

MULTI-MAPPING PER STUDIARE GLI HABITAT MARINI

LA SPERIMENTAZIONE AVVIATA NELLA ZONA ZSC DI CIRELLA-DIAMANTE IN CALABRIA USA TECNOLOGIE E METODOLOGIE INNOVATIVE PER IL MONITORAGGIO MARINO COSTIERO, INTEGRANDO DATI SATELLITARI, VEICOLI AUTONOMI DI SUPERFICIE E STRUMENTI AD ALTA RISOLUZIONE. UN APPROCCIO UTILE ANCHE IN CONTESTI AMBIENTALI COMPLESSI.

A partire dal 2017, è in corso un'attività di sperimentazione e validazione di procedure di standardizzazione e integrazione multi data provenienti da diverse piattaforme multi sensori satellitari, *Unmanned aerial vehicles* (Uav), veicoli autonomi di superficie (Asvs) e tecnologia Multibeam ad alta risoluzione [1]. L'Ispra, il Cnr-Igag (Istituto di geologia ambientale e geingegneria), l'Università della Calabria e il Centro regionale strategia marina di Arpa Calabria (Crsm-Arpacal) hanno avviato in stretta collaborazione un'attività di sperimentazione con lo sviluppo di tecnologie e metodologie innovative mediante un approccio multi-risoluzione e multi-scala (figura 1) per la mappatura degli habitat nelle Zone speciali di conservazione (Zsc) con particolare riferimento all'habitat prioritario 1120 Praterie di *Posidonia* e ai popolamenti a *Cystoseira*. Le attività sono state condotte, in sinergia tra i diversi partner, nell'ambito dei progetti Musmap e Sic Carlit, finanziati dalla Regione Calabria al Crsm-Arpacal, con finalità di monitoraggio ambientale marino costiero nei 14 siti Natura 2000.

Lo studio degli habitat condotto nella zona speciale di Cirella-Diamante, tramite *seafloor mapping*, ha interessato la *Posidonia oceanica* tra circa 5 m e 50 m e i popolamenti a *Cystoseira* da costa sino a circa 1 m di profondità, integrando dati acustici e ottici multispettrali con algoritmi di classificazione basata su oggetti (Obia). Per i dati satellitari sono state adoperate immagini satellitari Pléiades a 4 bande spettrali a 2 m di risoluzione del 28 settembre 2016, sulle quali sono state apportare correzioni dagli effetti della colonna d'acqua con compensazione dell'intensità della luce e attenuazione all'aumentare delle profondità. Per i dati batimetrici è stato invece condotto nel settembre 2018 un rilievo *multibeam* estensivo ad alta risoluzione

(batimetria, *backscatter* e dati della colonna d'acqua) tra 7 m e 50 m di profondità con il sistema Kongsberg EM2040 (3-400 kHz), installato sulla motonave Astrea. I dati batimetrici elaborati alla massima

risoluzione [2], hanno permesso di ricostruire Dem a 30 cm e mappe di *backscatter* a 20 cm di risoluzione. Tutti i dati (Dems, *backscatter intensity map*, dati Uav e immagini multi-spettrali) sono stati integrati tramite software Global mapper

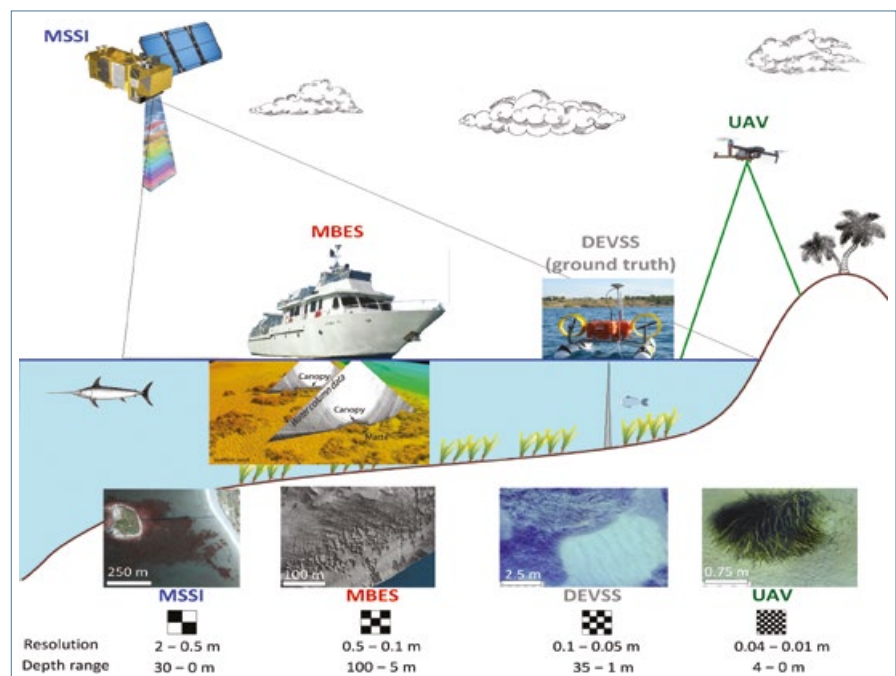
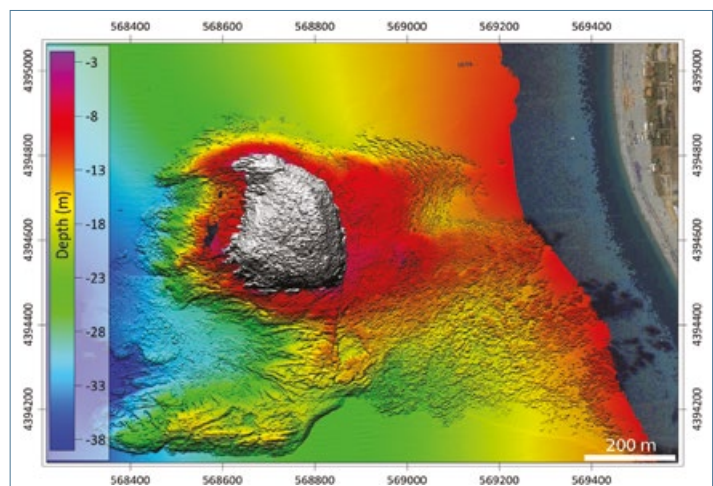


