



Integrazione di sistemi satellitari e metagenomici per il monitoraggio e la tutela di bacini idrici

SatellOmic

E. D'Ugo¹, F. Magurano¹, Roberto Giuseppetti¹, G. Laneve²,
A. Carvajal², A. Kallikkattil², A. Ferrari², A. Ursi³, P. Sacco³, D. Tapete³

¹ Istituto Superiore di Sanità (ISS)

² Scuola di Ingegneria Aerospaziale (SIA) – Sapienza Università di Roma

³ Agenzia Spaziale Italiana (ASI)

Il progetto SatellOmic

Primo Accordo Attuativo (n. 2023-36-HH.0) tra ISS e ASI: “Integrazione di sistemi satellitari e metagenomici per il monitoraggio e la tutela di bacini idrici”

Bando: “Sviluppo di applicativi basati su nuovi metodi e algoritmi di analisi di dati satellitari e di formazione di personale a qualificazione medio-alta, in diversi settori applicativi e del downstream scientifico - I4DP_SCIENCE (Innovation for Downstream Preparation for Science)”

Istituzioni coinvolte:

- Agenzia Spaziale Italiana (ASI)
- Istituto Superiore di Sanità (ISS)
- Scuola di Ingegneria Aerospaziale (SIA)

Durata:

18 mesi

Inizio attività:

