

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



Università  
degli Studi  
di Palermo



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 ( $\geq 1000$  AE)**
- ✓ **Trattamenti avanzati obbligatori (terziario entro 2039 per carico  $\geq 150.000$  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)**

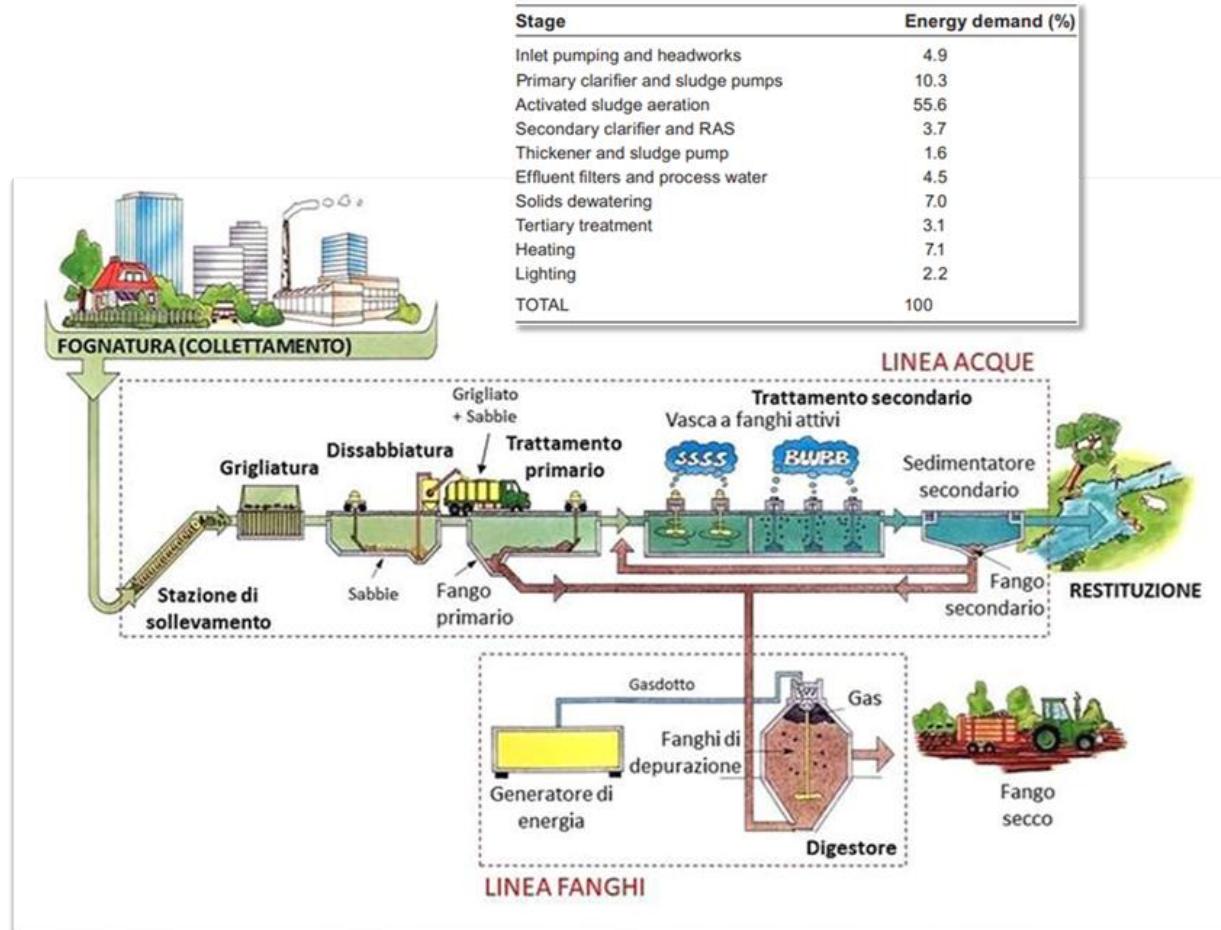


# I consumi energetici negli impianti di trattamento delle acque reflue

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

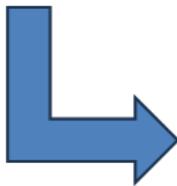


- Fattori legati al processo
- Fattori fisici/contestuali



# 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



Università  
degli Studi  
di Palermo

dipartimento  
di Ingegneria  
unipa



Con il patrocinio di:



