

# GRUPPO CAP

## Gestire una rete eterogenea di impianti

22 novembre 2024



# GRUPPO CAP



## DEPURAZIONE

**154** comuni serviti

**2.420.885** abitanti

**Oltre 300 milioni m<sup>3</sup>**  
di acqua reflua trattata

**115.473.502 m<sup>3</sup>**  
di acqua reflua riutilizzata  
(37% totale)

**+ 74.608** ton fanghi prodotti di cui  
il 45% riutilizzati in agricoltura

**40** impianti di depurazione



## ACQUEDOTTO

**1.886.014** abitanti

**133** comuni serviti

**724** pozzi

**235.962.729 m<sup>3</sup>** di acqua immessa  
in rete

**6.531** km rete acquedottistica

**21.877** prelievi acque potabili

**866.325** determinazioni analitiche



## FOGNATURA

**133** comuni serviti

**1.886.014** abitanti

**493** km collettori

**6.531** Km rete fognaria e collettori

# CAP EVOLUTION

CAP Evolution è l'azienda di Gruppo CAP che opera nell'ambito del trattamento dei reflui fognari, del trattamento dei rifiuti e della produzione di energia green. I nostri processi di depurazione in un'ottica di economia circolare trasformano rifiuti e scarti in nuove risorse, mentre gli impianti fotovoltaici producono energia da fonti rinnovabili.



## Depurazione

Nei 40 depuratori vengono attuati processi di **economia circolare** che consentono di riutilizzare le acque depurate per usi non domestici



## Rifiuti

Gli impianti di trattamento e recupero rifiuti permettono di massimizzare le risorse e di minimizzare l'impatto sull'ambiente con un processo **end of waste**

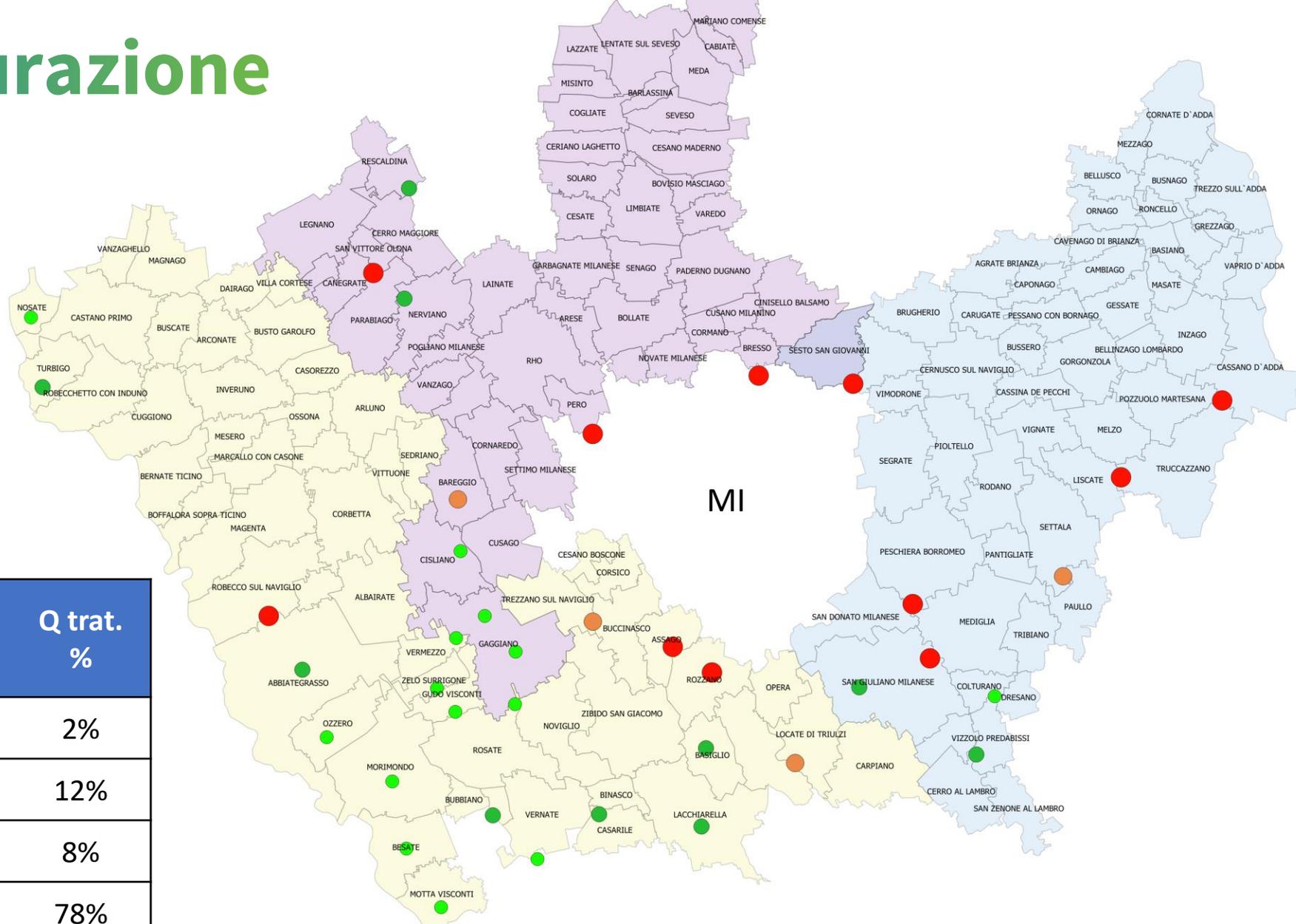
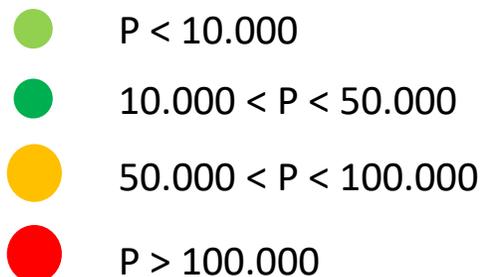


## Energia

Gli **impianti fotovoltaici** forniscono energia da fonti rinnovabili. L'energia prodotta viene condivisa anche con le comunità locali, garantendo sicurezza e **sostenibilità energetica**

# Il settore Depurazione

Potenzialità (AE):



Potenzialità AE	N.	Q trat. Mm3	Q trat. %
P < 10.000	14	6,8	2%
10.000 < P < 50.000	12	37,7	12%
50.000 < P < 100.000	3	24,1	8%
P > 100.000	11	242,1	78%
<b>TOTALE</b>	<b>40</b>	<b>310,7</b>	<b>100%</b>

# Impianti e tecnologie

## LINEA ACQUE

**33 fanghi attivi**  
**3 biofiltrazione**  
**3+1 MBR**  
**1 IFAS**  
**1+1 MBBR**



**300M m3 depurati**  
**120M m3 riutilizzabili**

## LINEA FANGHI

**9 DA + 1 biometano**  
**23 stabilizzazione aerobiche**  
**2 fermentatori + recupero VFA**  
**2 SBR trat. surnatanti**  
**1 bio-essiccatore**  
**1 essiccatore**



**80k ton fanghi smaltiti**  
**5,2M m3 biogas prodotto**  
**5,9 GWh energia prodotta**

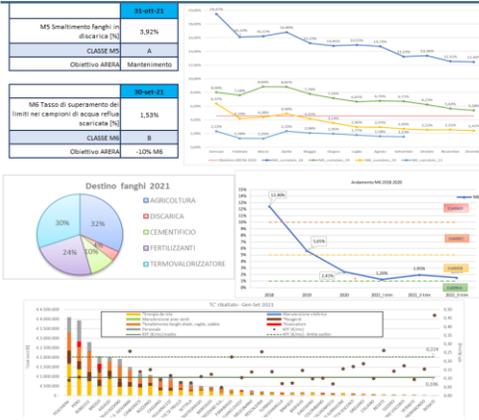
## LINEA ARIA

**17 scrubber a umido**  
**50+11 scrubber a secco**  
**21 biofiltri**



**620k m3/h aria trattata**

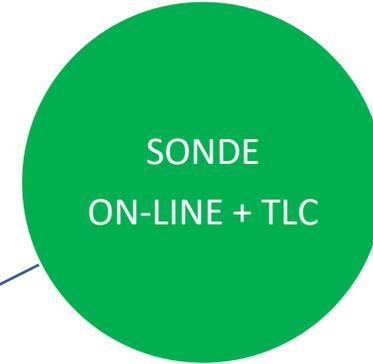
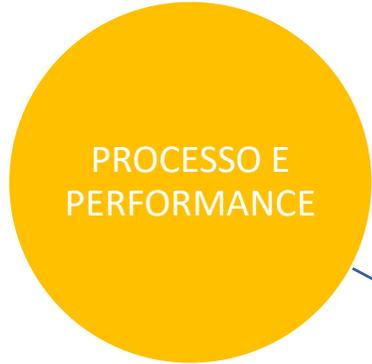
# Il monitoraggio degli impianti



