



# MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE DALLO SPAZIO

Webinar

18.11.2025 | Giancarlo Cristofalo, Constantin Sandu

**EOMAP**  
a **Fugro** company

# I RELATORI



**Giancarlo Cristofalo**

*Business Development Manager  
Mediterranean Sea | Fugro*



**Constantin Sandu**

*Project Manager and EO Data  
Analyst | EOMAP - a Fugro company*

01

Introduzione

02

Tecnologia

03

Analisi della qualità dell'acqua usando dati satellitari &  
Monitoraggio basato su direttiva 2006/7/CE e 2000/60/CE

04

Esempi di applicazione:

- I) Monitoraggio delle fioriture algali (HAB)
- II) Stato ecologico - cambiamento climatico &  
Eutrofizzazione

05

Eoapp AQUA per analisi di dati

1

---

# Introduzione



a Fugro company

Europe (HQ)

USA

UAE (Dubai)

AUSTRALIA



Appartiene a Fugro, presenza in ITA



Specializzato in analisi dei dati, soluzioni IT, web apps e APIs



Focus sugli habitat acquatici:  
Qualità dell'acqua e batimetria



Team internazionale di circa 50 dipendenti



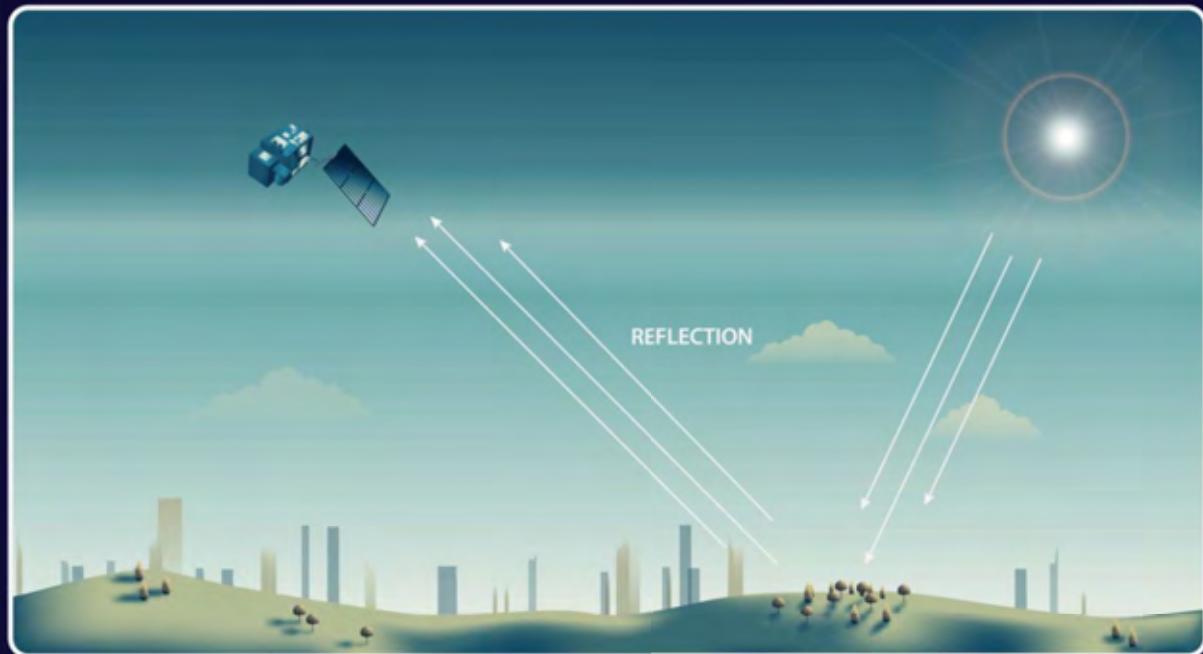
Soluzioni scalabili e disponibili in commercio per autorità, società di ingegneria, mondo accademico, ecc.

2

---

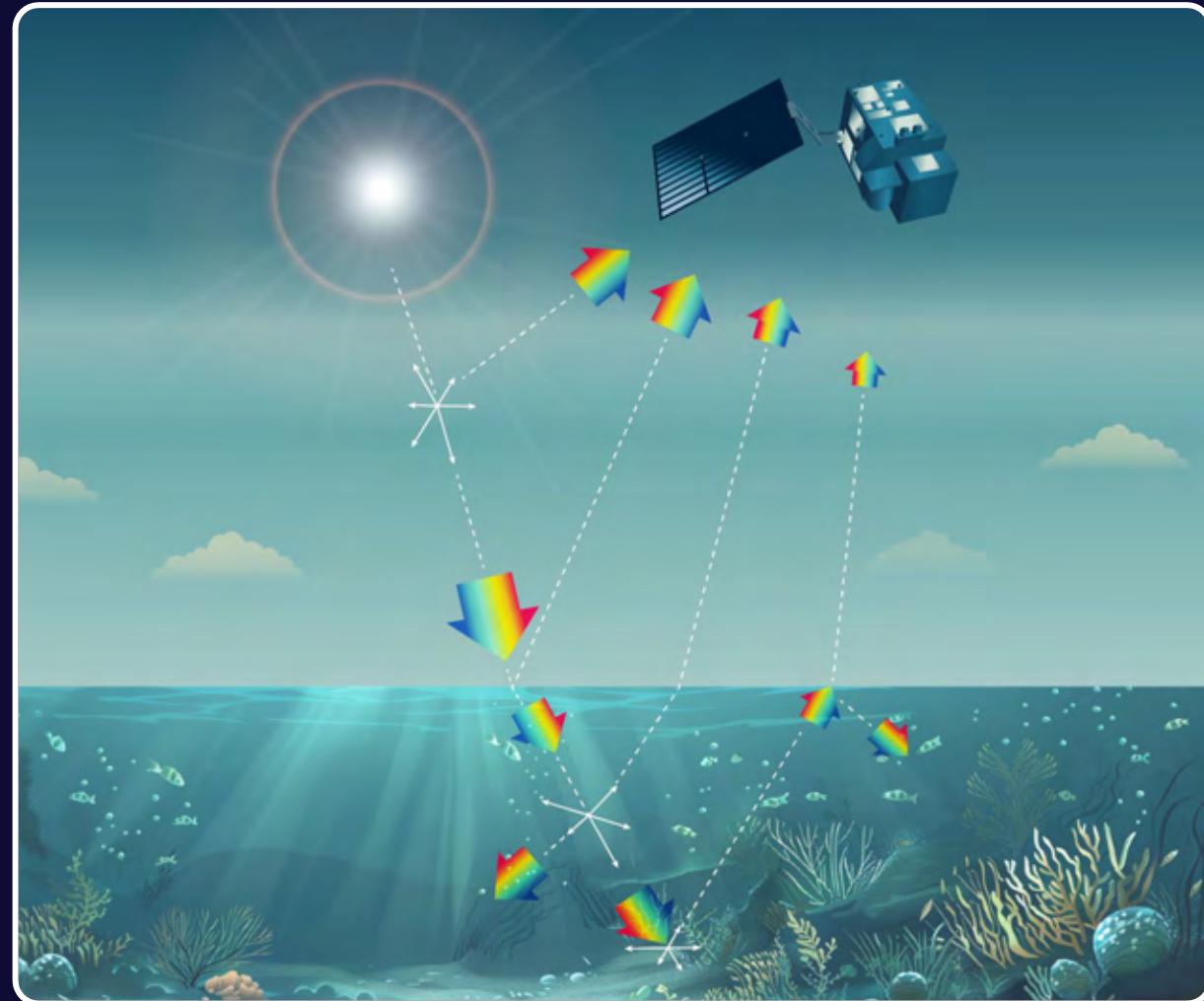
## Tecnología

# COME MISURIAMO?



## PASSIVE REMOTE SENSING

- Processo di recupero dei dati basato sulla fisica
- Sensori: Sentinel, Landsat, Planet SuperDove e altro ancora...
- Risoluzione spaziale: fino a 3 x 3 m
- Risoluzione temporale: fino ad una frequenza quotidiana