# 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

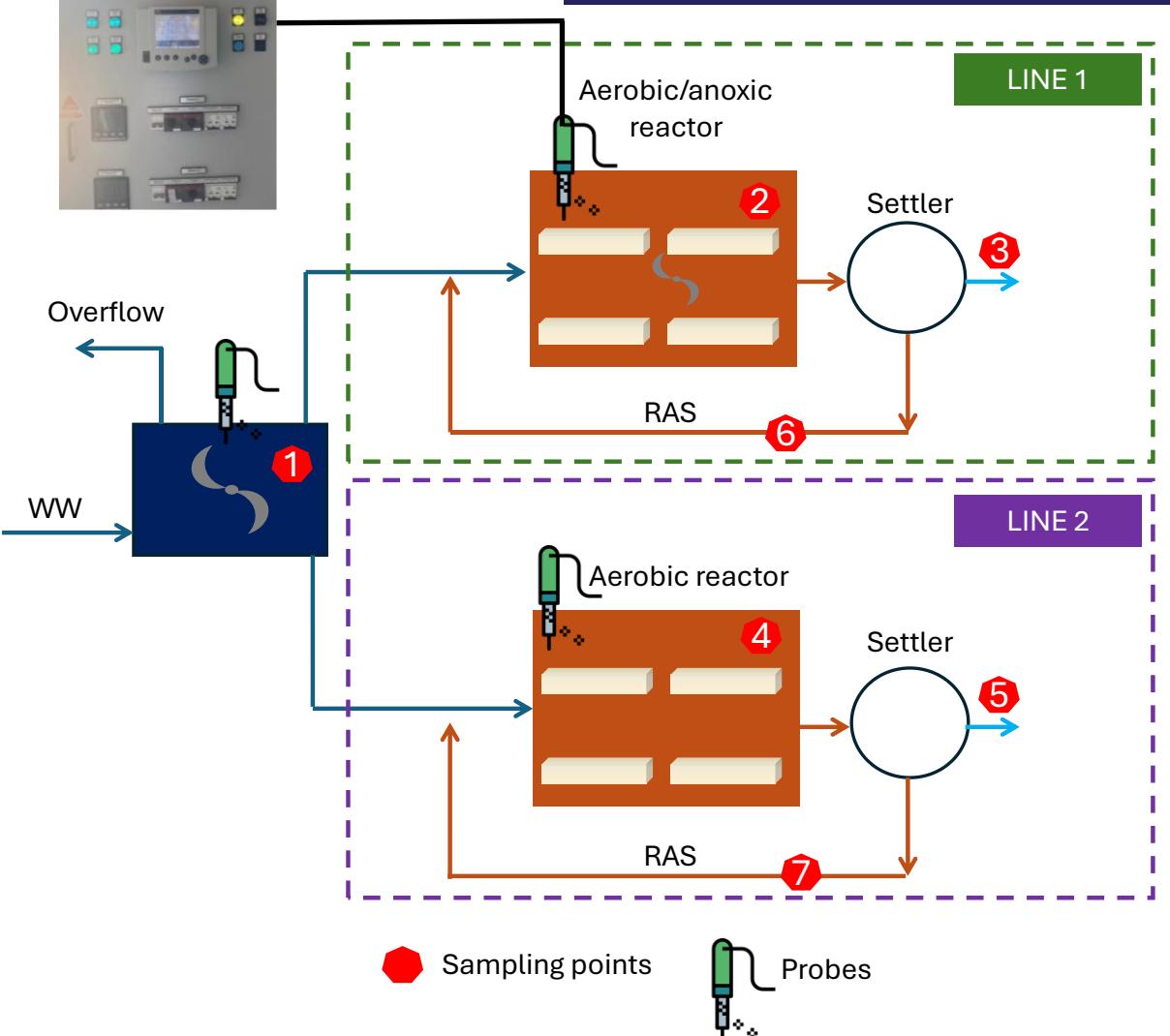
**PERIODO 1:** aerazione gestita mediante “set-point” dell’ossigeno (più fasi con diversi set point)