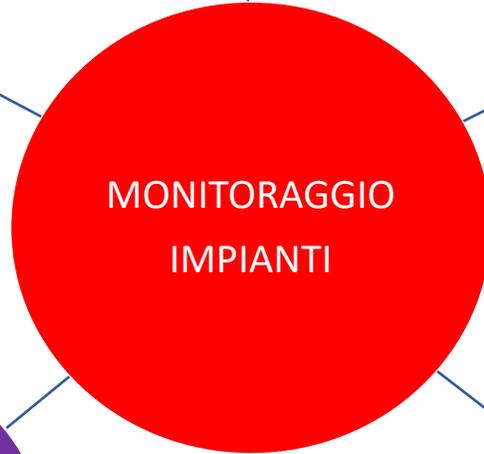
KPI  
Report  
Ottimizzazione processi



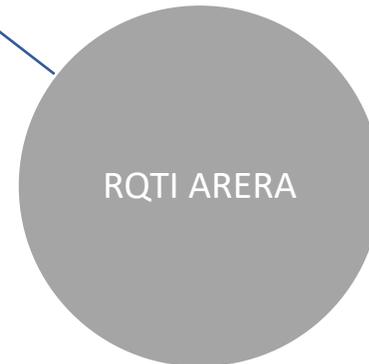
Calendario controllo e autocontrollo  
Irriguo – riuso acqua depurata  
Qualità fanghi  
Monitoraggio processo



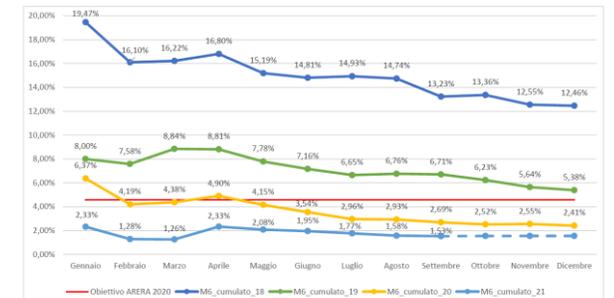
Ingresso e uscita  
Controllo processo



Analisi scrubber e biofiltri  
Nasi elettronici



Calcolo M5 e M6



# Il monitoraggio degli impianti: la strumentazione



« Se non lo puoi misurare non lo puoi migliorare » (Lord Kelvin)



➤ 853 misuratori di **portata**



➤ 784 misuratori di **livello**

➤ 240 misuratori di **pressione**

➤ 717 strumenti di **analisi**

CLASSE	N. IMPIANTI	N. SONDE
P<10.000	14	37
10.000 <P<50.000	12	131
50.000<P<100.000	3	60
P>100.000	11	489
Totale	40	717

Gestione attiva nel controllo di processo:

- Controllo soffianti
- Dosaggio chemicals
- Gestione ricircolo e supero fango

280



# La strumentazione di analisi

PARAMETRI	INGRESSO	BIOLOGICO	SCARICO	LINEA FANGHI	TRAT. ARIA	TOTALE
COD	3		17			20
NH4	6	45	24			75
NO3		49	23			72
P TOT	4		1			5
PO4		1	19			20
SST	5	57	29	35		126
TOC			1			1
O2		132		13		145
PH	13	31	6	6	9	65
ORP	10	94	3	5	4	116
COND.	8		3	7		18
SENTRY	1	1	2			4
UVAS			2			2
PERACETICO			4			4
H2S					24	24
NASI ELET.					20	20
TOTALE	56	405	133	66	57	717

## TECNOLOGIE ADOPERATE

### **AZOTO AMMONIACALE**

SENSORE ISE  
ANALIZZATORE COLORIMETRICO

### **AZOTO NITRICO**

SENSORE ISE  
SENSORE OTTICO

### **FOSFORO TOTALE**

ANALIZZATORE COLORIMETRICO (CON DIGESTIONE CAMPIONE)

