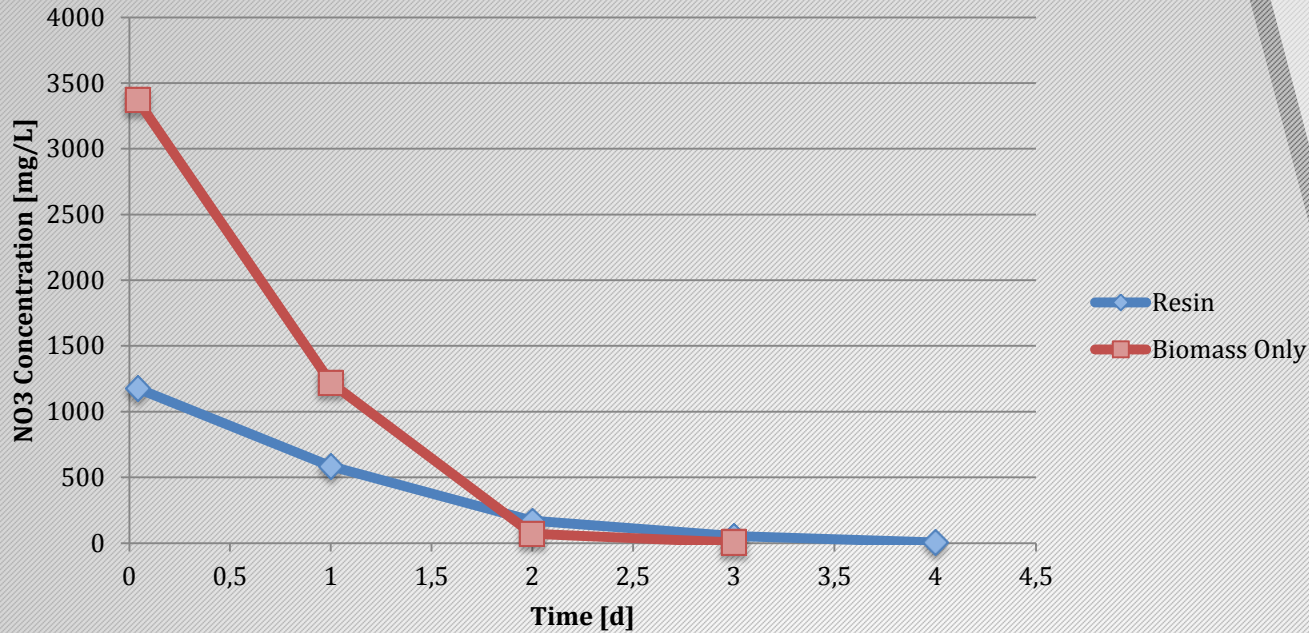
Biological reduction (biomass only)



Sono state effettuate poi delle prove abbassando il pH giornalmente aggiungendo acido cloridrico (HCl) a bassa concentrazione a entrambi i sistemi

RISULTATI

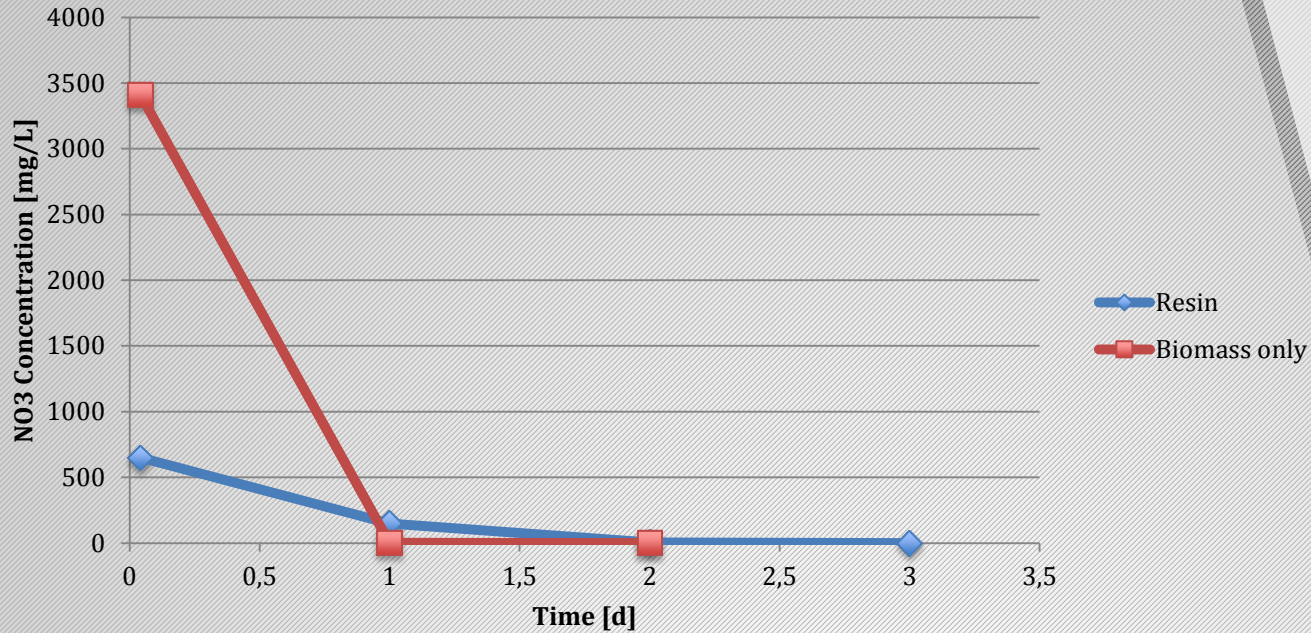
Spent resin vs Biomass only (pH adjusting)



Infine sono state paragonate le velocità di bio-rigenerazione e di degradazione biologica semplice (senza resina)

RISULTATI

Spent resin vs Biomass only (no pH adjusting)



Infine sono state paragonate le velocità di bioregenerazione e di degradazione biologica semplice (senza resina)

★ La bio-rigenerazione diretta si è rivelata essere una tecnica efficace per la rigenerazione di resine scambiatrici di anioni sature di nitrati

★ Questo tipo di approccio può essere proficuamente accoppiato al trattamento di correnti liquide inquinate da nitrati mediante i processi di scambio ionico

★ In questo modo è possibile ottenere direttamente un'acqua smaltibile senza problemi

★ Le conoscenze acquisite mediante questo lavoro di tesi consentono una comprensione del processo e delle sue potenzialità, ma è comunque necessario continuare la sperimentazione per studiare il sistema anche in condizioni diverse da quelle qui analizzate, in vista di future applicazioni

CONCLUSIONI