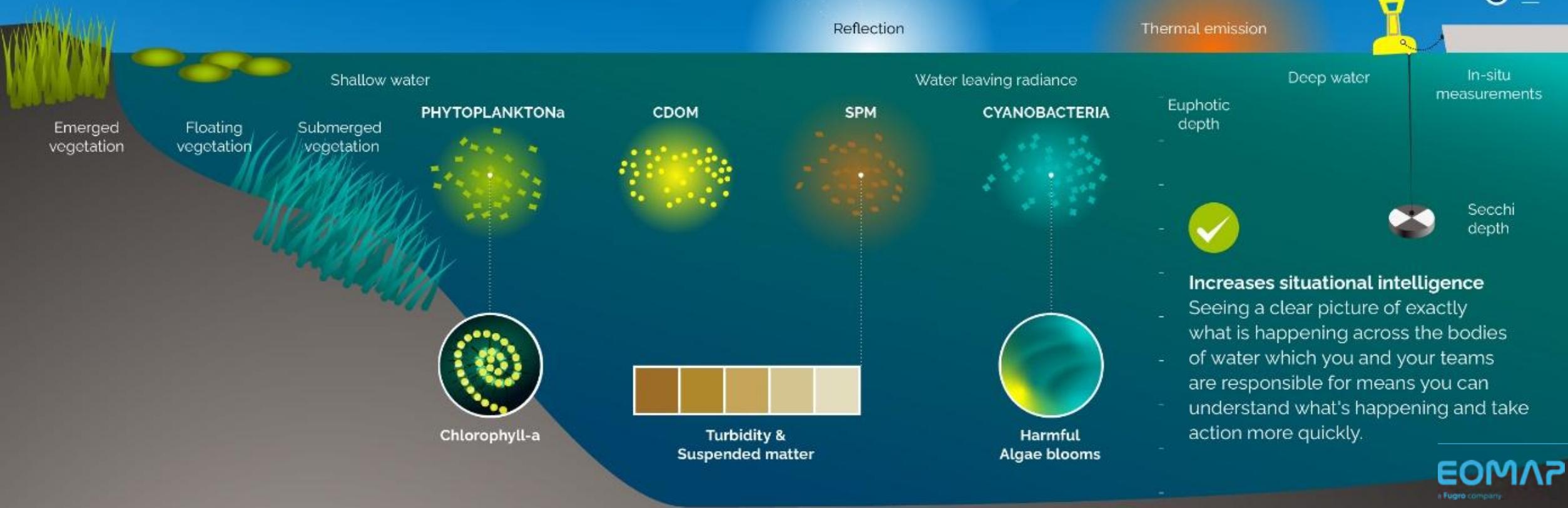
Misure dei parametri di qualità dell'acqua nella colonna d'acqua fino alla profondità di disco di Secchi!

## HINDSIGHT

# Monitoring



**Earth-observation-based water quality monitoring data** provides near real-time information on water quality including turbidity, chlorophyll-a, surface water temperature and total suspended matter



# SENSORI



Il processo EOMAP basato sulla fisica funziona per **tutti** i satelliti ottici per l'osservazione della Terra  
(multi- / iperspettrale)



# OVERVIEW OF SENSORS

## DISBANDMENTS

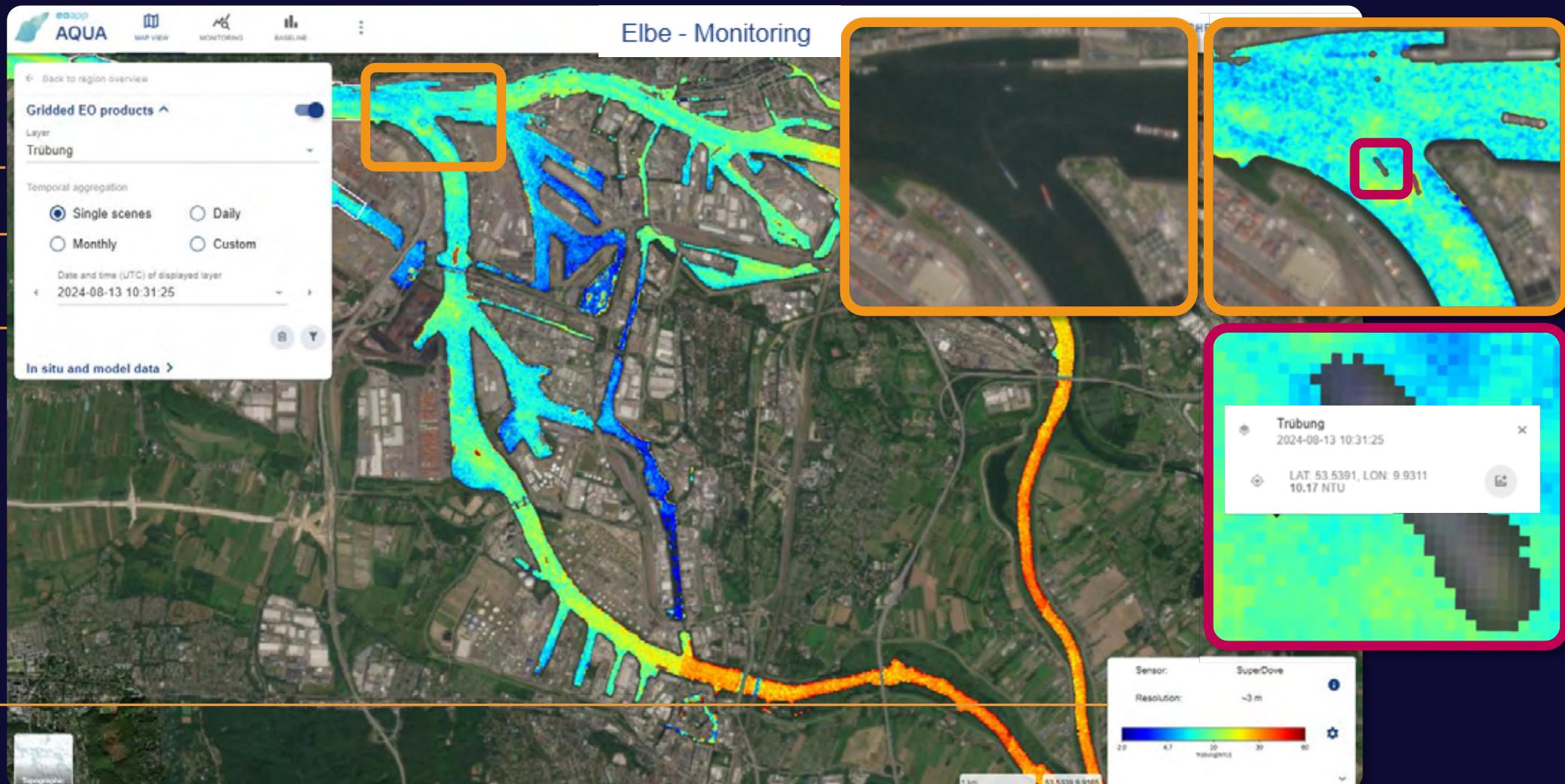
Laghi a partire da 5 ha, Fiumi a partire da 100 m di larghezza

Laghi a partire da 1 ha, Fiumi a partire da 25 m di larghezza

Satellite/Sensore	Risoluzione spaziale (max)	Risoluzione temporale	Data di inizio e fine
Landsat 5	30m	16 giorni	1984 – 2012
Landsat 7	30m (15m)	16 giorni	1999-now
Landsat 8	30m (15m)	16 giorni	2013-now
SENTINEL-2	10m	5 giorni	2015/2017 – oggi
Sentinel-3	300m	quotidiano	2016/2018 – oggi
MODIS Aqua/Terra	250m	quotidiano	1999/2002 – oggi
Planet Doves/SkySat	3m/1m (0.5m)	Più volte al giorno	2020
WorldView 2/3	2m (0.5m)	quotidiano	2009/2014

# COME VISUALIZZIAMO I DATI?

DALLA PANORAMICA SU LARGA SCALA ALLE INFORMAZIONI SPECIFICHE PER I PIXEL



---

Analisi della qualità dell'acqua usando dati satellitari  
&  
Monitoraggio basato su direttive 2006/7/CE(Balneazione) e  
2000/60/CE(Direttiva Quadro WFD)