### **ORTOFOSFATI**

ANALIZZATORE COLORIMETRICO

### **COD**

MISURA SAC – ASSORBIMENTO UV 254 nm

### **TORBIDITA' – SOLIDI SOSPESI TOTALI**

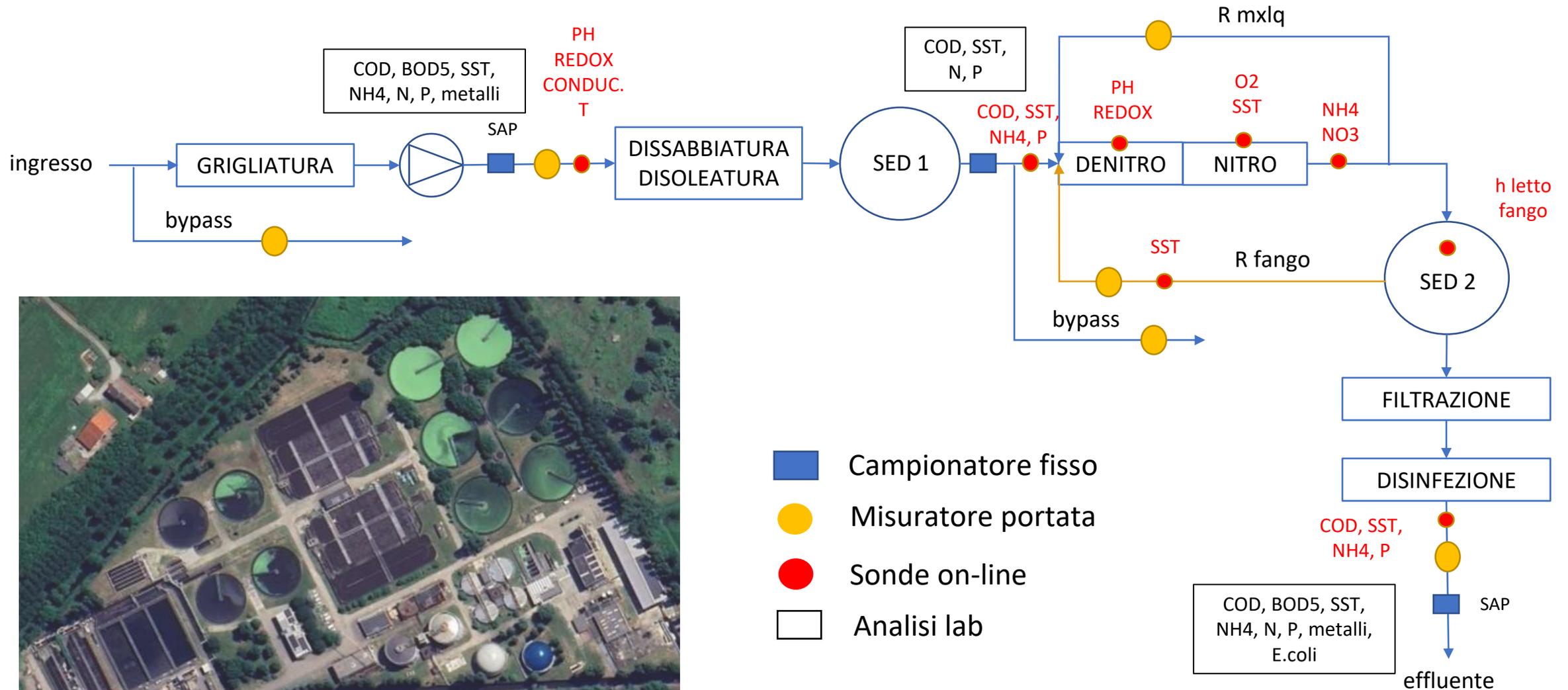
SENSORE OTTICO

### **pH**

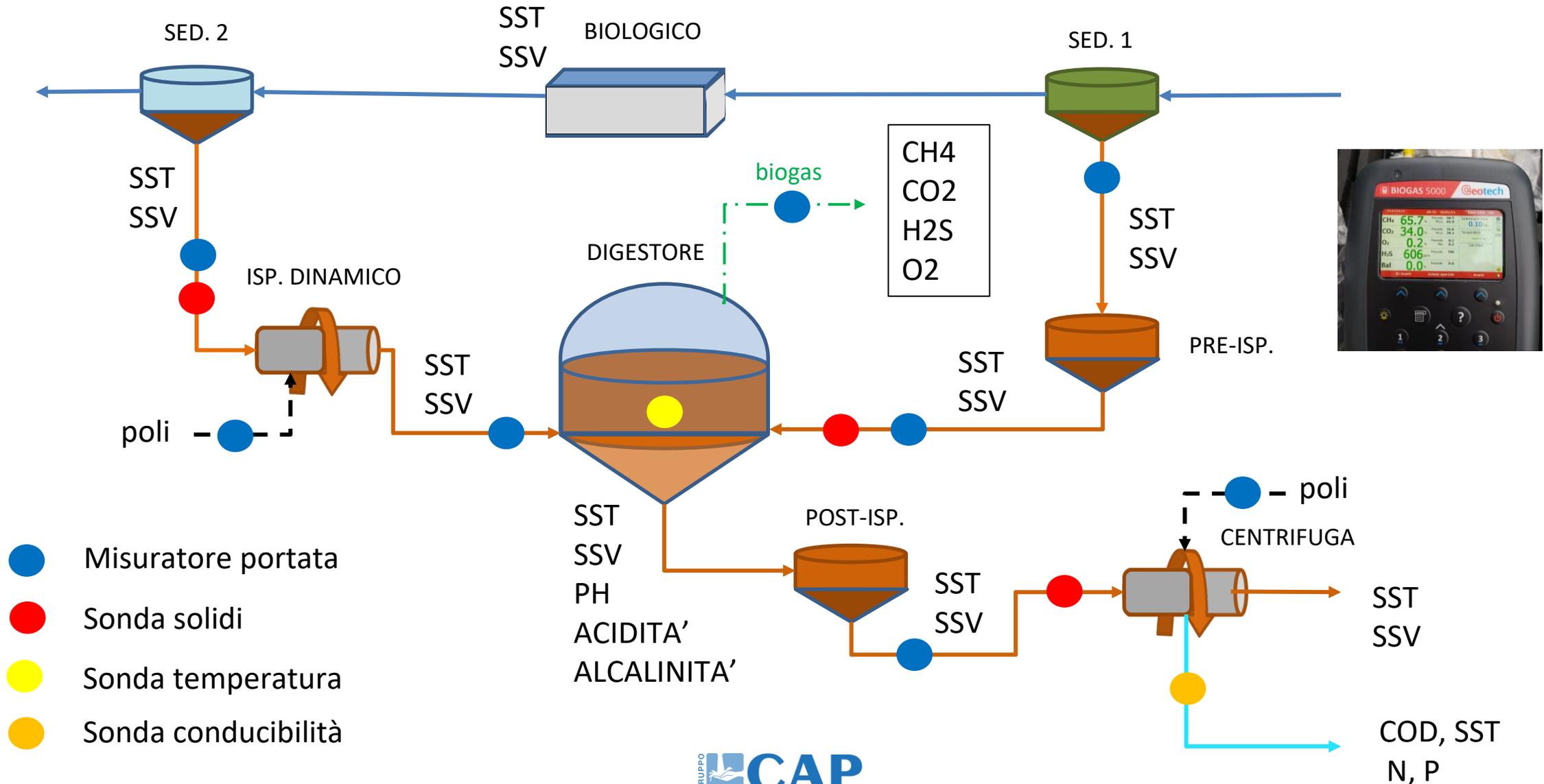
TEMPERATURA

POTENZIALE REDOX

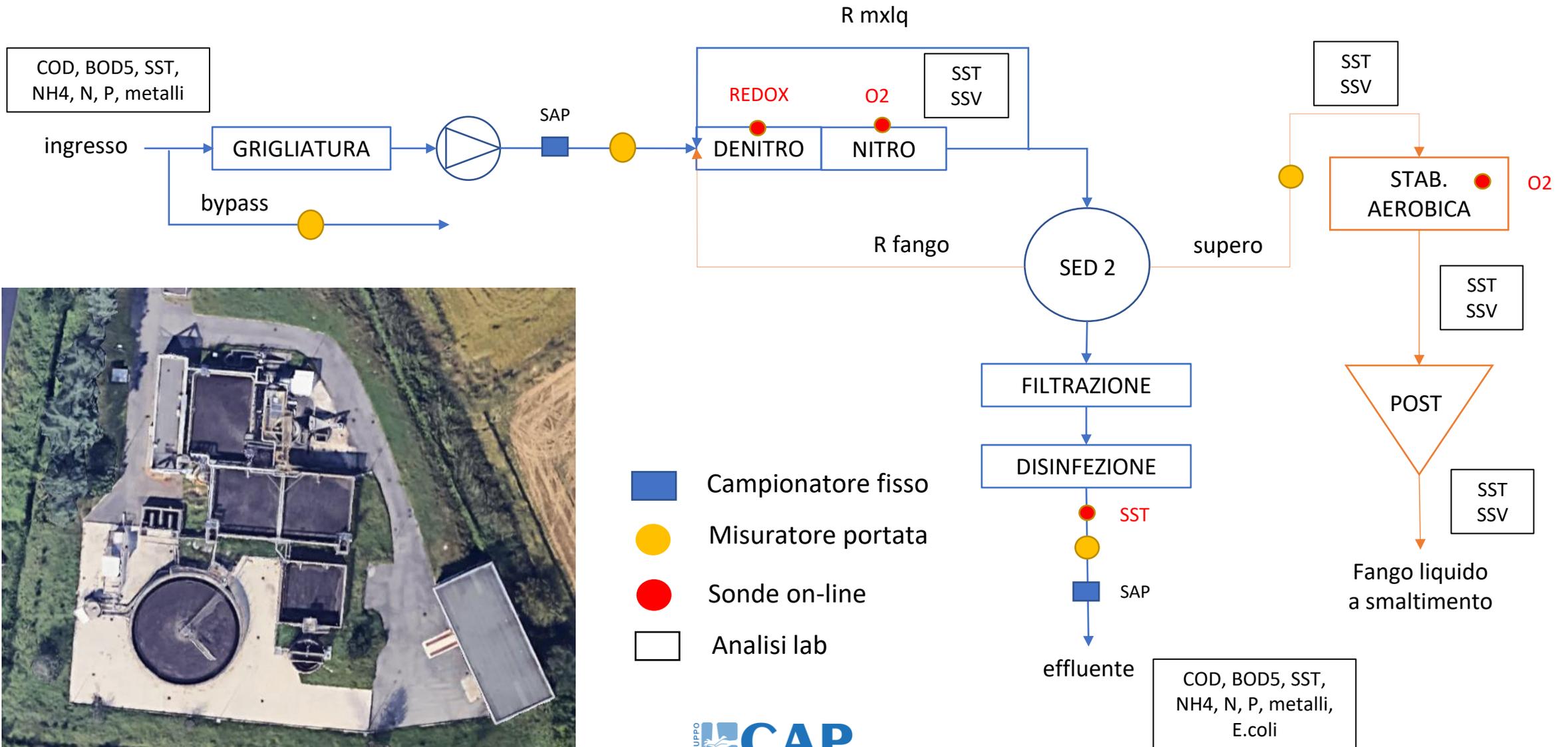
# Il monitoraggio nei grandi impianti: linea acque



