

# Applicazioni Copernicus a scala locale per il monitoraggio delle acque di balneazione

di Giacomo Martirano,  
Vittorio Gagliardi

**Dati dallo spazio**  
(telerilevati dai sensori  
**OLCI e SLSTR** a  
bordo di **Sentinel 3** di  
**Copernicus**) e dati in-situ  
(prelevati a mare da un  
drone acquatico) per il  
monitoraggio delle acque  
di balneazione.

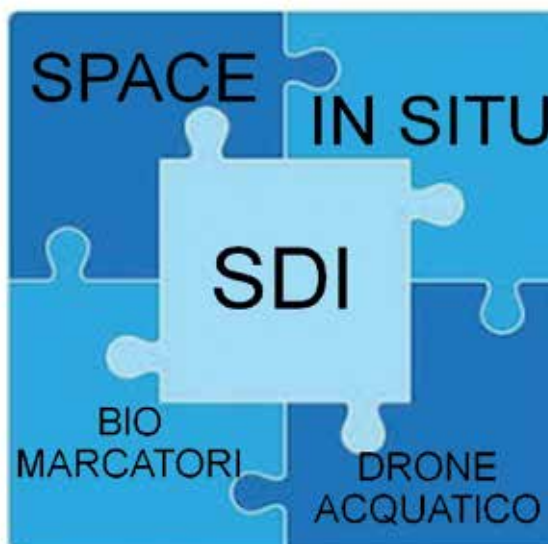


Fig. 1 – Componenti di sistema.

## Il programma Europeo Copernicus

Copernicus, precedentemente conosciuto come GMES (Global Monitoring for Environment and Security), è un programma di osservazione e monitoraggio satellitare della Terra avviato nel 1998 dalla Commissione Europea e realizzato con la collaborazione dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Il programma Copernicus, che rappresenta il contributo dell'Unione Europea nell'ambito del più ampio progetto GEOSS (Sistema di sistemi per l'osservazione globale della Terra), ha l'obiettivo di garantire all'Europa una sostanziale indipendenza nel rilevamento e nella gestione dei dati sullo stato di salute del pianeta attraverso la fornitura di dati accessibili in modo completo, aperto e gratuito e che sosterran-

no iniziative regionali, nazionali, europee e internazionali finalizzate allo studio di fenomeni ambientali di carattere globale.

### I satelliti

Il programma Copernicus si basa su una famiglia di satelliti dedicati, *Sentinels*, e con il lancio nel 2014 del primo satellite, Sentinel-1A, l'Unione Europea ha inaugurato la messa in orbita di una costellazione di satelliti che sarà completata nel corso dei prossimi anni:

- ▶ *Sentinel-1* (Sentinel-1A e Sentinel-1B lanciati rispettivamente il 03/04/2014 ed il 25/04/2016): dati radar per *land* e *ocean services*;
- ▶ *Sentinel-2* (Sentinel-2A e Sentinel-2B lanciati rispettivamente il 22/06/2015 ed il

07/03/2017): dati ottici ad elevata risoluzione per *land services* (*vegetation, soil* e *water cover, ...*);

- ▶ *Sentinel-3* (Sentinel-3A e Sentinel-3B lanciati rispettivamente il 16/02/2016 ed il 25/04/2018): dati ottici ad elevata risoluzione e dati radar per *marine* e *land services* (*sea-surface topography, sea/land surface temperature, ...*);

- ▶ *Sentinel-5* (lancio programmato per il 2021): dati per il monitoraggio della composizione chimica atmosferica;

- ▶ *Sentinel-6* (lancio programmato per il 2020): dati per lo studio della superficie dei mari e degli oceani a fini climatologici.

La fonte dei dati acquisiti da Copernicus è completata da sistemi

di misurazione *in situ* attraverso sensori forniti al programma da parte degli Stati membri dell'Unione Europea.

#### *I servizi*

I servizi forniti da Copernicus trasformano la quantità di dati acquisiti da satelliti e da sensori *in situ* in informazioni a valore aggiunto, attraverso la loro analisi ed elaborazione, strutturate in sei diverse tipologie di servizi stessi: Monitoraggio atmosferico, Monitoraggio dell'ambiente marino, Monitoraggio del territorio, Cambiamento climatico, Gestione delle emergenze, Sicurezza.