31 luglio 2023

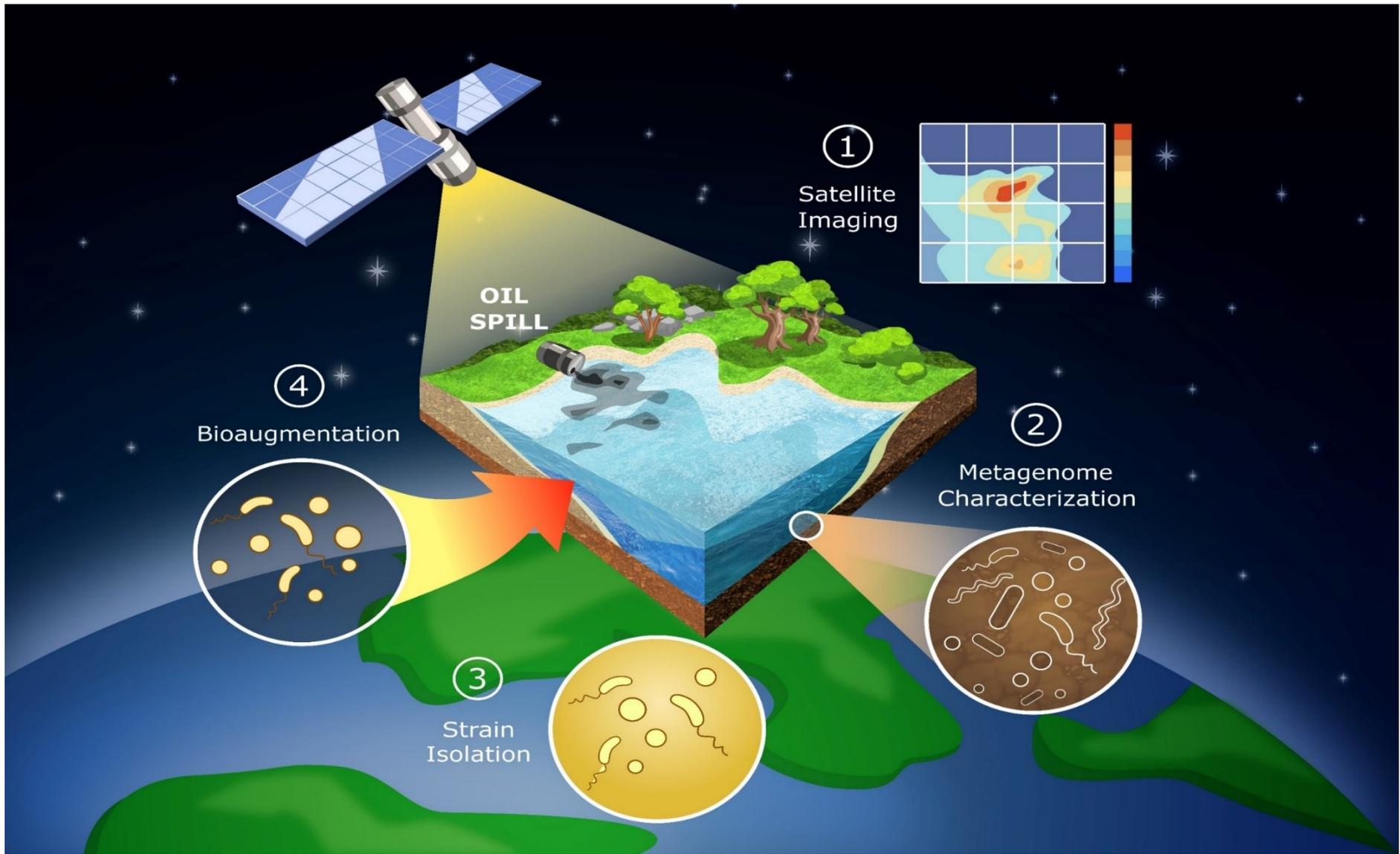
Obiettivi

- *Sviluppo di algoritmi* per il monitoraggio e l’individuazione degli **inquinanti** più frequenti **nei bacini idrici** come idrocarburi, sostanze aromatiche azotate, metalli, reflui urbani e industriali, combinandolo alla caratterizzazione dei microbiomi dei bacini idrici studiati capendone le variazioni chimiche e progettando, **con le informazioni dei risultati satellitari e metagenomici**, eventuali piani di osservazione, bio-rimedio e osservazione del bio-rimedio (ripristino ecosistemico).
- *Sviluppo di una App* mobile per il **monitoraggio dell’inquinamento** dei bacini idrografici e idrogeologici italiani tramite visualizzazione, su mappa, di dati georeferenziati.

L’attività progettuale è configurata in un contesto in cui gli applicativi saranno valorizzati dalle istituzioni proponenti e utilizzati dall’utenza finale che ha dimostrato e/o dimostrerà interesse verso SatellOmic.

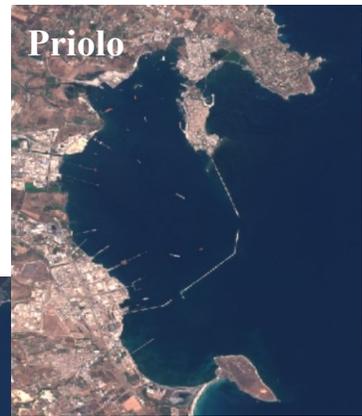
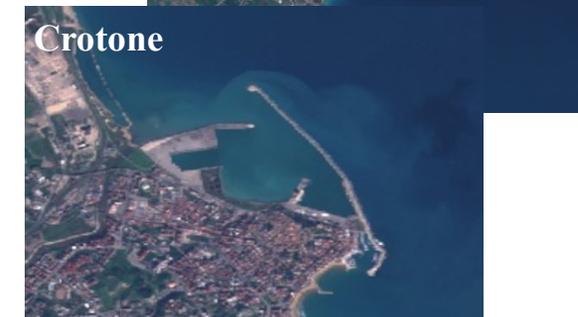
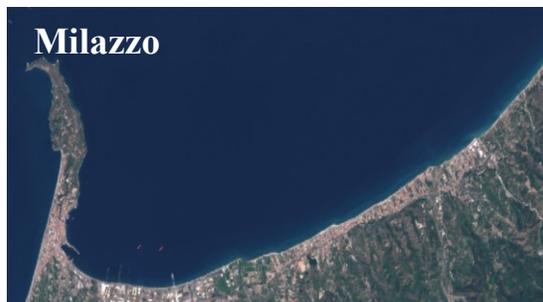
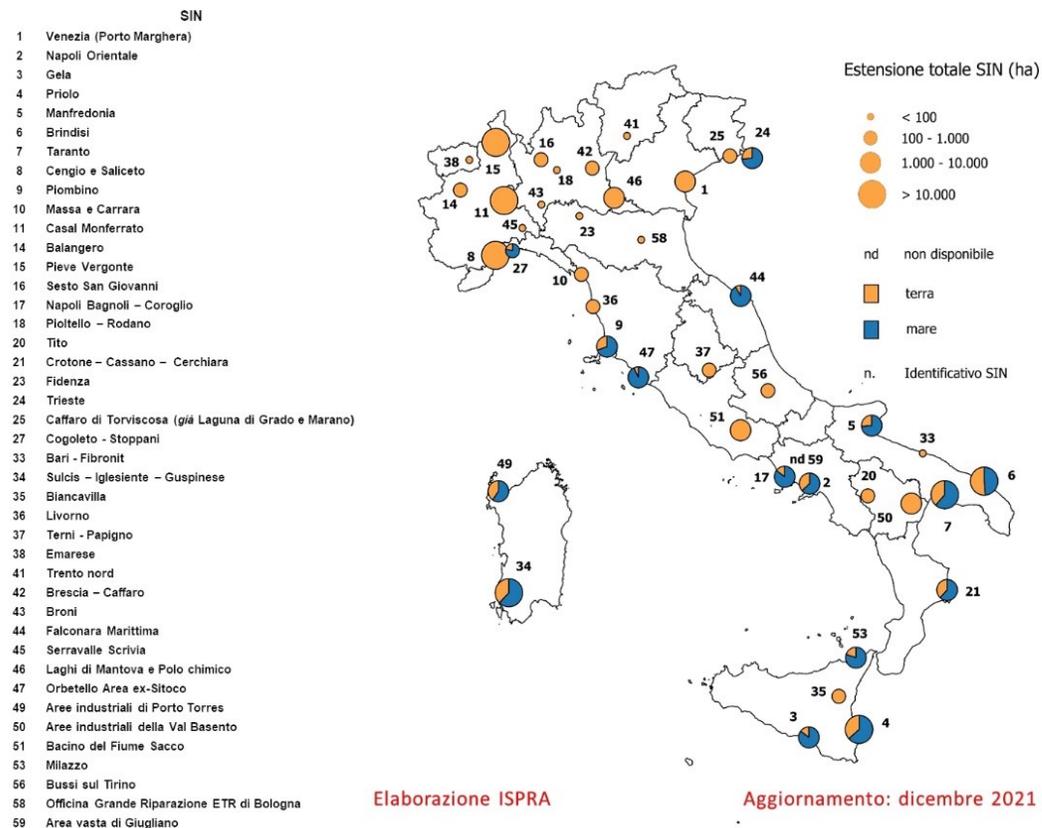
Una combinazione di tecnologie di telerilevamento e metodi metagenomici può essere utilizzata per il monitoraggio spaziale e temporale su larga scala di ambienti inquinati sia a livello macroscopico riferito alle aree inquinate, che microscopico riferito alle comunità microbiche.