FIG. 1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Strumentazioni utilizzate per la generazione delle cartografie tematiche e comparazione delle loro risoluzioni. Mssi: immagine satellitare multispettrale; Mbes: sistema Multibeam echo-sounder; Devss: veicolo autonomo di superficie; Uav: unmanned aerial vehicle.

FIG. 2 DTMM

Modello digitale del terreno integrato (Dtmm) generato dalla fusione dei dati del modello ottico (Uav) e acustico (Multibeam) coregistrati sulla base di Gcp e sounding.



20.1 che ha permesso di co-registrare i dataset in *overlapping* (figura 2). I rilievi Uav sono stati condotti nel luglio 2019 tramite un sistema Parrot Anafi Work da imbarcazione, dotato di fotocamera con sensore Cmos da 1/2,4 da pollici con risoluzione di 21 megapixel per frame e obiettivo con luminosità $f/2.4$ e lunghezza focale 23-69 mm (35 mm equivalente). I 4 voli condotti in modalità autonoma sono stati eseguiti con l'applicazione open Pix4D capture con sovrapposizione dell'80% frontale e laterale a un'altitudine media di 60 m per un totale di 360 fotogrammi. Le immagini sono state successivamente elaborate con Pix4D mapper utilizzando 11 Gcp ubicati lungo costa sino a un'altitudine di 10 m e altri sommersi impiegando i *sounding* per la correzione delle quote sommerse. Per l'acquisizione dei punti di verità a terra (*ground truth*) sono stati condotti rilievi fotogrammetrici 3D e acustici con un veicolo autonomo di superficie (Asvs) denominato Devss (*Development vehicle for scientific survey*), sviluppato dallo spinoff 3D Research dell'Università della Calabria. L'Asvs è stato equipaggiato con una GoPro Hero 4Black con sensore Cmos hd da 12 mp.

Per il *ground truth* nelle acque poco profonde è stata impiegata una piattaforma a traino "Towed camera systems" (Utics), dotata di una pinna caudale per ridurre i movimenti di beccheggio e rollio e stabilizzare le acquisizioni video. I fotogrammi acquisiti sono stati elaborati con i software Agisoft Metashape Pro e Pix4D mapper per le ricostruzioni fotogrammetriche. I punti di verità a terra sono stati utilizzati per l'addestramento e la convalida degli algoritmi di classificazione *machine learning*. Per l'analisi dei dataset abbiamo utilizzato una procedura di elaborazione e classificazione supervisionata (Obia) per restituire delle mappe tematiche ad alta risoluzione delle praterie di *P. oceanica* e della *Cystoseira* (figura 3).

L'Obia è un metodo di classificazione avanzato che incorpora informazioni spettrali, di peso, colore, struttura, forma e contestuali per identificare classi tematiche in immagini derivate da dati ottici e acustici. La classificazione si basa sulla scala degli oggetti e utilizza algoritmi di apprendimento automatico come *Support vector machine* (Svm), *Random tree* (Rt), *Decision tree* (Dt), bayesiano e *k-Nearest Neighbor* (k-NN) che sono stati progressivamente raffinati e applicati con successo.