#### **Il progetto TEMAR (Tecniche e dispositivi per l'analisi e la valutazione del rischio di inquinamento delle acque di balneazione)**

Il progetto TEMAR, che si svolge nel periodo 09/2017 – 08/2019 ed è co-finanziato dal POR Calabria FESR-FSE 2014-2020, si propone la ricerca, lo sviluppo e la sperimentazione di un servizio innovativo per il monitoraggio e la mitigazione del rischio di inquinamento delle acque di balneazione attraverso la capacità dei satelliti di telerilevamento ottico di rilevarne le caratteristiche biochimiche e fisiche su ampie superfici e la successiva validazione mediante misurazioni *in situ* effettuate con droni acquatici.

#### *Gli obiettivi*

L'intento è di contribuire alla soluzione del problema ambientale e socio-economico determinato dai sempre più frequenti fenomeni di inquinamento a scala locale delle acque di balneazione e per i quali ancora oggi non esiste una diretta correlazione con la presenza di scarichi naturali (foci di fiumi) o artificiali (condotte fognarie sottomarine) di reflui ed una individuazione univoca delle cause e delle relative dinamiche.

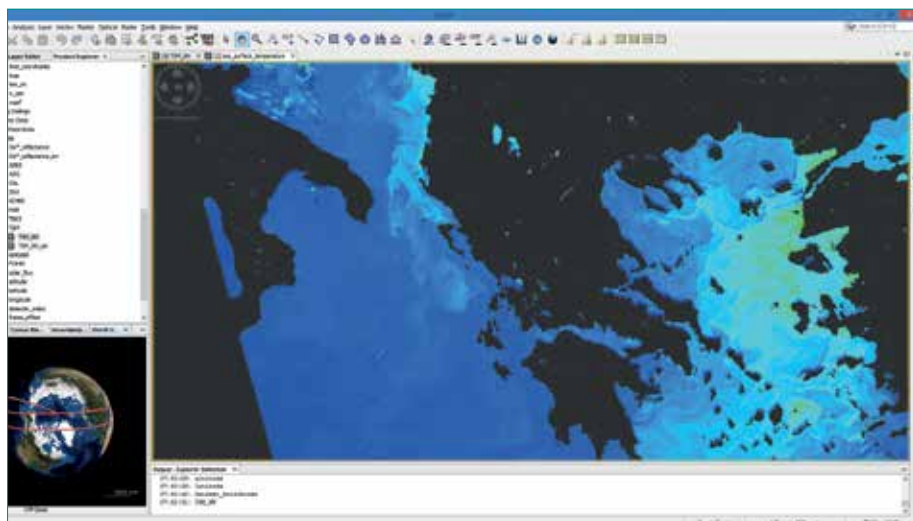


Fig. 2 – SNAP: SST (31/08/2017) [Kelvin] (Min: 270.15 – Max: 317.96)

#### *La metodologia*

Il progetto TEMAR, in alternativa alle attività di monitoraggio dei suddetti fenomeni realizzate mediante tradizionali analisi biochimiche e fisiche delle acque, intende sfruttare la capacità già indicate dei satelliti di telerilevamento unitamente ad attività di campionamento a mare, al fine di stabilire una correlazione tra le due diverse stime della concentrazione di inquinanti. Tale correlazione garantirà l'utilizzo dei satelliti per l'identificazione e l'analisi dei suddetti fenomeni di inquinamento, nonché per una mappatura istantanea di tratti co-

stieri anche notevolmente estesi, con elevata frequenza temporale, non paragonabile a quella ottenibile utilizzando costose campagne di campionamento *in situ* e supporterà più efficacemente analisi più complesse relative alle cause dei fenomeni di inquinamento.

#### *L'area di studio*

Le attività di sperimentazione e taratura degli strumenti (drone acquatico) per le attività *in situ* nonché le restanti attività sperimentali previste dal progetto "TEMAR" saranno svolte nell'istituenda Stazione Sperimentale Marina "Calabaia" nel comune di Belvedere Marittimo, in Provin-