# Il monitoraggio nei grandi impianti: linea fanghi



# Il monitoraggio nei piccoli impianti: linea acque



- Campionatore fisso
- Misuratore portata
- Sonde on-line
- Analisi lab

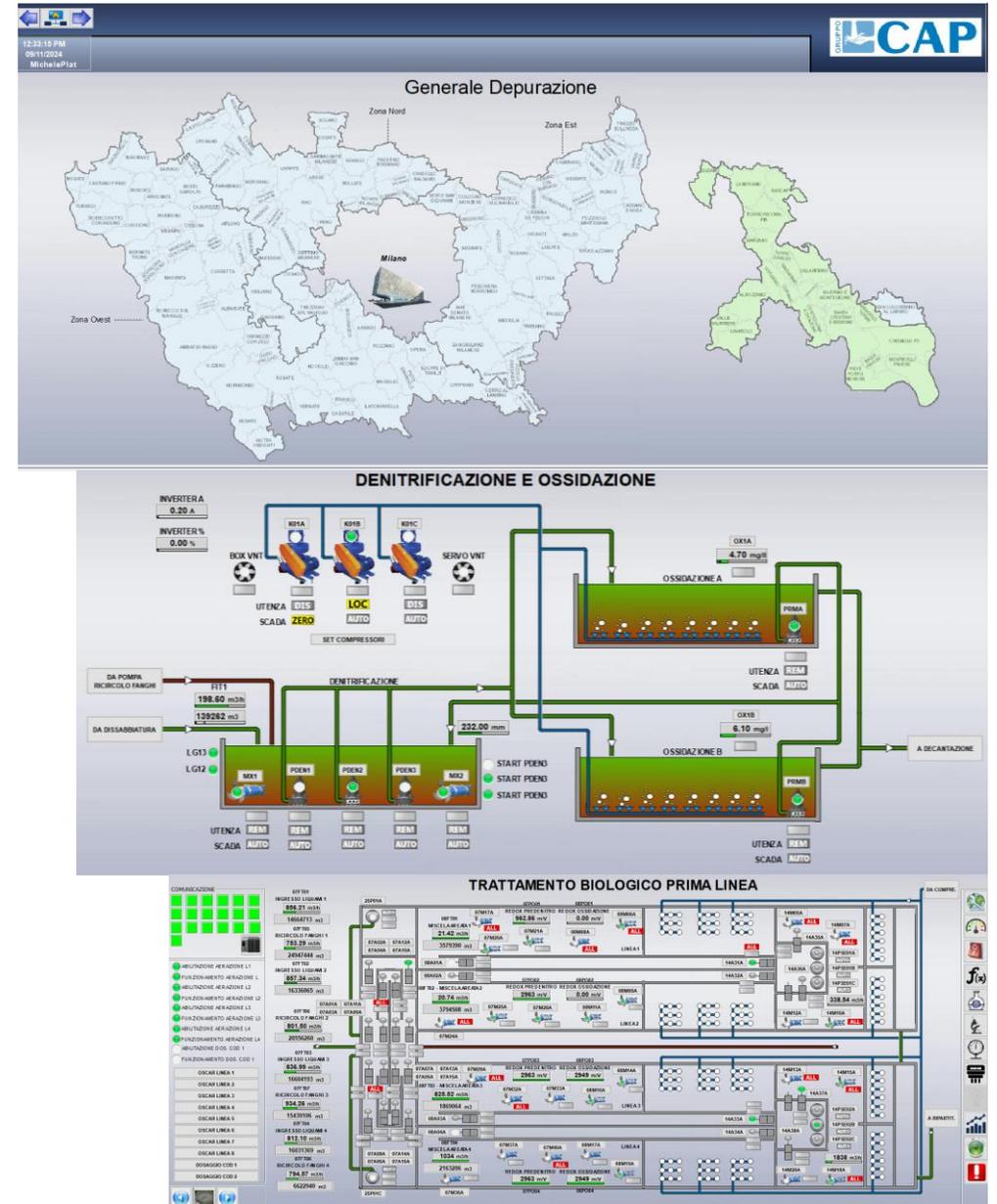
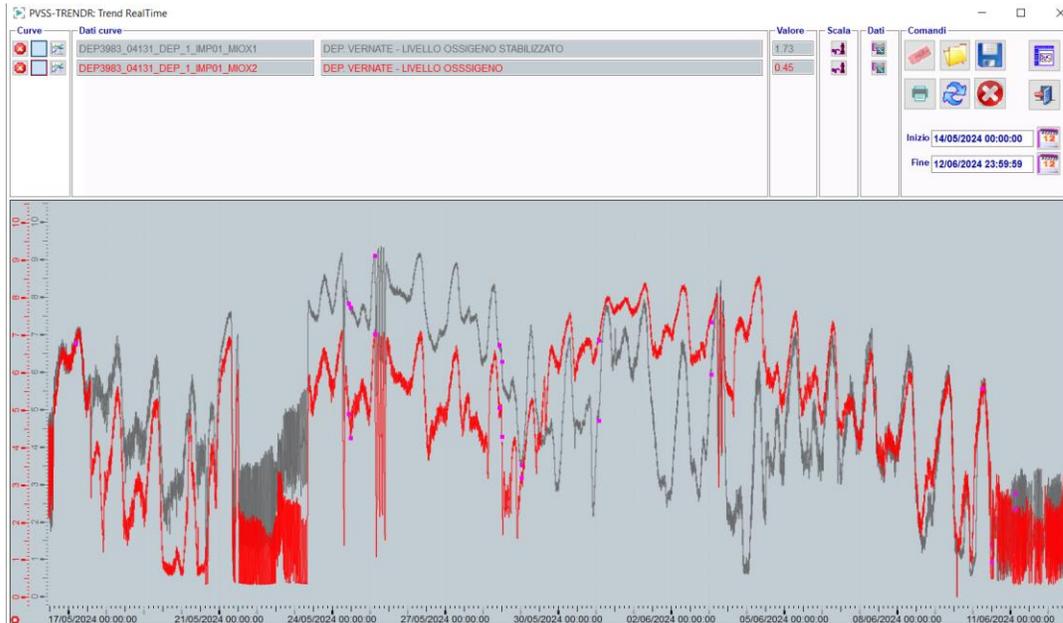
# SCADA: acquisizione dei dati

Acquisizione dati real-time

Storicizzazione dei dati

Alert su sonde allo scarico

Gestione servizio di reperibilità



# Monitoraggio impianti: le analisi di laboratorio

## 2023 - TOTALE CAMPIONI ANALIZZATI:

- Linea acque: 9.861
- Linea fanghi: 10.220

## CONTROLLO E AUTOCONTROLLO



COD  
BOD5  
SST  
N\_NH4  
N\_NO3  
NTOT  
P\_PO4  
P TOT  
E.COLI  
METALLI

TIPO ANALISI	N. ANALSI
Controllo	1.779
Autocontrollo	1.729
Contro-campioni ARPA	249
Monitoraggio irriguo	482
Monitoraggio Processo	5.533
Altro	89
<b>Totale</b>	<b>9.861</b>

## PERIODO IRRIGUO

**DECRETO MINISTERIALE 12 giugno 2003, n. 185**  
**«Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152».**  
*(G.U. 23 luglio 2003, n. 169)*

VALORI LIMITE DELLE ACQUE REFLUE ALL'USCITA DELL'IMPIANTO DI RECUPERO

	Parametro	Unità di misura	Valore limite
Parametri chimico fisici	pH		6-9,5
	SAR		10
	Materiali grossolani		Assenti
	Solidi sospesi totali	mg/L	10
	BOD5	mg O2/L	20
	COD	mg O2/L	100
	Fosforo totale	mg P/L	2
	Azoto totale	mg N/L	15
	Azono ammoniacale	mg NH4/L	2
	Conducibilità elettrica	iS/cm	3000
	Alluminio	mg/L	1
	Arsenico	mg/L	0,02
	Bario	mg/L	10

Tabella 3 - Valori limite di emissione per scarichi di impianti di trattamento delle acque reflue urbane aventi potenzialità pari o superiore a 2.000 AE

Parametri [mg/l] <sup>(1)</sup>	Potenzialità impianto [abitanti equivalenti]			
	≥ 2.000 < 10.000	≥ 10.000 < 50.000	≥ 50.000 < 100.000	≥ 100.000
BOD <sub>5</sub>	25	25	10	10
COD	125	125	60	60
Solidi sospesi	35	35	15	15
Fosforo totale <sup>(2)</sup>	2			
Azoto ammoniacale (come NH <sub>4</sub> ) <sup>(3)</sup>	10	5	5	3

<sup>(1)</sup> Per i parametri BOD<sub>5</sub>, COD, solidi sospesi totali, si considera la media giornaliera; per i parametri fosforo totale e azoto ammoniacale si considera la media annua.