**PERIODO 2:** funzionamento a cicli alternati con aerazione intermittente



PLC

# Il prototipo sperimentale



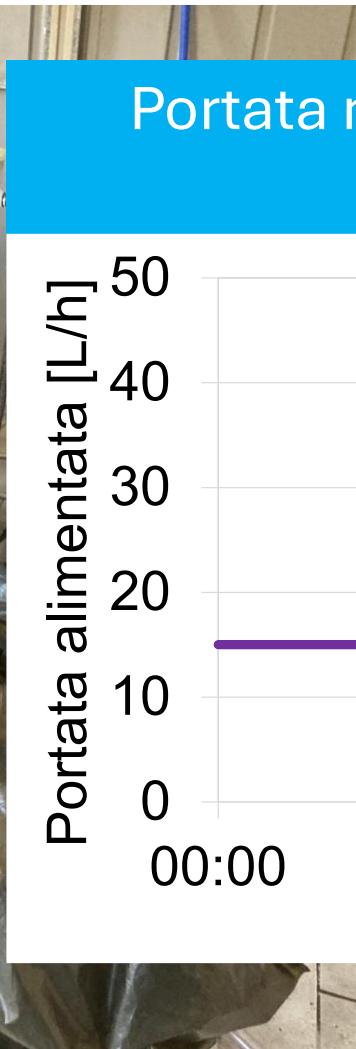
- ✓ 2 Linee in parallelo
- ✓ Tipologia di processo CAS
- ✓ Linea 1 controllo di processo tramite PLC
- ✓ Monitoraggio in continuo tramite sonde
- ✓ Refluo reale