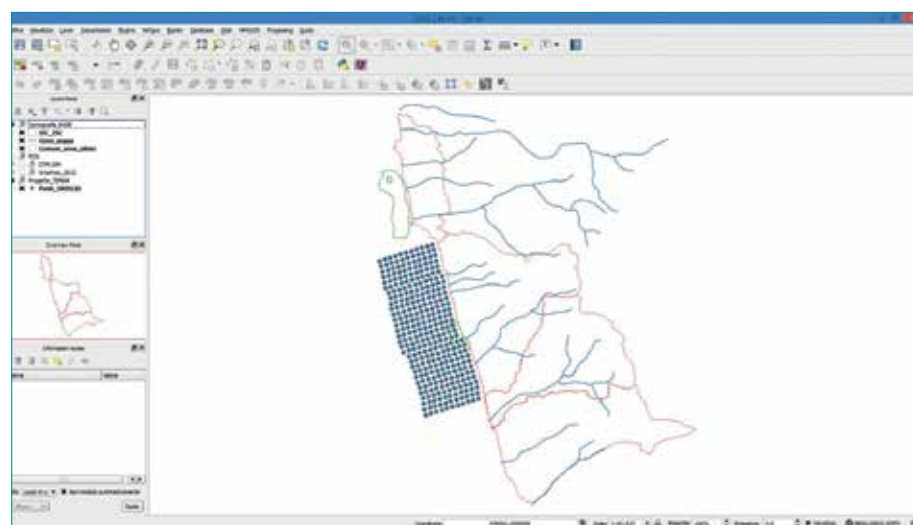


Fig. 3 – Area Pilota in QGIS

cia di Cosenza, il cui litorale nel corso del 2000 è stato oggetto di una indagine conoscitiva da parte del Centro Studi di Ingegneria Ambientale di Pavia e del Coastal & Hydraulics Laboratory del U.S. Corps of Engineers, nonché oggetto di un intervento di protezione del litorale a basso impatto ambientale completato nel 2006.

### Le fasi

Il progetto si articola nelle seguenti fasi e sottofasi:

▶ Caratterizzazione variabili marine geobiochimiche e fisiche di interesse:

- definizione di una serie di *Use Cases* per la definizione degli scenari operativi di utilizzo delle tecnologie e dei risultati del progetto
- definizione dei requisiti del sistema di monitoraggio
- caratterizzazione variabili marine fisiche e biochimiche di interesse

▶ Definizione e messa a punto di metodologie di elaborazione dati telerilevati e in situ:

- caratterizzazione sensori di telerilevamento
- caratterizzazione tecnologie di rilevamento *in situ*
- definizione e messa a punto di metodologie di elaborazione dati telerilevati
- definizione e messa a punto di metodologie di elaborazione dati misurati *in situ*

▶ Biomarcatori;

▶ Prototipo di un drone acquatico;

▶ Acquisizione, elaborazione e validazione dati telerilevati

e in situ:

- acquisizione dati telerilevati da satellite
- elaborazione dati telerilevati da satellite
- acquisizione ed elaborazione dati misurati *in situ*
- validazione dei risultati;

▶ Comunicazione di progetto.

### Il contributo del programma Copernicus

La scelta finalizzata all'individuazione dei dataset satellitari e dei parametri da utilizzare per le finalità e gli obiettivi del progetto è ricaduta sui due satelliti Sentinel-3 ed i relativi sensori disponibili a bordo: **OLCI** (*Ocean and Land Colour Instrument*) e **SLSTR** (*Sea and Land Surface Temperature Radiometer*).

### I risultati intermedi

Limitatamente alle prime due fasi precedentemente descritte ed evidenziate, si riporta una sintesi dei risultati finora ottenuti:

▶ “Definizione requisiti di sistema”

L'analisi dei requisiti del sistema di monitoraggio, sia a livello di fasi, che di componente e di sistema integrato ha consentito l'individuazione dei seguenti componenti e dei relativi requisiti: space, in-situ, drone acquatico, biomarcatori, SDI.:

▶ *Caratterizzazione variabili marine fisiche e biochimiche di interesse*

Tra quelli resi disponibili dal programma Copernicus sono risultati utilizzabili i seguenti prodotti/parametri:

#### OLCI Level 2:

- Algal pigment concentration in complex waters (CHL);

- Coloured Detrital and Dissolved Material absorption coefficient at 443 nm (ADG443);
  - Total suspended matter concentration (TSM);
- SLSTR Level 2:**
- Sea Surface Temperature (SST);

▶ *Caratterizzazione sensori di telerilevamento*

I due satelliti Sentinel-3 forniscono dati caratterizzati da elevata accuratezza e disponibilità attraverso i sensori disponibili a bordo (**OLCI** ed **SLSTR**).

▶ *Definizione e messa a punto di metodologie di elaborazione dati telerilevati*

Una iniziale selezione dei dataset satellitari è stata effettuata mediante la definizione di parametri temporali e spaziali ed utilizzando le funzionalità del **Web Service Sentinel-3 Marine CODA** (Copernicus Online Data Access) sviluppato da EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) per la Commissione Europea e dedicato esclusivamente ai sensori disponibili nell'ambito della missione Sentinel-3: OLCI e SLSTR.

