



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE



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

NITRIFICAZIONE E DENITRIFICAZIONE AUTOTROFA CON ZOLFO BIOLOGICO IN REATTORI A COLTURE ADESE

RELATORE:

Ch.mo Prof. Francesco Pirozzi

CANDIDATO:

Nicola Di Costanzo

CORRELATORI:

Prof. Ing. Giovanni Esposito

Prof. Ing. Stefano Papirio

Matricola:

M67/404

Anno Accademico 2018 – 2019

DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE DA AZOTO

- Utilizzo eccessivo di fertilizzanti in agricoltura
- Scarico di reflui non opportunamente trattati
- Allevamenti intensivi
- Rifinitura e pulitura dei metalli



DEFINIZIONE DEL PROBLEMA

PROBLEMI CAUSATI DA ALTE CONCENTRAZIONI DI AZOTO NELLE ACQUE



Eutrofizzazione dei corpi idrici sensibili



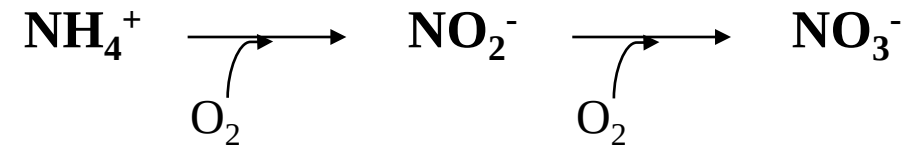
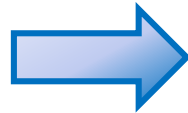
Sindrome del «bambino blu»



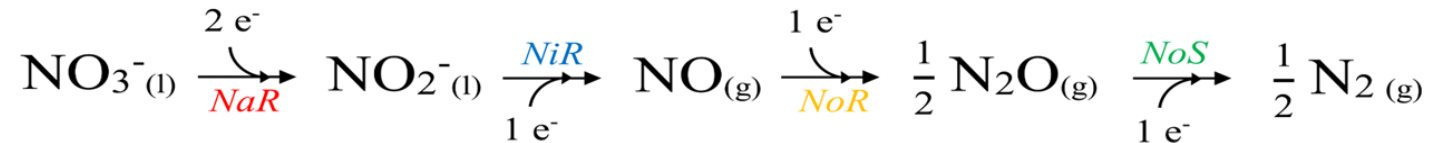
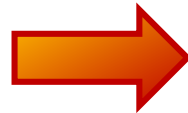
Peggioramento della qualità delle acque profonde

PROCESSI BIOLOGICI PER LA RIMOZIONE DELL'AZOTO DALLE ACQUE

NITRIFICAZIONE



DENITRIFICAZIONE



DENITRIFICAZIONE AUTOTROFA CON ZOLFO BIOLOGICO

DENITRIFICAZIONE

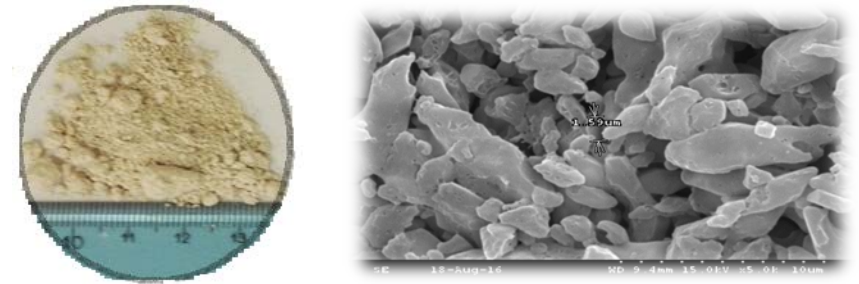
ETEROTROFA

svolta da microrganismi che utilizzano la sostanza organica come substrato per le proprie attività metaboliche

AUTOTROFA

svolta da microrganismi che utilizzano composti inorganici come donatori di elettroni

ZOLFO BIOLOGICO COME NUOVO DONATORE DI ELETTRONI



Maggiore idrofilicità e biodisponibilità

TIPOLOGIE DI BIOREATTORI



COLTURE SOSPESE



REATTORI CSTR
(CONTINUOUSLY STIRRED TANK REACTOR)



COLTURE ADESE



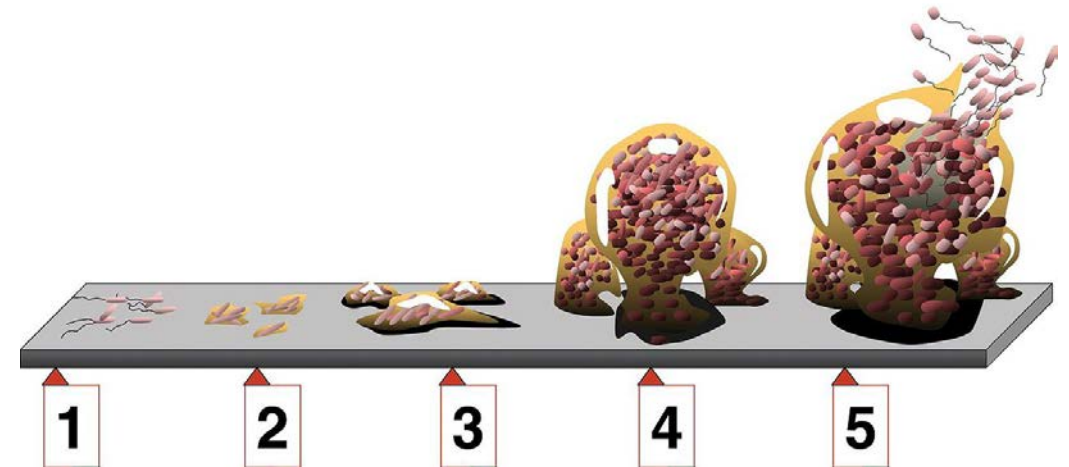
REATTORI IFBR
(INVERSE FLUIDIZED BED REACTOR)



