

Impiego integrato di droni aerei e di superficie per la mappatura 2D e 3D dei limiti superiori delle praterie di P. oceanica

Sante Francesco Rende ^(a), Luigi Dattola ^(b), Alessandro Bosman ^(c), Gianluca Franceschini ^(a), Fabio Bruno ^(d), Antonio Lagudi ^(d), Rossella Di Mento ^(a), Claudia Virno Lamberti ^(a), Ornella Nonnis ^(a), Pasquale Lanera ^(a), Simone Scalise ^(e), Piero Cappa ^(e)

(a) ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, francesco.rende@isprambiente.it. (b) ARPACAL - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria. (c) IGAG-CNR - Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Roma. (d) Università della Calabria - Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica e Gestionale (DIMEG) - Arcavacata di Rende. (e) Area Marina Protetta Capo Rizzuto (Crotona - Italy)

1. Introduzione

La Posidonia oceanica (L.) Delile rappresenta un habitat prioritario ai sensi della direttiva Europea 92/43/EEC ed è una specie caratterizzante che forma praterie molto estese, colonizzando aree costiere e non, sabbiose e rocciose da 1 metro a circa 45 metri di profondità [Abadie et al., 2018]. Le praterie di P. oceanica rappresentano, in termini di estensione e stato di qualità, un indicatore biologico di notevole importanza sia nella definizione del buono stato ambientale per la direttiva quadro sulla Strategia marina (2008/56/CE) nonché nella valutazione del buono stato ecologico per la direttiva quadro sulle Acque (2000/60/CE) [Marbà et al. 2013]. Il telerilevamento da satellite viene adoperato da anni per mappare con efficacia la distribuzione spaziale delle praterie di P. oceanica [Calvo et al., 1996, Pasqualini et al. 2001, Matarrese et al., 2008, Dattola et al., 2018]. Con la comparsa degli Aeromobili a Pilotaggio Remoto (APR) e dei veicoli autonomi di superficie (ASVs), quest'ultimi equipaggiati con sensori ottici multispettrali e acustici, si è aperta una nuova frontiera applicativa riguardo il monitoraggio dell'ambiente marino costiero basato sul telerilevamento di prossimità o a bassa quota, soprattutto in aree ritenute critiche (LARS, Low Altitude Remote Sensing) [Davie et al., 2008 Dunbabin et al., 2012, Makri et al., 2018, Topouzelis et al. 2017]. In questo lavoro vengono presentati i risultati preliminari ottenuti dalla sperimentazione di un Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR) e un veicolo autonomo di superficie (ASVs), entrambi impiegati per l'habitat mapping delle praterie di P. oceanica superficiali.

2. Metodologia

Le attività sperimentali sono state condotte in due siti d'interesse ubicati rispettivamente a Santa Marinella (costa settentrionale laziale) e presso l'Isola di Cirella, localizzata lungo la costa tirrenica Calabria (figura 1). I piani di volo e le rotte di navigazione sono state pianificate e gestite con l'ausilio dei software Pix4Dcapture, per drone aereo e QGroundControl, per il drone di superficie.

Per il volo aereo è stato utilizzato il quadricottero DJI Mavic PRO equipaggiato con fotocamera 4K (figure 2c e 2d) mentre, per la piattaforma autonoma di superficie (mare), è stato utilizzato il DEVSS (Development Vehicle for Scientific Survey) equipaggiato con un sensore acustico Single Beam Biosonics MX Aquatics, un Side Scan Sonar marca Lowrance modello HDS 7 Carbon e una fotocamera GOPRO Hero 3+ Black edition (figure 2a e 2b).

Nell'ambito dello stesso rilievo è stata condotta, in via sperimentale, una mappatura speditiva delle praterie di P. oceanica per l'individuazione dei limiti superiori mediante l'impiego del drone aereo e di superficie, integrando le informazioni acquisite dai diversi sensori impiegati. Le immagini ottenute con il drone aereo e di superficie sono state elaborate con il software Agisoft Photoscan Professional (v.1.4.4) dalle quali sono stati generati ortomosaici RGB georeferenziati.