# PRODOTTI CHE OFFRIAMO

PER LAGHI, FIUMI, BACINI IDRICI E FASCE COSTIERE

## WATER QUALITY PARAMETERS

- CHL: Chlorophyll-a ( $\mu\text{g/l}$ )
- TUR: Torbidità (NTU) e la materia sospesa totale( $\text{mg/l}$ )
- SDD: Visibilità / Profondità Secchi (m)
- HAB: Indicatore di fioritura algale dannosa (Cianobatteri)
- SST: Temperatura superficiale dell'acqua ( $^{\circ}\text{C}$ )

- CDOM: Materia organica disciolta colorata (1/m)
- SOA/SIA: Somma dell'assorbimento organico e inorganico (1/m)



# PRODOTTI CHE OFFRIAMO

PER LAGHI, FIUMI, BACINI IDRICI E FASCE COSTIERE



## INFORMAZIONI SULLA QUALITÀ DELL'ACQUA (tramite parametri proxy)

- Stato trofico (via CHL)
- Hotspot di eutrofizzazione (via CHL, SDD, HAB)
- Hotspot di inquinamento (via TUR, CDOM, SDD)



## ALTRI PRODOTTI CORRELATI

- Rilevamento di macrofite (sopra/sotto l'acqua)
- Caratterizzazione delle zone ripariali
- Determinazione dell'estensione dell'acqua
- Parametri relativi all'idrologia

# PANORAMICA: IN CHE MODO L'OSSERVAZIONE DELLA TERRA CONTRIBUISCE? ESPANDI L'ANALISI!

- + integrazione delle lacune temporali nei dati
- + complemento dei dati in situ (giallo)

- Descrizione precisa degli eventi
- Pianificazione del programma di misura



Example: HAB Monitoring | Bavaria

# IN CHE MODO L'OSSERVAZIONE DELLA TERRA CONTRIBUISCE?

ESPANDI I PROGRAMMI! 100 DI SITI...!

+ sinottico e simultaneo

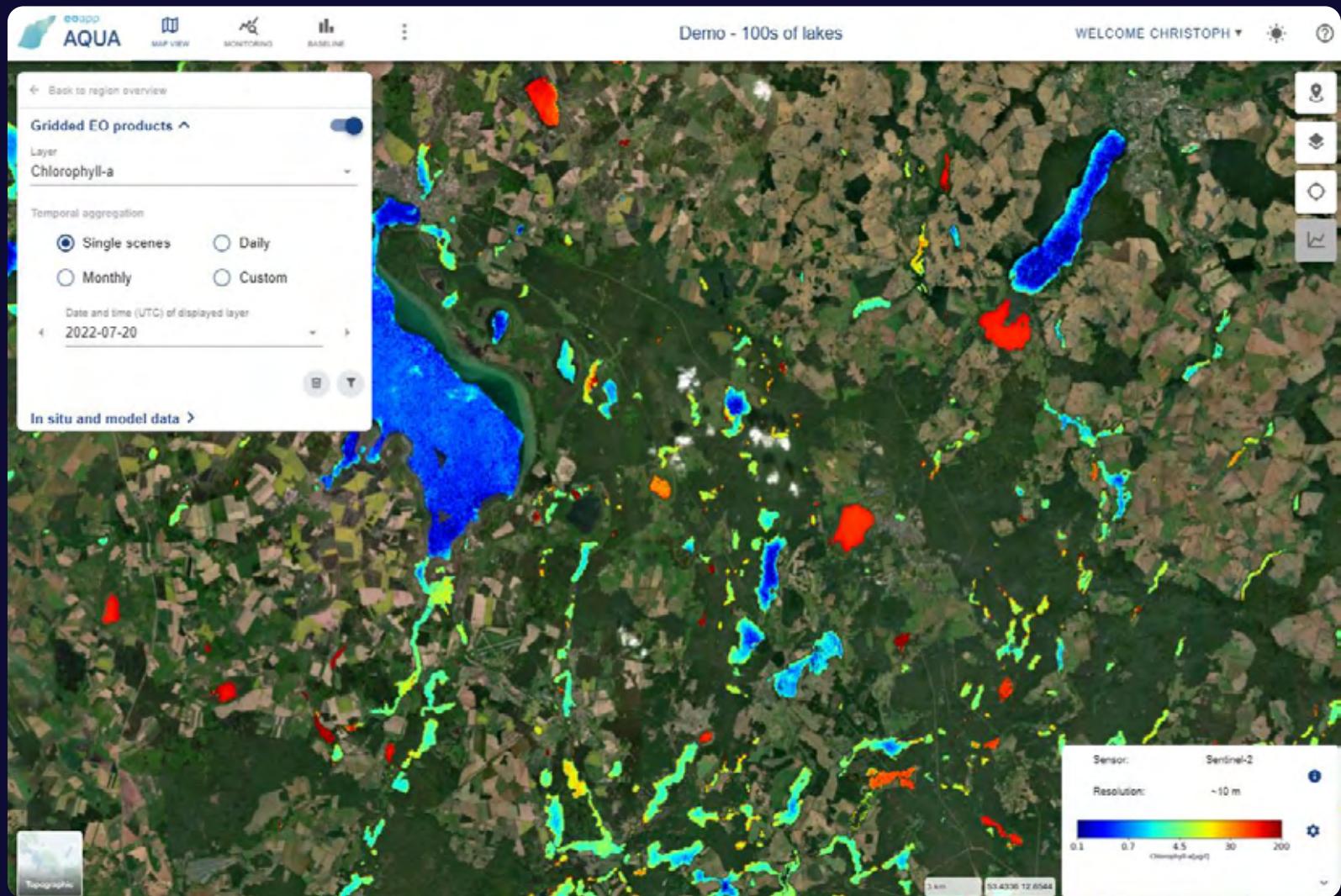
+ colmare le lacune nei dati spaziali

+ Eutrofizzazione e inquinamento

- Valutare le misure di gestione
- Pianifica programmi a lungo termine



+



Example: Ecological State Assessment - North-east Germany

**EOMAP**  
a Fugro company

# BENEFICI

## PERCHÉ I NOSTRI SERVIZI SUPPORTANO LE DIRETTIVE UE?



### ... Il monitoraggio completo consente

- ❖ analisi multiparametrica ad ampio raggio, ad alta frequenza
- ❖ Allerta precoce + Monitoraggio di base
- ❖ Rilevamento quasi in tempo reale delle fioriture algali
- ❖ Analisi dei cambiamenti climatici
- ❖ Sorveglianza simultanea e sinottica dei corpi idrici
- ❖ Valutazioni dello stato trofico e dell'inquinamento tramite parametri proxy
- ❖ Densificazioni di serie temporali
- ❖ Espansione del programma che include piccoli laghi e aree remote



### .... Efficienza operativa

- ❖ Risparmia tempo grazie all'automazione e ottimizza il lavoro sul campo
- ❖ consente reazioni rapide
- ❖ riduce i costi



### ... Standardizzazione dei processi

- ❖ L'EO consente un monitoraggio coerente e ripetibile in grandi regioni



### ... Preparazione al future

Supporto dei dati EO Analisi dei dati, previsione e modellazione basati sull'intelligenza artificiale

- ❖ L'acquisizione dei dati EO è un elemento legato alle strategie climatiche e alla trasformazione digitale

# DIRETTIVE SUPPORTATE

- EU – BWD
- EU – WFD
- EU – MSFD
  
- Climate Change Monitoring
- EU – DWD
- EU – WWTD
- EU – Nitrate Directive
- Nature Restoration Law
- Habitat Directive