PELLICOLA BIOLOGICA O *BIOFILM*

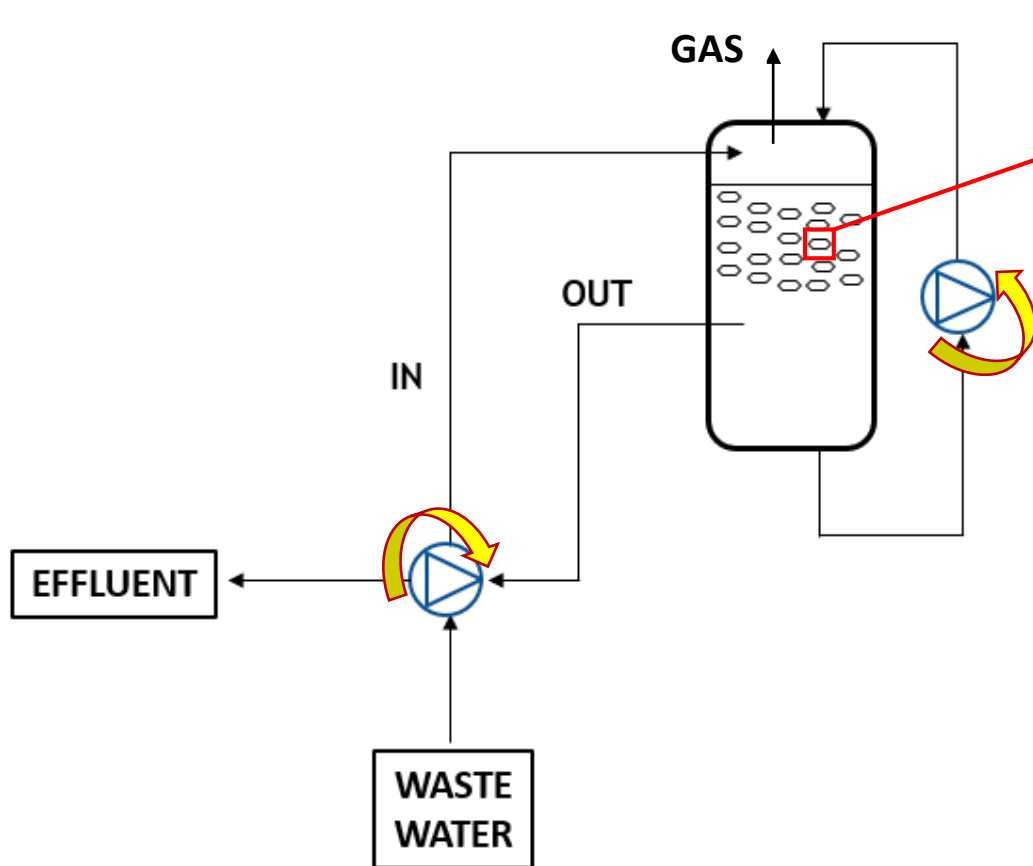
FASI DI SVILUPPO DEL BIOFILM

1. PRIMA COLONIZZAZIONE
2. SVILUPPO DELLE PRIME COLONIE
3. CRESCITA
4. MATURAZIONE
5. DISTACCO



CONFIGURAZIONE IMPIANTISTICA: REATTORE IFBR

(INVERSE FLUIDIZED BED REACTOR – REATTORE A LETTO FLUIDO INVERSO)



SUPPORTI PER LO SVILUPPO DEL BIOFILM:

- plastici, di forma circolare, di circa 3 mm;
- più leggeri dell'acqua;



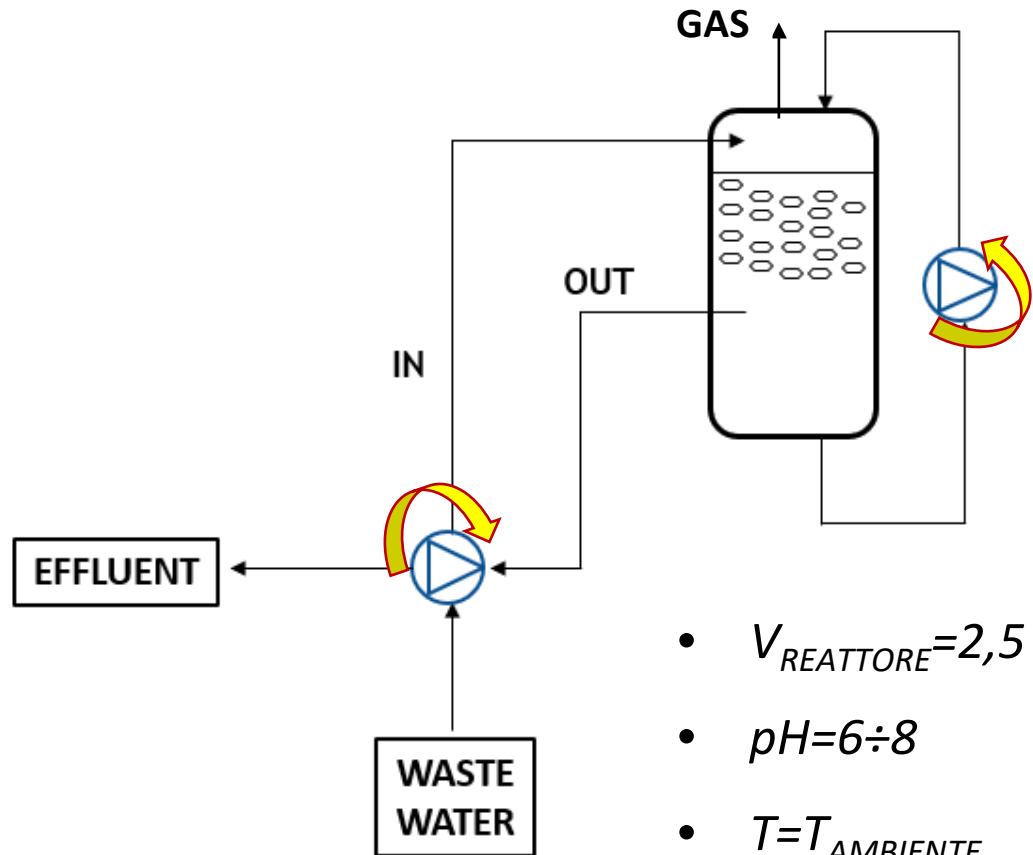
VANTAGGI

- ✓ riduzione del volume del reattore
- ✓ maggiore capacità di trattamento
- ✓ miglior contatto organismi-substrato
- ✓ minori tempi di residenza idraulica
- ✓ biomassa facilmente separabile dall'effluente

OBIETTIVI

- *Valutare la rimozione di $N\text{-NO}_3^-$ con S^0 all'aumentare della concentrazione di nichel;*
- *Monitorare l'effetto del nichel a differenti concentrazioni sulle colture utilizzate in esperimento batch;*
- *Valutare l'abbattimento di $N\text{-NH}_4^+$ al variare della concentrazione di COD.*

DENITRIFICAZIONE AUTOTROFA CON S^0 ALL'INTERNO DEL REATTORE IFBR (*INVERSE FLUIDIZED BED REACTOR – REATTORI A LETTO FLUIDIZZATO INVERSO*)

