

NUOVI SCENARI NEL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Palermo, 1 Agosto 2025



**Università
degli Studi
di Palermo**

dj dipartimento
di ingegneria
unipa

L'efficientamento energetico e di processo degli impianti di trattamento delle acque reflue: Risultati del progetto SMART-EE Plants

Relatore:

Prof. Daniele Di Trapani

Con il patrocinio di:



EVENTO ORGANIZZATO NELL'AMBITO DEL PROGETTO SMARTEE-PLANTS: SMART ENERGY-EFFICIENCY WASTEWATER TREATMENT PLANTS FINANZIATO DAL PROGRAMMA OPERATIVO COMPLEMENTARE (POC) 2014-2024 DELLA REGIONE SICILIANA - PROGETTO N. 08CT3600000330

La nuova Direttiva UE 2024/3019

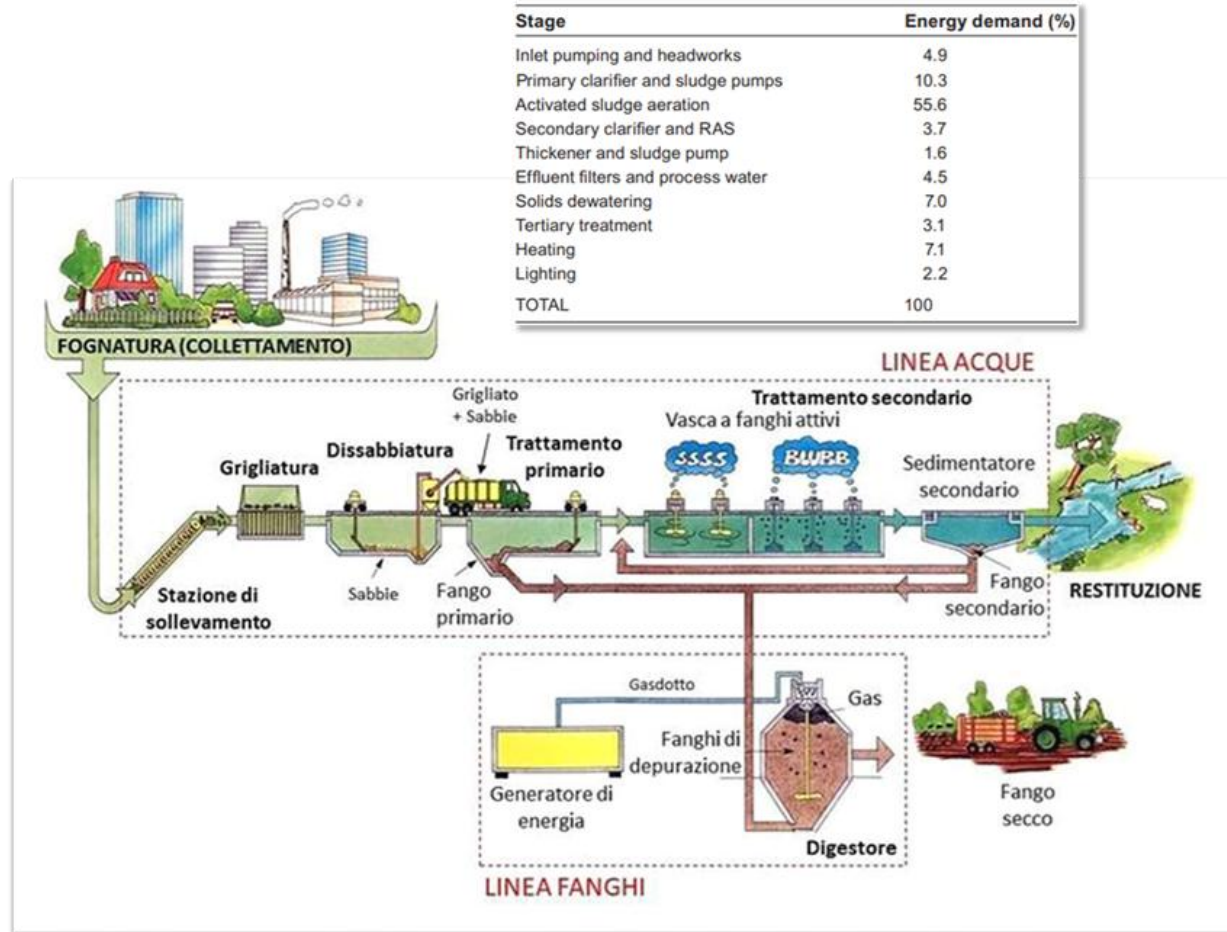
- ✓ Estensione dell'ambito di applicazione (≥ 1000 AE)
- ✓ Trattamenti avanzati obbligatori (terziario entro 2039 per carico ≥ 150.000 AE e quaternario entro 2045)
- ✓ **Neutralità energetica**
- ✓ **Riduzione delle emissioni di gas serra**
- ✓ Utilizzo biogas
- ✓ Monitoraggio e salute pubblica (sorveglianza periodica di inquinanti chimici, microplastiche, agenti patogeni e resistenza antimicrobica)