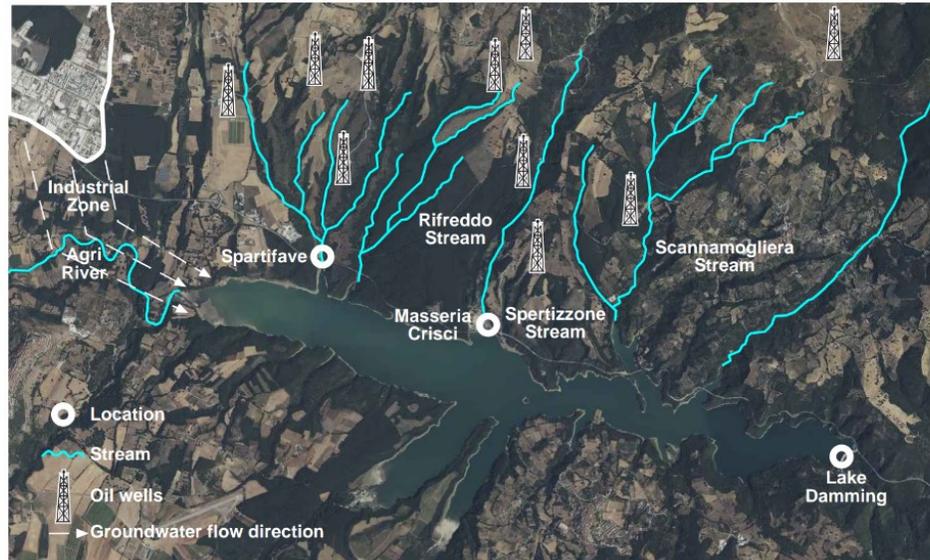


Aree di interesse

Siti di Interesse Nazionale (SIN) rappresentano delle aree contaminate molto estese classificate come pericolose dallo Stato Italiano e che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari. I SIN insieme ai siti che possono provocare Incidenti Rilevanti (RIR) sono distribuiti su tutto il territorio italiano e rappresentano una minaccia costante per i bacini, idrici per l'aria e per il suolo.



Sito RIR, invaso del Pertusillo: evento del febbraio 2017.