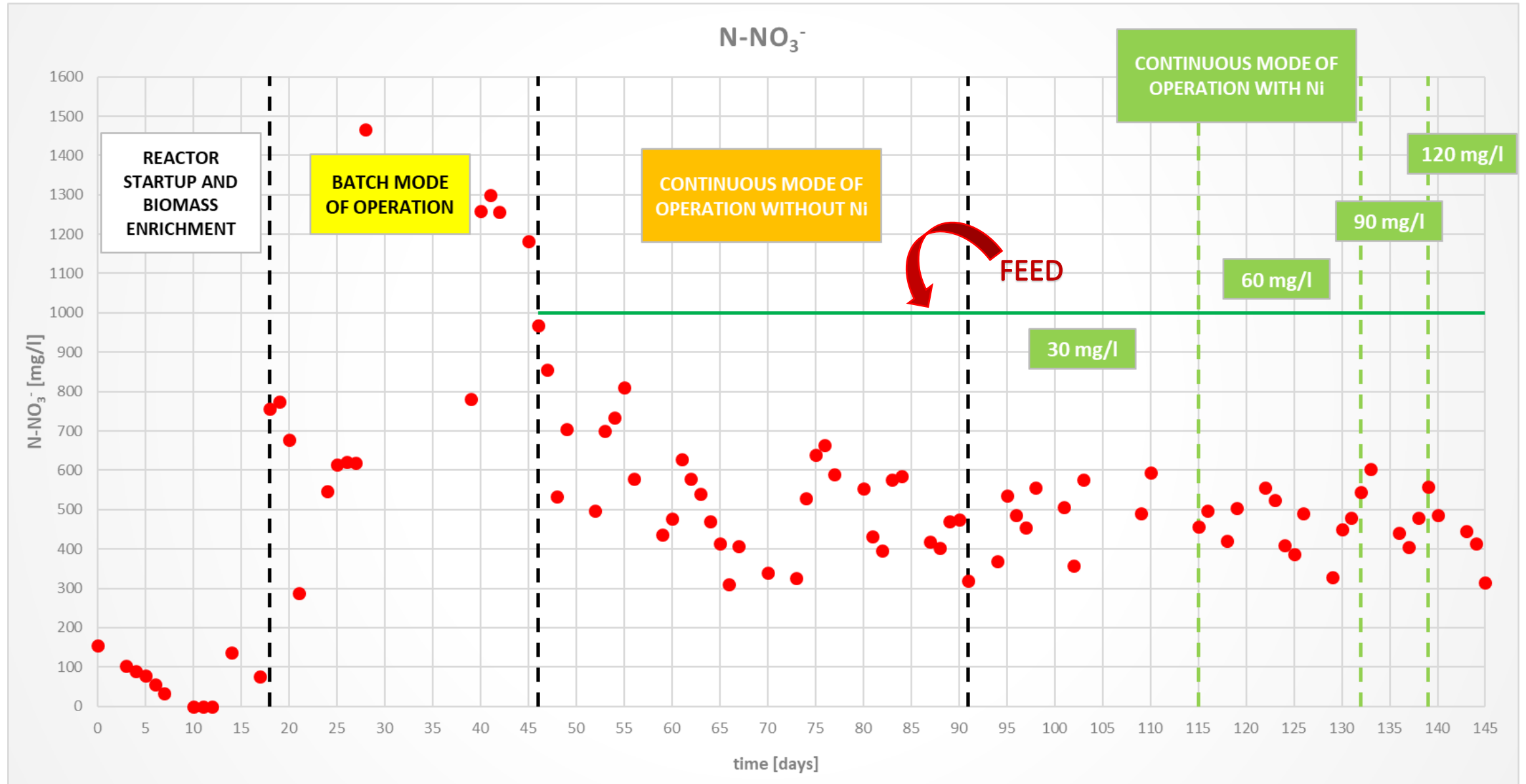


- $V_{\text{REATTORE}} = 2,5 \text{ L}$
- $\text{pH} = 6 \div 8$
- $T = T_{\text{AMBIENTE}}$
- $S^0 = 4,5 \text{ g/giorno}$
- $t_d = 48 \text{ h}$

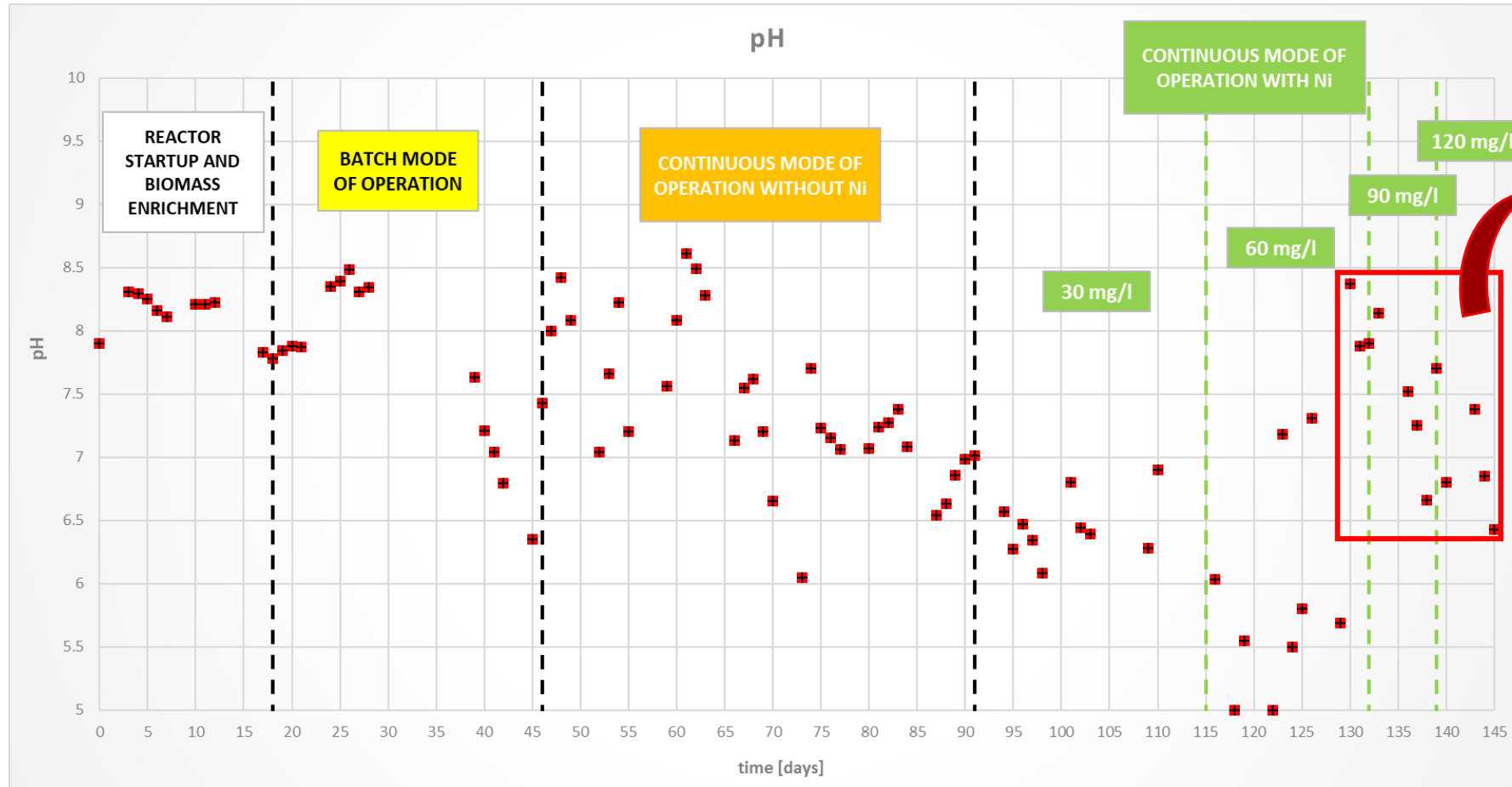
CONDIZIONI OPERATIVE	GIORNI	NO ₃ ⁻ [mg/l]	NICHEL	
			GIORNI	[mg/l]
STARTUP DEI REATTORI CON ARRICCHIMENTO DI BIOMASSA	0-17	1000		
REATTORI IN MODALITA' BATCH	17-45			
REATTORI IN MODALITA' CONTINUA	45-90			
REATTORI IN MODALITA' CONTINUA CON AGGIUNTA DI NICHEL	90-145		90-114	30
			114-131	60
			131-138	90
			138-145	120



ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI N-NO_3^-

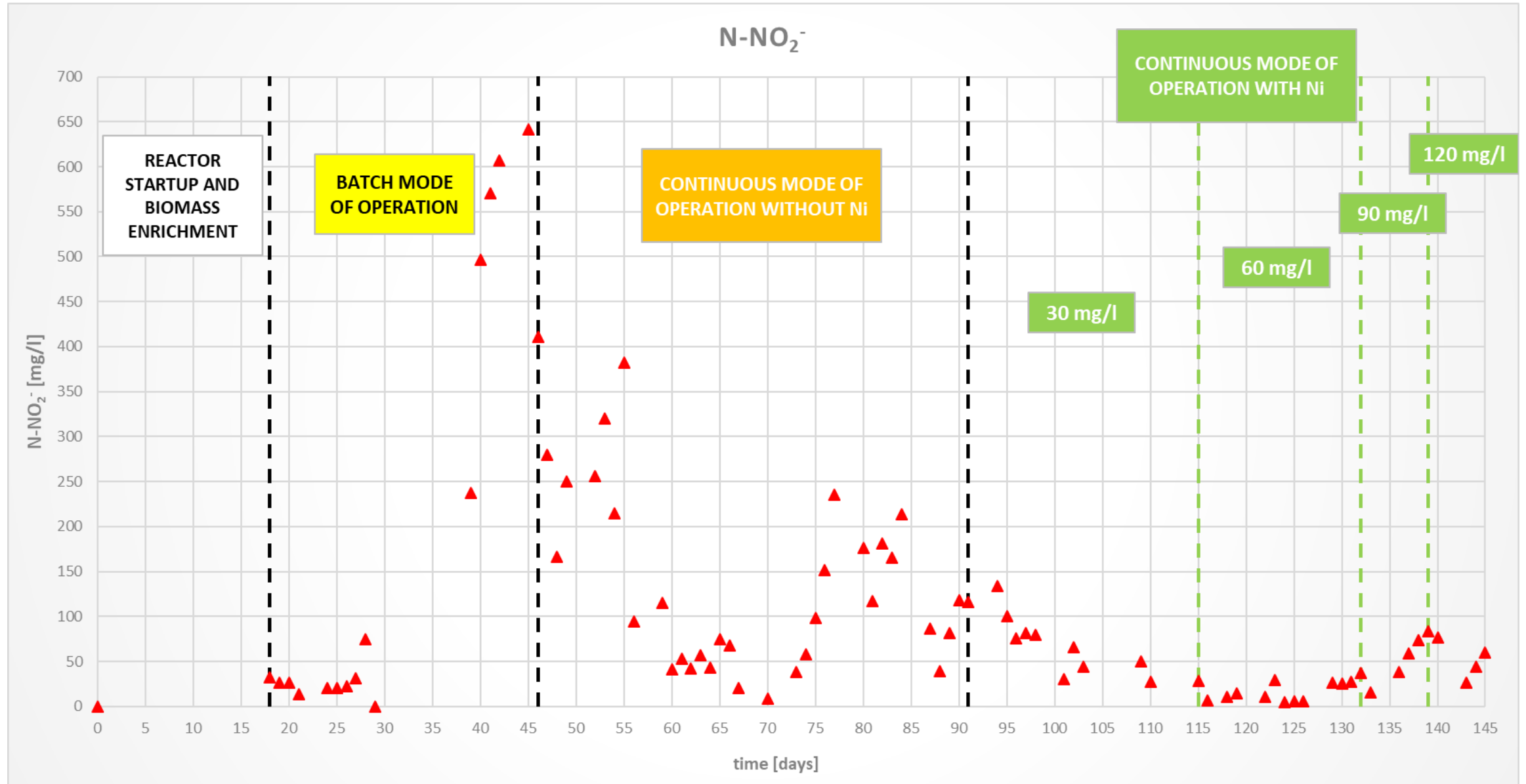


ANDAMENTO DEL pH

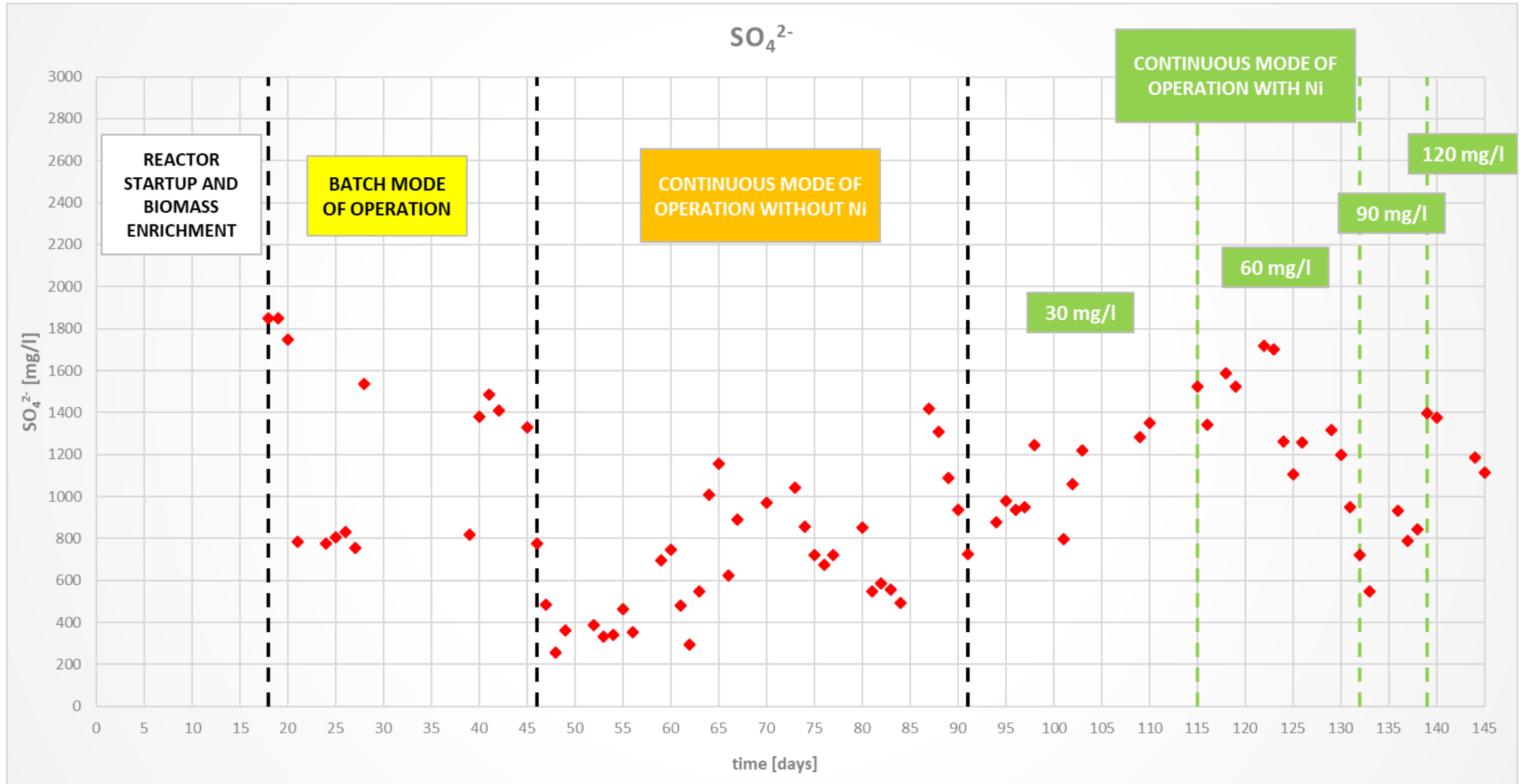


*RIPRISTINO VALORI
OTTIMALI DEL pH CON
SOLUZIONE 5M NaOH*

ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI N-NO_2^-



ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI SO_4^{2-}



OBIETTIVI

- *Valutare la rimozione di $N\text{-NO}_3^-$ con S^0 all'aumentare della concentrazione di nichel;*
- *Monitorare l'effetto del nichel a differenti concentrazioni sulle colture utilizzate in esperimento batch;*
- *Valutare l'abbattimento di $N\text{-NH}_4^+$ al variare della concentrazione di COD.*