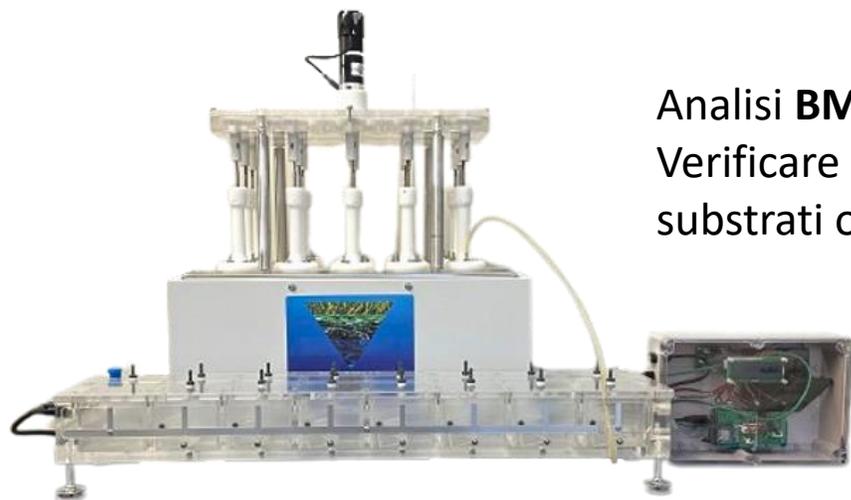
<sup>(2)</sup> Valore limite da applicarsi agli scarichi recapitati nei laghi e nei relativi bacini drenanti.

<sup>(3)</sup> I valori limite relativi a questo parametro potranno essere rivisti sulla base dei riscontri acquisiti durante il primo anno di applicazione.

## MONITORAGGIO PROCESSO

Sedimentatori primari, nitro e denitro, disinfezione, qualità reagenti, surnatanti

# Le analisi di laboratorio: nuove implementazioni



Analisi **BMP** (Bio-methane Potential)  
Verificare il potenziale metanigeno di  
substrati organici

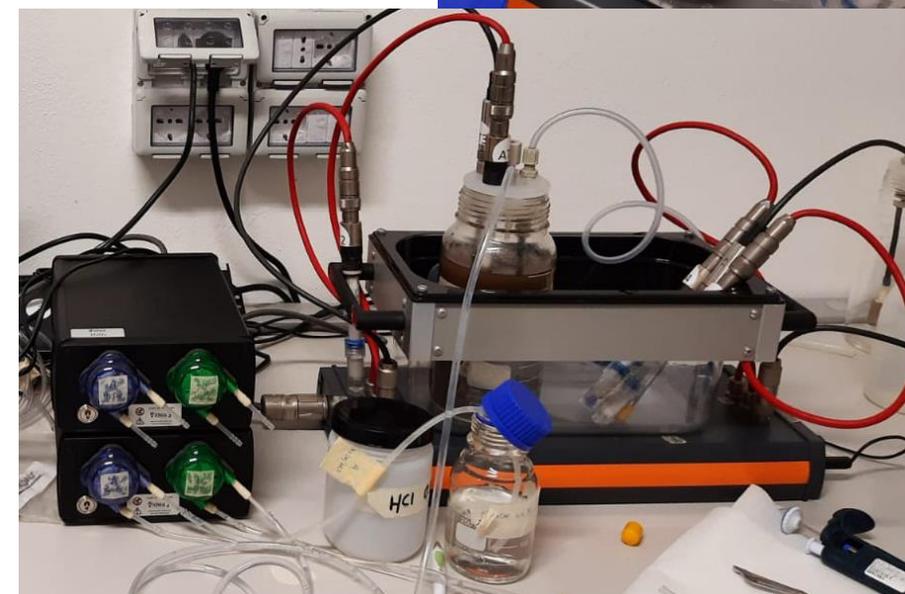


Il **Raman** è uno strumento basato  
sulla spettroscopia di tipo  
vibrazionale che permette di  
misurare la lunghezza d'onda  
emessa dalla sostanza ovvero  
definirne lo spettro



