

Rapporto R1.1

Definizione dei requisiti di sistema e caratterizzazione delle variabili marine
bio-fisiche di interesse

Preparato da: Vittorio Gagliardi, Fabio Vinci, Stefania Morrone

Verificato da: Giacomo Martirano

Approvato da: Giacomo Martirano

Mendicino, 30.04.2018

Sommario

1	Introduzione	6
1.1	Gli obiettivi	6
1.2	La metodologia	6
1.3	L'area di studio	7
1.4	Le fasi	7
2	Definizione dei requisiti del sistema TEMAR	9
2.1	I componenti del sistema TEMAR	9
2.2	La SDI del progetto TEMAR	10
2.3	Link con INSPIRE	12
3	Caratterizzazione variabili marine bio-fisiche	13
4	Conclusioni.....	14
	Bibliografia	15

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Requisiti del componente Space	10
Tabella 2 – Requisiti del componente SDI	10

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – I componenti del sistema TEMAR.....	9
Figura 2 – Area Pilota in QGIS.....	12

Acronimi e abbreviazioni

Acronimo/ abbreviazione	Descrizione
GIS	Geographic Information System
GNU	General Public License
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
OGC	Open Geospatial Consortium
SDI	Spatial Data Infrastructure
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service

1 Introduzione

Il progetto TEMAR, unendo le competenze complementari dei soggetti componenti il partenariato pubblico-privato, 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, di potenziale interesse per un vasto impiego. Il progetto si basa sulla capacità dei satelliti di telerilevamento ottico di rilevare caratteristiche biochimiche e fisiche delle acque di balneazione su ampie superfici e di validarle mediante misurazioni in situ effettuate con droni acquatici. Il progetto, co-finanziato dal POR Calabria FESR-FSE 2014-2020 nell'ambito dell'Azione 1.2.2 "Supporto alla realizzazione di progetti complessi di attività di ricerca e sviluppo su poche aree tematiche di rilievo e all'applicazione di soluzioni tecnologiche funzionali alla realizzazione delle strategie di S3", è iniziato a settembre 2017 e terminerà ad agosto 2019.

1.1 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., tali fenomeni non sono mai stati, finora correlati direttamente alla presenza di scarichi naturali (foci di fiumi) o artificiali (condotte fognarie sottomarine) di reflui, né è stato possibile determinare in maniera precisa gli inquinanti, né tantomeno interpretare univocamente le cause e le dinamiche dei fenomeni. Questi ultimi hanno naturalmente impatti socio-economici molto severi sulla popolazione in quanto, inibiscono la fruizione dei litorali e di conseguenza incidono negativamente sulle attività economiche legate alle attività turistiche.

1.2 La metodologia

Il progetto TEMAR, in alternativa alle attività di monitoraggio dei suddetti fenomeni mediante tecniche tradizionali basate su analisi biochimiche e fisiche delle acque, intende sfruttare la capacità dei satelliti di telerilevamento di rilevare su ampie superfici caratteristiche biochimiche e fisiche delle acque di balneazione. Naturalmente, poiché la capacità di osservazione dei satelliti riguarda un'area solitamente maggiore all'estensione dei suddetti fenomeni, è necessario integrare le informazioni da satellite con quelle ottenute da attività di campionamento a mare. Tale approccio consentirà di stabilire una correlazione quantitativa tra le concentrazioni delle sostanze stimate dal satellite (area minima dell'ordine del Km²) e le concentrazioni delle sostanze prelevate mediante campionamento puntuale e misurate in laboratorio. Sulla base di tale correlazione, risulterà possibile identificare da satellite i fenomeni oggetto di indagine ed analizzare le concentrazioni delle sostanze stimate da remoto.