DENITRIFICAZIONE AUTOTROFA CON S^0 IN CONDIZIONI BATCH

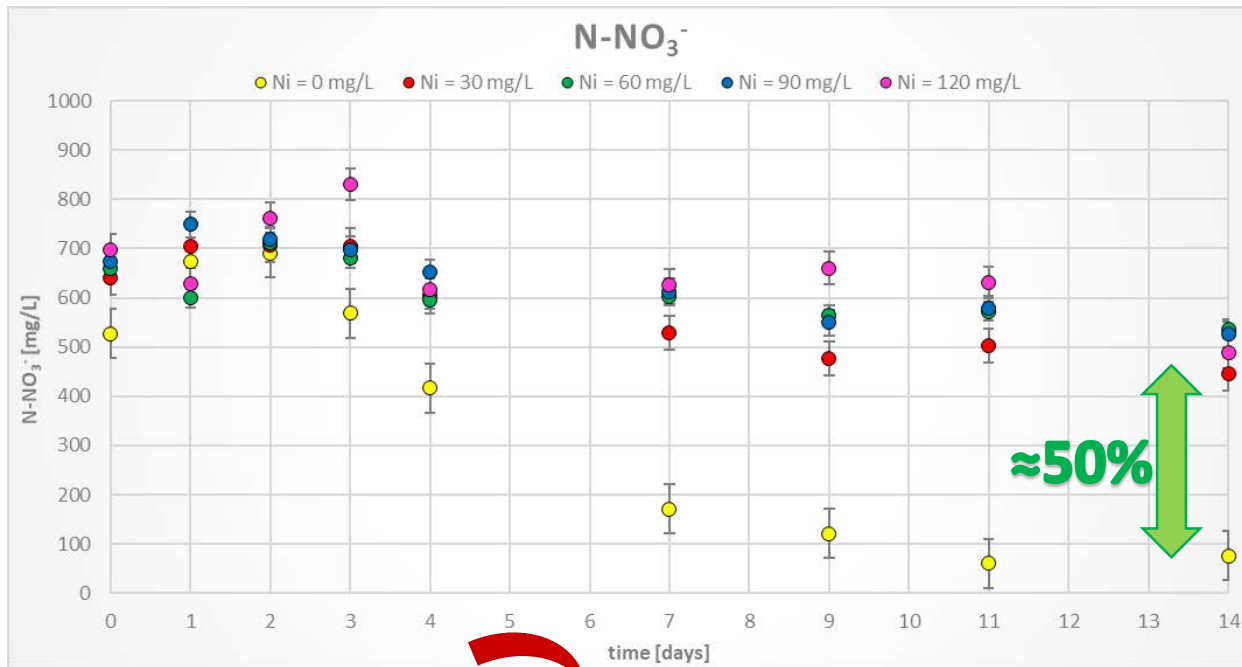


BOTTIGLIE PER COLTURE
ANAEROBICHE DA 100 ml

- $Ni=0 - 30 - 60 - 90 - 120 \text{ mg/l}$;
- $S^0=0,15 \text{ g/bottiglia}$;
- *Inoculo di microrganismi=10%*
- $N\text{-NO}_3^-=1000 \text{ mg/l}$
- *Nutrienti*;

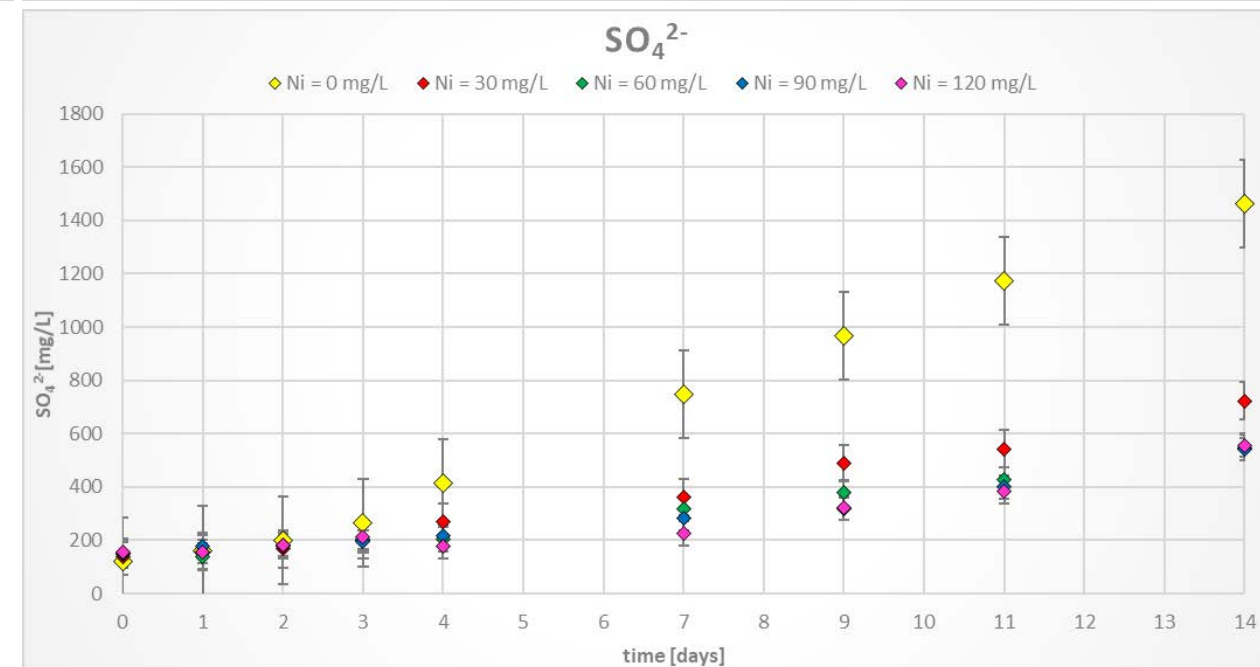
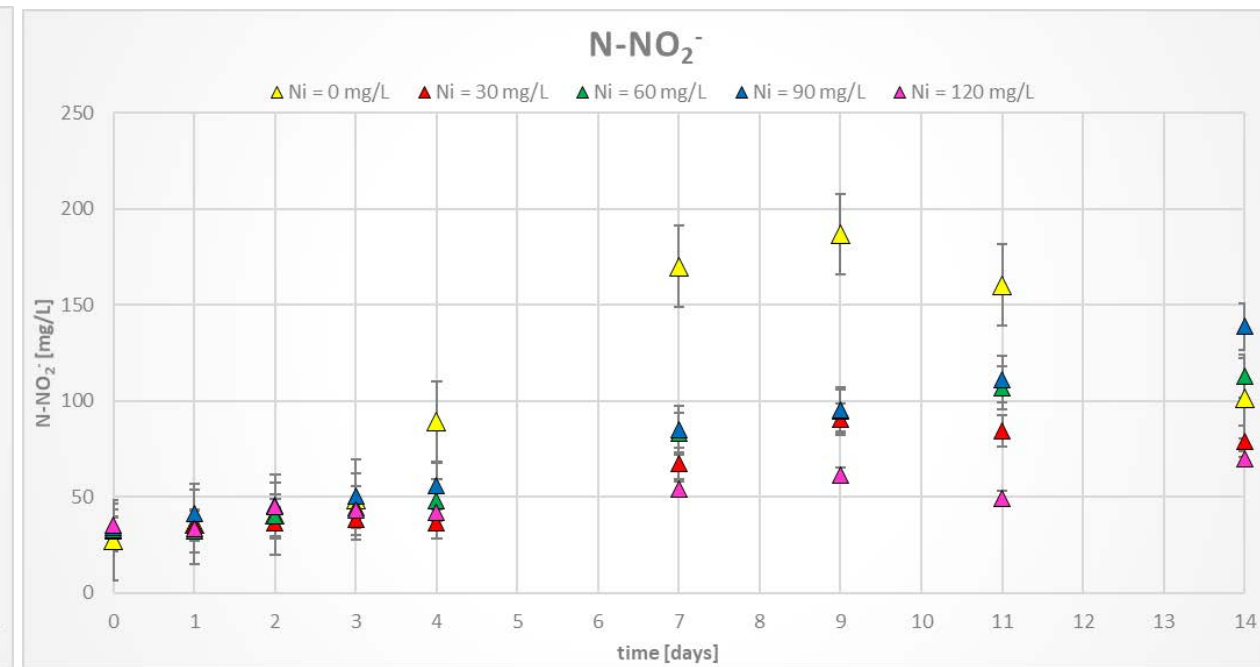
ANALISI GIORNALIERA: **$N\text{-NO}_3^-$, $N\text{-NO}_2^-$ E SO_4^{2-}**

ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI N-NO_3^- , N-NO_2^- E SO_4^{2-}



Rimozione di nitrati maggiore in assenza di nichel.

