

Ecosostenibilità degli insediamenti umani: analisi sensoristiche da satellite e a terra integrate da intelligenza artificiale, per la protezione delle acque superficiali



Roberto Dragone¹, Fabio Del Frate², Giorgio Licciardi³

1 Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati (CNR-ISMN)

2 Dipartimento Ingegneria Civile ed Ingegneria Informatica, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata” (UTOV)

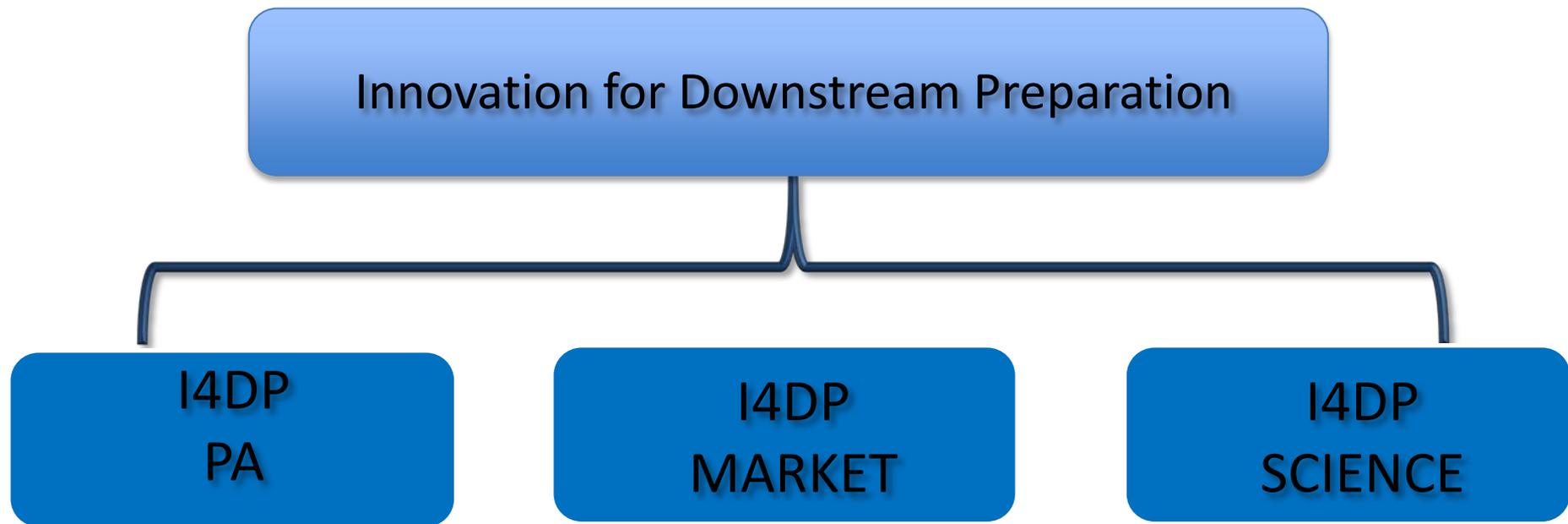
3 Agenzia Spaziale Italiana (ASI)





PRISMA -PRecursore IperSpettrale della Missione Applicativa, è un satellite dell'ASI per l'osservazione della Terra lanciato in orbita nel 2019

I4DP programma



- Programma incentrato sullo sviluppo dimostrativo di nuove tecnologie, prodotti e servizi basati su casi d'uso
- Basato su dati spaziali (EO, SATNAV, SATCOM) ma incoraggia l'uso di altre tecnologie all'avanguardia (intelligenza artificiale, analisi dei dati, ecc.)
- Articolato in tre diversi argomenti in base alle diverse tipologie di utenza
- Approccio guidato dall'Utente



I4DP – Scienze

- Promuovere lo sviluppo di servizi e prodotti innovativi attraverso casi d'uso
- Rivolto a Università e Centri di Ricerca
- Metodi e algoritmi aventi almeno un TRL 4 -Livello di Maturità Tecnologica-
- Sostenere l'istruzione di alto livello delle persone coinvolte nel progetto



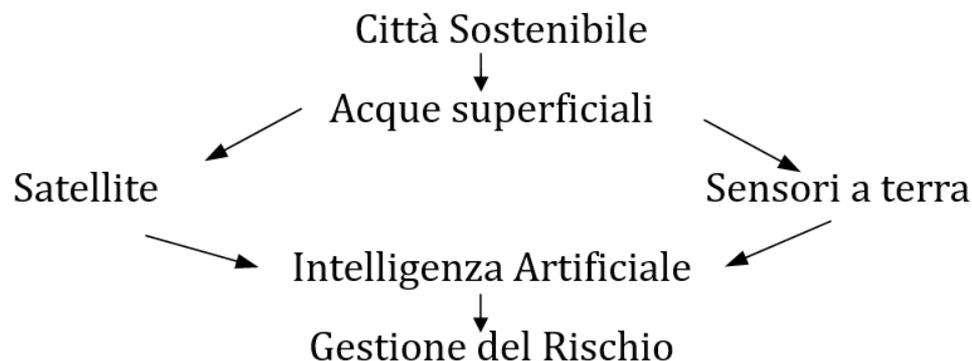
9	Science Impact Quantification
8	Validated and Matured Science
7	Demonstrated Science
6	Consolidated Science and Products
5	End-to-End Performance Simulations
4	Proof of Concept
<hr/>	
3	Scientific and Observation Requirements
2	Consolidation of Scientific Ideas
1	Initial Scientific Idea

