

## Il telerilevamento in ambito marino-costiero per applicazioni legate alla pesca

Paolo Conte, Emanuele Mandanici, Gabriele Bitelli

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali (DICAM) – Università di Bologna,  
Viale Risorgimento, 2, 40136 Bologna  
e-mail: paolo.conte@unibo.it emanuele.mandanici@unibo.it gabriele.bitelli@unibo.it

### Riassunto esteso

Le risorse ittiche costituiscono una fonte primaria d'alimentazione per la popolazione mondiale e il loro consumo è in costante aumento; più dell'85% della produzione ittica a livello globale proviene dalle acque marine (FAO, 2014). La biodiversità degli ecosistemi marini e la produttività degli oceani sono minacciate da vari fattori naturali e antropici e sono attive diverse misure di tutela degli habitat e delle riserve ittiche su scala locale, regionale e internazionale.

L'utilizzo del Telerilevamento per applicazioni legate alla pesca è da tempo diffuso a livello globale (Klemas, 2013) e comprende la lotta all'*Illegal, Unreported and Unregulated Fishing* (IUU) e la gestione delle aree marine protette (Kachelriessa *et al.*, 2014). Con l'avvento dei sensori satellitari multispettrali ad altissima risoluzione (VHR) è stato possibile estenderne l'utilizzo anche alla mappatura di habitat ad elevata eterogeneità spaziale caratteristici delle aree costiere. Le immagini VHR risultano ancora inadeguate, invece, per l'identificazione diretta di pesci e altre popolazioni marine, ad esclusione di specie di grandi dimensioni o in aree remote (Fretwell *et al.*, 2014).

Di recente sono stati distribuiti modelli radiativi fisicamente basati che consentono l'elaborazione di immagini digitali satellitari, al fine di estrarre svariati parametri relativi sia alle condizioni fisiche, chimiche e biologiche dell'acqua sia, in acque poco profonde, alle proprietà del fondale: tra i più interessanti il BOMBER (Giardino *et al.*, 2012) e il WASI-2D (Gege, 2014). L'accuratezza dei parametri estratti dipende dall'incertezza nella misura delle grandezze radiative di *input*, dalle semplificazioni indotte dal modello e dall'incertezza nella determinazione dei parametri che entrano nel calcolo (Volpe *et al.*, 2011).

Pur essendo sviluppati per acque dolci, la loro applicazione su aree marine, in particolare costiere, riveste un notevole interesse per la pesca e lo studio delle preferenze delle specie; inoltre, l'applicazione di questi modelli risulta notevolmente semplificata nelle "case I water", ovvero in acque con torbidità bassa e dove non è più necessario considerare l'influenza del fondale.

La sperimentazione effettuata mira a valutare l'applicabilità del WASI-2D su un'area marino-costiera dell'Adriatico Centrale, utilizzando come *input* esclusivamente dati *open-access*; i prodotti ottenuti dalla catena di *processing* sono mappe georiferite ad alta risoluzione relative ai parametri bio-ottici dell'acqua, alla concentrazione delle sostanze sospese e disciolte e, in modalità *shallow water*, alla profondità del fondale e ai tipi di substrato presenti.

Il calcolo delle mappe di *output* è stato eseguito su un'area di circa 406 km<sup>2</sup> a partire da un *subset* dell'immagine Landsat 8 acquisita al largo di Pescara il 5 Giugno 2014. Essa è stata corretta in maniera rigorosa per gli effetti atmosferici e successivamente trasformata in immagine di riflettanza superficiale tramite i modelli radiativi MODTRAN 5 e 6SV. L'utilizzo dei modelli atmosferici ha permesso inoltre di fornire al WASI-2D dei valori spettrali più realistici di alcune grandezze radiometriche necessarie all'elaborazione.

I diversi *input* utilizzati per la correzione atmosferica dell'immagine e per l'applicazione del WASI-2D sono stati ricavati da archivi di stazioni meteorologiche e dal portale Giovanni gestito dalla

NASA. Inoltre, la batimetria a bassa risoluzione dell'area di interesse e le informazioni sui tipi di substrato presenti sono state ottenute dal portale dello *European Marine Observation and Data Network* (EMODnet).

