

## Uso di immagini Sentinel-2 per valutare lo stato trofico delle acque portuali toscane

Luca Massi<sup>(a)</sup>, Fabio Maselli<sup>(b)</sup>, Caterina Nuccio<sup>(a)</sup>, Maurizio Pieri<sup>(b)</sup><sup>(c)</sup>,  
Chiara Melillo<sup>(a)</sup>, Claudia Rossano<sup>(a)</sup>, Simone Gambineri<sup>(a)</sup>,  
Felicità Scapini<sup>(a)</sup>, Luigi Lazzara<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, Via Micheli 1, 50121 Firenze,  
*luca.massi@unifi.it*

<sup>(b)</sup> IBIMET CNR, Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino Firenze,  
*maselli@ibimet.cnr.it*

<sup>(c)</sup> Consorzio LaMMA, Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino Firenze,  
*pieri@lamma.rete.toscana.it*

### Sommario esteso

L'incremento del traffico mercantile e dell'uso turistico dei porti rende fondamentale il controllo di qualità delle acque portuali nella valutazione degli ecosistemi costieri acquatici, adiacenti ai porti, e nella gestione delle ordinarie operazioni di dragaggio e di ricollocazione, in mare aperto, dei sedimenti portuali. Recentemente il Dipartimento di Biologia dell'Università di Firenze e IBIMET-CNR hanno messo a punto una metodologia di classificazione ottica della qualità delle acque portuali applicata in diversi porti nel Mar Mediterraneo (Massi et al., 2017). La classificazione così ottenuta concorda con quella basata sui classici indicatori di qualità (ecologica) delle acque, quali la concentrazione di clorofilla *a*, di nutrienti, biomassa e composizione dei popolamenti fitoplanctonici ed infine anche con quella ottenuta con l'indice TRIX, un indice integrato dello stato trofico delle acque. In particolare la classificazione effettuata sulla base degli spettri di riflettanza spiega fino ad oltre il 60 % della varianza totale dell'indice TRIX. Nella sua versione originale il valore numerico è dato da una combinazione di quattro variabili (Ossigeno disciolto, Clorofilla "a", Fosforo e Azoto totali) indicative delle principali componenti che caratterizzano il processo di produzione primaria negli ecosistemi marini. I valori dell'indice TRIX variano fra 1 e 10 e sono generalmente raggruppati in 4 classi che rappresentano diverse condizioni di trofia e vanno da elevata (sotto 4) a scadente (sopra 6).

In questo lavoro la classificazione degli spettri di riflettanza (Massi et al., 2017) è stata applicata ai dati SENTINEL-2 provenienti da diversi porti toscani (Livorno, Viareggio, Piombino). L'elevata risoluzione spaziale nelle bande del visibile (10 m) consente l'applicazione della metodologia di MASSI et al. (2007) anche all'interno delle aree portuali. Per queste acque, quindi, sono stati stimati i valori di TRIX, usando come riferimento le relazioni fra spettri di riflettanza e TRIX ottenute con le misure *in situ* eseguite nel porto di Viareggio. Nell'ambito del programma di osservazione satellitare della Terra (COPERNICUS), finanziato dalla Commissione Europea e dall'agenzia spaziale europea, dal 2017 ESA distribuisce gratuitamente i dati del sensore MultiSpectral Instrument (MSI) installato a bordo della coppia dei satelliti SENTINEL-2 (A e B). I satelliti orbitano sulla stessa orbita ma separati da 180° e consentono una discreta frequenza di rivisitazione sulla stessa area, che alle nostre latitudini corrisponde a circa un'immagine ogni 2-3 giorni.