European Space Agency



Ecosostenibilità degli insediamenti umani e protezione delle acque superficiali: il progetto EcoNet

OBIETTIVO 1: Sviluppo di un **sistema integrato sensor-driven** per il monitoraggio delle acque superficiali su cui insistono insediamenti umani, gestito dall'**intelligenza artificiale: integrazione** dati analitici sensoristici rilevati **a terra** e da **satellite**



OBIETTIVO 2: Formazione di **personale qualificato** all'**uso integrato** di immagini satellitari e misure sensoristiche in situ per scopi di **monitoraggio** delle **acque superficiali**



EcoNet: modello analitico-strumentale di sorveglianza

Telerilevamento satellitare

Algoritmo di rete neurale

✓ **Identificazione di marcatori di allerta** della modificazione dell'omeostasi ecologica degli ecosistemi **dulciacquicoli** per interventi precoci di contrasto

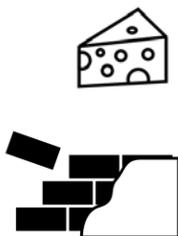
✓ **Supporto:** alla **gestione** delle aree Natura 2000 sorvegliate e ai decisori politici

Esempi di fonti di inquinamento di origine antropica:

- Acque di scarico depuratore



- Attività produttive periurbane (agricoltura, zootecnia, industrie)



- Aumento **carico trofico**
- **Effetti ecotossicologici di miscele di contaminanti**



Alterazione dello stato naturale



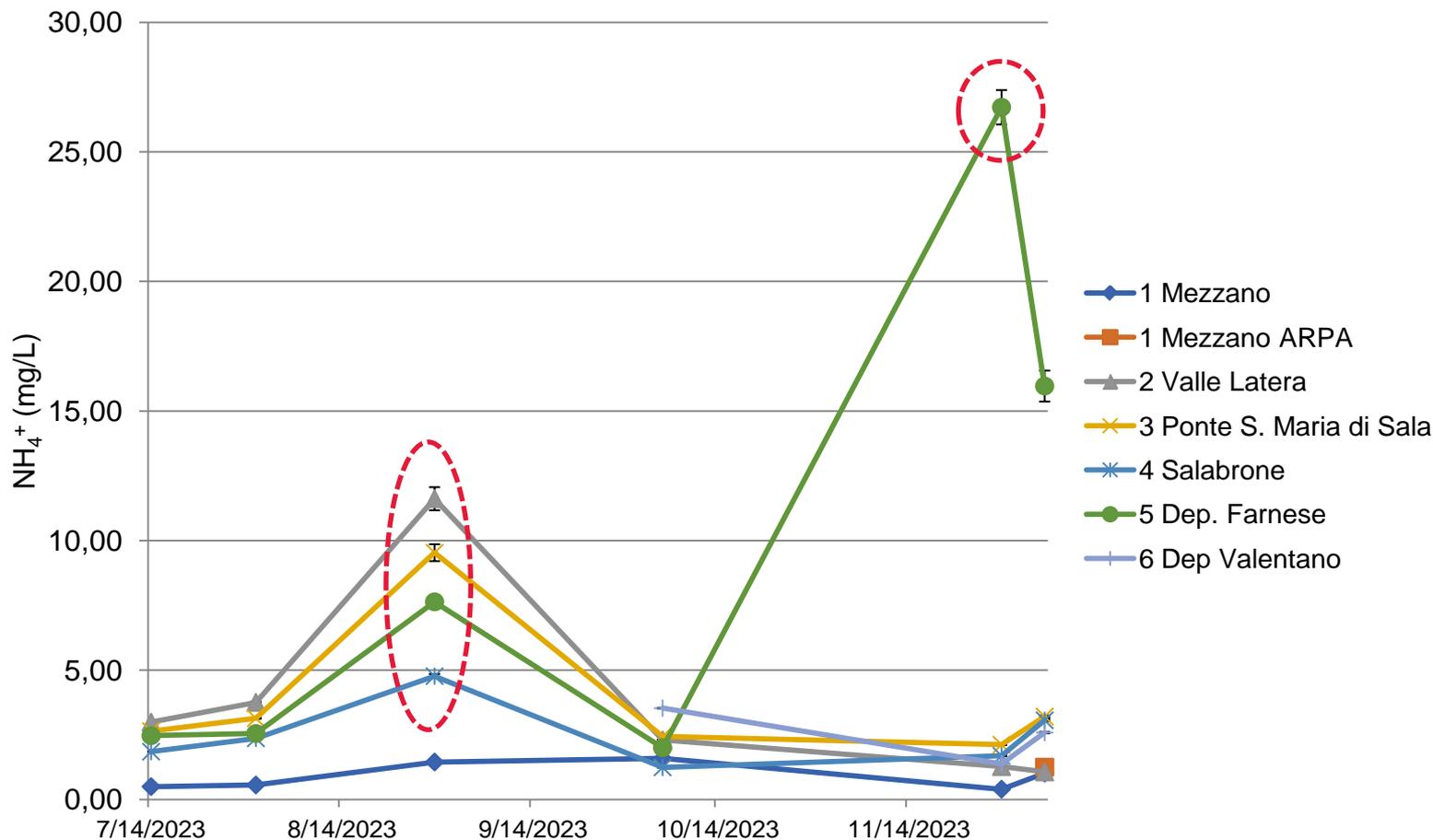
Riserva Naturale Regionale 'Selva del Lamone'