**Respirometro** per analisi:

- OUR, AUR, NUR
- frazionamento COD

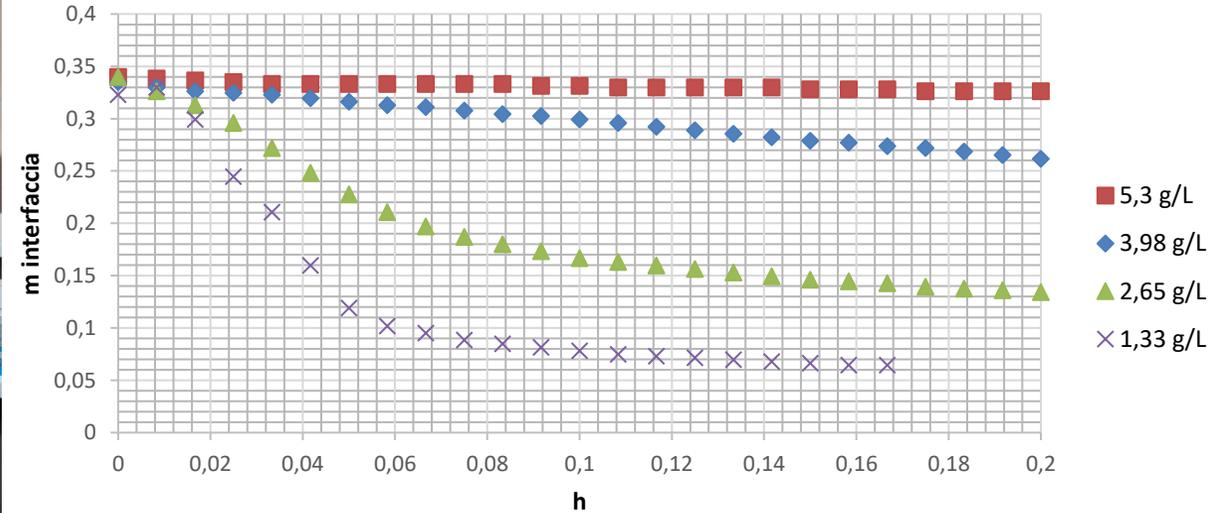


# Monitoraggio impianti: prove di funzionalità

## Trasferimento ossigeno ( $K_{La}$ )

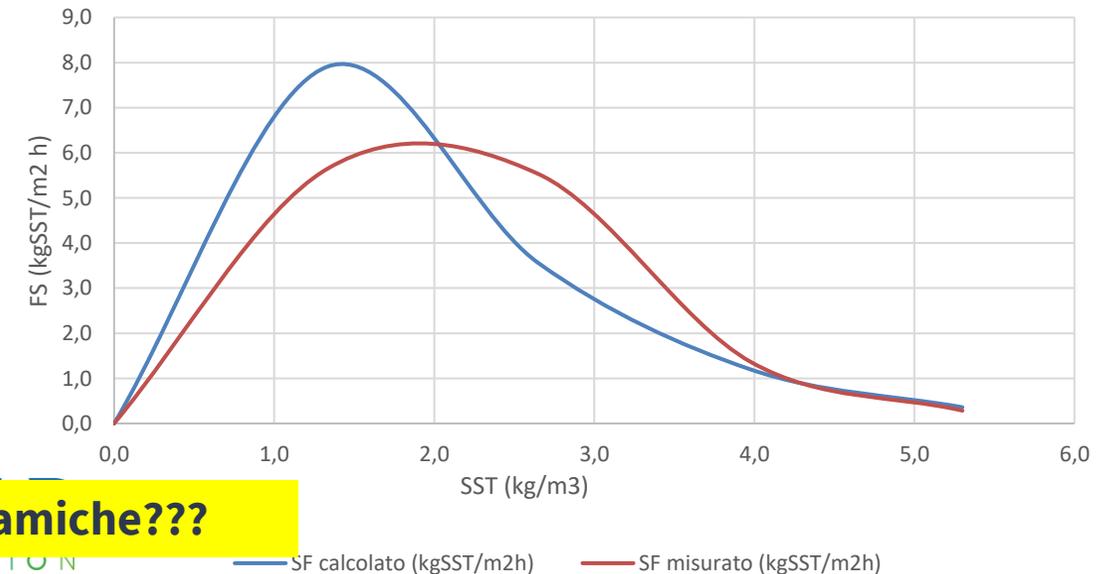
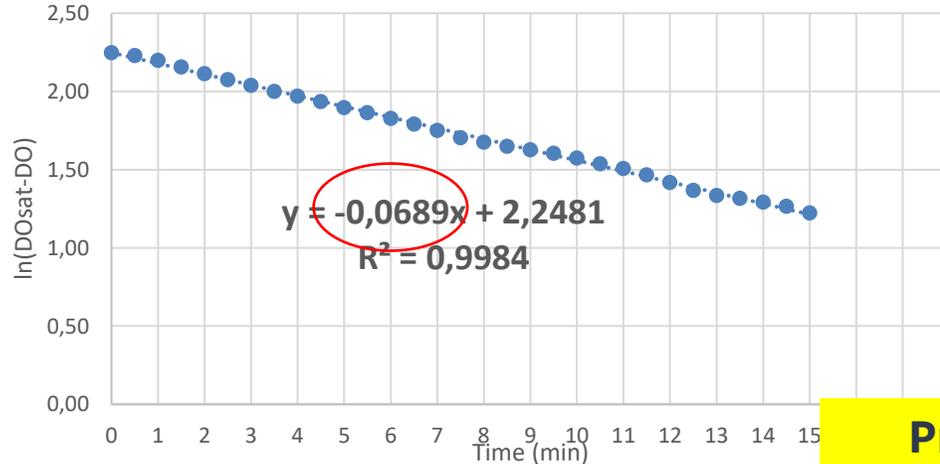


## Sedimentabilità del fango



$$C(t) = C^* - (C^* - C_0) \cdot e^{-kLa \cdot (t-t_0)}$$

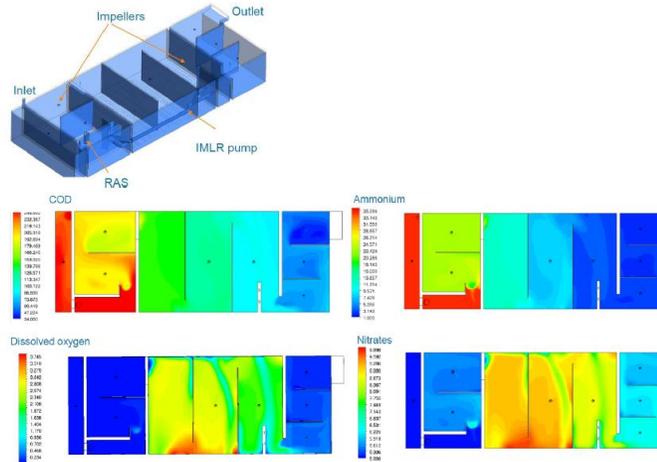
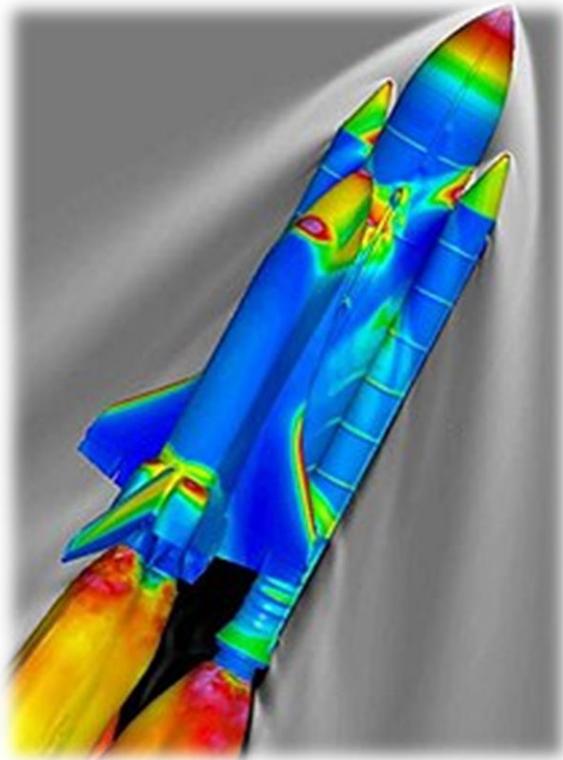
## Log-deficit plot limited to first linear minutes



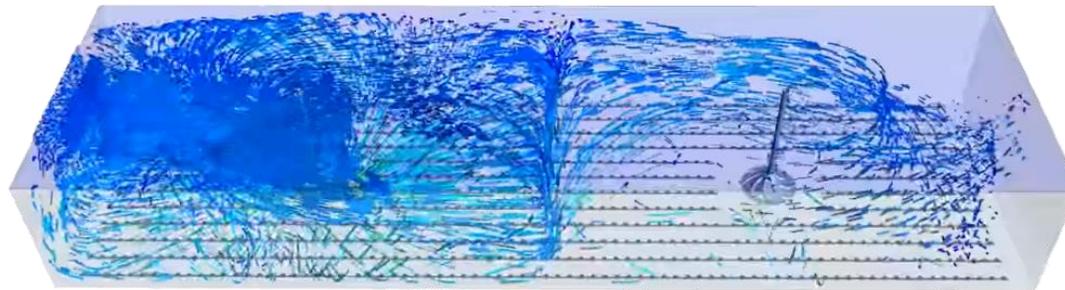
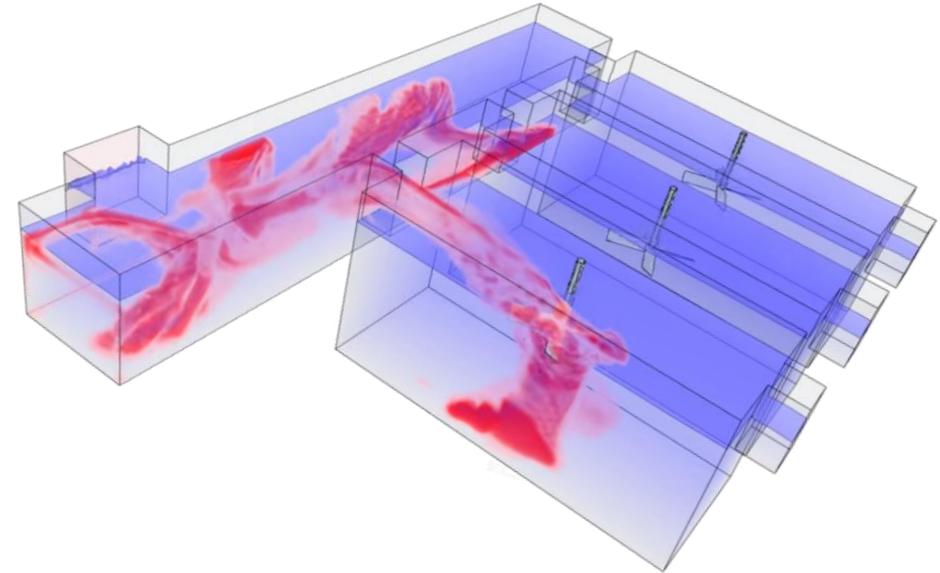
Prove idrodinamiche???