Gli orto mosaici sono stati successivamente trattati e classificati con i software ESRI ARCIS 10.3 e TRIMBLE Ecognition Essential, ottenendo una mappa tematica accurata delle eco-morfosi caratterizzanti le aree interessate da praterie. I point cloud (punti quotati con RGB) e il DEM, in formato LAS, della porzione superficiale delle praterie mappate sono stati elaborati con il software Global Mapper 19. I dati acustici, acquisiti con il drone DEVSS, sono stati elaborati con il software ReefMaster v2.0, mentre i dati acquisiti con il Side HDS7 sono stati processati con il software Visual Habitat. Infine, i dati raccolti con il Single Beam Biosonics MX Aquatics sono stati utilizzati come punti di controllo per il resizing e lo scaling dei modelli 3D.



Figura 2: Veicolo autonomo di superficie (ASVs) DEVSS (a,b,c), Sistema aeromobile a pilotaggio remoto (SAPR) DJI Mavic Pro (d).

3. Risultati

I voli aerei sono stati condotti adoperando l'APR DJI Mavic PRO su aree d'elevato interesse ecologico e con una buona trasparenza dell'acqua. Entrambe le aree (Santa Marinella e Isola di Cirella) sono infatti caratterizzate dalla presenza di praterie di P. oceanica poste a bassa profondità. Per le due aree di studio l'obiettivo è stato quello di generare una ortofoto georeferenziata ad elevata risoluzione. Il processo di elaborazione delle immagini è avvenuto secondo i seguenti passaggi: a) allineamento dei fotogrammi, b) generazione della nuvola di punti sparsa; c) generazione della nuvola di punti densa; d) generazione della mesh e della texture; e) generazione del DEM; f) generazione dell'ortomosaico (figura 3).

Per quanto riguarda l'area di studio di Santa Marinella, l'ortomosaico è stato elaborato con algoritmi di classificazione object oriented al fine di ottenere una mappa tematica delle eco-morfosi presenti sui fondali. La classificazione a oggetti è stata eseguita mediante software Ecognition Essential adoperando l'algoritmo region on grow on object con un fattore di scala pari a 760 (figura 4). Data l'elevata risoluzione dell'ortomosaico ottenuto, la classificazione object - based è risultata molto accurata in termini di risoluzione geometrica e tematica. I risultati preliminari hanno permesso di caratterizzare, con elevata accuratezza, le diverse eco-morfosi presenti sotto forma di P. oceanica a chiazze su matte, Popolamento fotofilo misto, Sabbia e Substrato roccioso. I tematismi ottenuti dalla classificazione object - based rispondono in modo coerente con le diverse coperture reali del fondo presenti nell'area di studio (figura 4). La mappa classificata trova piena corrispondenza con le eco-tipologie riscontrate nell'area di studio, evidenziando un'accuratezza spaziale e tematica superiore all'80%.

Per quanto riguarda l'area dell'Isola di Cirella è stato eseguito il merging tra i dati morfo-batimetrici ad alta risoluzione [Bosman et al., 2015] (figura 5a), il DEM ottenuto dall'elaborazione fotogrammetrica del drone aereo (figura 5b) e il dato LIDAR (Min. dell'Amb. e della Tutela del Territorio e del Mare, Geoportale Nazionale con 307 license Creative Commons 3.0 Italy-CC BY-SA-3.0IT). Questi in overlay con l'immagine satellitare Pleiades (figura 5c). Altresì i dati sono stati integrati con le acquisizioni condotte con il veicolo autonomo di superficie DEVSS, relativamente al sonogramma Side Scan Sonar HDS7 e al foto mosaico ottenuto dall'elaborazione fotogrammetrica delle immagini subacquee rilevate con camera GOPRO Hero 3+ Black (figura 5d e 5e).