La finalità è quella di evitare l'utilizzo di costose campagne di campionamento *in situ* al fine di

ottenere una mappatura istantanea dei tratti costieri anche notevolmente estesi. Inoltre, la disponibilità temporale dei dati satellitari garantisce la possibilità di stimare le suddette mappature in tempi diversi e quindi fornire serie storiche a supporto di analisi più complesse relative alle cause dei fenomeni di inquinamento.

1.3 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 Provincia di Cosenza. Il Centro Studi di Ingegneria Ambientale di Pavia ed il Coastal & Hydraulics Laboratory del U.S. Corps of Engineers (istituzione di riconosciuta validità scientifica nel settore dell'idraulica marittima), nel corso del 2000, su incarico della Provincia di Cosenza, hanno effettuato una indagine conoscitiva sullo stato del litorale tirrenico della Provincia di Cosenza e in particolare sul tratto litoraneo di Belvedere Marittimo (CS). L'area è stata oggetto di un intervento di protezione del litorale a basso impatto ambientale, completato nel 2006, che è consistito nella realizzazione di un ripascimento artificiale all'interno di una "cella" costituita da una scogliera continua prevalentemente sommersa e con il duplice obiettivo di smorzare l'energia ondosa e proteggere il ripascimento, limitando le perdite di inerti lungo riva e verso largo.

1.4 Le fasi

Il progetto si articola nei seguenti Work Packages e Attività:

- ✓ WP1: Caratterizzazione variabili marine geobiochimiche e fisiche di interesse:
 - A1.1: definizione di una serie di *Use Cases* mediante i quali descrivere scenari operativi di utilizzo delle tecnologie e dei risultati del progetto;
 - A1.2: definizione dei requisiti del sistema di monitoraggio, sia a livello di componenti che di sistema integrato;
 - A1.3: caratterizzazione variabili marine fisiche e biochimiche di interesse
- ✓ WP2: Definizione e messa a punto di metodologie di elaborazione dati telerilevati e *in situ*:
 - A2.1: caratterizzazione sensori di telerilevamento
 - A2.2: caratterizzazione tecnologie di rilevamento *in situ*
 - A2.3: definizione e messa a punto di metodologie di elaborazione dati telerilevati
 - A2.4: Definizione e messa a punto di metodologie di elaborazione dati misurati *in situ*
- ✓ WP3: Biomarcatori
- ✓ WP4: Prototipo di un drone acquatico

- ✓ WP5: Acquisizione, elaborazione e validazione dati telerilevati e in situ:
 - A5.1: acquisizione dati telerilevati da satellite;
 - A5.2: elaborazione dati telerilevati da satellite;
 - A5.3: acquisizione ed elaborazione dati misurati *in situ*;
 - A5.4: validazione dei risultati;
- ✓ WP6: Comunicazione di progetto.

Il presente rapporto descrive le attività eseguite da Epsilon Italia nell'ambito del WP1 e precisamente nell'ambito delle attività A1.2 e A1.3.

2 Definizione dei requisiti del sistema TEMAR

2.1 I componenti del sistema TEMAR

Sulla base della definizione degli Use Cases è stato possibile formalizzare una serie di requisiti di sistema, sia a livello di WP, che di componente e di sistema integrato.

Per quanto riguarda i componenti principali del sistema, sono stati identificati i seguenti 5 componenti principali, illustrati nella Figura 1:

1. il componente “space” (SP), relativo alla stima dei parametri di interesse mediante telerilevamento da satellite;
2. il componente “in-situ” (SI), relativo alla stima dei parametri di interesse mediante drone acquatico;
3. il componente “drone acquatico” (DA), relativo alla realizzazione del prototipo di drone acquatico;
4. il componente “bio-marcatori” (BI), relativo agli indicatori di natura biologica;
5. il componente “SDI” (SD), relativo all’infrastruttura dati territoriale per la raccolta e visualizzazione dei dati oggetto di elaborazione.