# Monitoraggio impianti: la modellazione CFD

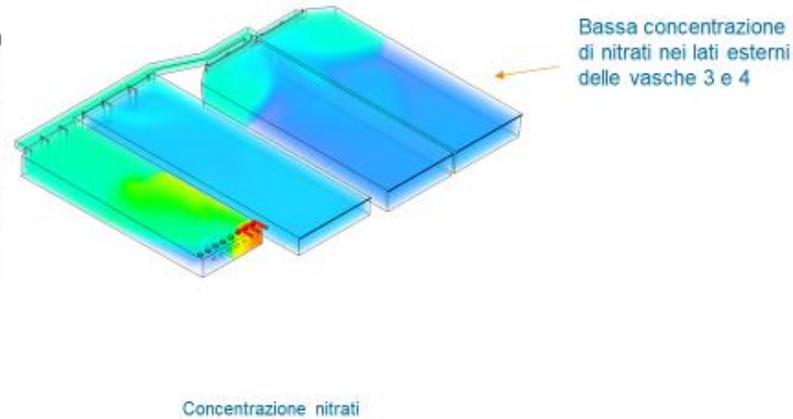
La **fluidodinamica computazionale o numerica (CFD, Computational Fluid Dynamics)** è un metodo che utilizza l'analisi numerica e algoritmi per risolvere e analizzare i problemi di fluidodinamica invece di indagare il comportamento dei filetti fluidi tramite coloranti con prove in campo



Un esempio di come viene simulato un bioreattore in 3D: geometria 3D (a) e concentrazioni locali tra cui ossigeno e COD (sezione trasversale orizzontale a una data profondità) (b)



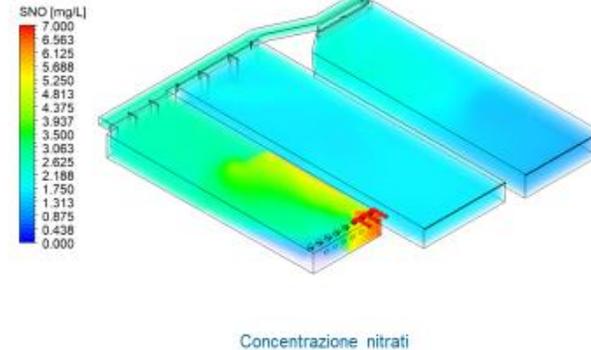
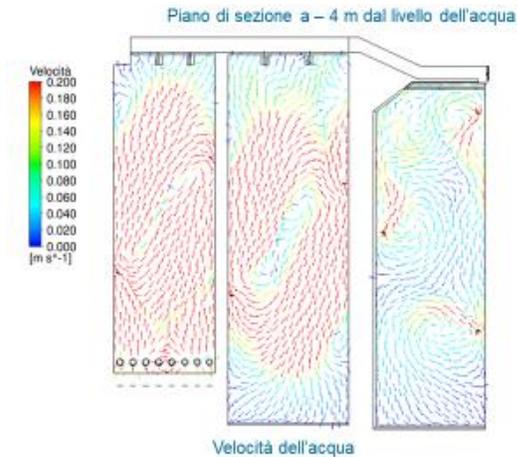
# Modellazione CFD: Bresso-Niguarda case study



Ripartizione non omogenea del flusso totale nelle vasche 2, 3 e 4:

- 50 % in vasca 2
- 24 % in vasca 3
- 26 % in vasca 4

Ristagno nei lati esterni delle vasche 3 e 4 (i mixer sono posizionati in un solo lato delle vasche)



Ripartizione del flusso totale nelle vasche 2 e 3:

- 65 % in vasca 2
- 35 % in vasca 3

(il percorso attraverso la vasca 2 resta più favorevole)

Il ristagno nel lato esterno della vasca 3 è considerevolmente ridotto grazie al nuovo posizionamento dei mixer.

Grazie alla migliore miscelazione, anche il pattern di consumo di nitrati è più regolare

## Obiettivi:

- Valutare efficienze di miscelazione
- Valutare presenza di volumi morti e sacche anaerobiche
- Valutare correlazione con impatto odorigeno

## 5 Scenari in differenti condizioni di portata e carico

### Valutazione idrodinamica delle vasche:

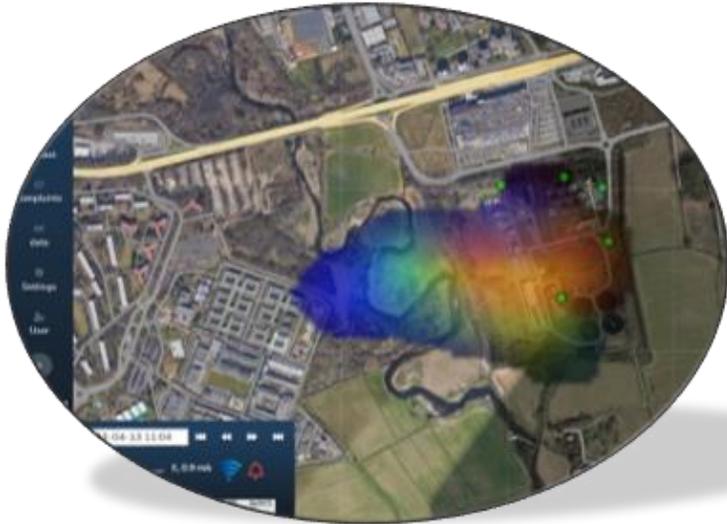
- Posizione dei mixer
- Rese di miscelazione

### Valutazione idrodinamica + modello ASM:

- Efficacia denitrificazione
- presenza zone morte

# Monitoraggio impianti: le emissioni in atmosfera

Gruppo CAP monitora mediante l'utilizzo di Sistemi di monitoraggio in continuo **6 depuratori** ovvero circa il **54% del bacino d'utenza**



- 20 nasi elettronici
- 6 stazioni meteo
- Modelli di dispersione
- Dashboard gestione dati

I principali utilizzi del monitoraggio in continuo delle emissioni da parte di Gruppo CAP sono orientati a:

- **Raccolta delle segnalazioni** da parte della cittadinanza e verifica della loro significatività
- Monitoraggio in continuo delle emissioni odorigene e supporto nella **valutazione di picchi odorigeni** rilevati dal sistema
- Supporto per **valutazione migliorie impiantistiche**

**Tutti i dati registrati** dagli IOMS e dalla stazione meteorologica vengono raccolti da un server locale e sono visualizzabili attraverso una **piattaforma che elabora, in tempo reale, la dispersione dell'odore** generato dall'impianto sul territorio circostante

Per una corretta valutazione i sistemi vengono periodicamente calibrati e verificati.

# Monitoraggio emissioni GHG

Dal 20/06/2024 al 09/07/2024, presso il depuratore di Bresso-Niguarda, è stata svolta una campagna di misura “test off-gas” con **tecnologia LESSDRONE** per misurare:

- 1) efficienza di trasferimento dell'ossigeno del sistema di aerazione
- 2) emissioni di gas-serra (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)