I consumi energetici negli impianti di trattamento della acque reflue

- Pretrattamenti e trattamenti primari
- **Trattamento secondario**
- Trattamento Terziario
- Trattamento dei Fanghi

- Fattori legati al processo
- Fattori fisici/contestuali



Il Progetto SMART-EE Plants

Approccio contaminativo tra tecnologie delle microelettronica, della sensoristica, della modellazione, del controllo di processo



Esperienza di ricercatori, tecnici e gestori del Servizio Idrico (SI) provenienti dalle diverse aree geografiche della regione



Efficientamento energetico degli impianti di depurazione presenti sull'intero territorio siciliano



Obiettivi dello studio

✓ Studiare l'effetto di un controllo "smart" della fase di aerazione in termini di:

- riduzione dei consumi energetici
- performance di processo



Studio condotto su impianto prototipale appositamente realizzato nell'ambito del
progetto SMART-EE PLANTS

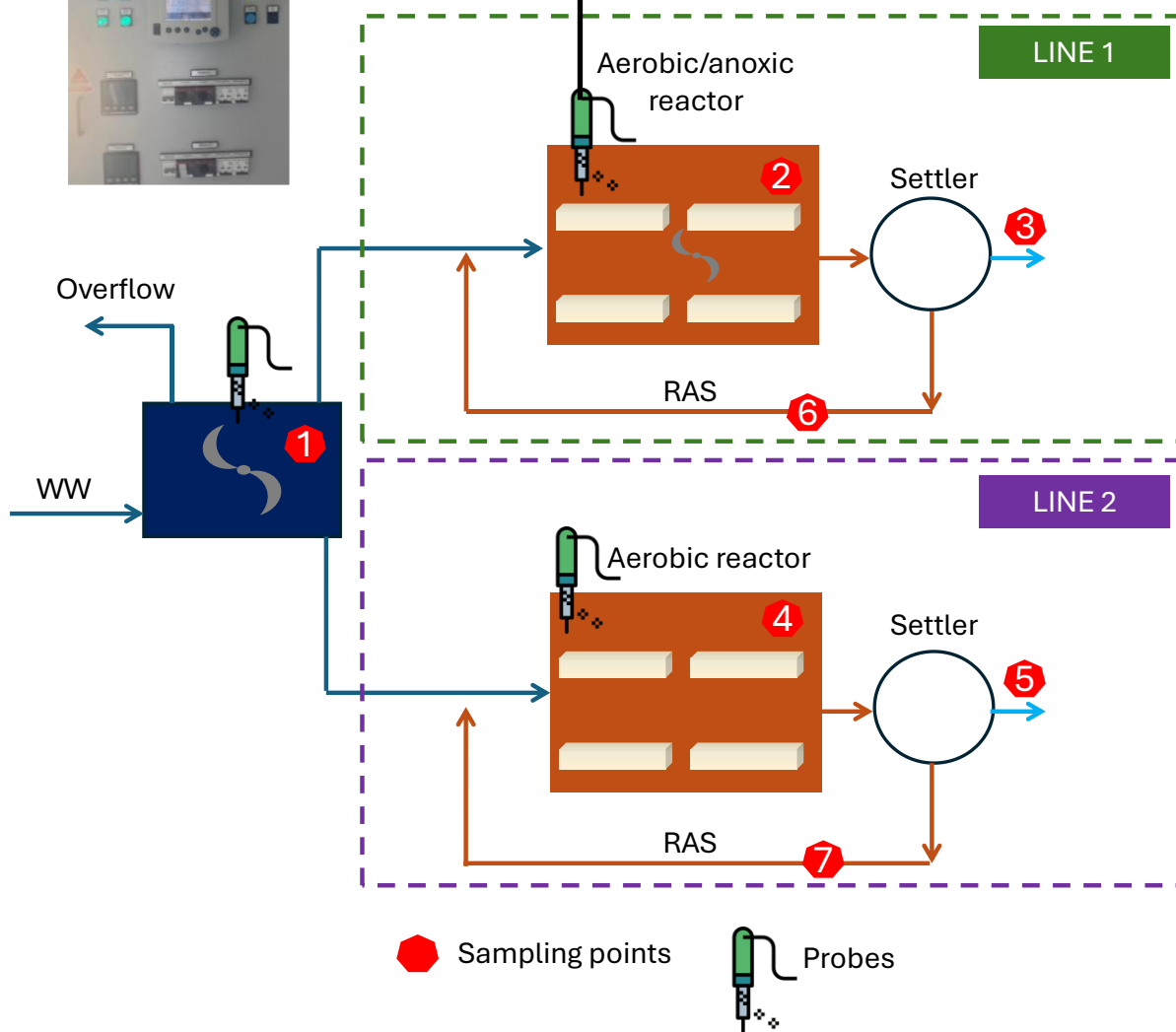
PERIODO 1: aerazione gestita mediante "set-point" dell'ossigeno (più fasi con diversi set point)