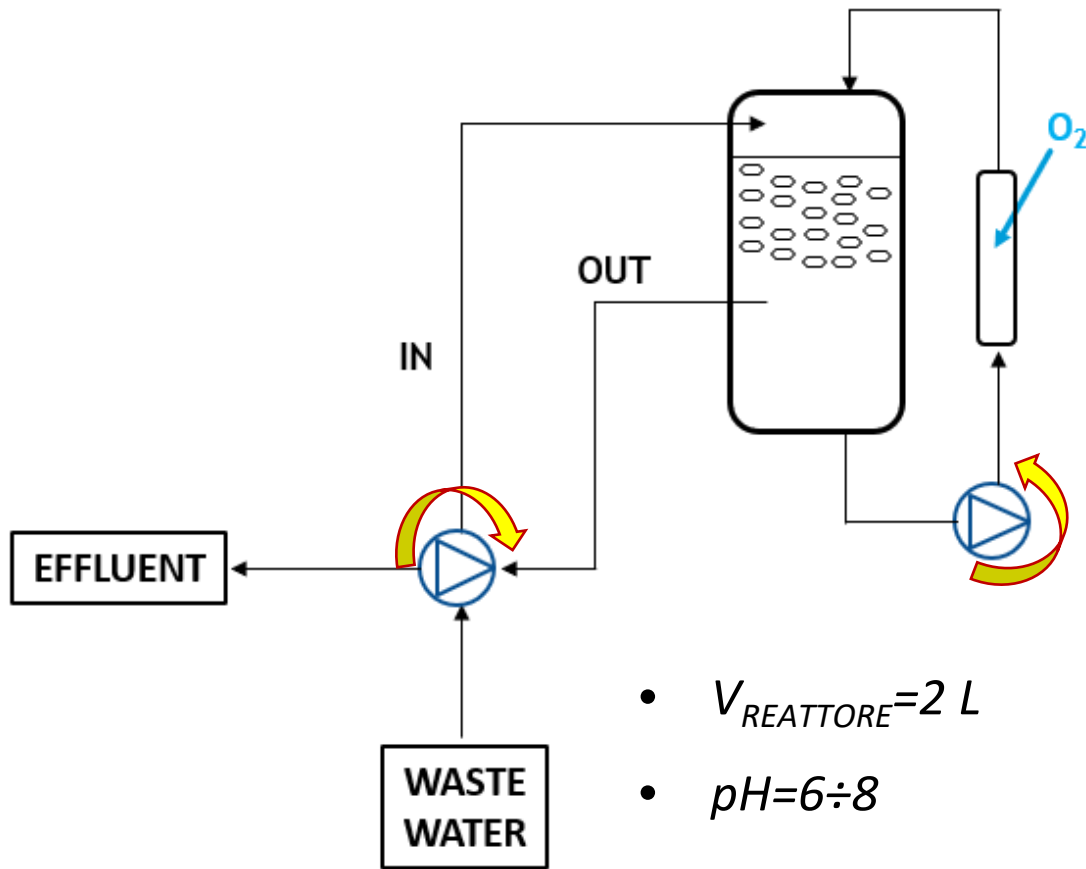
All'aumentare della concentrazione di nichel, non si osservano differenze significative.



OBIETTIVI

- *Valutare la rimozione di $N\text{-NO}_3^-$ con S^0 all'aumentare della concentrazione di nichel;*
- *Monitorare l'effetto del nichel a differenti concentrazioni sulle colture utilizzate in esperimento batch;*
- *Valutare l'abbattimento di $N\text{-NH}_4^+$ al variare della concentrazione di COD.*

PROCESSO BIOLOGICO AEROBICO: NITRIFICAZIONE IN REATTORE IFBR AEROBICO



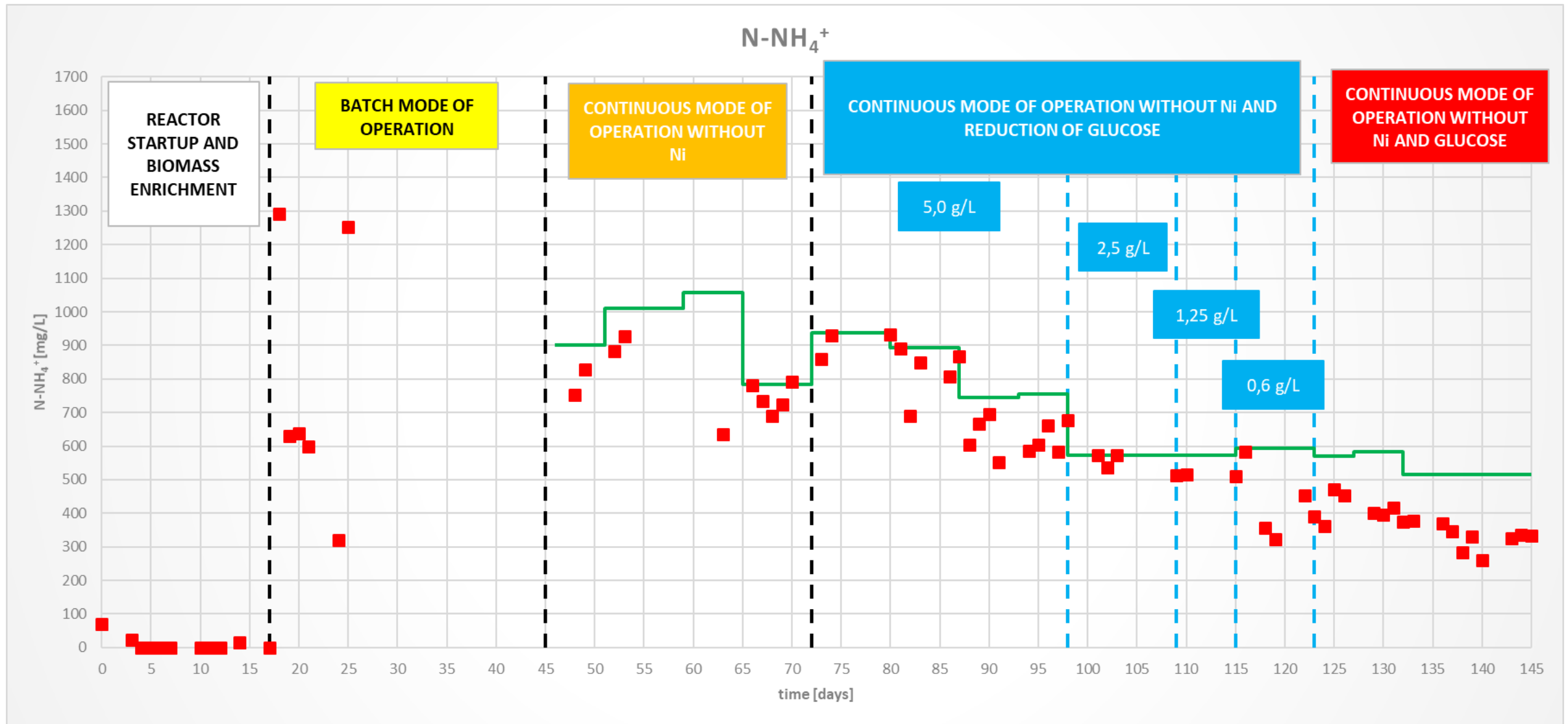
- $V_{\text{REATTORE}} = 2 \text{ L}$
- $\text{pH} = 6 \div 8$
- $T = T_{\text{AMBIENTE}}$
- $t_d = 48 \text{ h}$

CONDIZIONI OPERATIVE	GIORNI	NH ₄ ⁺ [mg/l]	COD (glucosio)	
			GIORNI	[g/l]
STARTUP DEI REATTORI CON ARRICCHIMENTO DI BIOMASSA	0-17	1000		
REATTORI IN MODALITA' BATCH	17-45			
REATTORI IN MODALITA' CONTINUA	45-90		45-90	10
REATTORI IN MODALITA' CONTINUA CON RIDUZIONE DI GLUCOSIO	90-145		90-110	5
			110-120	2,5
			120-130	1,25
			130-145	0