# APPLICAZIONI SUPPORTATE



**DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO**

**del 23 ottobre 2000**

**che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque**

4.3.2006

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

**DIRETTIVA 2006/7/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO**

**del 15 febbraio 2006**

**relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e che abroga la direttiva 76/160/CEE**

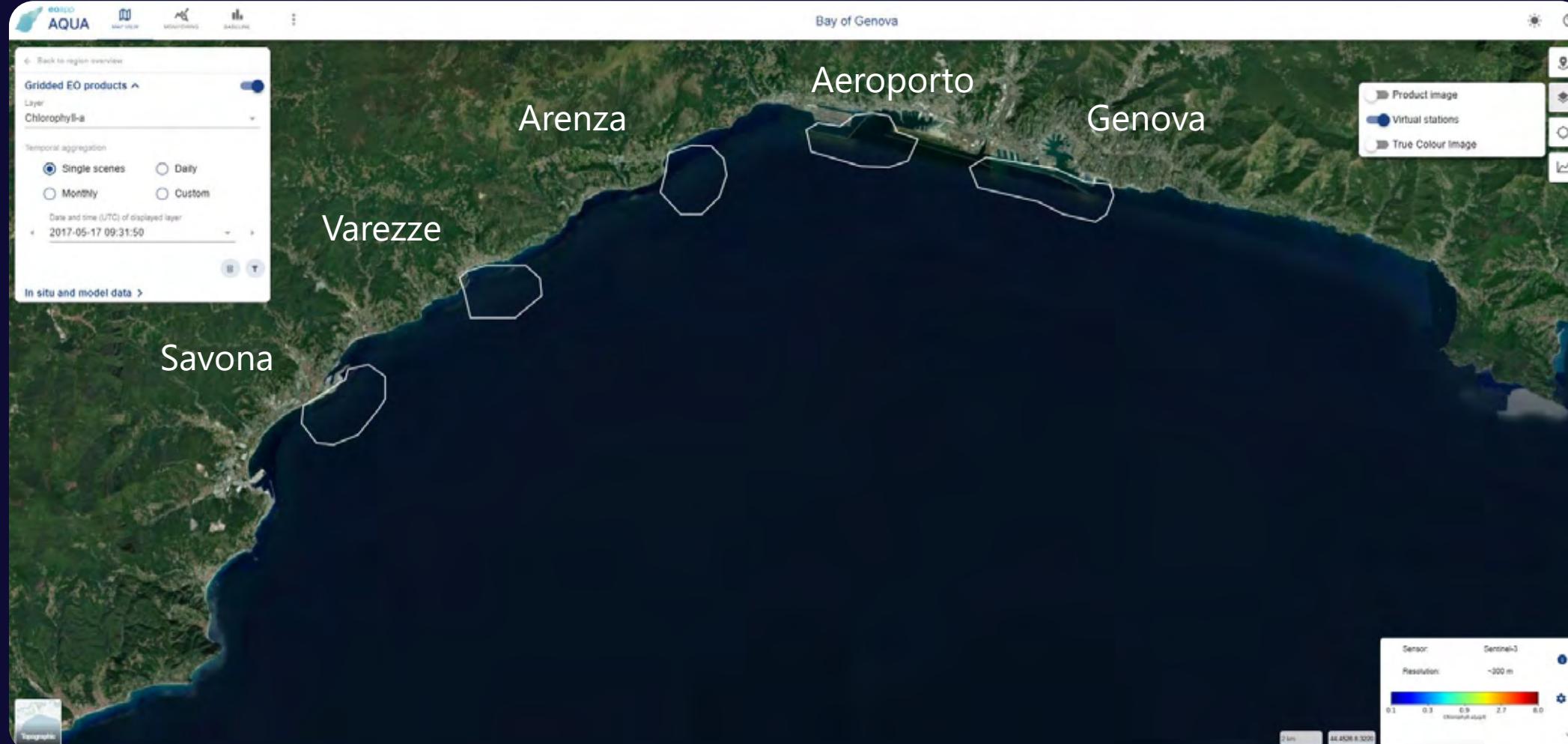
## Esempi di applicazione I:

Monitoraggio delle fioriture algali (HAB)

# SORVEGLIANZA DI FASCE COSTIERE PIÙ ESTESE



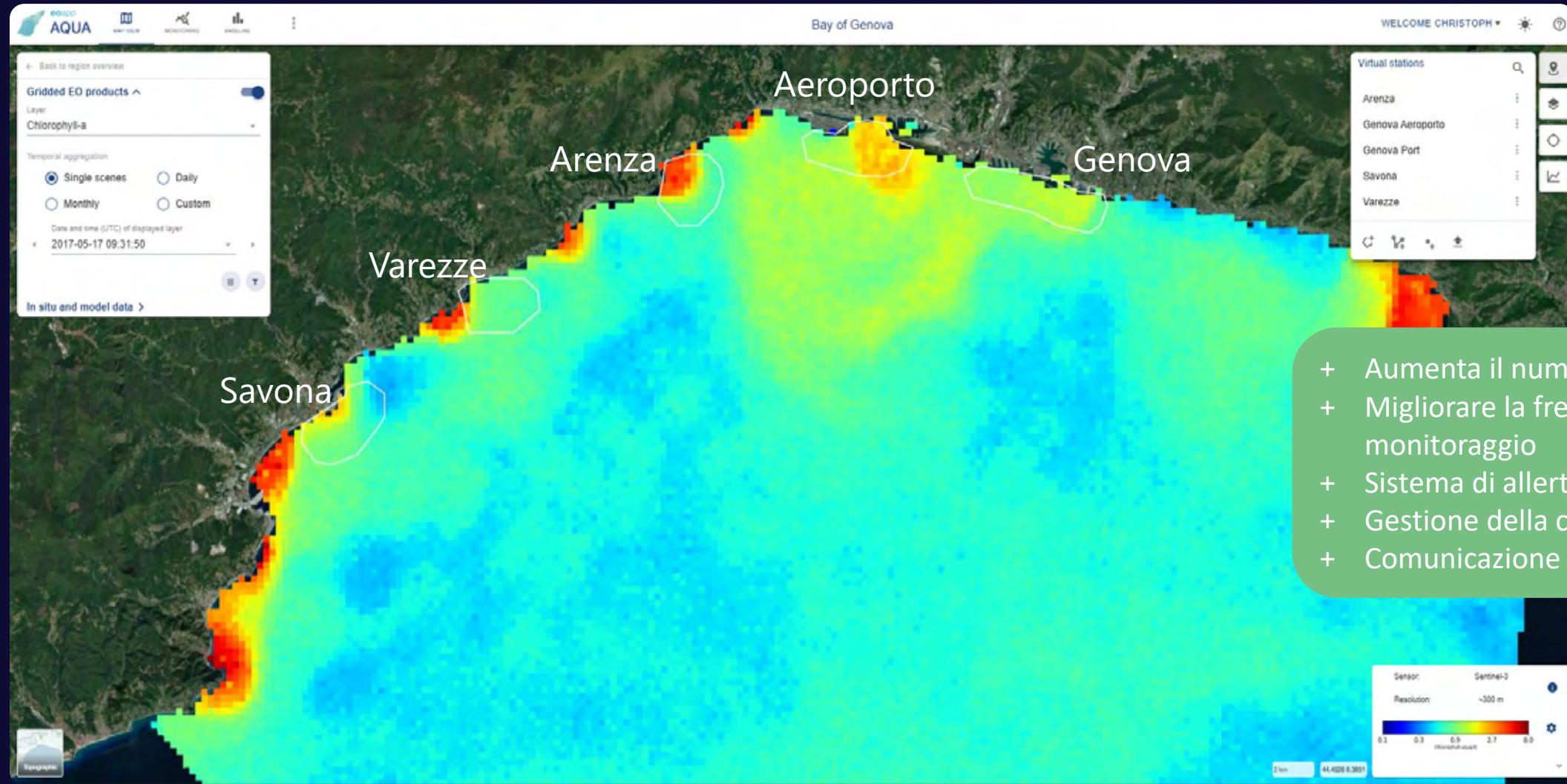
Applicazione: Supporto alla direttiva sulle acque di balneazione – Sorveglianza dei hot spot touristici