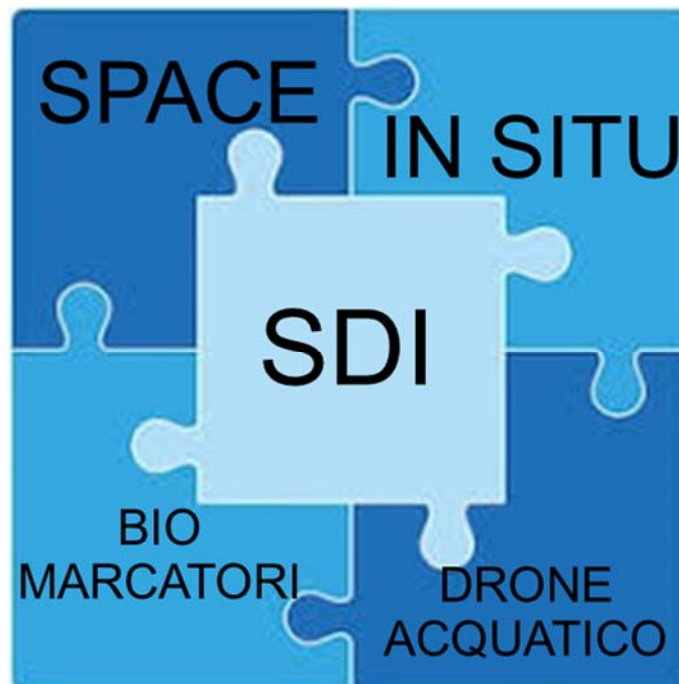


Figura 1 – I componenti del sistema TEMAR

Per il componente “space” sono stati formalizzati i seguenti requisiti:

ID requisito	Descrizione requisito
Req. SP1	Periodo di osservazione: che copra la durata del progetto
Req. SP2	Frequenza temporale di osservazione: giornaliera
Req. SP3	Risoluzione spettrale tipica delle applicazioni di Ocean Color (porzione dello spettro elettromagnetico dal blue al NIR, con larghezza di banda di circa 10 nm)
Req. SP4	Risoluzione spaziale: dimensione del pixel non superiore a 300m

Tabella 1 – Requisiti del componente Space

Per il componente “SDI” sono stati formalizzati i seguenti requisiti:

ID requisito	Descrizione requisito
Req. SD1	Impiego esclusivo di tecnologia OpenSource
Req. SD2	Gestione avanzata di dati vettoriali
Req. SD3	Gestione avanzata di dati raster
Req. SD4	Elevate capacità di interoperabilità (es. connessione a Web Services OGC WMS e WFS)
Req. SD5	Struttura dati in grado di facilitare l’ulteriore elaborazione, sia separata che combinata, dei dati provenienti dal componente space e dal componente in-situ
Req. SD6	Aderenza ai principi della DIRETTIVA INSPIRE

Tabella 2 – Requisiti del componente SDI

2.2 La SDI del progetto TEMAR

E’ apparsa immediatamente evidente la necessità di progettare ed implementare una SDI (*Spatial Data Infrastructure*) a supporto del progetto TEMAR. La scelta di affidarsi alla tecnologia *open source* è risultata altrettanto immediata, in virtù delle maturità delle soluzioni offerte in termini di strumenti e funzionalità in grado di soddisfare svariate esigenze di molteplici tipologie di utenti. In particolare, l’ambiente GIS utilizzato per le finalità del progetto TEMAR è QGIS, in quanto soddisfa appieno i requisiti indicati in Tabella 2.

QGIS, progetto ufficiale della Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), è un ambiente GIS rilasciato sotto la GNU General Public License e sviluppato da una comunità internazionale di ricercatori. Il codice sorgente di QGIS è liberamente messo a disposizione dagli sviluppatori e può essere scaricato e modificato in modo da garantire la rispondenza a particolari e specifiche

esigenze. Le sue funzionalità sono altresì aumentate dalla disponibilità di dedicati *plugin* messi a disposizione degli utenti da una ampia comunità di sviluppatori. L'interfaccia di QGIS, nella struttura e nelle funzionalità offerte, è del tutto simile a quella offerta da ambienti GIS commerciali.