**AMAP**  
S.p.A.

# Il prototipo sperimentale

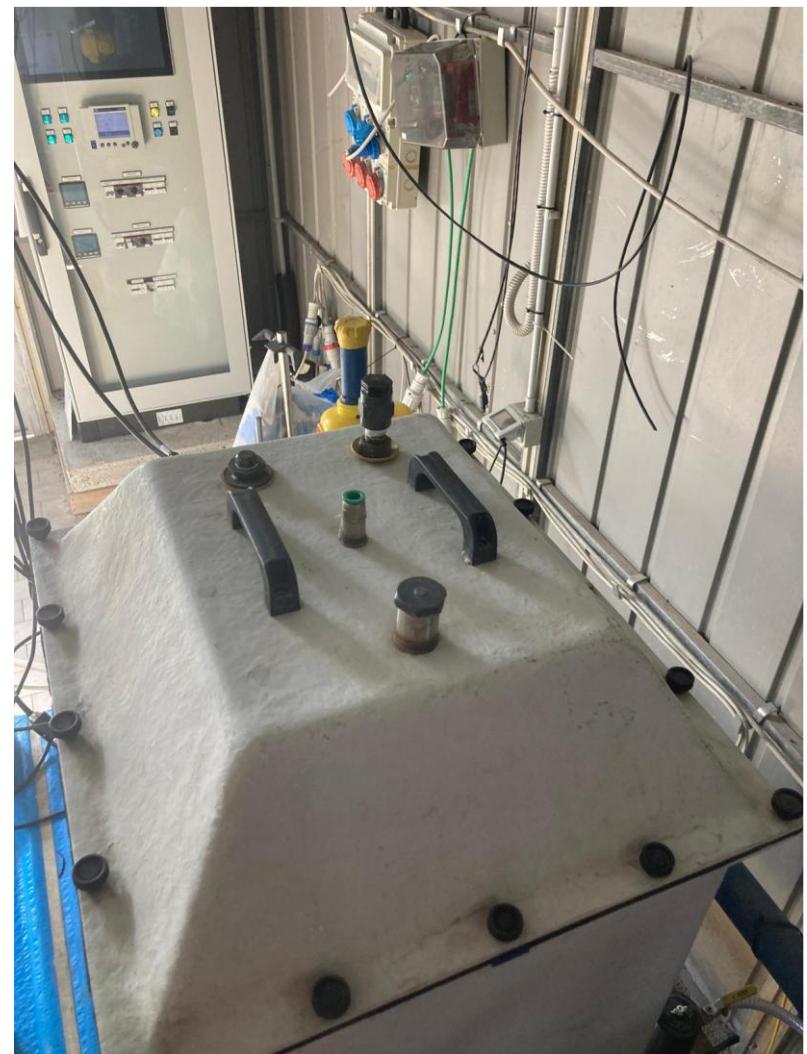


**AMAP**  
S.p.A.



Portata media trattata per linea:  
25 L/h

# Il prototipo sperimentale



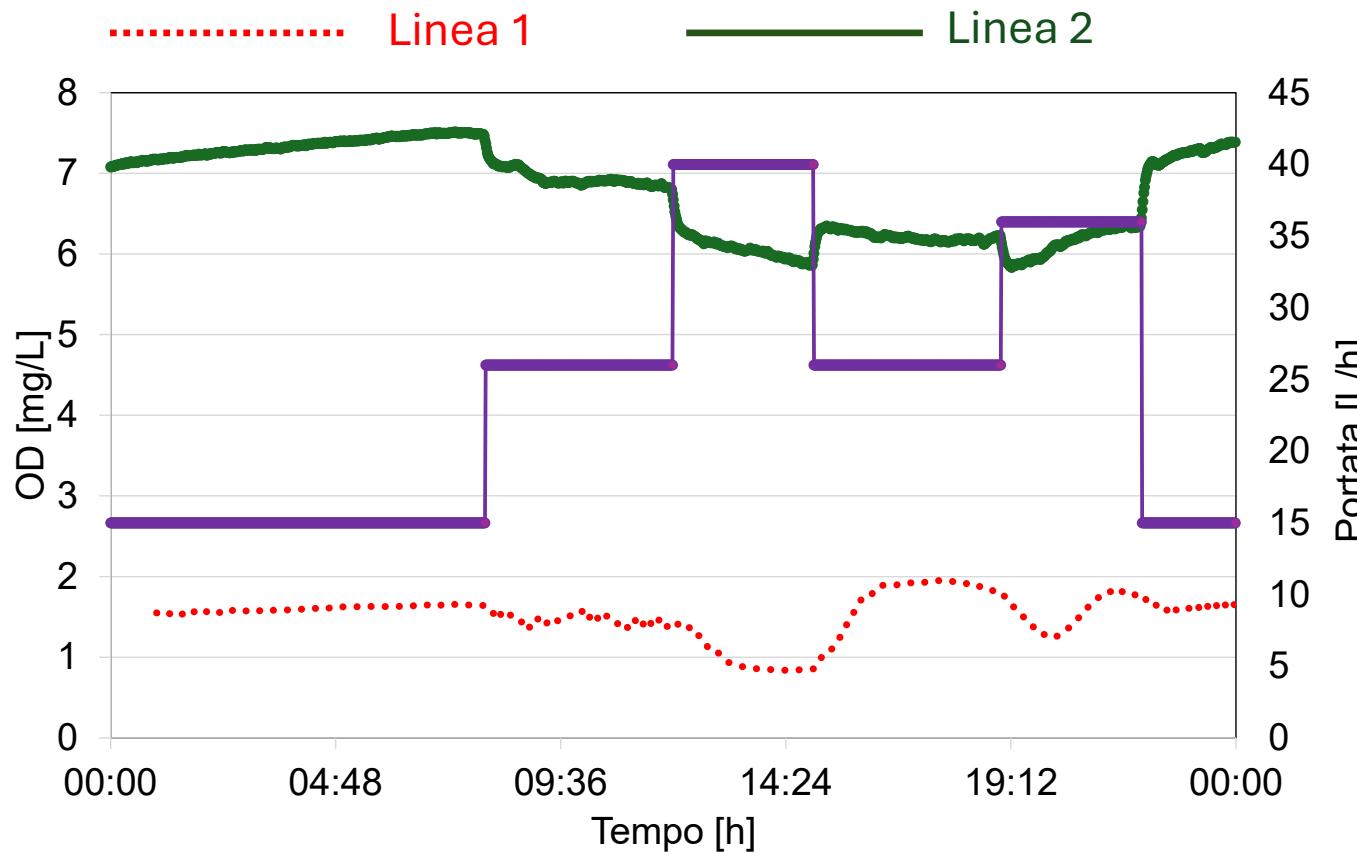
Reattori dotati di coperchi  
per l'accumulo e il  
campionamento dell'off-gas