Ligurian Coast, Italy

# SORVEGLIANZA DI FASCE COSTIERE PIÙ ESTESE

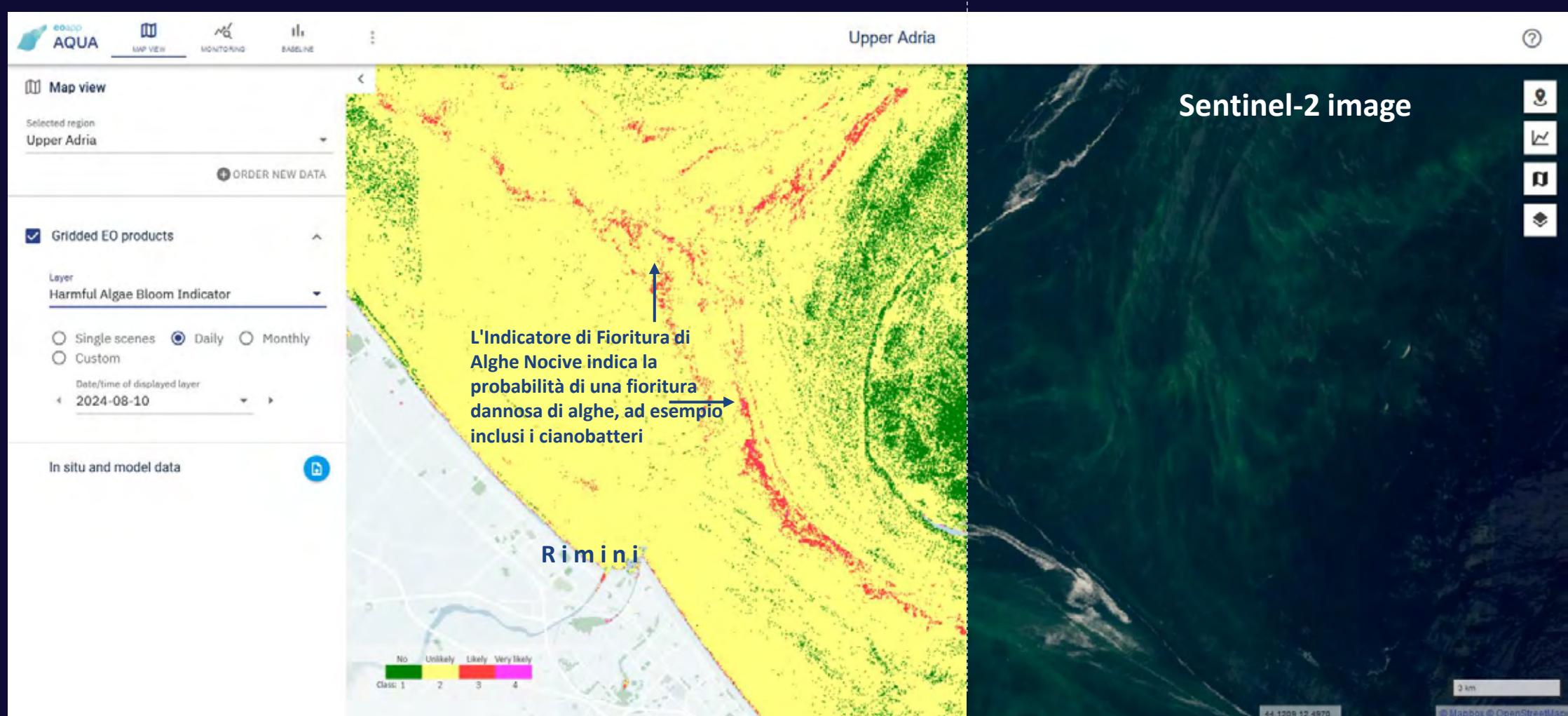
Applicazione: Supporto alla direttiva sulle acque di balneazione – Sorveglianza degli hot spot turistici



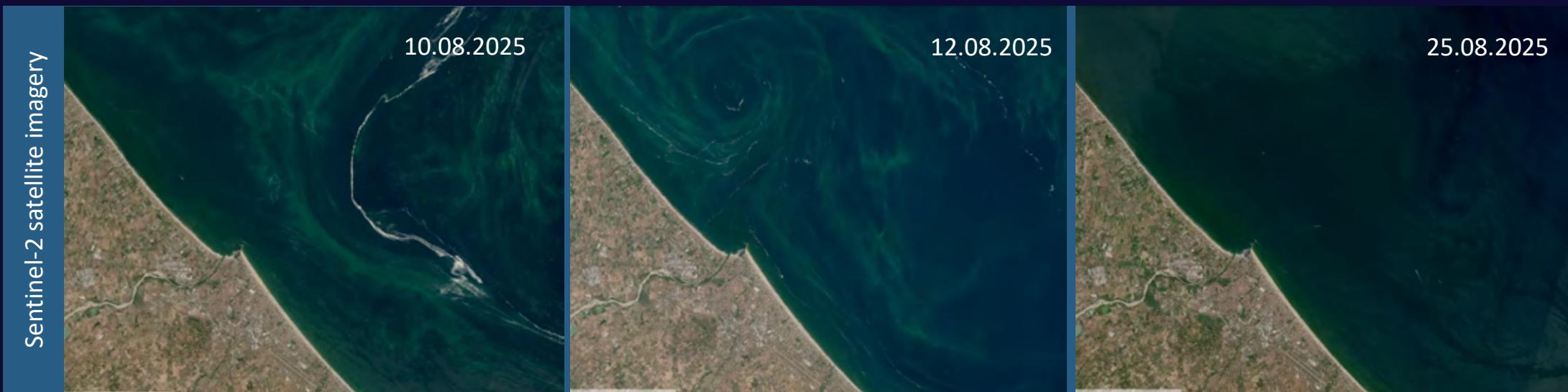
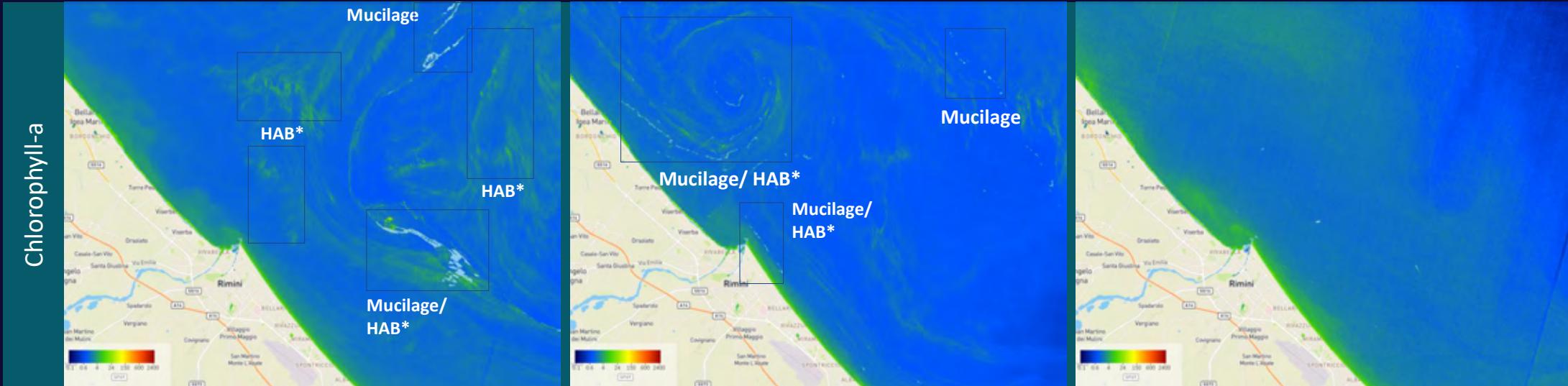
Ligurian Coast, Italy

# RILEVAMENTO DI HAB E MUCILLAGINI QUASI IN TEMPO REALE

Applicazione: Supporto alla direttiva sulle acque di balneazione – Sorveglianza degli hot spot turistici