PERIODO 2: funzionamento a cicli alternati con aerazione intermittente



PLC

Il prototipo sperimentale



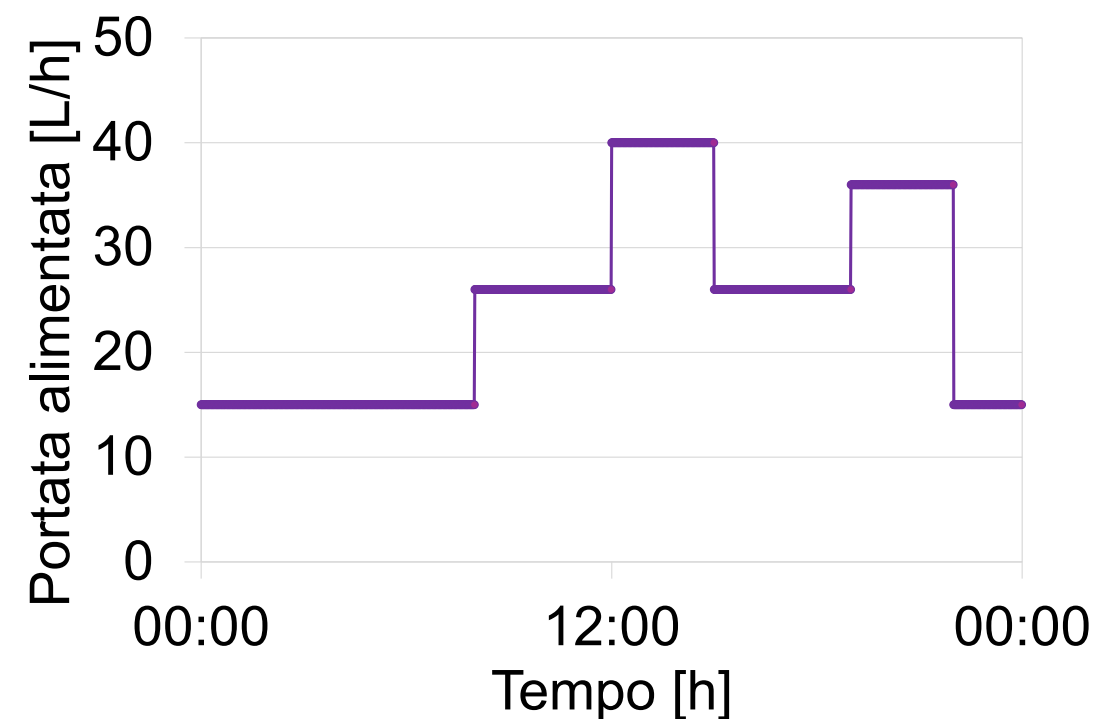
- ✓ 2 Linee in parallelo
- ✓ Tipologia di processo CAS
- ✓ Linea 1 controllo di processo tramite PLC
- ✓ Monitoraggio in continuo tramite sonde
- ✓ Refluo reale