Per quanto riguarda la struttura dati del progetto TEMAR, con riferimento al requisito Req. SD5 definito in Tabella 2, sono state fatte le seguenti considerazioni:

- a. i dati relativi alle osservazioni multiparametriche e multitemporali delle variabili marine bio-fisiche di interesse del progetto che saranno effettuate per il componente in-situ nell'area di interesse hanno caratteristiche puntuali, cioè associabili a punti caratterizzati ciascuno da una coppia di coordinate;
- b. i dati relativi alle osservazioni multiparametriche e multitemporali delle variabili marine bio-fisiche di interesse del progetto che saranno effettuate per il componente space nell'area di interesse sono associati a celle georiferite di una matrice regolare.

Per facilitare l'analisi combinata dei dati del componente in-situ e di quelli del componente space, si è deciso di utilizzare una griglia regolare di punti, le cui coordinate corrispondono ai centri delle celle delle immagini satellitari. Opportune tecniche di elaborazione dei dati satellitari consentiranno l'estrazione dei valori dei singoli parametri per ogni cella ed associarli ai punti corrispondenti al centro di ogni cella.

Questa scelta, consentendo l'*ingestion* dei dati di entrambe i componenti space ed in-situ in un database spaziale relazionale (es. PostGIS), faciliterà future elaborazioni sui dati stessi.

A titolo di esempio, partendo dal requisito Req. SP4 definito in Tabella 1, all'interno dell'area di studio è stata individuata una griglia di punti definita da 30 transetti paralleli tra loro, perpendicolari alla linea di costa e con distanza di 300 m l'uno dall'altro, mostrata in Figura 2. Ogni transetto è definito da 10 punti anch'essi distanti 300 m l'uno dall'altro. La griglia, 300mx300m, si estende quindi per circa 9 km parallelamente alla linea di costa e per 3 Km in direzione ortogonale alla linea di costa.