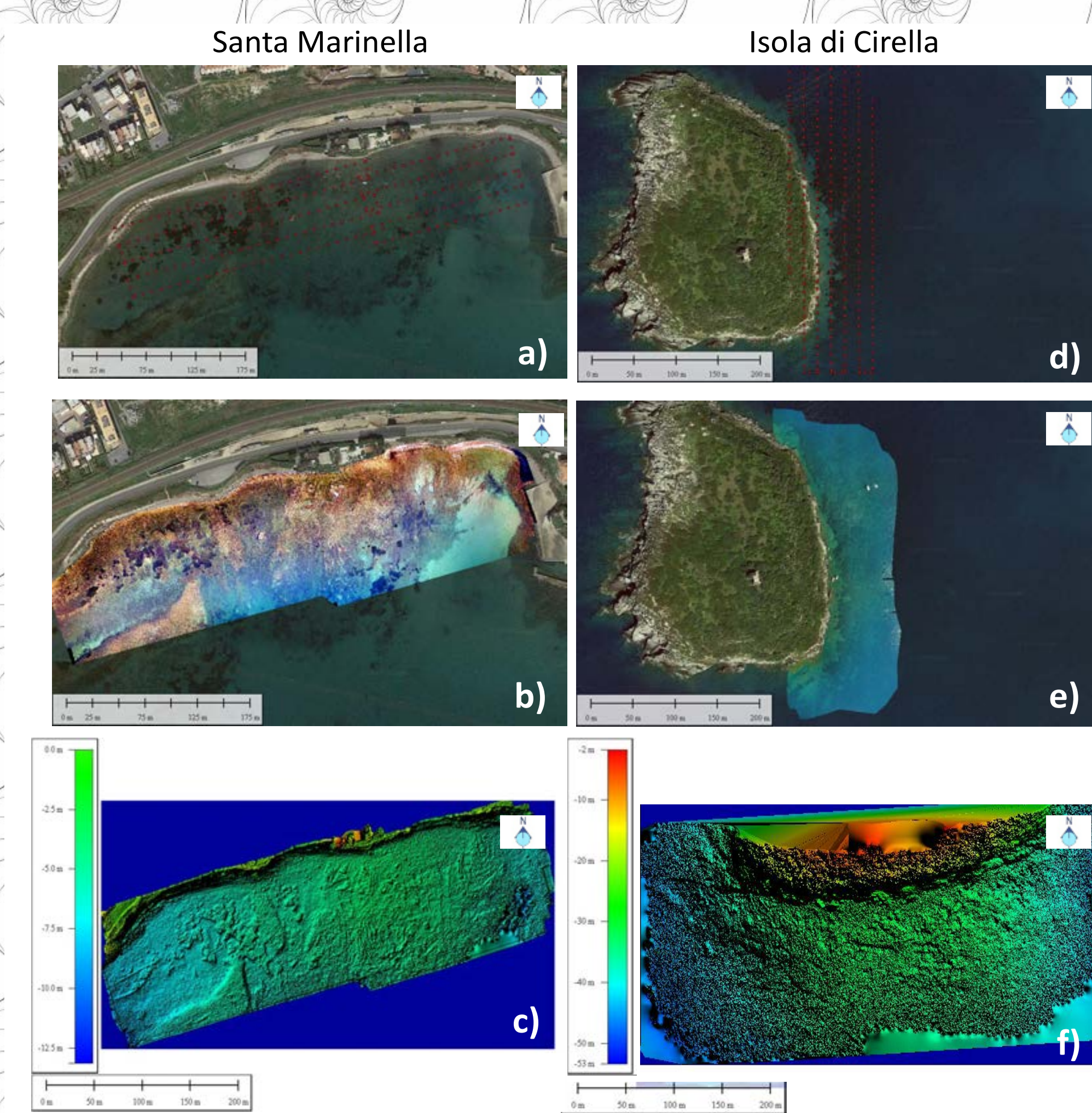


Figura 3 Aree di studio: Santa Marinella (a) e Isola di Cirella (d); b-e) Ortomosaico ottenuto col software Agisoft Photoscan, c-f) DEM ad alta risoluzione ottenuti da Agisoft Photoscan/GlobalMapper.