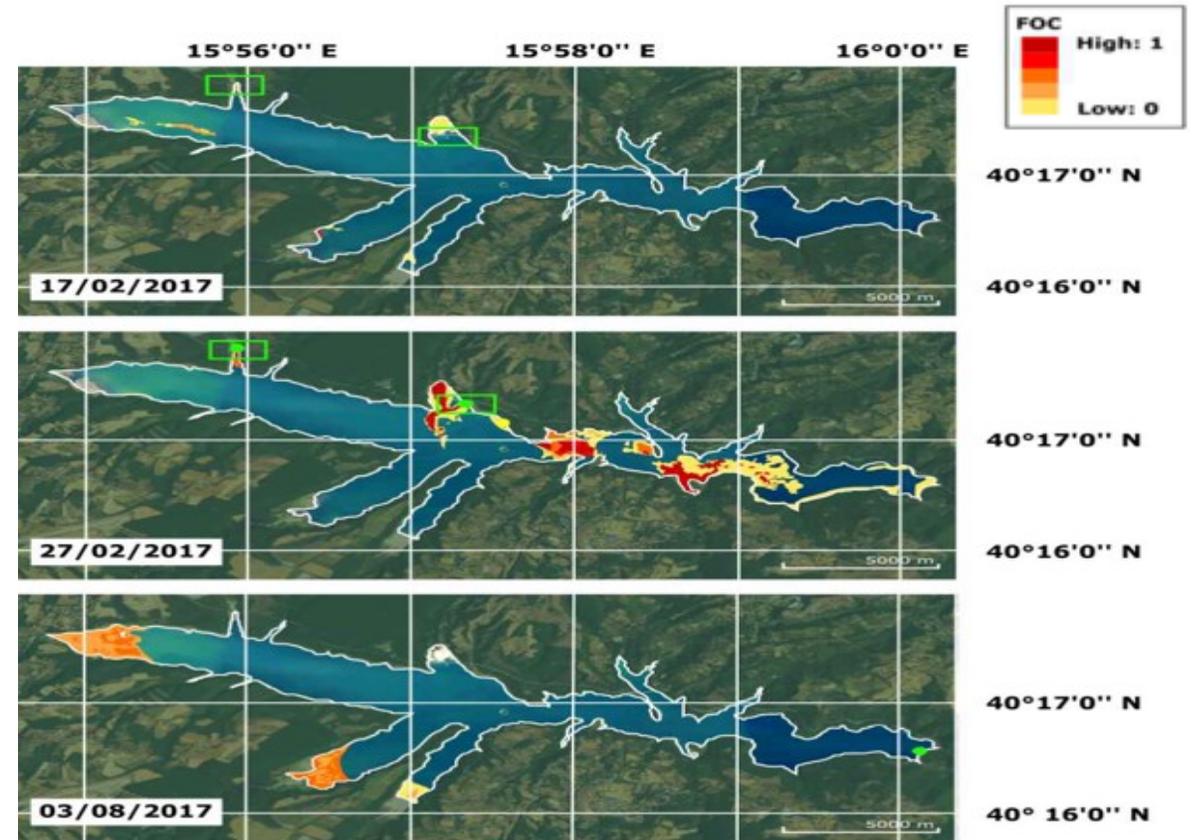
L'indice di rapporto della riflettanza VIS-NIR prende in considerazione i valori di riflettanza delle bande verde e rossa del visibile (560 nm: canale 3 di Sentinel-2; 665 nm: canale 4 di Sentinel-2) e della banda del vicino rosso (740 nm: canale 6 di Sentinel-2) così che acque più dense inquinate da olio corrispondano a valori positivi più alti.

$$VNRI = \frac{2*r_{560} - r_{665} - r_{740}}{r_{560} + r_{665} + r_{740}}$$

Sito RIR, invaso del Pertusillo: evento del febbraio 2017.