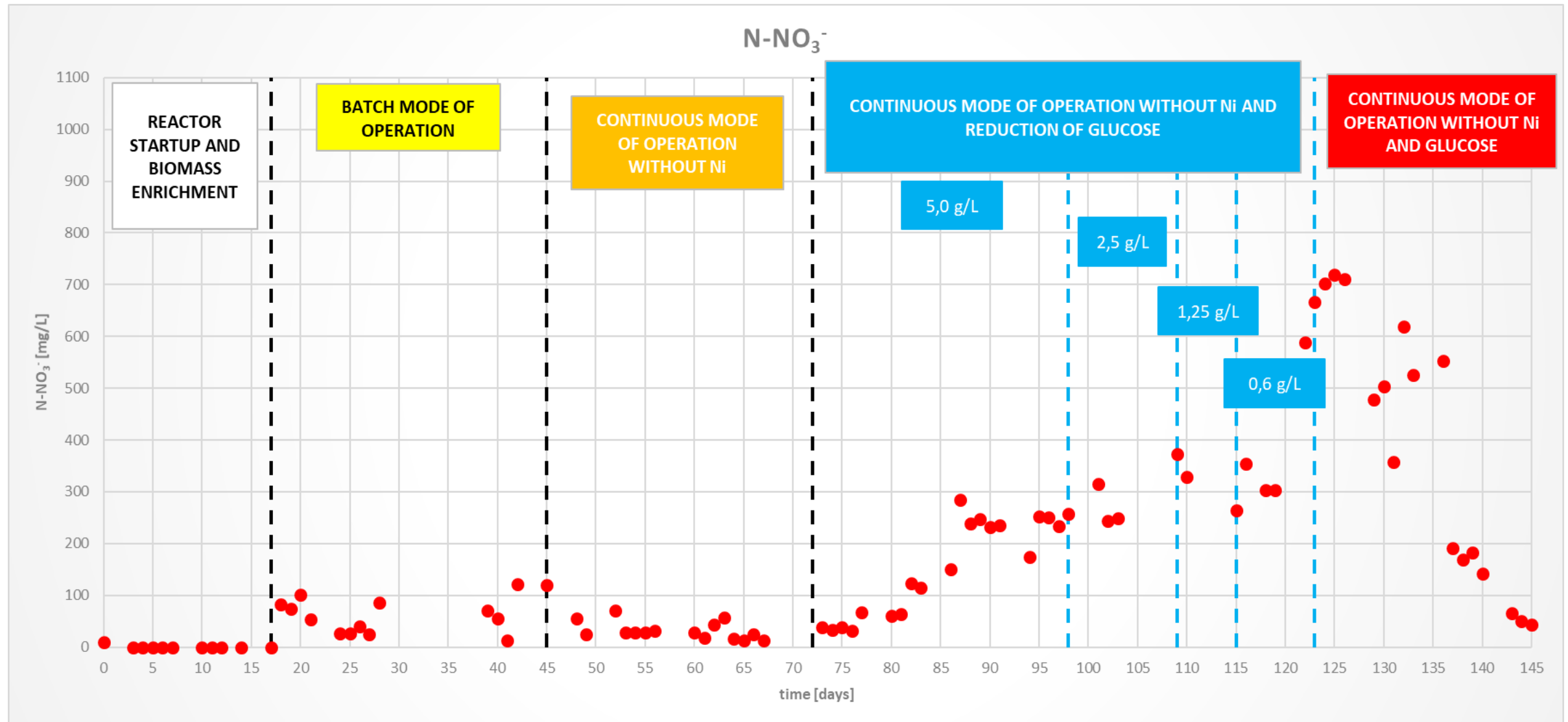
ANALISI GIORNALIERA: **N-NO_3^- , N-NO_2^-**

ANALISI SETTIMANALE: **N-NH_4^+**

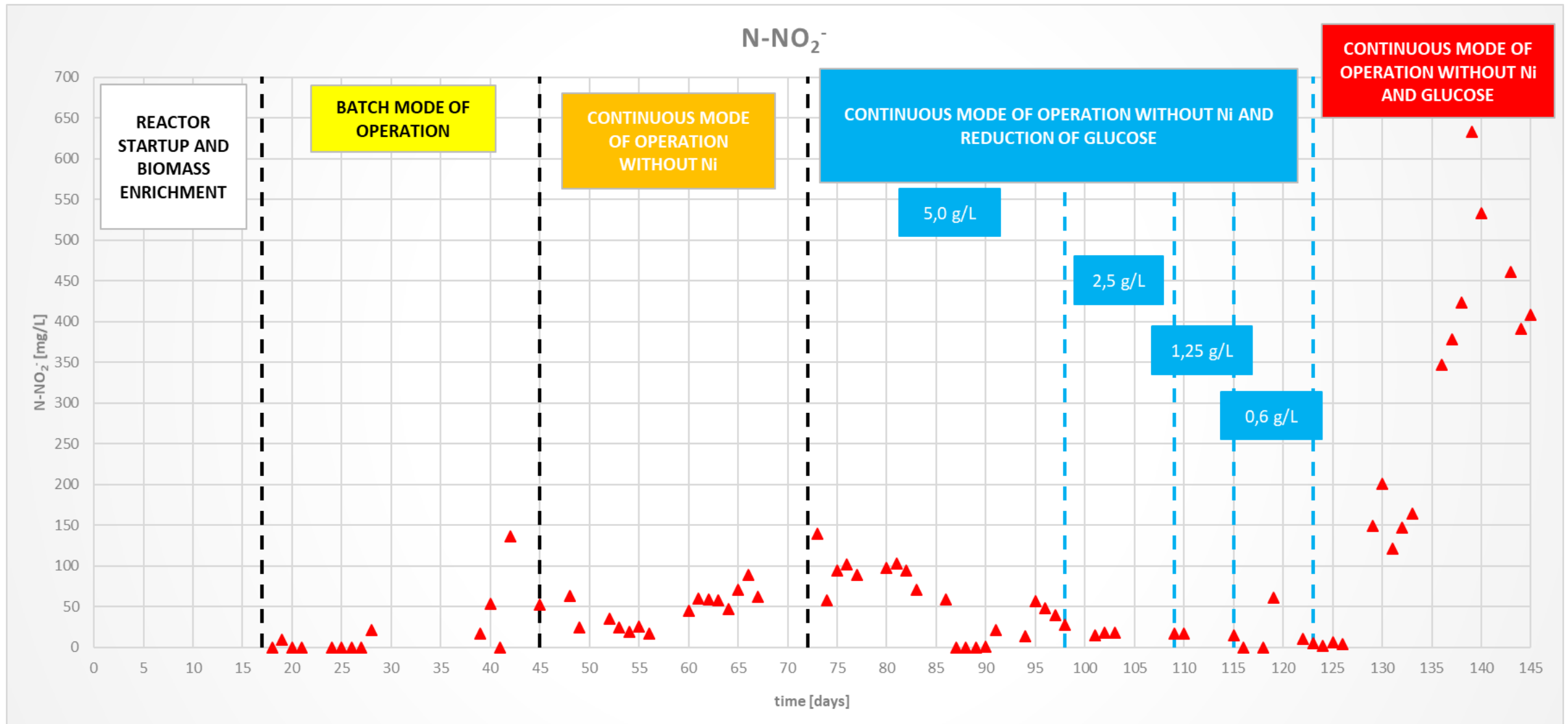
ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI N-NH_4^+