**AMAP**  
S.p.A.

# Attività sperimentale – caratteristiche influente

Simbolo	Descrizione	Unità di misura	Valore	
COD <sub>TOT</sub>	Domanda chimica di ossigeno	mg/L	405	Prelievo reffluo a valle del sedimentatore primario
COD <sub>s</sub>	COD solubile	mg/L	105	
BOD <sub>5</sub>	Richiesta biochimica di ossigeno	mg/L	156	Concentrazioni medie tipiche di un reffluo «medio»
TN	Azoto totale	mg/L	37	
N-NH <sub>4</sub>	Azoto ammoniacale	mg/L	28	Carico del fango = 0.3 kgBOD/kgSST giorno
TP	Fosforo totale	mg/L	5.5	
PO <sub>4</sub>	Ortofosfato	mg/L	4.3	
TSS	Solidi sospesi totali	g/L	0.5	

# Controllo della concentrazione di ossigeno



## Fase 1

**Linea 1 – set point**

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

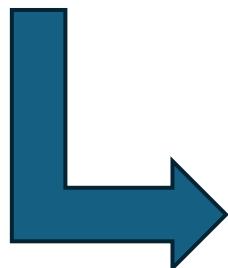
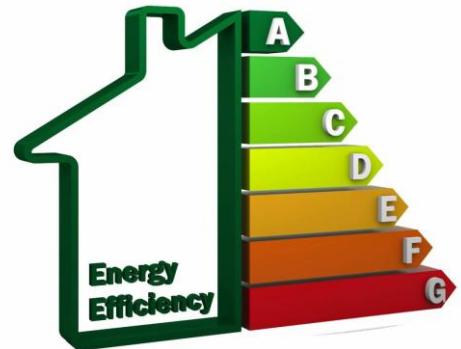
**Linea 2 – nessun controllo**