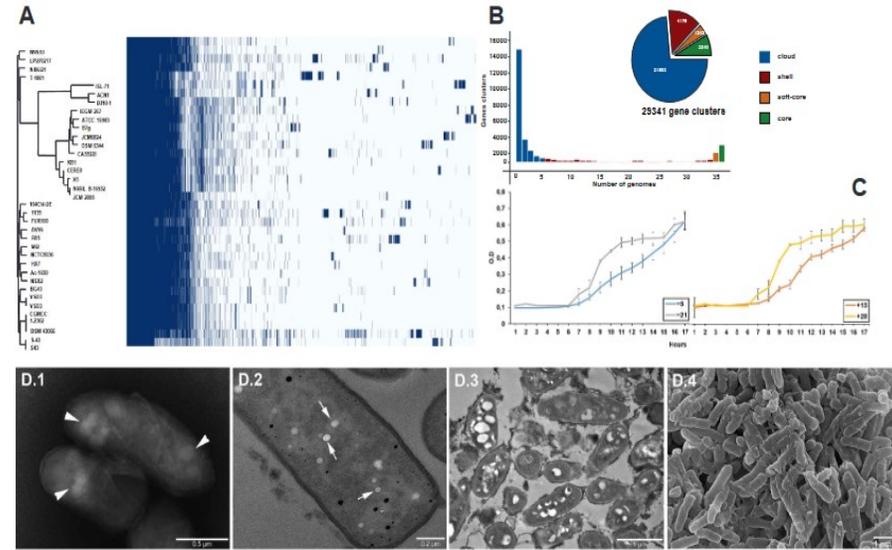
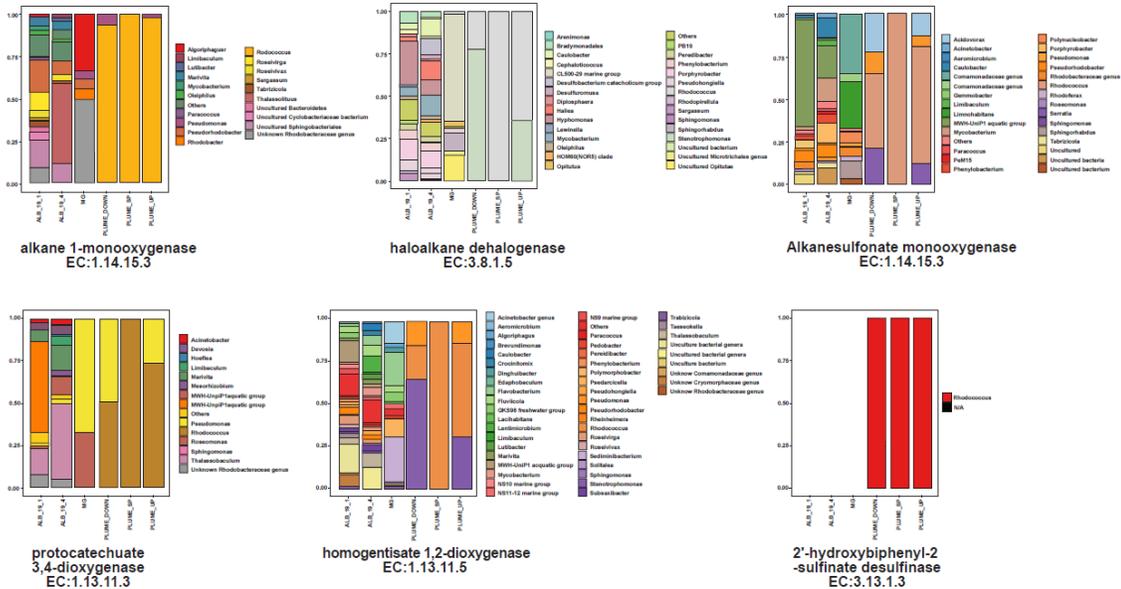
	Collection Site	Coordinates	Total Petroleum Hydrocarbons µg/L (at Time of Collection)	Sampling Date	Peridinium sp. Cells/L	Chlorophyll <i>a</i> µg/L
Sampling and certified analyses by local civic associations	Spartifave 1	N 40.29687 E 15.93075	38	27 February 2017	N.A.	N.A.
	Spartifave 2	N 40.29687 E 15.93075	213	27 February 2017	N.A.	N.A.
	Masseria Crisci	N 40.28977 E 15.95180	192	27 February 2017	N.A. * ¹	N.A.
	Grumento	N 40.29665 E 15.93056	286	1 March 2017	N.A.	N.A.
	Madonna Grumentina	N 40.29172 E 15.92957	900	22 May 2017	N.A.	N.A.
	Lake damming	N 40.27522 E 15.99157	87	3 August 2017	N.A.	N.A.
Sampling and analyses by the Regional Agency for Environment Protection of Basilicata (ARPAB) and ISS	Station 1 Lake damming Surface	N 40.276913 E 15.992453	N.D. * ²	24 February 2017	7800.000	120
	Station 1 Lake damming Surface	N 40.276913 E 15.992453	N.D.	27 February 2017	1822.311	25–28
	Station 2 Montemurro Surface	N 40.286077 E 15.972118	N.D.	27 February 2017	439.544	12–15
	Station 3 Spinoso Superficiale	N 40.280857 E 15.967185	N.D.	27 February 2017	6684.275	≥150
	Station 4 Masseria Crisci Surface	N 40.283217 E 15.954102	N.D.	27 February 2017	402.733	85
	Masseria Crisci	N 40.28977 E 15.95180	N.A.	27 February 2017	10,000.000 * ³	N.A.
	Station 5 Grumento Surface	N 40.29665 E 15.93056	N.D.	27 February 2017	255.125	8

*¹ Not Analysed, *² Not Determined, *³ Phytoplankton analysis by ISS.

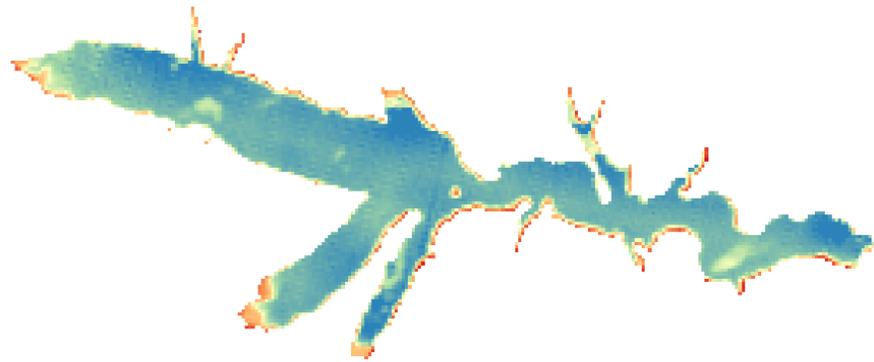


Serie di mappe di VNRI basate su immagini Sentinel-2 del 17 febbraio, 27 febbraio e 3 agosto 2017. VNRI = VIS/NIR Reflectance Index, MCI = Maximum Chlorophyll Index.