AMAP
S.p.A.

Il prototipo sperimentale



Portata media trattata per linea:
25 L/h



Il prototipo sperimentale



Reattori dotati di coperchi
per l'accumulo e il
campionamento dell'off-gas

AMAP
S.p.A.

Attività sperimentale – caratteristiche influente

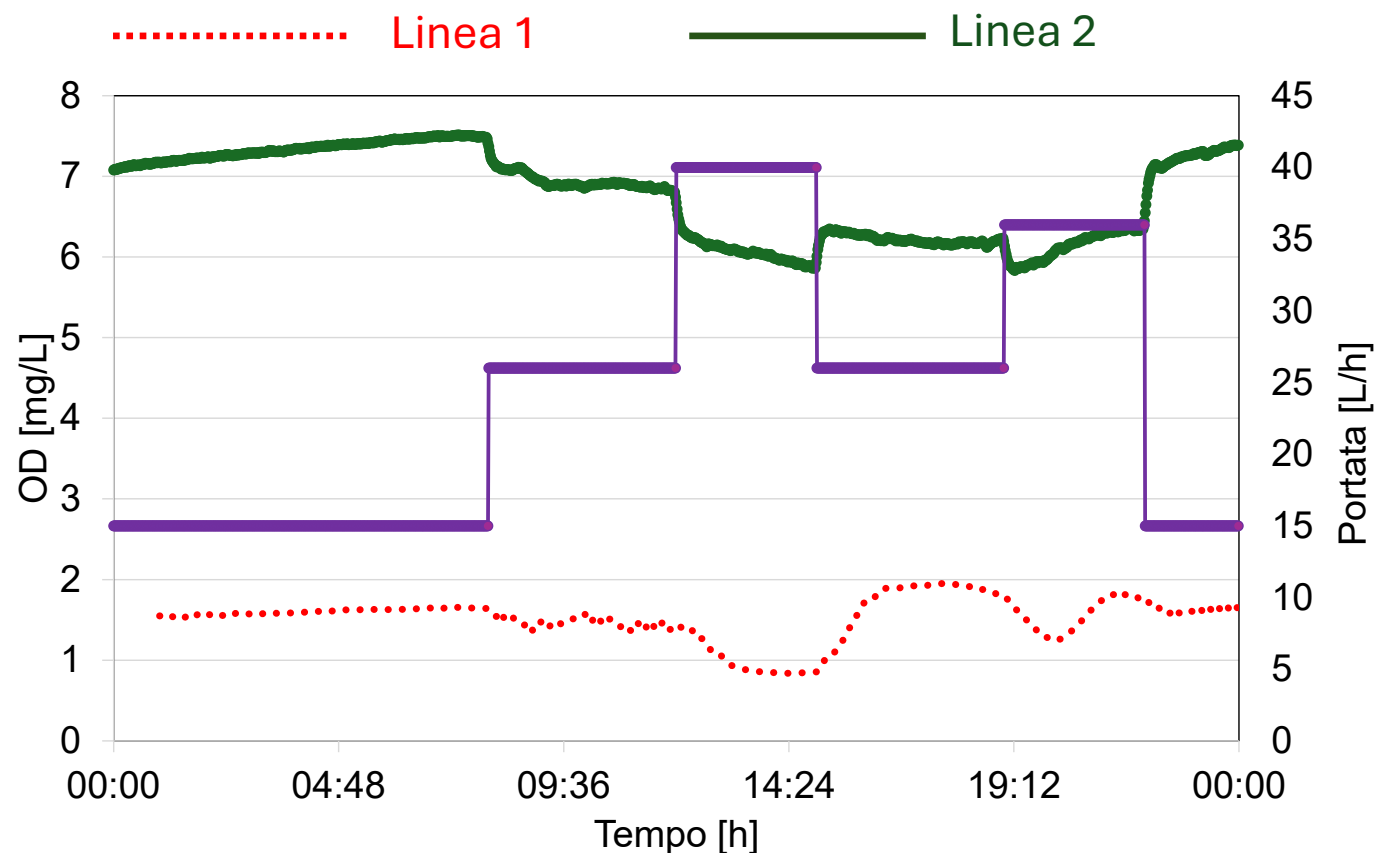
Simbolo	Descrizione	Unità di misura	Valore
COD _{TOT}	Domanda chimica di ossigeno	mg/L	405
COD _s	COD solubile	mg/L	105
BOD ₅	Richiesta biochimica di ossigeno	mg/L	156
TN	Azoto totale	mg/L	37
N-NH ₄	Azoto ammoniacale	mg/L	28
TP	Fosforo totale	mg/L	5.5
PO ₄	Ortofosfato	mg/L	4.3
TSS	Solidi sospesi totali	g/L	0.5