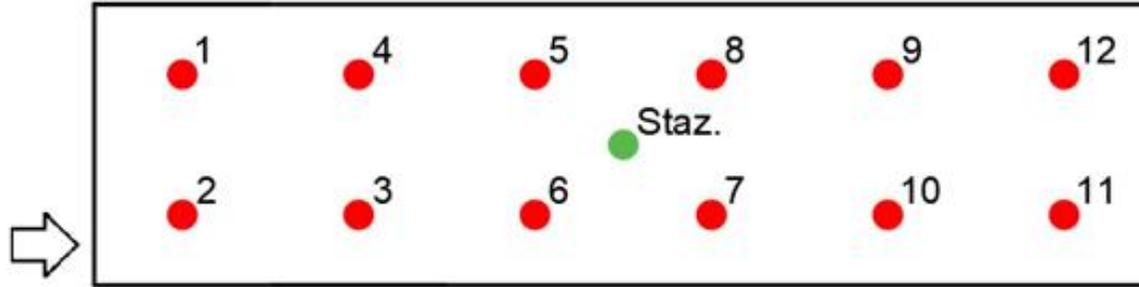


# Il monitoraggio del sistema di aerazione

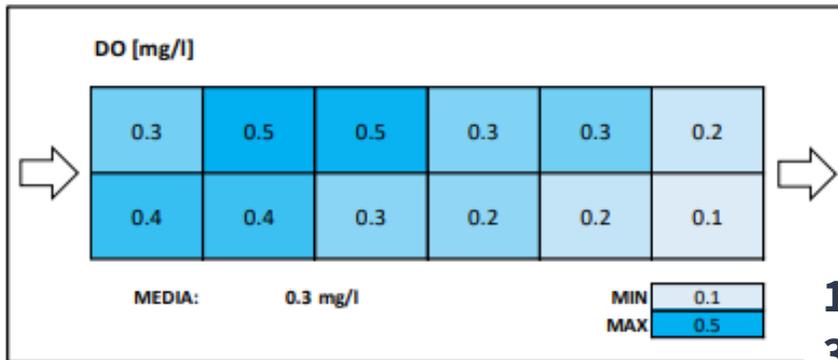
Test a 12 punti:  
Alta portata  
Bassa portata

Test stazionario:  
Aerazione continua  
Cicli alternati

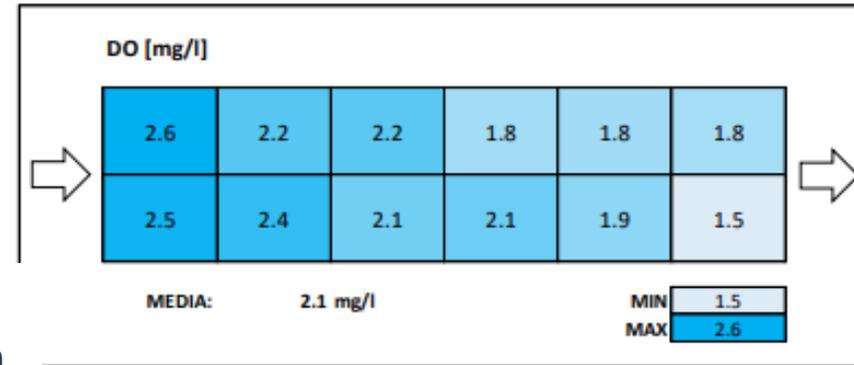
Pre pulizia  
dei diffusori



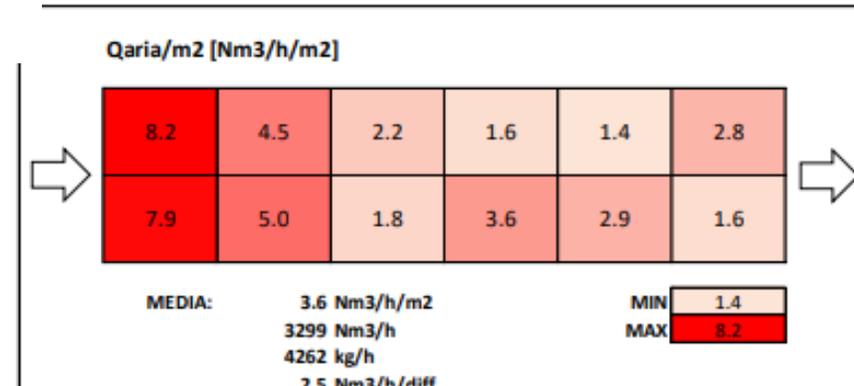
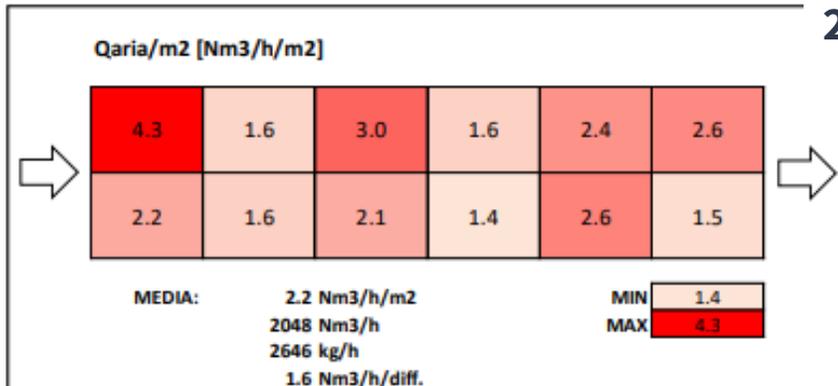
Post Pulizia  
dei diffusori



1,5 mgO<sub>2</sub>/l  
3,2 Nm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h  
25,3% αSOTE



1,3 mgO<sub>2</sub>/l  
1,9 Nm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h  
30,8% αSOTE



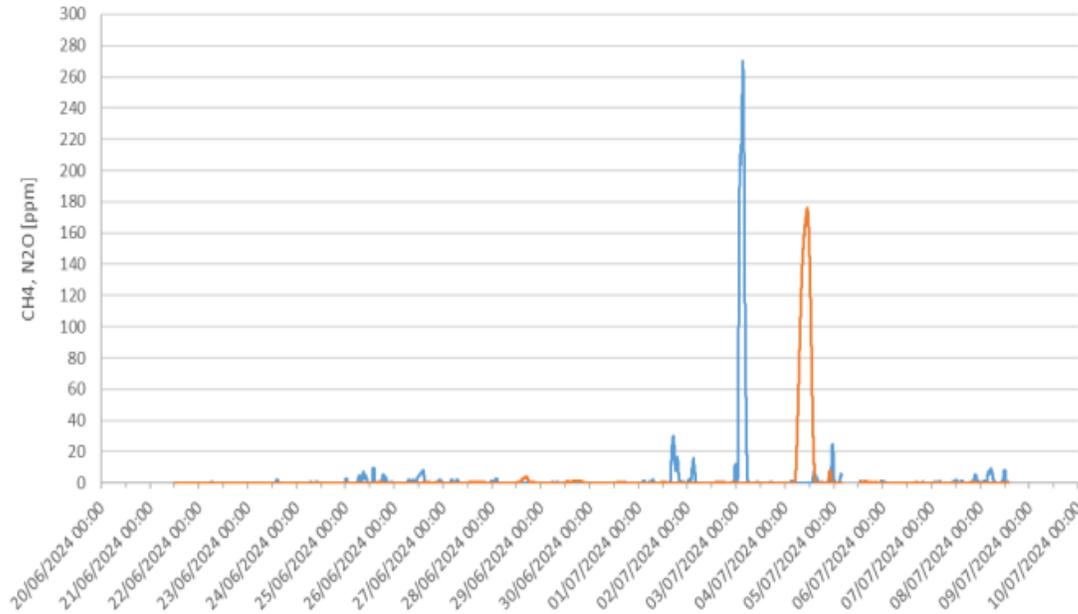
# La misura diretta dei GHG

Il gas, convogliato dalla cappa nel tubo di collettamento, passa attraverso un sistema di raccolta della condensa e, successivamente, attraversa quattro cartucce in parallelo contenenti gel di silice per la rimozione dell'umidità residua del campione. Il gas passa poi attraverso gli analizzatori per la misura di O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.



CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O [ppm]

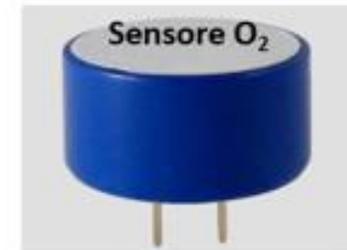
— CH<sub>4</sub> — N<sub>2</sub>O



**-60% CO<sub>2</sub>eq (da N<sub>2</sub>O)**  
**Rispetto a stima con valori standard IPCC**



Sensore CO<sub>2</sub>



Sensore O<sub>2</sub>



Sensore N<sub>2</sub>O



Anemometro

# Grazie

GRUPPO  **UCAP**  
EVOLUTION