45° Anniversario della Riserva Naturale Regionale Nazzano, Tevere-Farfa
"Studi, Monitoraggi e Progetti di Ricerca nella Riserva Tevere-Farfa"
15 giugno 2024

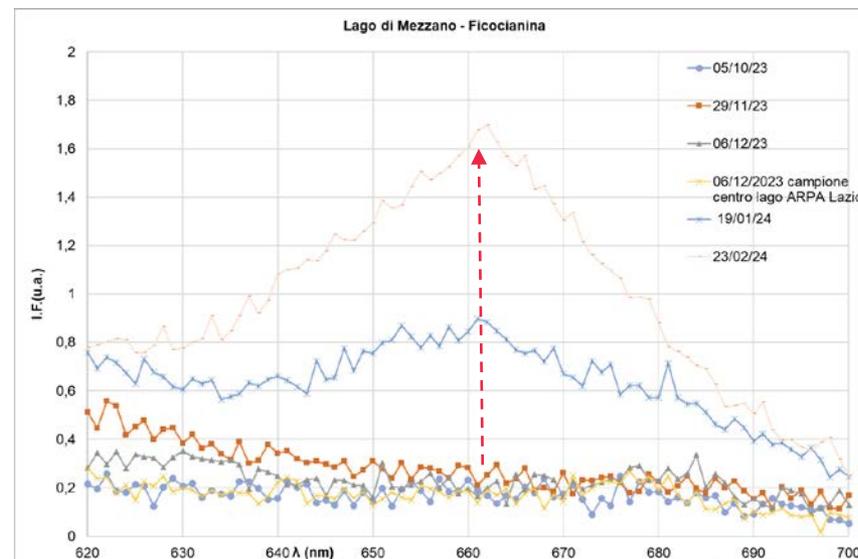
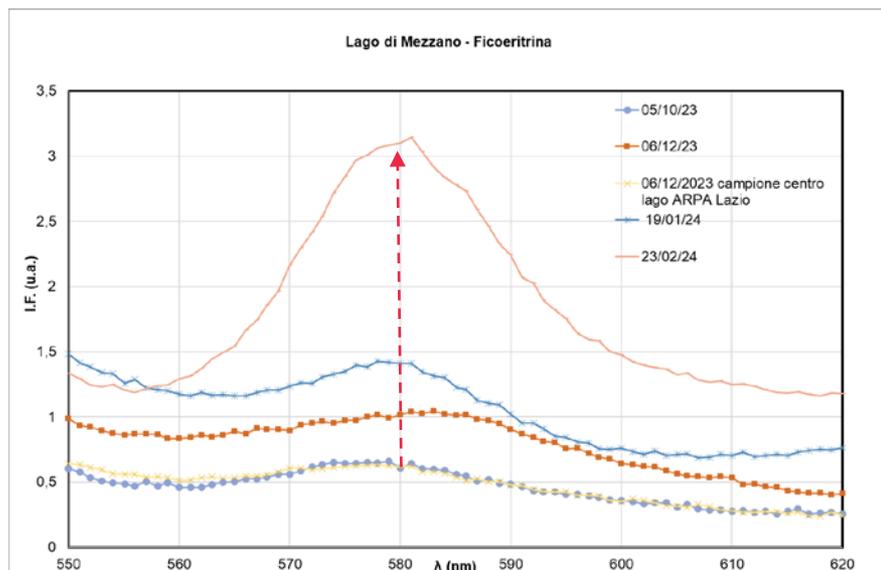


Riserva Naturale Regionale 'Selva del Lamone'



Dinamica delle popolazioni fitoplanctoniche nelle acque lacustri: monitoraggio dei pigmenti fitoplanctonici