# RILEVAMENTO DI HAB E MUCILLAGINI QUASI IN TEMPO REALE

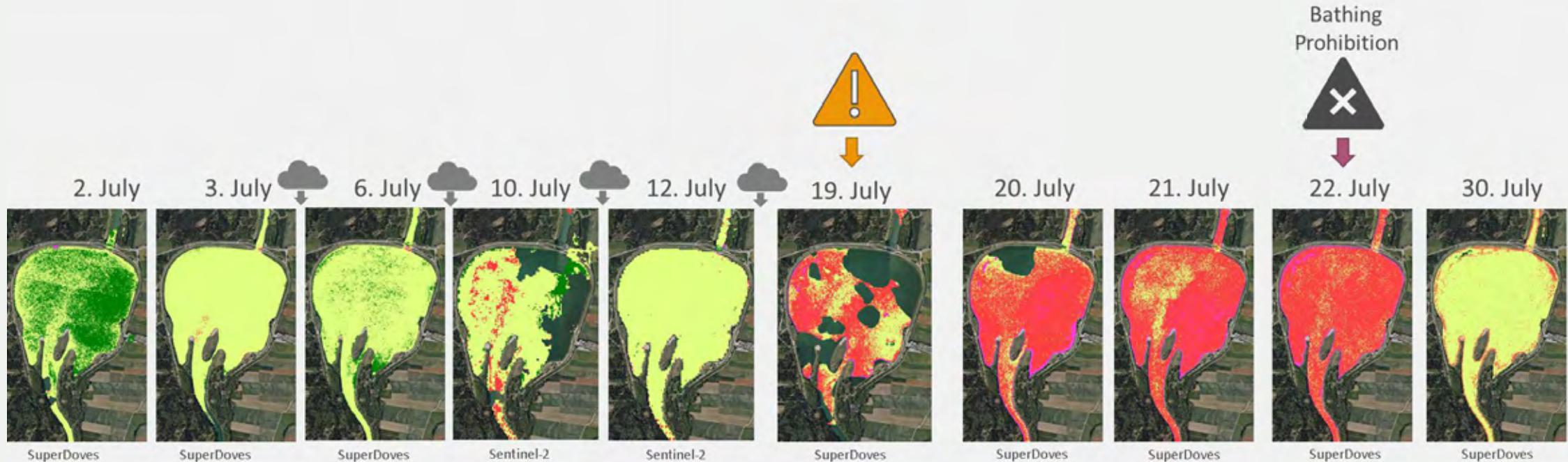


Adria, Rimini Coast , Italy

# MONITORAGGIO DEI CIANOBATTERI



Applicazione: Supporto al monitoraggio basato sulla direttiva sulle acque di balneazione. 2021



## Data Sources:

PlanetLabs SuperDoves, 3m spatial, daily  
Sentinel-2A/B, 10m spatial, every 5 days



# RILEVAMENTO QUASI IN TEMPO REALE DI FIORITURE ALGALI



Applicazione: Supporto al monitoraggio della direttiva sulle acque di balneazione

Ogni punto è una misurazione da satellite



Profondità di visibilità

Concentrazione di clorofilla

Indicatore di fioritura delle alghe

# RILEVAMENTO DI HAB E MUCILLAGINI QUASI IN TEMPO REALE

Applicazione: Supporto alla direttiva sulle acque di balneazione – Sorveglianza dei hot spot turistici



eoapp AQUA MAP VIEW MONITORING BASELINE ... Emilia\_Romagna2 WELCOME STEFAN ▾ ?

Rimini\_spiaggia 18.973 km<sup>2</sup>  
Last scene: Last Sunday

CDM CHL HAB SDD SIA QUT TUR

Start Date 2023-01-01 End Date 2024-08-28  All data

1 of Inorganic Ab

0.15  
0.1  
0.05

Jan 2023 Feb 2023 Mar 2023 Apr 2023 May 2023 Jun 2023 Jul 2023 Aug 2023 Sep 2023 Rimini\_spiaggia

Areas of high algae

CHL - Chlorophyll-a

Chlorophyll-a [µg/l]

40  
20  
0

Jan 2023 Apr 2023 Jul 2023 Oct 2023 Jan 2024 Apr 2024 Jul 2024 Oct 2020 Rimini\_spiaggia

Aumento ricorrente dei valori di clorofilla (alge) e torbidità nel corso dell'anno in breve tempo.

TUR - Turbidity

Turbidity [NTU]

40  
30  
20  
10  
0

Jan 2023 Apr 2023 Jul 2023 Oct 2023 Jan 2024 Apr 2024 Jul 2024 Oct 2020 Rimini\_spiaggia

Lo strumento web commerciale di EOMAP può essere utilizzato per analizzare statisticamente e confrontare dati e posizioni.

'True color' Image

edit data

Previous value 2023-06-08 09:19 Stefan Mühlbauer (muehlbauer@eomap.de) ist angemeldet. 0.141/m

Selected value 2023-09-06 09:24 11.1 µg/l

Previous value 2023-09-05 09:11 17.72 µg/l

True color Image

edit data

Previous value 2023-09-06 09:24 Stefan Mühlbauer (muehlbauer@eomap.de) ist angemeldet. 24.85 NTU

Selected value 2023-09-05 09:11 35.77 NTU

Turbidity

6 September 2023

Bellar Igea Mar Cesena Gambettola Savignano sul Rubicone Viserba Santarcangelo di Romagna Rimini Riccione

# RILEVAMENTO HAB QUASI IN TEMPO REALE IN GRANDI AREE



Applicazione: Supporto al monitoraggio basato sulla direttiva sulle acque di balneazione

Definizione di soglie proprie e specifiche per ogni sito



+ Panoramica multisito della dashboard

The dashboard displays a table of monitoring data for various sites in Mecklenburg-Vorpommern, DEU, with a specific focus on the Lake District, North-Eastern Germany. The table includes columns for the site name, current status (with date and concentration), previous status (with date and concentration), and alerts (with a red triangle icon and a count of 67/125). The map shows the locations of these sites with red and green markers and numerical labels indicating alert counts (e.g., 13, 2, 4, 7, 9).

Site	Current status (Date, Concentration)	Previous status (Date, Concentration)	Alerts (Count)
Ryck, Greifswald	2022-10-30 56.54 µg/l	2022-10-30 87.31 µg/l	67 / 125
Mueritzarm, Vipperow	2022-10-30 81.4 µg/l	2022-10-30 82.99 µg/l	26 / 45
Mueritzarm, Priborn	2022-10-30 60.98 µg/l	2022-10-30 67.27 µg/l	38 / 38
Mueritzarm, Buchholz	2022-10-30 84.14 µg/l	2022-10-26 34.48 µg/l	43 / 50
Jamelsee, Blankenforde CP	2022-10-30 82.51 µg/l	2022-10-28 110 µg/l	43 / 27
Peene, zw Demmin und Ostsee	2022-10-30 79.55 µg/l	2022-10-27 101.91 µg/l	82 / 26
Trebel, Unterlauf	2022-10-30 94.26 µg/l	2022-10-27 107.35 µg/l	92 / 8
Massower See, Massow	2022-10-28 104.61 µg/l	2022-10-28 81.81 µg/l	69 / 22
Elde, Abzweigung Schweriner See	2022-10-28 94.31 µg/l	2022-10-28 95.75 µg/l	78 / 10

Lake District, North-Eastern Germany

- + Migliora la frequenza di monitoraggio
- + Migliora il numero di siti
- + Sistema di allerta
- + Gestione delle campagne
- + Comunicazione con gli stakeholder