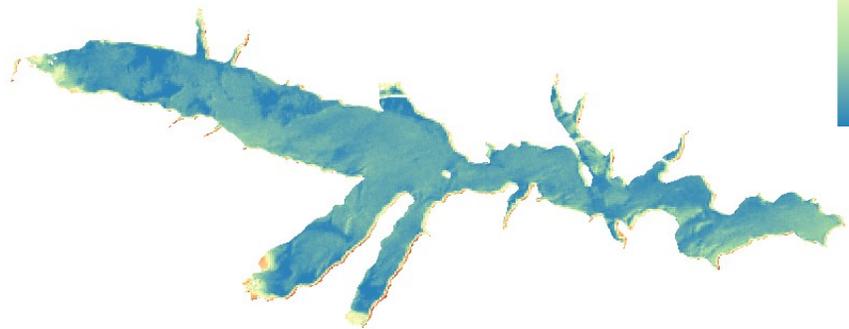
I contributi tassonomici per vari geni idrocarbonoclastici in tutti i campioni determinati a livello di genere con PICRUST2 permettono di identificare microorganismi con le funzioni desiderate. Un batterio del genere *Rhodococcus* isolato grazie a questa filiera metodologica ha mostrato un enorme potenziale degradativo e di biosintesi che va dalla degradazione di sostanze policicliche aromatiche alla biosintesi di bioplastiche.



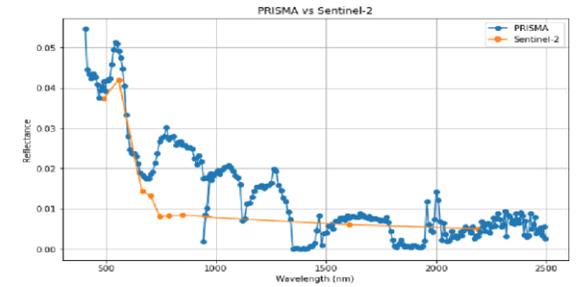
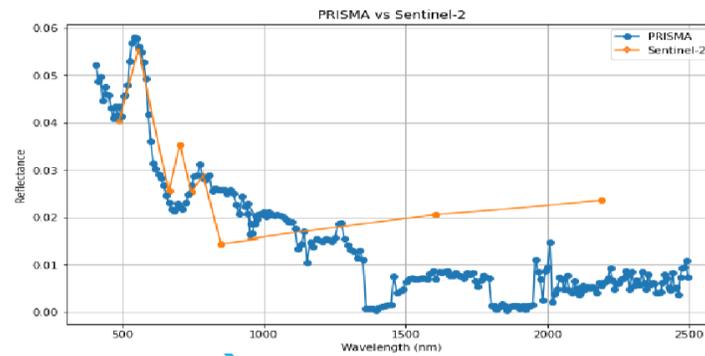
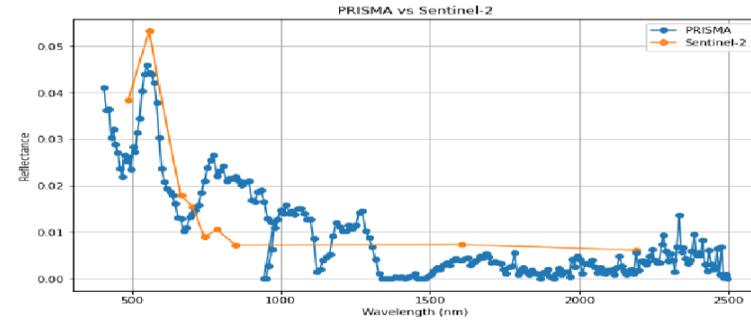
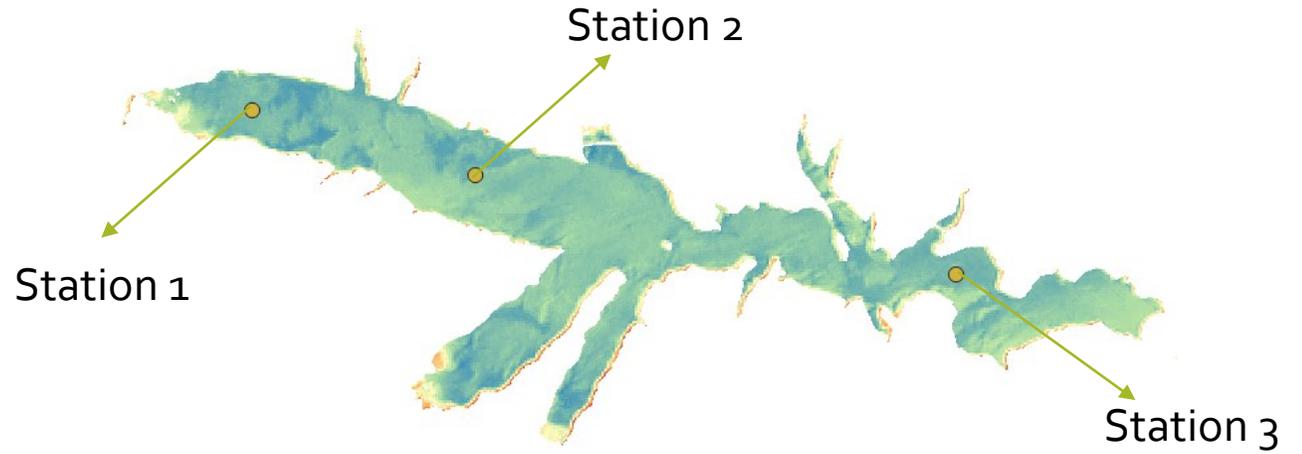
VNRI con Sentinel-2 e PRISMA, lago Pertusillo