I processi di acquisizione multipli e di

elaborazione dei dati, condotti tra il 2017 e 2019 da sistemi acustici e ottici emersi e sommersi e multispettrali, hanno permesso una fedele, accurata e attuale ricostruzione della distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* e della *Cystoseira* nel sito.

I processi di elaborazione *multi-layer* e *multi-data* hanno incrementato significativamente la risoluzione e l'accuratezza delle mappature delle praterie di *P. oceanica* soprattutto lungo i limiti superiori, difficilmente raggiungibili con le tecniche acustiche. I migliori risultati della classificazione *object-based image* sono stati ottenuti con l'elaborazione combinata della batimetria (Dem), *backscatter* e dei dati ottici satellitari. Nell'ambito della direttiva quadro sulla Strategia marina (Msf-d-2008/56/CE) e della direttiva Habitat (92/43/CEE), questa tecnica di mappatura può rappresentare una valida metodologia per determinare l'estensione areale degli habitat e la condizione delle praterie di *P. oceanica*, anche al fine

di stimare il sequestro della CO₂ e lo stoccaggio del carbonio delle praterie. L'approccio con questa metodologia di *multi-mapping* ad alta risoluzione, rappresenta un efficace e robusto metodo di studio delle aree emerse e sommerse anche in contesti insulari geologico-ambientali complessi e costituisce la base di partenza per piani di monitoraggio e controlli ambientali specifici da riproporre attraverso scansioni temporali ravvicinate (*timelapse high-resolution mapping*).

Sante Francesco Rende¹,
Alessandro Bosman², Antonio Lagudi³,
Fabio Bruno⁴, Emilio Cellini⁵

1. Ispra
2. Istituto di geologia ambientale e geoingegneria del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Igag)
3. 3D Research
4. Università della Calabria
5. Centro regionale strategia marina (Crsm), Arpa Calabria

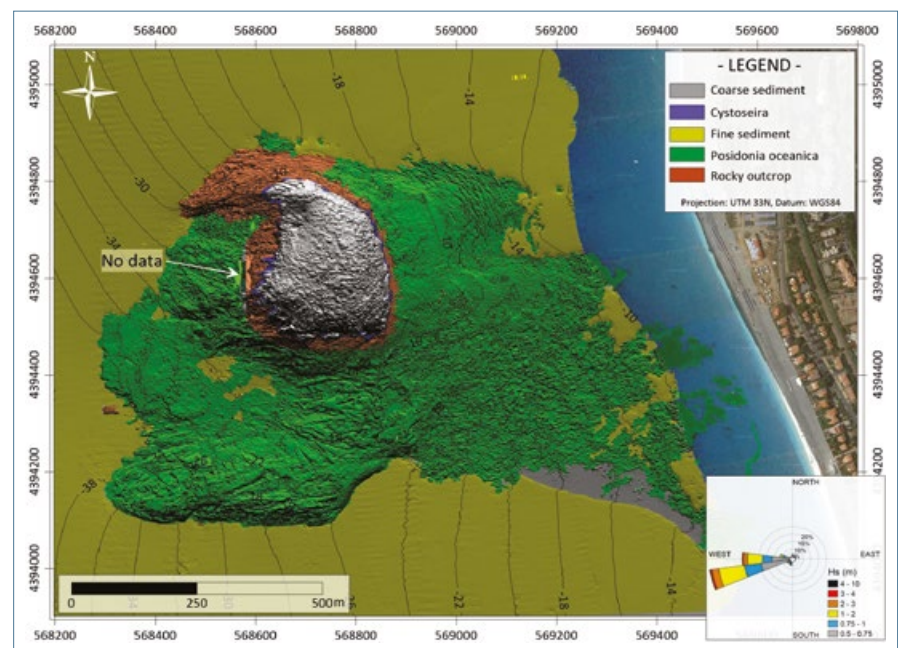


FIG. 3 MAPPA TEMATICA

Mappe tematiche delle facies dei fondali circostanti l'Isola di Cirella sovrapposte alla batimetria multibeam ad alta risoluzione. In basso a destra clima ondometrico di 30 anni.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Rende S.F., Bosman A., Di Mento R., Bruno F., Lagudi A., Irving A.D., Dattola L., Giambattista L., Lanera P., Proietti R., Parlagreco L., Stroobant M., Cellini E., 2020, "Ultra-high-resolution mapping of *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows through acoustic, optical data and object-based image classification", *J. Mar. Sci. Eng.*, 2020, 8, 647 <https://doi.org/10.3390/jmse8090647>.

[2] Bosman A., Romagnoli C., Madricardo F., Correggiari A., Remia A., Zupalich R., Fogarin S., Krussc A., Trincardi F., 2020, "Short-term evolution of Po della Pila delta lobe from time lapse high-resolution multibeam bathymetry (2013-2016)", *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 233(1-2):106533. DOI:10.1016/j.ecss.2019.106533.