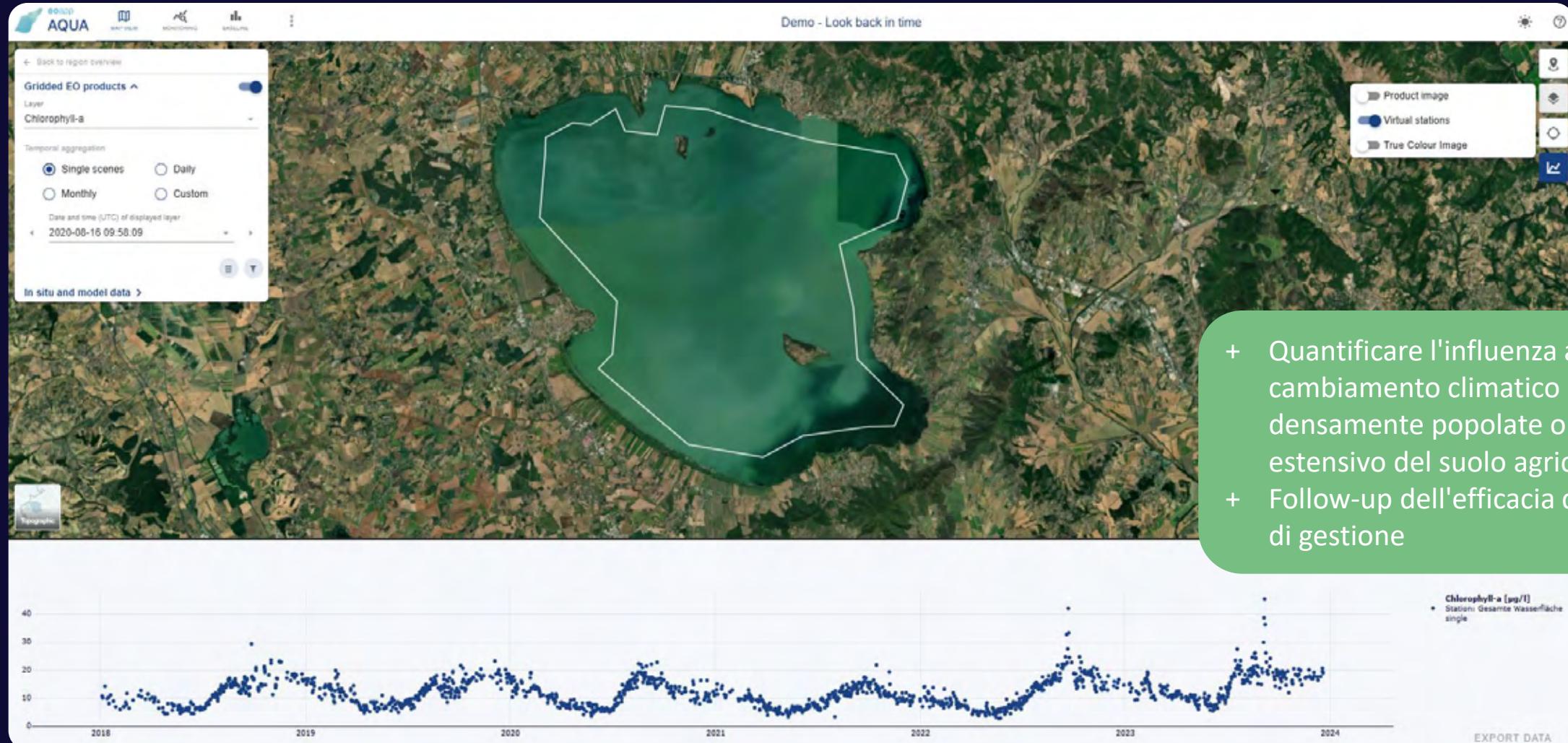
---

## Esempi di applicazione II:

Analisi relative allo stato ecologico dei corpi idrici  
le influenze del  
cambiamento climatico e l'eutrofizzazione

# ANALISI DELLE SERIE TEMPORALI

Applicazione: Monitoraggio a lungo termine della clorofilla

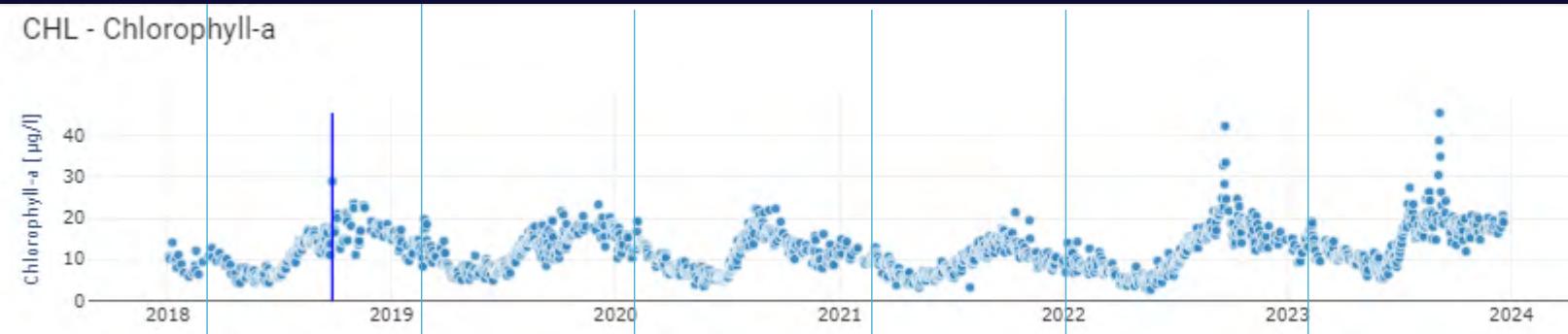


# ANALISI DELLE SERIE TEMPORALI

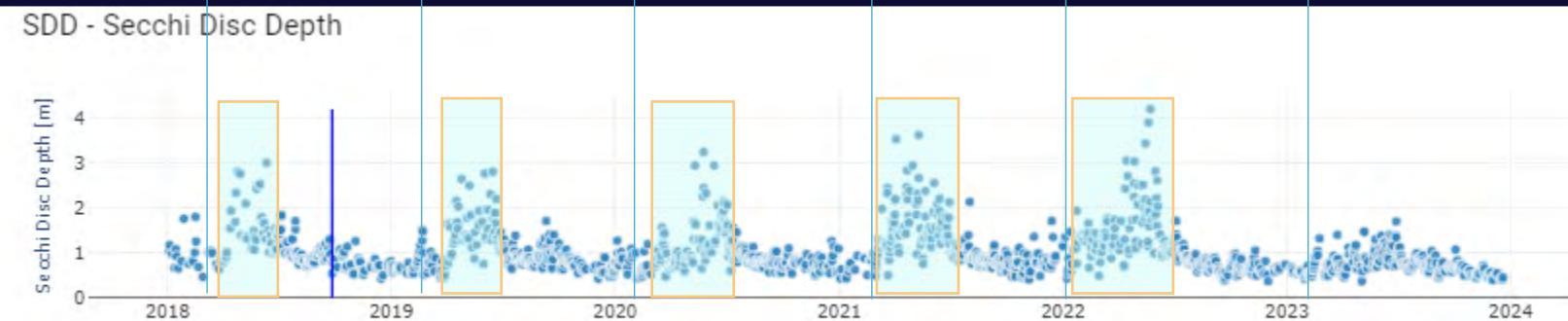


Applicazione: Supporto per l'esecuzione WFD

Qualificare e quantificare i cambiamenti stagionali dei parametri limnologici



- + Serie storiche lunghe
- + Monitoraggio retrospettivo
- + Analisi/statistiche personalizzate
- + On-Set di fioriture
- + Durata delle fasi di acqua limpida