Prelievo refluo a valle
del sedimentatore
primario

Concentrazioni medie
tipiche di un refluo
«medio»

Carico del fango = 0.3
kgBOD/kgSST giorno

Controllo della concentrazione di ossigeno



Fase 1

Linea 1 – set point

- min 0.8 mg/L
- max 2 mg/L

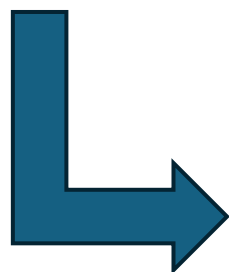
Linea 2 – nessun controllo



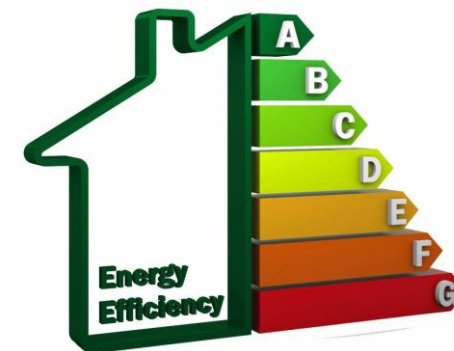
Risultati - Consumi energetici

LINEA 1: consumo complessivo ~ 835 kWh

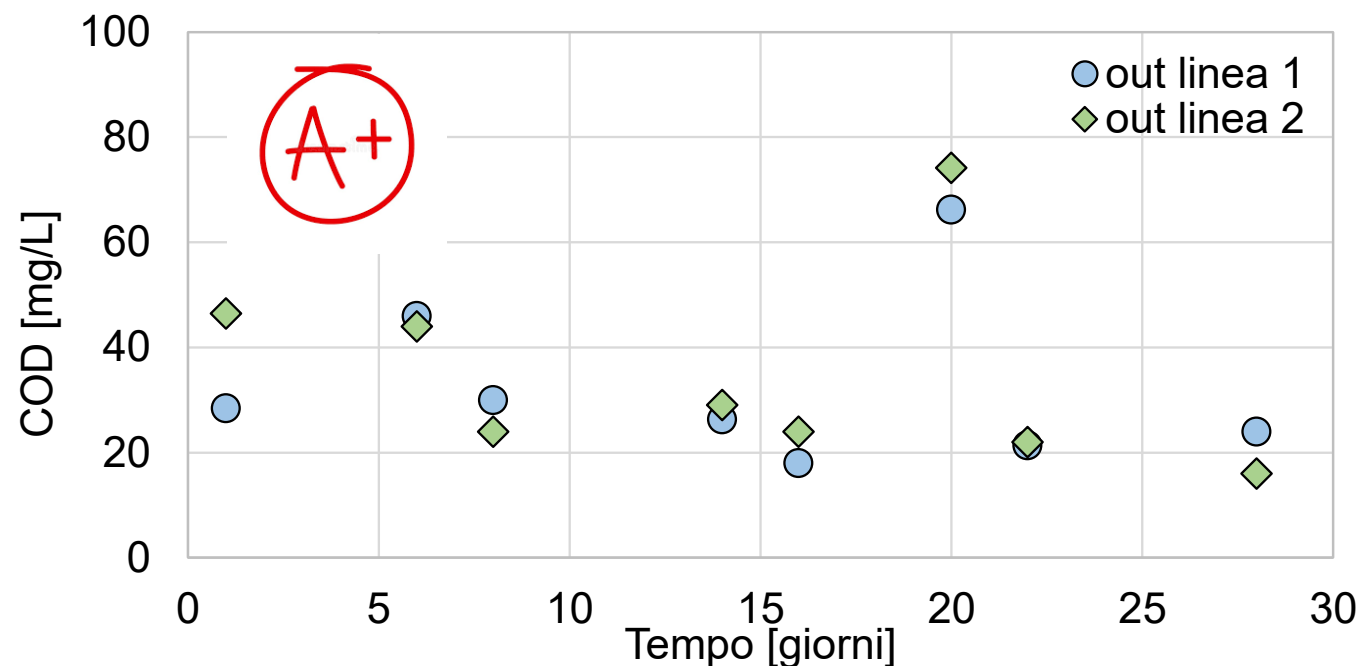