# Risultati - Consumi energetici

**LINEA 1: consumo complessivo ~ 835 kWh**

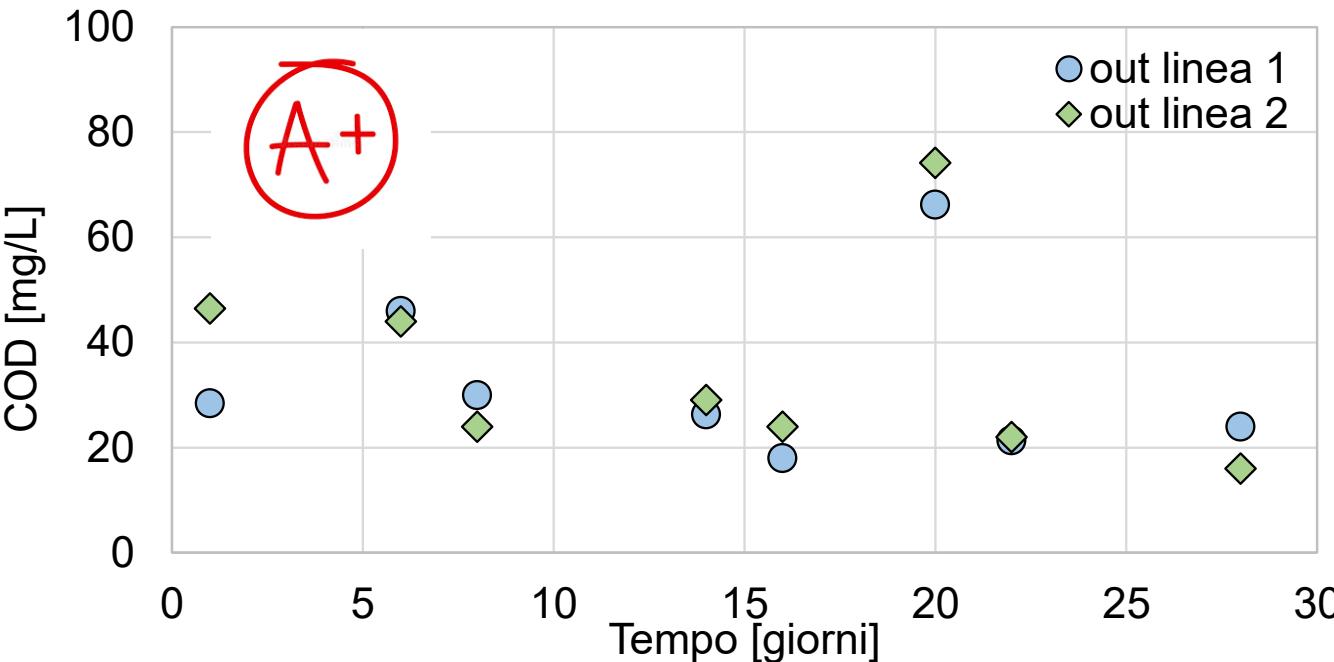
**LINEA 2: consumo complessivo ~ 1220 kWh**