Lago di Mezzano

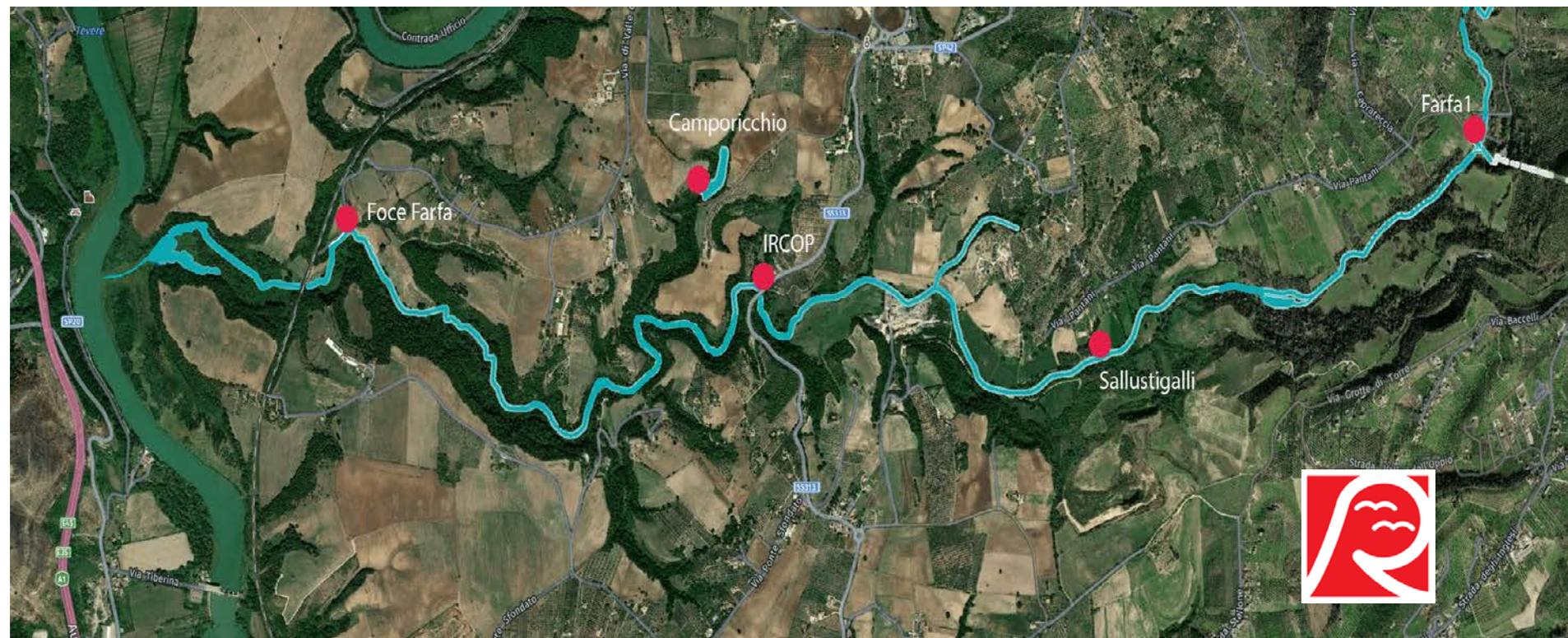


- ✓ Correlata alle alterazioni dello **stato trofico** e ad altri **parametri chimico-fisici ed idrodinamici**;
- ✓ Disequilibrio nella struttura della comunità (fioriture algali o *blooms*);
- Individuazione di **specie cianoficee** produttrici di **cianotossine** (nocive per la fauna e per l'essere umano)

Periodo ottobre 2023-febbraio 2024 → progressivo **aumento** dei livelli di **ficoeritina** e **ficocianina**



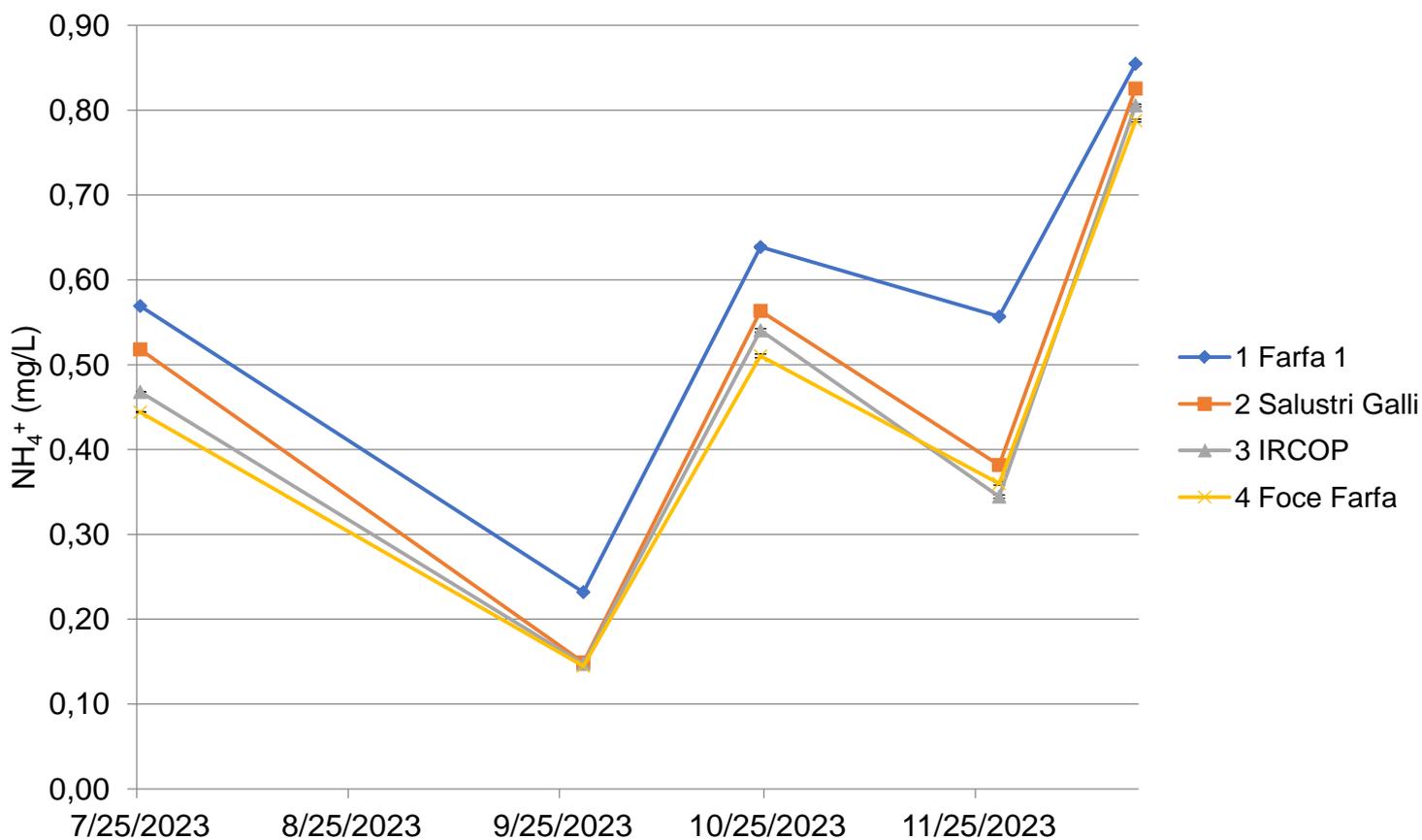
Riserva Naturale Regionale 'Nazzano Tevere-Farfa'