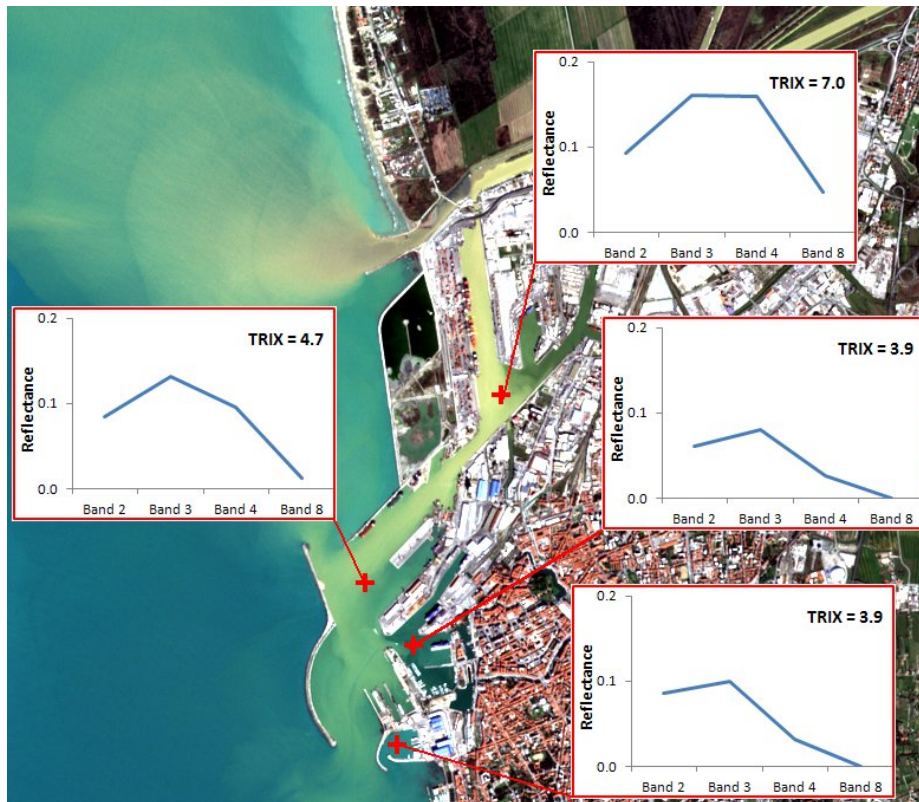


Figura 1 – Riflettanze e stato trofico delle acque del porto di Livorno ottenuta da immagine SENTINEL-2A dell'8 Marzo 2017

I dati Sentinel-2 sono stati elaborati dal programma Sentinel Application Platform (SNAP, v. 5.0) distribuito da ESA sul sito: <http://step.esa.int/main/download>. Per ricavare le riflettanze delle acque marine è fondamentale la fase di correzione atmosferica che è stata eseguita con il modulo standard SEN2COR (v. 2.4.0) disponibile sul sito dell'ESA: <http://step.esa.int/main/third-party-plugins-2/sen2cor>.

Per le correzioni atmosferiche in aree marino costiere sono stati creati moduli appositi come C2RCC (Case 2 Regional CoastColour), reperibile sul sito dell'ESA, oppure ACOLITE, distribuito da: <https://odnature.naturalsciences.be/remsem/software-and-data/acolite>. Da una prima valutazione di questi due metodi gli spettri di riflettanza sugli stessi punti risultano essere molto simili, ma per definire i numerosi parametri opzionali dei due metodi di correzione sarà necessaria una più ampia e approfondita validazione della metodologia.

Tuttavia, i risultati ottenuti con il metodo SEN2COR, di cui un esempio è riportato in Figura 1, mostrano la capacità di discriminare le riflettanze di acque costiere e portuali con proprietà ottiche differenti (nonostante le sole 4 bande spettrali nel visibile) e quindi la possibilità di classificare queste acque sulla base dell'indice TRIX. Una volta validate su una più ampia base dati queste procedure potrebbero essere estese e consentire di programmare monitoraggi sistematici dei principali porti della Regione.

### Riferimenti bibliografici

Massi L., Maselli F., Rossano C., Gambineri S., Chatzinikolaou E., Dailianis T., Arvanitidis C., Nuccio C., Scapini F., Lazzara L. (2017). "Reflectance spectra classification for the rapid assessment of sea water quality in Mediterranean ports", in revisione su *Ecological Indicators*.