Oil spill (PRISMA imagery- 25/07/22)

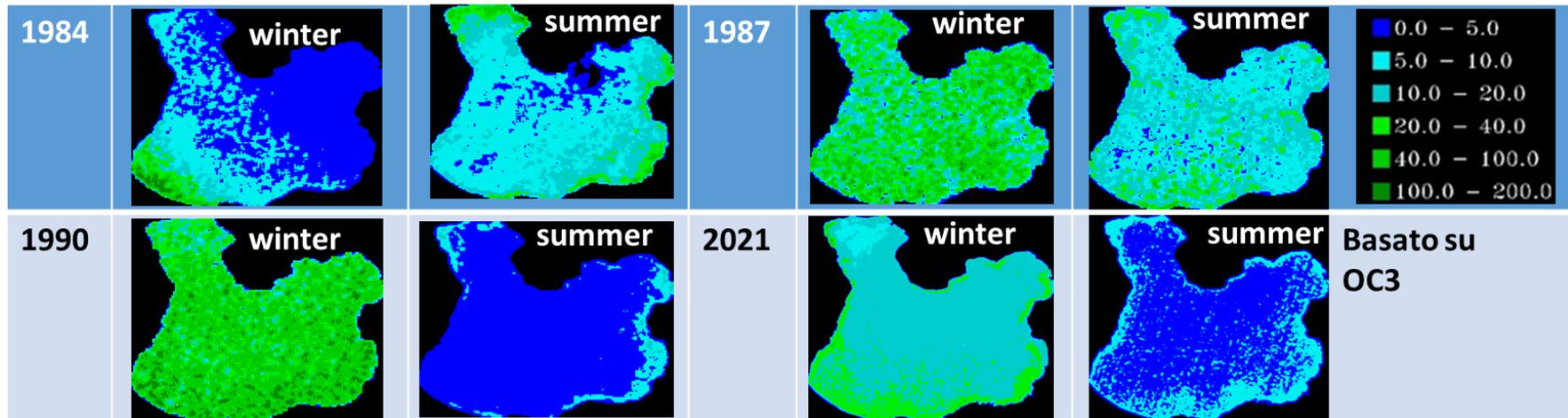


Oil spill (Sentinel-2 imagery - 26/07/2022)