**RIDUZIONE DEI CONSUMI LINEA 1 ~ 32%**



# Risultati - rimozione della sostanza organica



Rendimento medio LINEA 1 ~ 88%

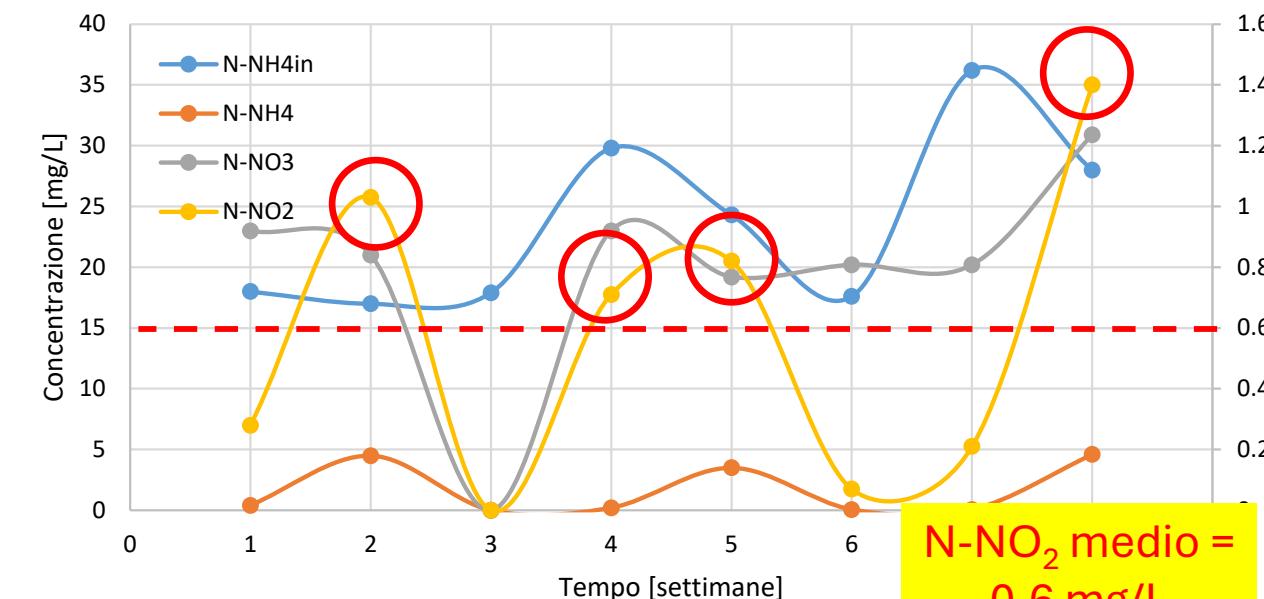
Rendimento medio LINEA 2 ~ 87%

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



# Risultati - le forme dell'azoto

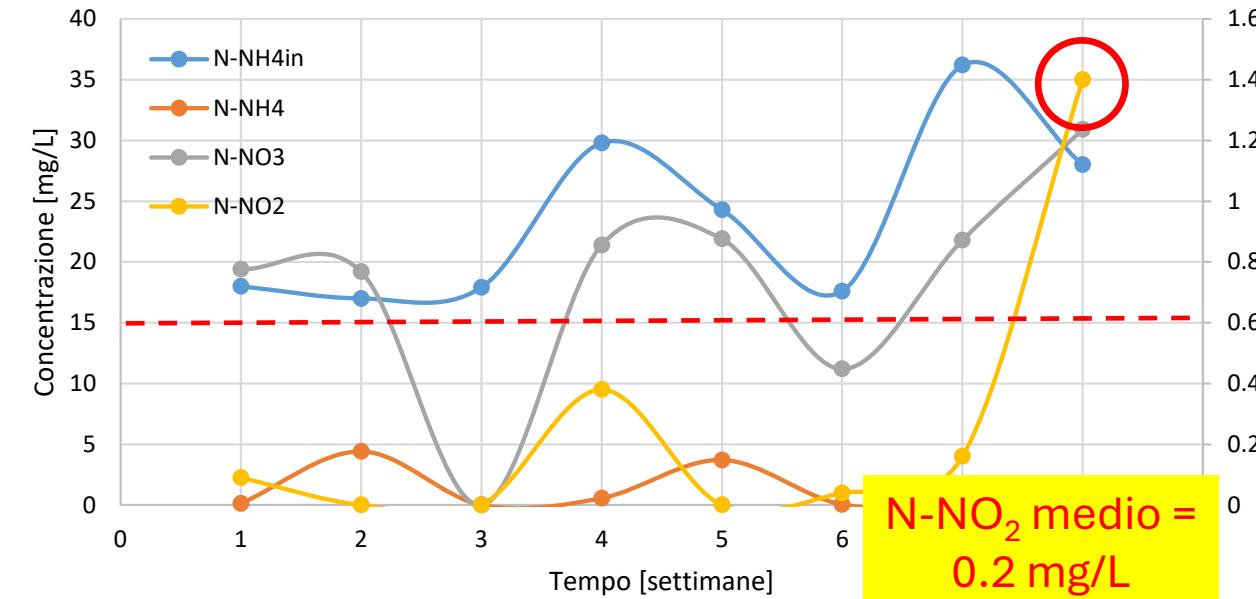
## Linea 1



**WARNING**

Accumulo di nitriti in linea 1

## Linea 2



N-NO<sub>2</sub> medio =  
0.2 mg/L

# *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<sub>2</sub>O??)



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](mailto:daniele.ditrapani@unipa.it)



Università  
degli Studi  
di Palermo

dij  
dipartimento  
di Ingegneria  
unipa



DOC  
SICILIA 14-20

FESR  
SICILIA 2014-2020



Con il patrocinio di:

Aiat  
Associazione Ingegneri Ambiente e Territorio