45° Anniversario della Riserva Naturale Regionale Nazzano, Tevere-Farfa
“Studi, Monitoraggi e Progetti di Ricerca nella Riserva Tevere-Farfa”
15 giugno 2024



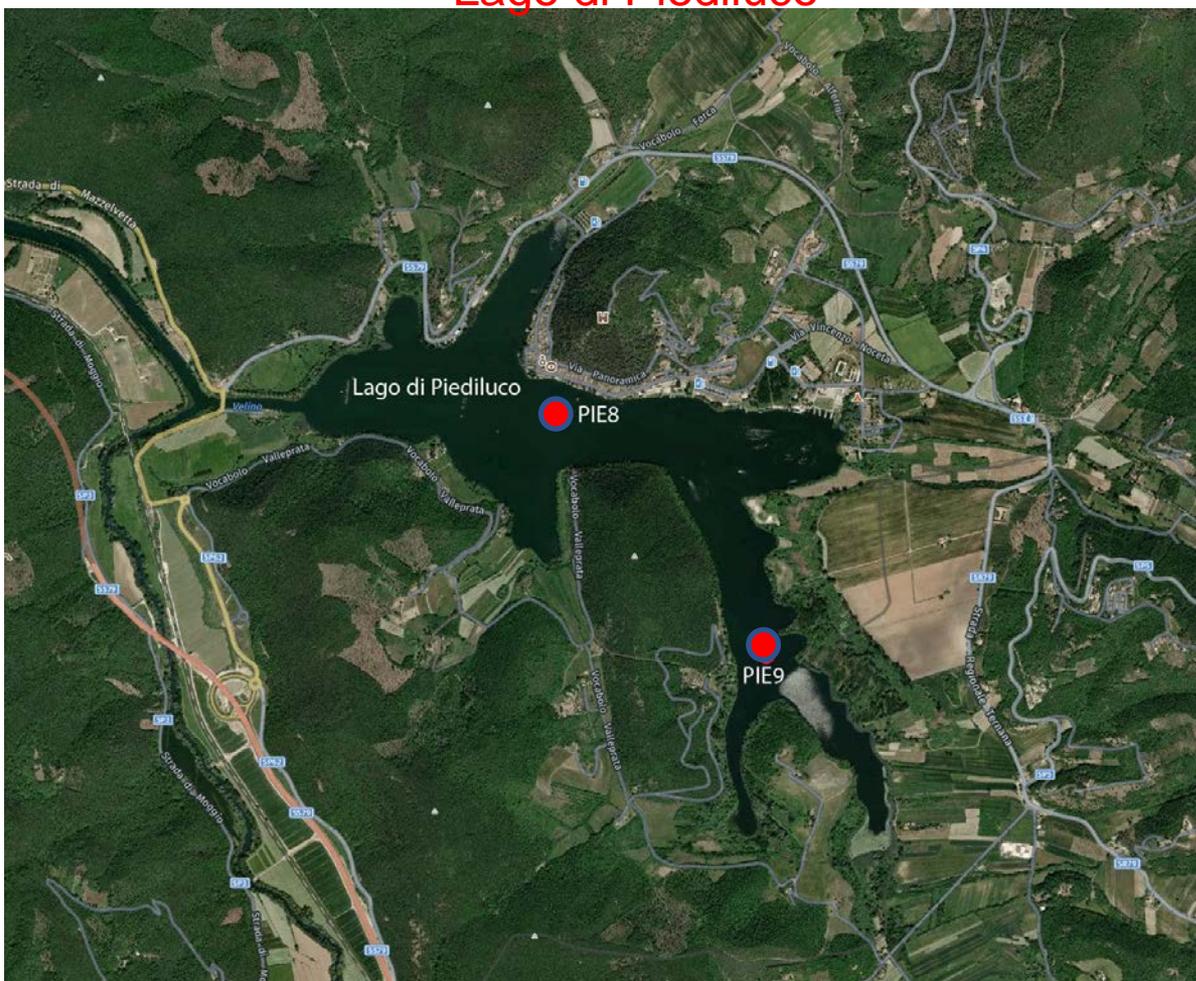
Riserva Naturale Regionale 'Nazzano Tevere-Farfa'