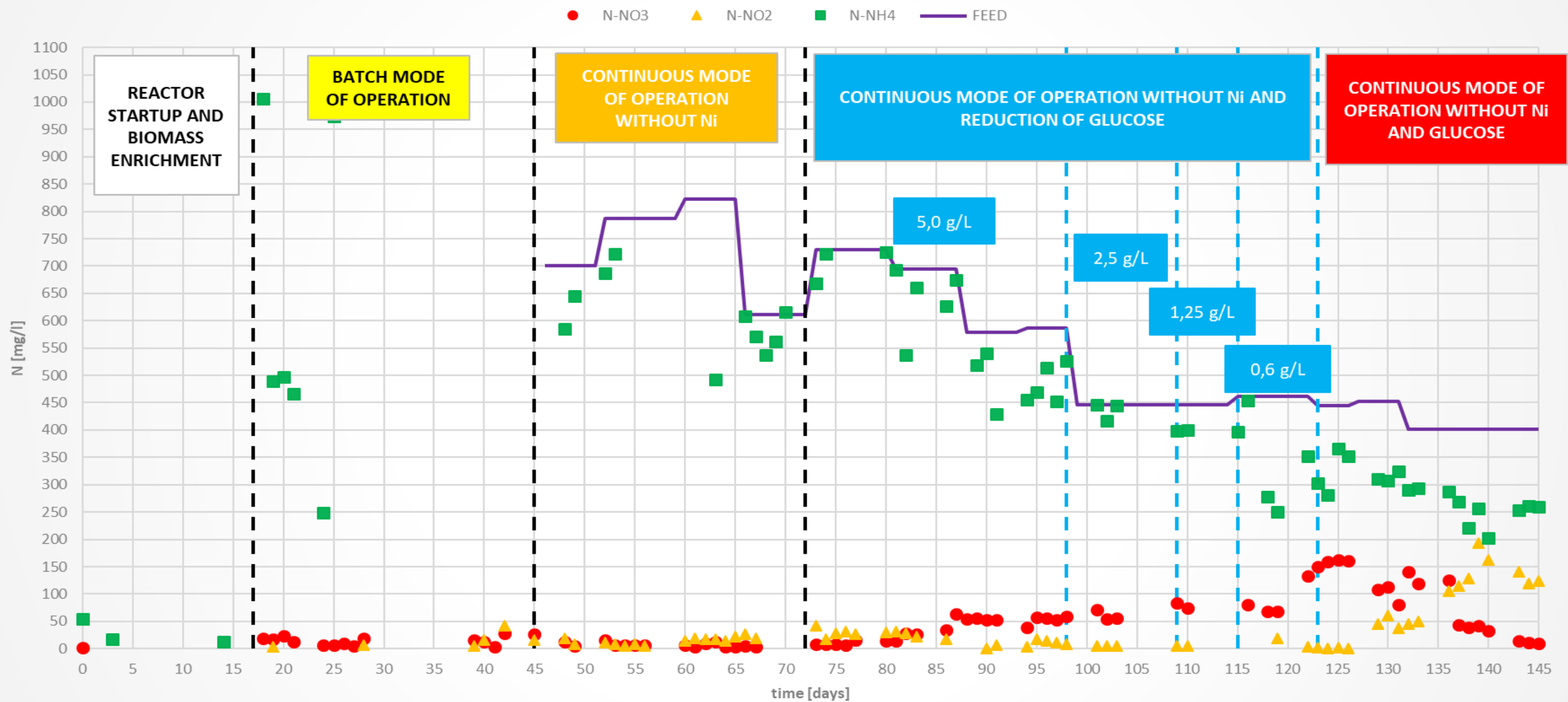
ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI N-NO_3^-



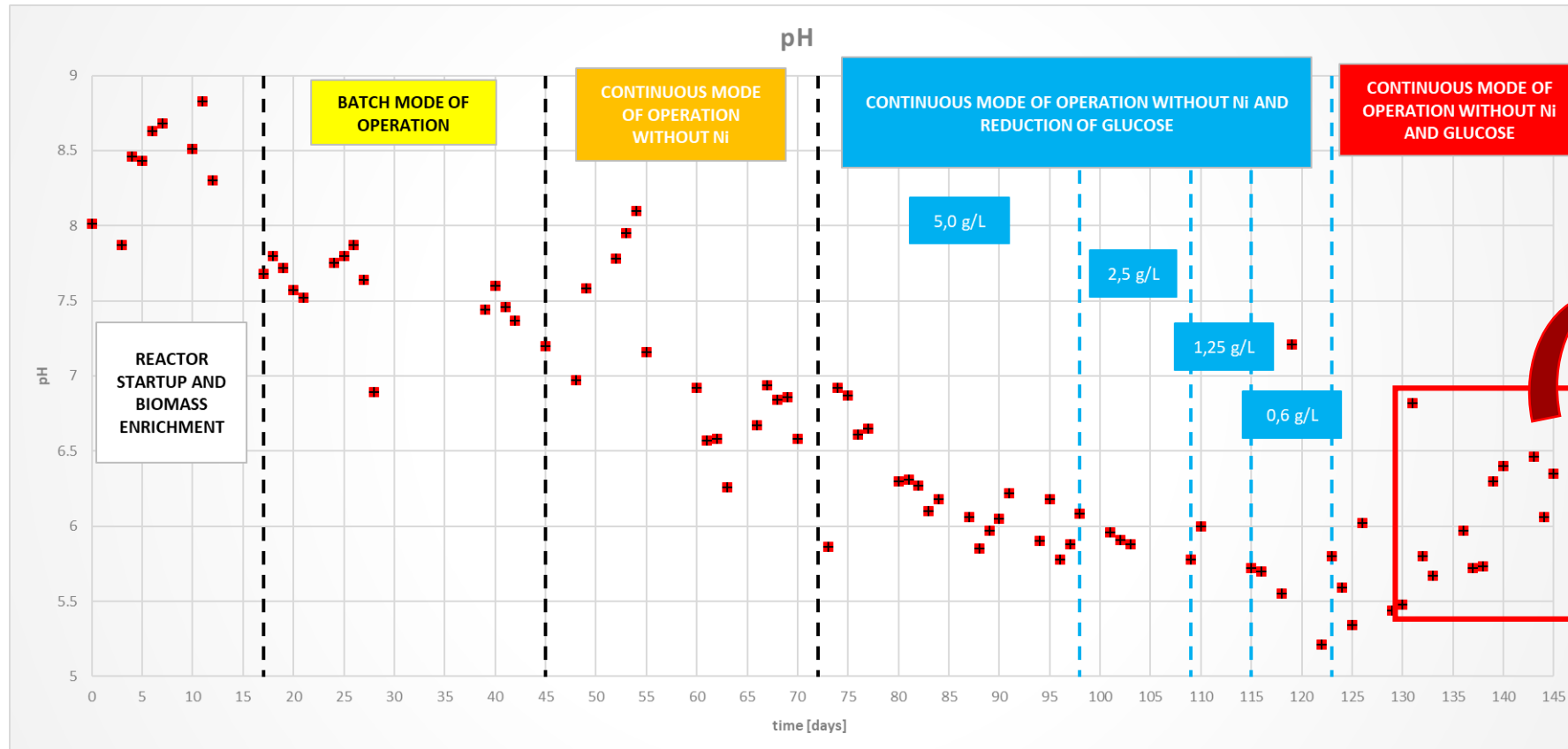
ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DI N-NO_2^-



BILANCIO SULL' AZOTO



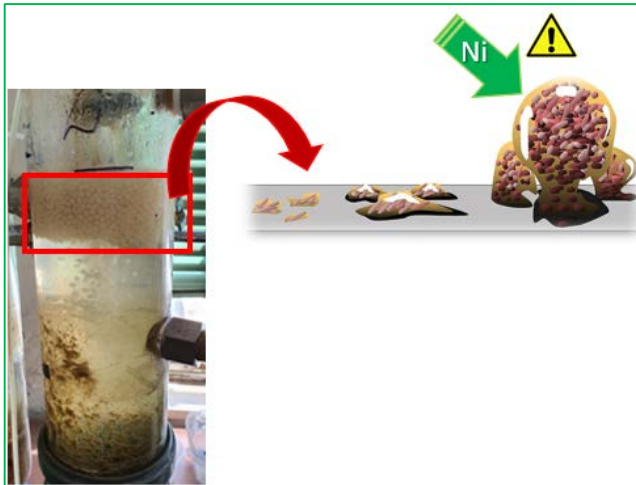
ANDAMENTO DEL pH



*RIPRISTINO VALORI
OTTIMALI DEL pH CON
SOLUZIONE 5M NaOH*

CONCLUSIONI

DENITRIFICAZIONE AUTOTROFA CON S^0



RIDUZIONE $N-NO_3^-$ DEL 65%



LE COLTURE MICROBICHE IN UN REATTORE A BIOFILM RISENTONO POCO DI UN FATTORE INIBENTE COME IL NICHEL



IL PROCESSO RISENTE DELLA PRESENZA DEL NICHEL E NON È OTTIMIZZATO COME PER IL REATTORE IFBR

NITRIFICAZIONE



RIMOZIONE $N-NH_4^+$ DEL 57%

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!