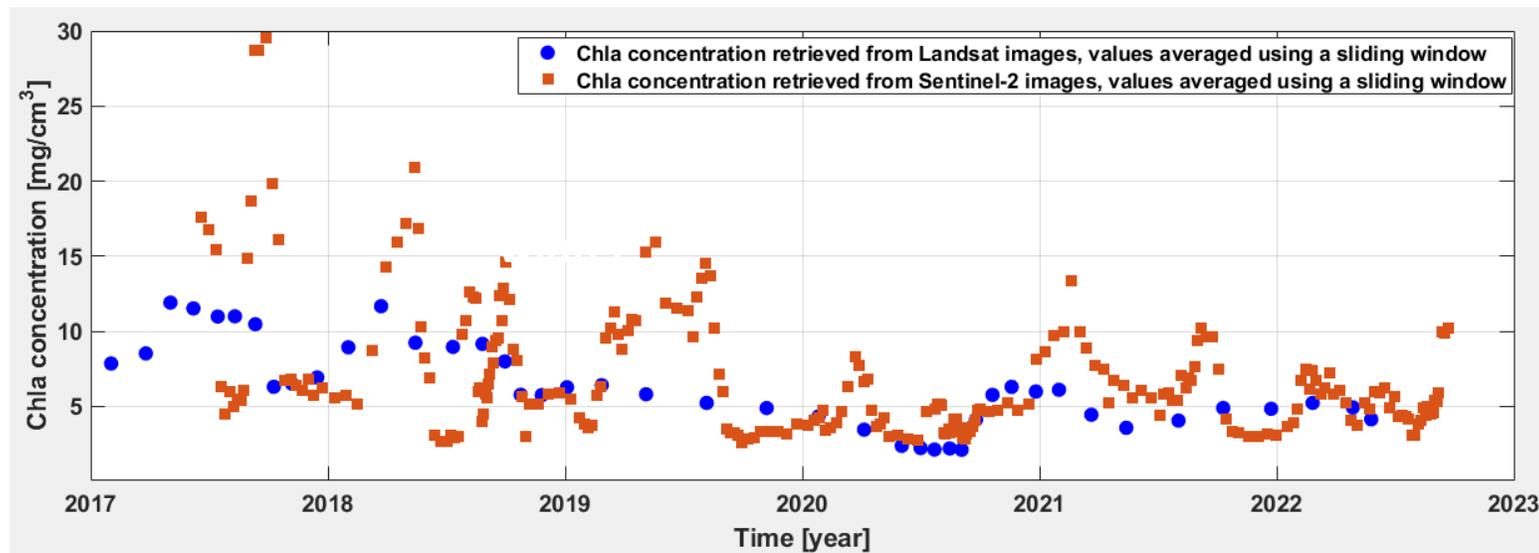
Monitoraggio

Chl-a con Sentinel-2 e Landsat 5/8/9. lago di Vico



Algorithm	Formula*	Reference
Multiple_reg	$\ln(\text{Chl.a}) = 4.7 + 1.1 \ln(B4/B3) - 2.1 ((B1-B3)/B2)$	9
Much Jisín and Lestari Laksmi Algorithm	$\text{Chl} = 17.912 (B1-B2)/(B1+B2) - 0.3343$	3
Wibowo Algorithm	$\text{Log Chl} = 2.41 (B3/B2) + 0.187$	1
Pentury Algorithm	$\text{Chl} = 2.3868 (B2/B1) - 0.4671$	2
Landsat-8 NDCI	$(B4-B3)/(B4+B3)$	8
Landsat-8 SABI	$(B4-B3)/(B1+B2)$	8
Landsat-8 FLH blue	$B2-[B3+(B1-B3)]$	8
Landsat-8 2BDA	$B4/B3$	8
Landsat-8 KIVU (3BDA-like)	$(B1-B3)/B2$	8
MSI	$\text{Chl-a} = 110.24 - 0.68*B2 + 0.76*B3 - 129.30*(B2/B1) - 16.62*(B4/B3)$	7
OC-2	$C = 10^{(a0 + a1*R + a2*R^2 + a3*R^3) + a4}$ $R = \log(B1/B2)$ $a0 = 0.341;$ $a1 = -3.0010;$ $a2 = 2.811;$ $a3 = -2.041;$ $a4 = 0.0400;$	4
OC-3	$C = 10^{(a0 + a1*R + a2*R^2 + a3*R^3 + a4*R^4)}$ $R = \log(B1/B2)$ $a0 = 0.283;$ $a1 = -2.753;$ $a2 = 1.457;$ $a3 = -0.659;$ $a4 = -1.403;$	5, 6

*B1 = 0.485 (L5) or 0.483 (L8); B2 = 0.571 (L5) or 0.561 (L8); B3 = 0.66 (L5) or 0.655 (L8); B4 = 0.839 (L5) or 0.865 (L8).



SVILUPPO APPLICAZIONE MOBILE

Le informazioni e le metodologie del progetto offriranno supporto per lo sviluppo di un applicativo mobile (app).

L'Applicazione offrirà informazioni generali, mappatura dello stato dei bacini idrici relativamente agli indici chimici considerati (es. idrocarburi, clorofilla, metalli pesanti), agli indici fisici Total Suspended Solids (TSS), Chromophoric dissolved organic matter (CDOM) e Trophic State Index (TSI) e indici tassonomici microbici (Metagenomica) trasferiti periodicamente.

L'attività progettuale di SatellOmic è configurata in un contesto in cui gli applicativi saranno valorizzati da ASI e ISS, con la partecipazione di SIA, e saranno dimostrati e potenzialmente utilizzati dall'utenza finale: scientifica, enti territoriali, comunità locali e cittadini.

L'applicazione mobile sarà disponibile in forma gratuita sugli store Apple e Google e gli utenti potranno scaricarla ed utilizzarla in forma anonima.

A questo fine sarà utile durante la disseminazione raccogliere feedback dell'utenza interessata anche attraverso questionari somministrati ad hoc relativamente alla presenza di bacini idrici conosciuti, studiati e di cui si volessero conoscere i dati progettuali.