< 1 mg/L
Variazioni non
significative



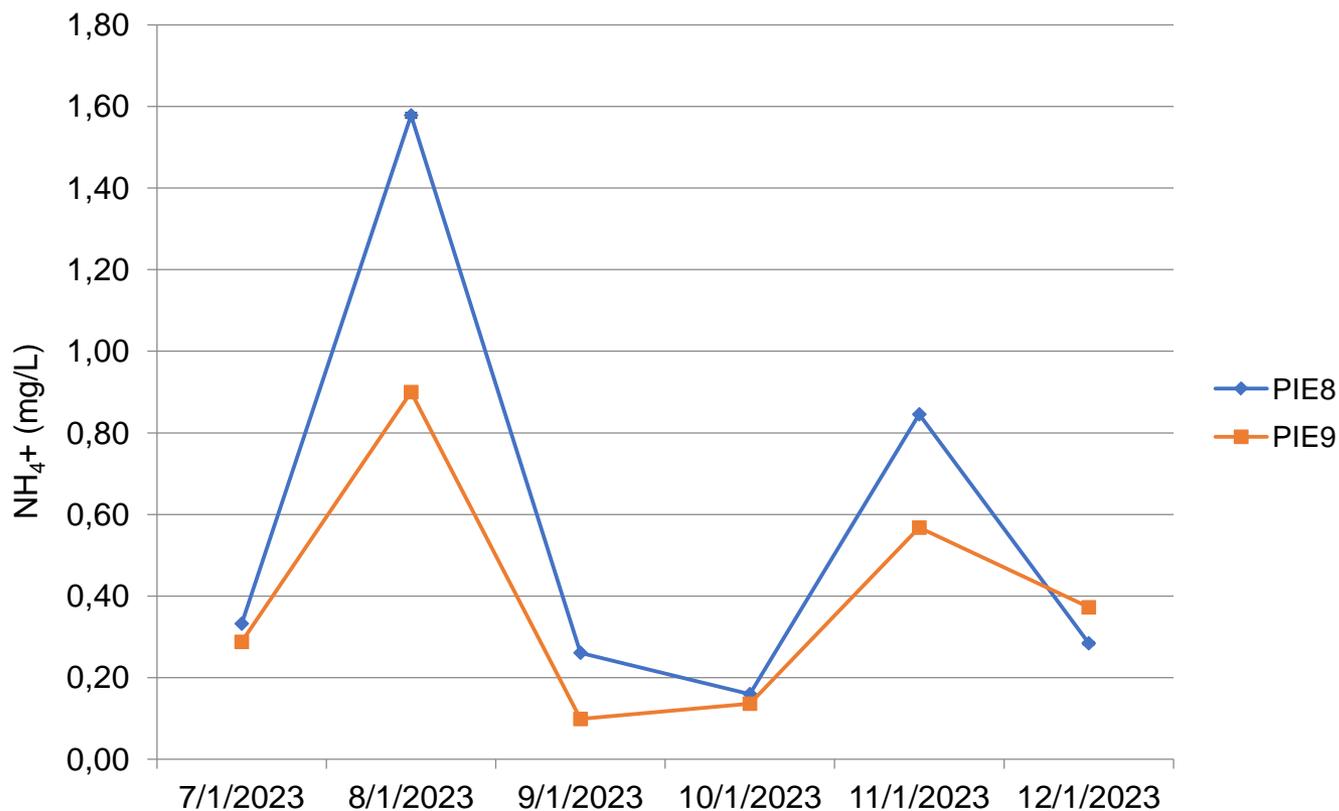
Lago di Piediluco



45° Anniversario della Riserva Naturale Regionale Nazzano, Tevere-Farfa
“Studi, Monitoraggi e Progetti di Ricerca nella Riserva Tevere-Farfa”
15 giugno 2024