LINEA 2: consumo complessivo ~ 1220 kWh



RIDUZIONE DEI CONSUMI LINEA 1 ~ 32%



Risultati - rimozione della sostanza organica



Rendimento medio LINEA 1 ~ 88%

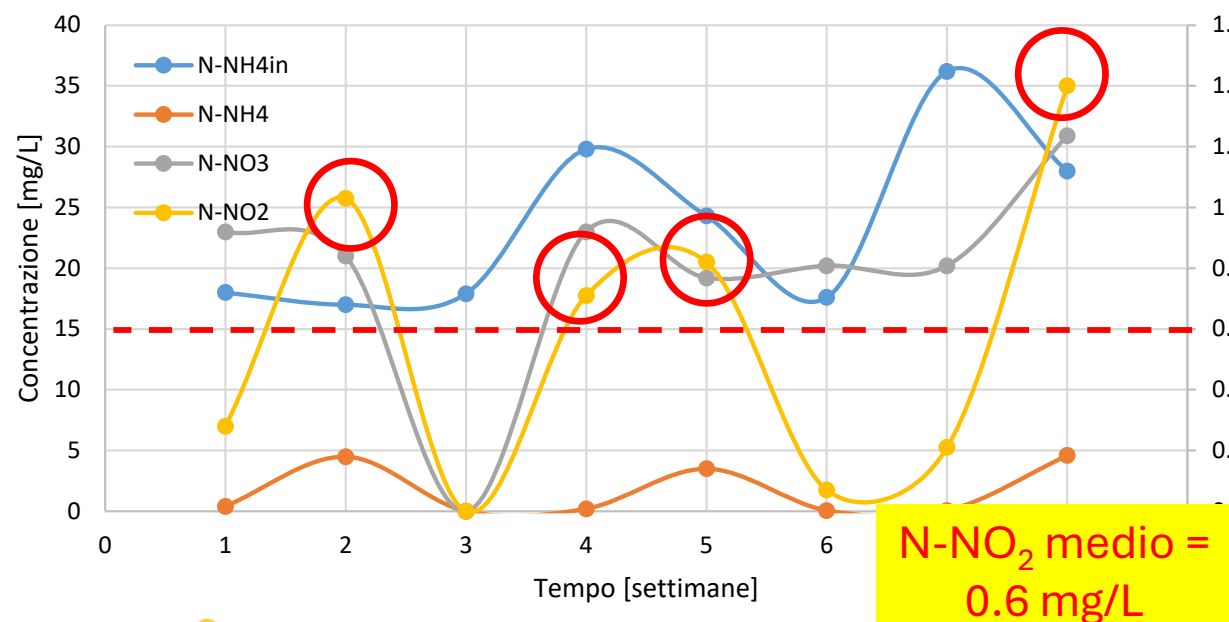
Rendimento medio LINEA 2 ~ 87%

Ottime rese di processo, nessun impatto negativo dovuto al controllo dell'ossigeno

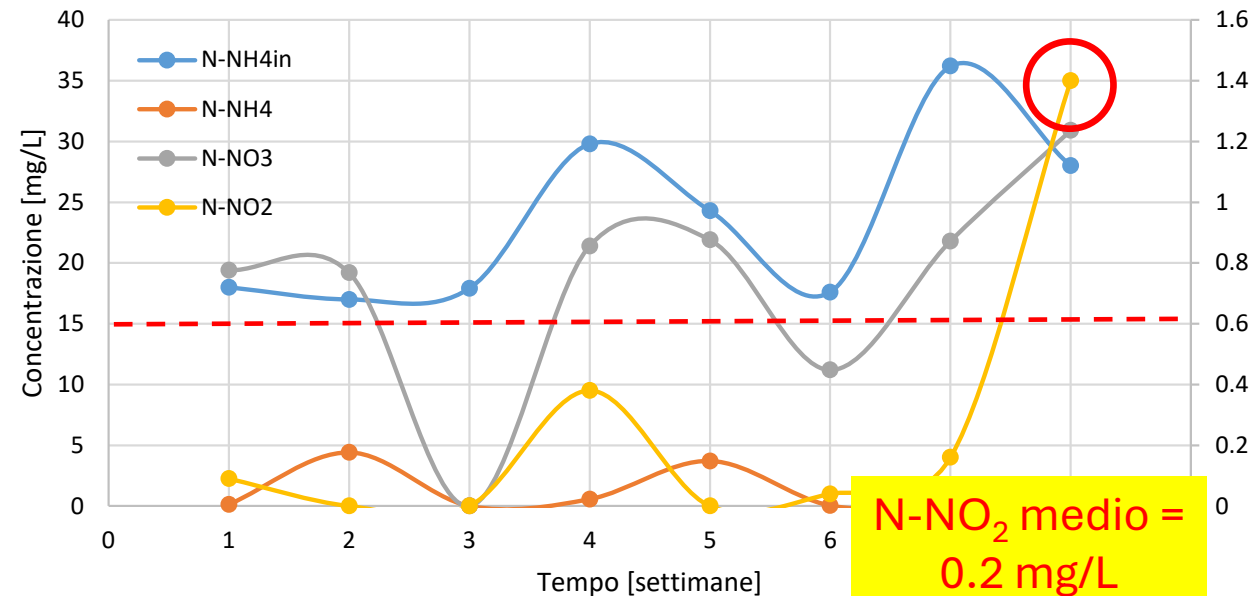


Risultati - le forme dell'azoto

Linea 1



Linea 2



Accumulo di nitriti in linea 1



Conclusioni e prospettive

- ✓ Sensibili riduzioni dei consumi energetici della fase biologica con controllo dell'ossigeno
- ✓ Possibili disturbi sulla nitrificazione, specialmente impostando un set-point molto basso (accumulo di nitriti....emissioni di N_2O ??)



NECESSITÀ DI UN “TRADE-OFF” TRA RISPARMIO ENERGETICO E
PERFORMANCE DI PROCESSO

Conclusioni e prospettive

Attività in corso....

- ✓ Ottimizzazione del controllo dell'ossigeno
- ✓ Conduzione Linea 1 in modalità "cicli alternati"



Grazie per l'attenzione



daniele.ditrapani@unipa.it