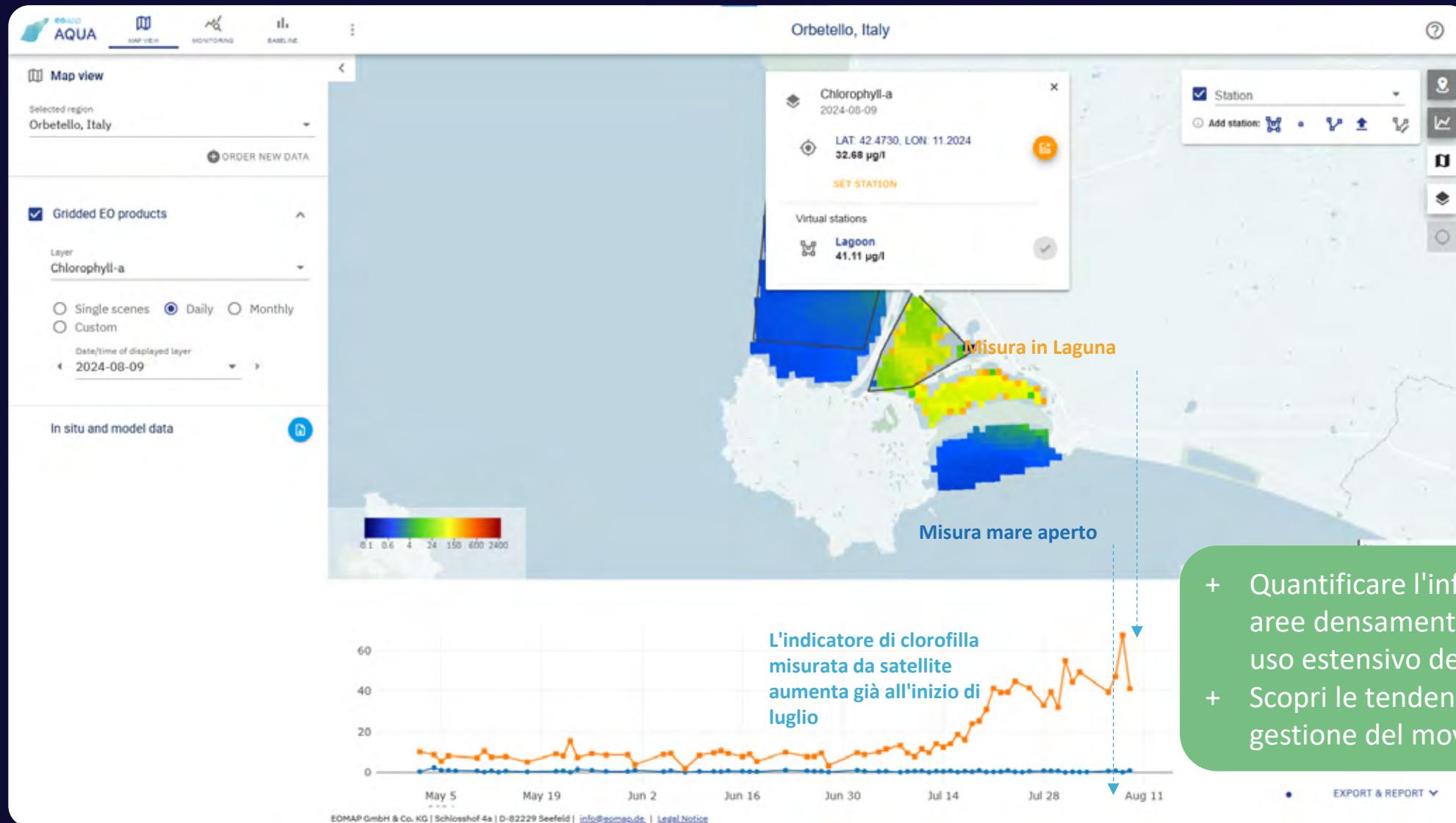


- + Complementare le serie temporali in situ
- + Calcola i valori medi mensili e annuali
- + Valutare gli effetti del cambiamento climatico
- + Follow-up dell'efficacia delle misure di gestione
- + Pianificare la campagna in situ (inizio e fine)

# EO- CLOROFILLA COME PARAMETRO PROXY



Applicazione: Monitoraggio selettivo del sito quasi in tempo reale delle concentrazioni di clorofilla



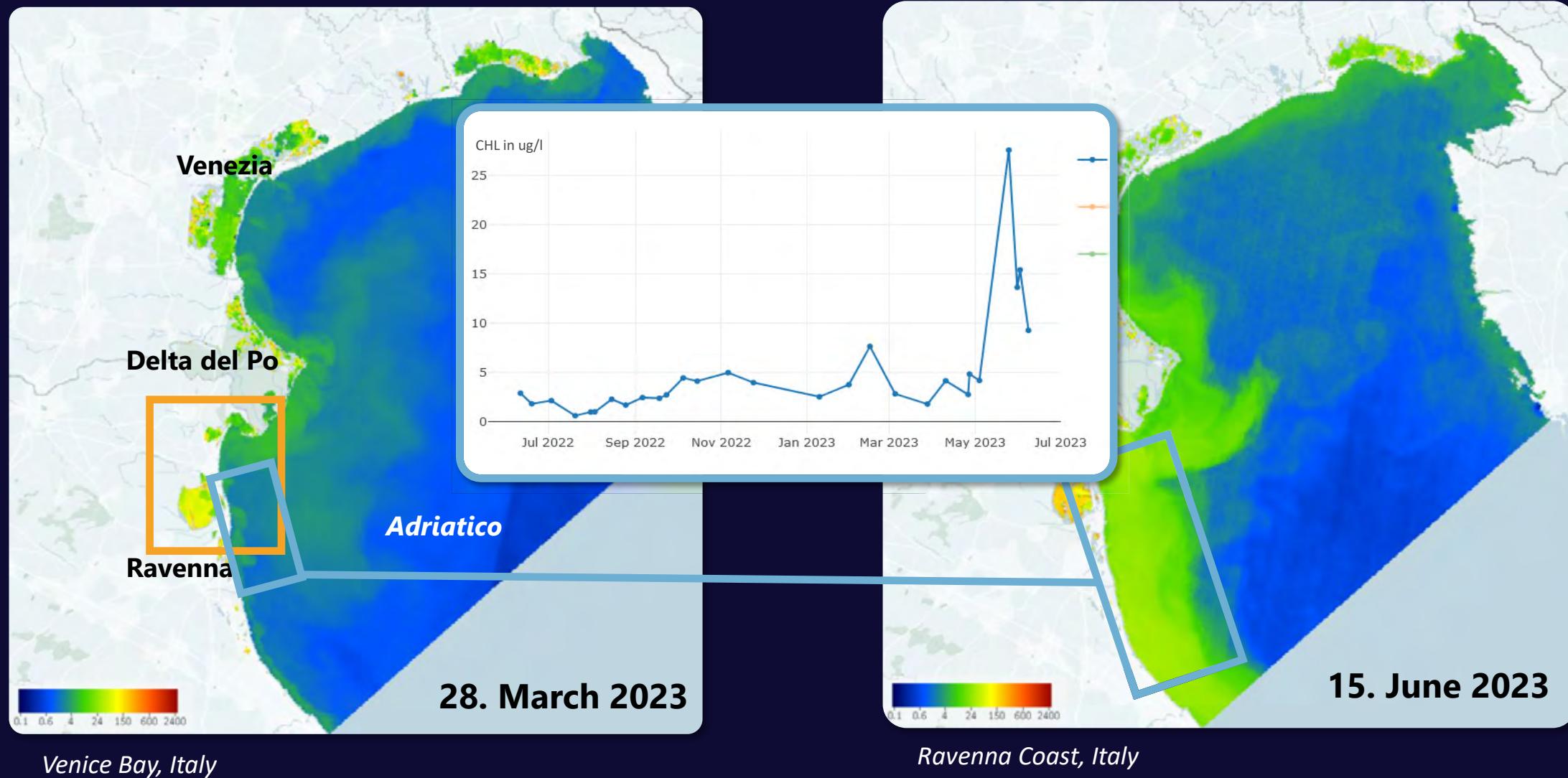
Orbetello Bay, Italy

- + Quantificare l'influenza antropica in aree densamente popolate o con un uso estensivo del suolo agricolo
- + Scopri le tendenze e le misure di gestione del movimento

# MOSTRARE GLI EFFETTI DEGLI EVENTI METEOROLOGICI ESTREMI



Applicazione: Comprendere gli effetti ecologici del cambiamento climatico



# SERIE STORICHE A LUNGO TERMINE ANALISI DI BASE

Applicazione: Monitoraggio degli effetti dei cambiamenti climatici



Ammersee, Bavaria, Germany

- + Serie Temporali Molto Lunghe
- + Monitoraggio retrospettivo
- + Analisi/statistiche personalizzate
- + Confronto specifico per lago e poligono

- + Calcolo delle medie annuali di altri parametri (CHL, TUR, SDD)
- + Valutare gli effetti del cambiamento climatico
- + Evidenziare gli effetti a lungo termine delle misure di gestione

5

---

## Servizi eoapp

## Analisi avanzata della qualità dell'acqua



Siete invitati a registrarvi → [aqua.eoapp.de](http://aqua.eoapp.de)

### MAP VIEW



### MONITORAGGIO



### BASELINE



### ALERTE





# CONTACT US

**E-Mail:** [water-quality@fugro.com](mailto:water-quality@fugro.com)

**Internet:** [eomap.com](http://eomap.com) | [fugro.com](http://fugro.com)