Prima dell'esecuzione del modello, sono state create delle maschere (in base ai valori di profondità del fondale e al *digital number* dei *pixel* nella banda NIR dell'immagine OLI) per escludere l'area dell'immagine coperta da terra emersa e suddividere la parte restante in fasce di profondità crescente sino a 7 m di profondità, valore utilizzato in esperienze analoghe per separare le acque basse da quelle profonde (Giardino *et al.*, 2014). In questo studio, si è deciso di applicare il modello per acque profonde senza inserire alcun valore iniziale per le concentrazioni delle componenti disciolte e sospese in acqua; in questo caso, il *software* consente di effettuare una stima dei valori iniziali di questi parametri in base a delle relazioni empiriche con le riflettanze dell'immagine VNIR. Per le acque poco profonde è invece prevista l'applicazione ripetuta del modello alle diverse porzioni d'immagine con profondità decrescente, utilizzando questa volta come valori iniziali dei parametri di interesse i valori medi ottenuti dall'elaborazione sulla porzione di immagine con profondità immediatamente superiore. Per ottenere le mappe dei parametri di interesse su tutta l'area di studio, è quindi necessario generare un mosaico delle mappe ottenute da ogni iterazione del modello sulle diverse fasce di profondità.

Il modello WASI-2D risulta flessibile, ben strutturato e con un'interfaccia *user-friendly*, per quanto la numerosità dei parametri e delle opzioni sia orientata ad un'utenza specialistica. Esso consente il calcolo di varie grandezze radiative sia sulla superficie dell'acqua che a diverse profondità e può operare, con la dovuta attenzione, sia in acque costiere che in acque profonde. Una limitazione è l'impossibilità di importare mappe dei parametri di *input*, che vengono invece fissati spazialmente costanti su tutta l'area di studio.

La sperimentazione è tuttora in corso e ha evidenziato la criticità della fase di correzione atmosferica rigorosa dell'immagine. Un'altra criticità è rappresentata dall'individuazione di *set* di dati indipendenti che consentano la validazione: una possibilità consiste nel confronto con altri prodotti satellitari quali Modis e Aquarius, con la limitazione di una risoluzione spaziale nettamente inferiore. L'estrazione da dati gratuiti dei valori di concentrazione delle sostanze presenti in acqua e di altri parametri bio-ottici, con elevata copertura spaziale e risoluzione temporale, è sicuramente argomento di notevole interesse per la pesca e la salvaguardia delle specie ittiche; in particolare, in combinazione con altri dati sulle condizioni marine può risultare prezioso per la comprensione dei legami tra le diverse specie ittiche e i processi chimici, fisici e biologici che avvengono in acqua.

## Bibliografia

- FAO (2014) "The State of World Fisheries and Aquaculture", Rome.
- Giardino C., Candiani G., Bresciani M., Lee Z., Gagliano S., Pepe M. (2012), "BOMBER: A tool for estimating water quality and bottom properties from remote sensing images", *Computers & Geosciences*, 45, 313–318
- Giardino C., Bresciani M., Cazzaniga I., Schenk K., Rieger P., Braga F., Matta E., Brando V.E. (2014), "Evaluation of Multi-Resolution Satellite Sensors for Assessing Water Quality and Bottom Depth of Lake Garda", *Sensors*, 14, 24116-24131
- Fretwell P.T., Staniland I.J., Forcada J. (2014), "Whales from Space: Counting Southern Right Whales by Satellite". *PLoS ONE*, 9(2)
- Kachelriess D., Wegmann M., Gollock M., Pettorelli N. (2014), "The application of remote sensing for marine protected area management", *Ecological Indicators*, 36, 169–177
- Gege P. (2014), "WASI-2D: A software tool for regionally optimized analysis of imaging spectrometer data from deep and shallow waters", *Computers & Geosciences*, 62, 208–215
- Volpe V., Silvestri S., Marani M. (2011), "Remote sensing retrieval of suspended sediment concentration in shallow waters", *Remote Sensing of Environment*, 115, 44–54
- Klemas V., (2013), "Fisheries applications of remote sensing: An overview", *Fisheries Research*, 148, 124–136