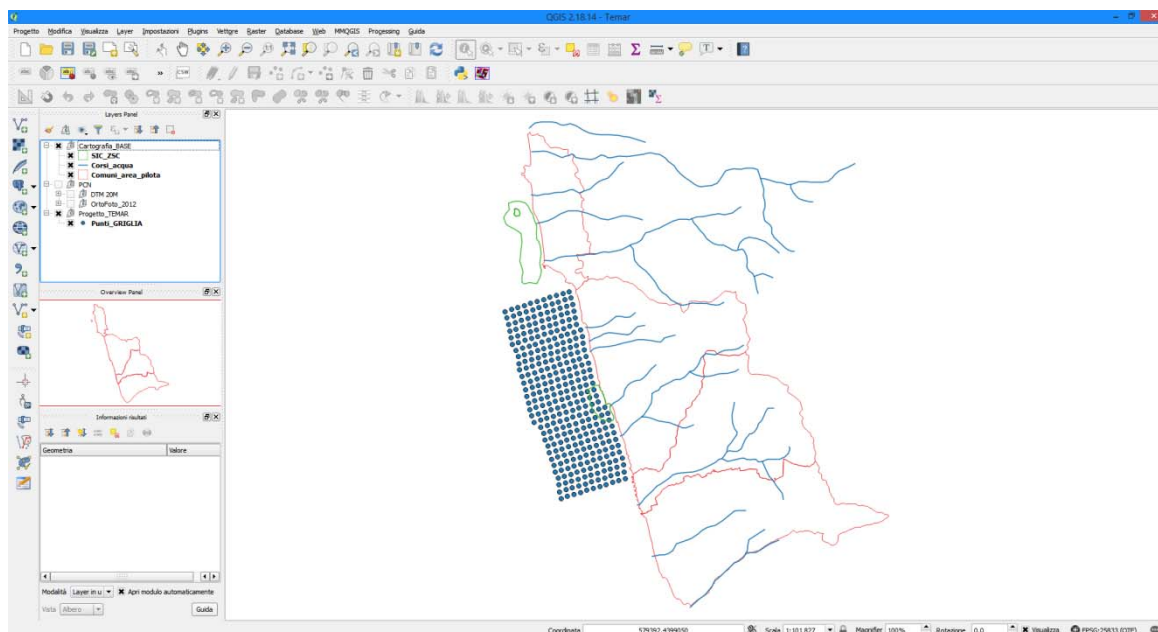


Figura 2 – Area Pilota in QGIS

2.3 Link con INSPIRE

Tra i requisiti della SDI del progetto TEMAR elencati in Tabella 2, il Req. SD6, imponendo l'aderenza della SDI ai principi della Direttiva INSPIRE, rappresenta una notevole innovazione, dal momento che i dati del componente space (telerilevati da satellite) 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*.

3 Caratterizzazione variabili marine bio-fisiche

Il dominio applicativo di riferimento della componente space del progetto TEMAR è l'*ocean color*.

Si rammenta che tale terminologia, universalmente accettata e condivisa dalla comunità scientifica internazionale dell'Osservazione della Terra, si riferisce alla stima delle concentrazioni delle sostanze presenti nelle acque marine e lacustri a partire dalle proprietà ottiche apparenti delle sostanze stesse, attraverso l'utilizzo di dati telerilevati da sensori ottici multispettrali e/o iperspettrali a media-elevata risoluzione geometrica.

Lo stato dell'arte a livello mondiale del dominio dell'*ocean color* vede varie comunità scientifiche impegnate nella messa a punto di algoritmi per derivare le concentrazioni dei tre principali costituenti (phytoplankton e suoi pigmenti, sostanze organiche disciolte o "sostanza gialla", solidi sospesi di natura inorganica) in acque costiere a partire da dati telerilevati da sensori multispettrali e/o iperspettrali.

Inoltre, ulteriore variabile di interesse è la temperatura superficiale del mare.

Le variabili marine fisiche e biochimiche di interesse per il progetto TEMAR, relativamente al componente space, sono elencate in Tabella 3.

Variabile
Concentrazione di clorofilla-a
Concentrazione di solidi sospesi totali (di natura inorganica)
Concentrazione di sostanza organica disciolta
Temperatura superficiale del mare

Tabella 3 – Variabili marine bio-fisiche di interesse per il progetto TEMAR, relativamente al componente space

4 Conclusioni

Le attività effettuate da Epsilon Italia nell'ambito del WP1 e descritte nel presente rapporto hanno consentito di formalizzare i requisiti dei componenti space e in-situ del sistema TEMAR.

A valle di questi ultimi è stata effettuata la scelta di utilizzare una griglia di punti per la memorizzazione dei dati relativi alle osservazioni multiparametriche e multitemporali delle variabili marine bio-fisiche di interesse del progetto, per entrambe le componenti space e in-situ.

Questa scelta, consentendo l'*ingestion* dei dati di entrambe le componenti space ed in-situ in un database spaziale relazionale, faciliterà le elaborazioni sui dati stessi.

Inoltre, la richiesta aderenza della SDI ai principi della Direttiva INSPIRE, rappresenta una notevole innovazione per il progetto.

Infine, in base allo stato dell'arte sulle tecniche di elaborazione di dati satellitari per applicazioni ottiche in campo marino, sono state individuate le seguenti variabili marine bio-fisiche di interesse per il progetto, relativamente alla componente space: concentrazione di clorofilla-a, concentrazione di solidi sospesi totali (di natura inorganica), concentrazione di sostanza organica disciolta, temperatura superficiale del mare.

Bibliografia

European Commission, Directive 2007/2/EC establishing and Infrastructure for Spatial Information in the European Community