Lago di Piediluco



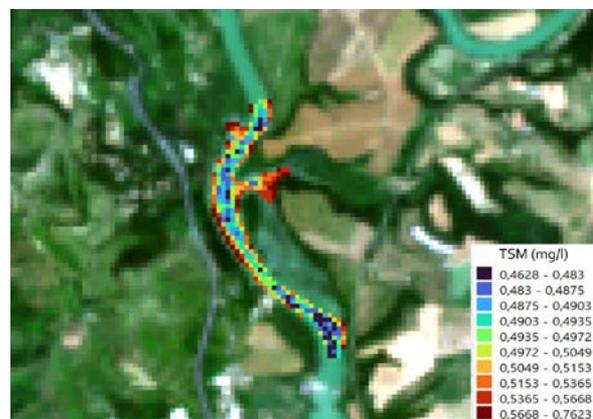
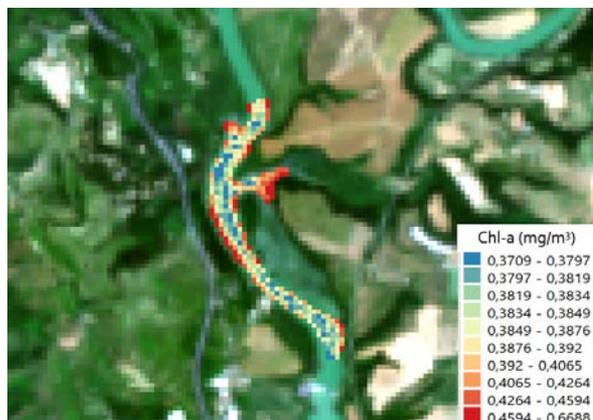
Variazioni significative per entrambi i punti di campionamento



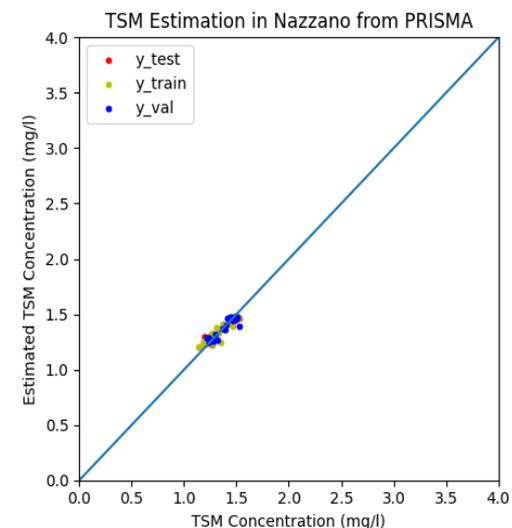
Parametri rilevati da satellite

Clorofilla a (CHL-a), Sostanza organica disciolta cromofora (CDOM), Solidi sospesi totali (TSM)

Confluenza del Tevere-Farfa – Dati PRISMA del 27 giugno 2023



Parametro	R ²
CHL-a	0,837
TSM	0,892
CDOM	0,804

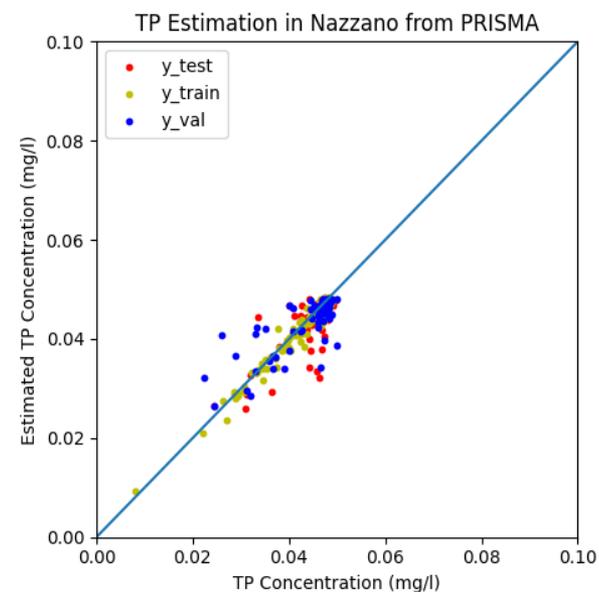
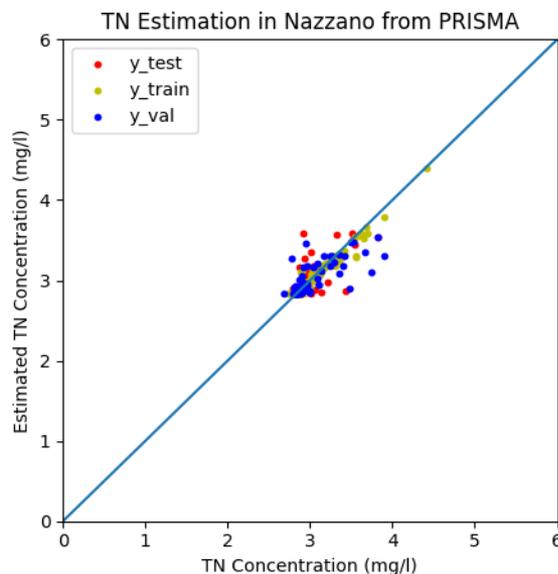


Parametri rilevati da satellite

Azoto totale (TN), Fosforo totale (TP)

Primi risultati delle stime tramite algoritmo AI:

Riserva	Parametro	R ²
Piediluco	TN	0.774
	TP	0.841
Nazzano	TN	0.946
	TP	0.95
Lamone	TN	0.854
	TP	0.94



Procedure pre-elaborazione dei dati

- ✓ **riportare** correttamente le **informazioni dei campioni**

ad esempio la data del prelievo e le coordinate GPS dei punti di campionamento



- ✓ mantenere la **coerenza** e l'**aggiornamento** dei dati generati dalle due diverse analisi sensoristiche (misure a terra e misure satellitari);