▶ *dati telerilevati da satellite*

Relativamente ai sensori OLCI ed SLSTR è stato effettuato il download dei seguenti dataset:

- **OLCI** (Ocean and Land Colour Instrument):
  - N. 144 scene



- Periodo:  
04/07/2017 -  
31/12/2017
- **SLSTR** (Sea and Land Surface Temperature Radiometer):
  - N. 151 scene
  - Periodo:  
04/07/2017 -  
31/12/2017

► *Elaborazione dati telerilevati da satellite*

La fase successiva di processing dei dati è realizzata utilizzando le funzionalità dell'ambiente **SNAP** (Sentinel Application Platform) Desktop, sviluppato da ESA.

*La SDI del progetto TEMAR*  
E' apparsa immediatamente evidente la necessità di progettare ed implementare una SDI (*Spatial Data Infrastructure*) sviluppato da ESA, affidandosi alla tecnologia *open source* di QGIS. L'area di studio è stata opportunamente "discretizzata" attraverso una griglia di punti, caratterizzati da un passo costante di 300m, corrispondente alla dimensione del pixel dei dati satellitari, che si estende per

circa 9 km parallelamente alla linea di costa e per 3 Km in direzione ad essa ortogonale.

*Link con INSPIRE*

Tra i requisiti della SDI del progetto TEMAR l'aderenza ai principi della Direttiva INSPIRE rappresenta una notevole innovazione, dal momento che i dati del componente Space (telerilevati da Sentinel 3) e del componente in situ (misurati dal drone acquatico) saranno armonizzati secondo i data model dei temi INSPIRE più idonei allo scopo (da selezionare tra Environmental and Monitoring Facilities, Sea Regions, Oceanographic Features, Orthoimagery) e saranno resi accessibili mediante idonei servizi di rete, sia di discovery che di download.

**Conclusioni**

Le attività preliminari effettuate nell'ambito del progetto TEMAR hanno consentito di mettere a punto una metodologia per ottenere serie storiche di variabili bio-fisiche di interesse per applicazioni di monitoraggio delle acque di balneazione a scala locale, a partire da dati di osservazione della Terra telerilevati dal satellite Sentinel

3 del programma Copernicus. Il componente Space sarà integrato dal componente in situ (campionamenti a mare mediante drone acquatico), che sarà sviluppato nelle fasi successive del progetto.

**BIBLIOGRAFIA**

Doerffer R., 2010a, *OLCI Level 2 Algorithm Theoretical Basis Document - Alternative Atmospheric Correction*.  
Doerffer R., 2010b, *OLCI Level 2 Algorithm Theoretical Basis Document - Ocean Colour Turbid Water*.  
ESA, 2017, *Sentinel-3 User Handbook*.  
EUMETSAT, 2017, *Sentinel-3 OLCI Marine User Handbook*.  
EUMETSAT, 2017, *Sentinel 3 Marine Copernicus Data Access User Manual*.  
EUMETSAT, 2017, *Sentinel 3 SLSTR Marine User Handbook*.  
European Commission, *Directive 2007/2/EC establishing and Infrastructure for Spatial Information in the European Community*

**PAROLE CHIAVE**

COPERNICUS; SENTINEL 3; OLCI; SLSTR; DRONI ACQUATICI; MONITORAGGIO; TEMAR

**ABSTRACT**

TEMAR is a collaborative research project, aimed at the research, development and testing of an innovative service for monitoring and mitigating the risk of pollution of bathing water, of potential interest for a vast use. It is based on the ability of optical remote sensing satellites to detect biochemical and physical characteristics of bathing waters on large surfaces and to validate them by in-situ measurements performed with aquatic drones. The project is co-funded by the Structural Funds of the European Commission, by means of the POR (Operative Regional Programme) Calabria 2014-2020.

**AUTORE**

GIACOMO MARTIRANO  
G.MARTIRANO@EPSILON-ITALIA.IT

VITTORIO GAGLIARDI  
V.GAGLIARDI@EPSILON-ITALIA.IT

EPSILON ITALIA SRL

**Droni Idrografici polivalenti**

- Rilievi batimetrici automatizzati
- Acquisizione dati e immagini
- Mappatura parametri ambientali
- Ispezione fondali



Dighe, laghi, cave in falda, bacini, fiumi e canali fino a 4 m/s. Insensibili ai bassi fondali e alla presenza di alghe e detriti



**aerRobotix**

Vendita - Noleggio - Servizi chiavi in mano,  
anche con strumentazione cliente

Strada Salga 38C - 10072 Caselle (TO) - Tel. 3389258046

info@aerrobotix.com - www.aerrobotix.com