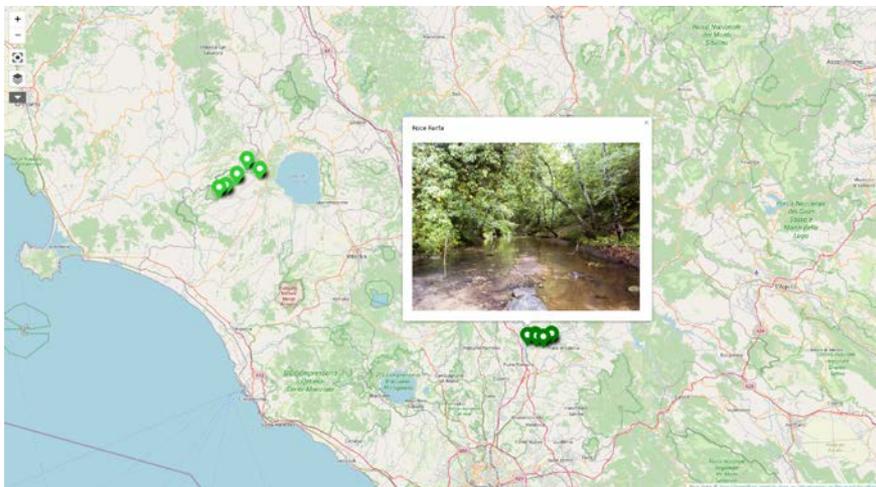
- ✓ **Integrare/associare** i dati rilevati da **altre misurazioni**,

ad esempio i **dati meteorologici** quali temperatura e precipitazioni



Gestione delle criticità tra acqua e ambienti periurbani

Creazione di una mappa geografica interattiva

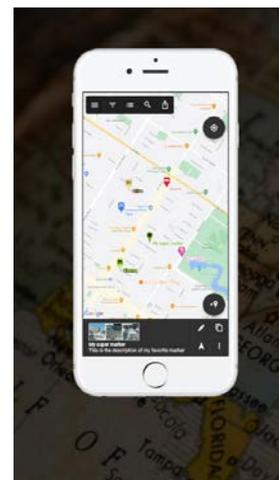


- ✓ In **continuo aggiornamento**
- ✓ Visualizzare in modo puntuale **informazioni di contesto** per ogni punto di campionamento, con particolare riferimento ai **fabbisogni delle comunità utenti**

www.econet.cnr.it



Anche come *app mobile*



Gestione delle criticità tra acqua e ambienti periurbani: attività formative

- **Attività dimostrative** rivolte a **personale delle comunità utente** (approccio *'learning by doing'*)
- **Training di base** su **concetti dell'analisi sensoristica da campo** e **applicazioni del telerilevamento al monitoraggio delle acque**
- **Training on the job** (rivolto a due assegnisti di ricerca)
- **Corso e-learning universitario** (rivolto a **personale qualificato**)
- I temi trattati dal progetto EcoNet sono stati inseriti come argomento di interesse primario all'interno del **corso di Dottorato Nazionale in Osservazione della Terra** (a.a. 2023-24, ciclo XXXIX)



Gestione delle criticità tra acqua e ambienti periurbani: attività formative

Creazione di un servizio downstream di nuova generazione:

- ✓ Incontri aperti al **pubblico**, iniziative di **sensibilizzazione** e di **educazione ambientale** associate alla **promozione** e **valorizzazione** dei **risultati** progettuali

- ✓ Creare **nuovi profili** in grado di **replicare** le procedure progettate, realizzate, testate e validate nel corso del progetto



Conclusioni

Interessanti prospettive per lo sviluppo di un nuovo sistema di sorveglianza ambientale per un rapido intervento di contrasto ai pericoli che possono interferire con gli ecosistemi attraverso:

- **l'individuazione di indici di alterazione dello stato chimico ed ecologico** delle acque superficiali, dal **confronto/integrazione** ed elaborazione dei dati bio/chemo-sensoristici a terra con quelli satellitari di PRISMA, Sentinel-2 e Landsat 8, con **superamento dei limiti di ciascuna delle due tecniche analitiche** quando agiscono da sole (area monitorata- condizioni ambientali sfavorevoli);
- La **gestione con l'intelligenza artificiale**, dell'elevato numero di dati rilevati, fornirà una **rapidità diagnostica** della variazione dello stato naturale delle acque superficiali consentendo di **intervenire tempestivamente**.



Grazie per la vostra attenzione

Team EcoNet

Agenzia Spaziale Italiana

Giorgio Antonino Licciardi Responsabile del Progetto
Deodato Tapete, Responsabile del Procedimento
Patrizia Sacco

CNR-ISMN

Roberto Dragone, Responsabile tecnico-scientifico del progetto
Gerardo Grasso, Responsabile WP raccolta dati strumentali
in laboratorio e in campo

Bruno Brunetti,
Daniela Zane,
Sabrina Foglia,
Roberta Ribera,

Università di Tor Vergata

Fabio Del Frate, Referente Scientifico
Valeria La Pegna



Sito web: www.econet.cnr.it