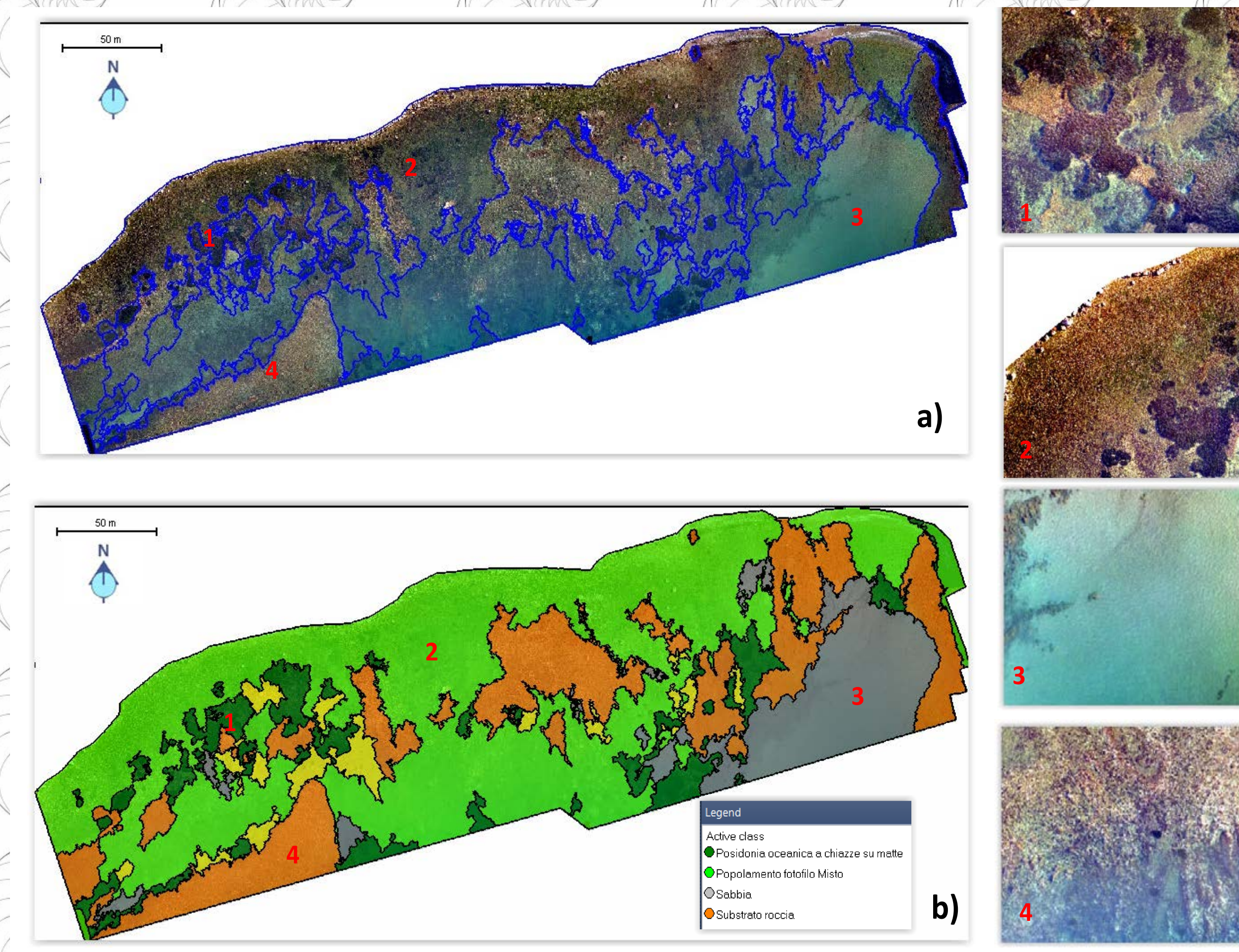


Figura 4: Ortomosaico elaborato e classificato con il software Trimble Object Oriented Ecognition, Essential, relativo all'area di Santa Marinella (Lazio).

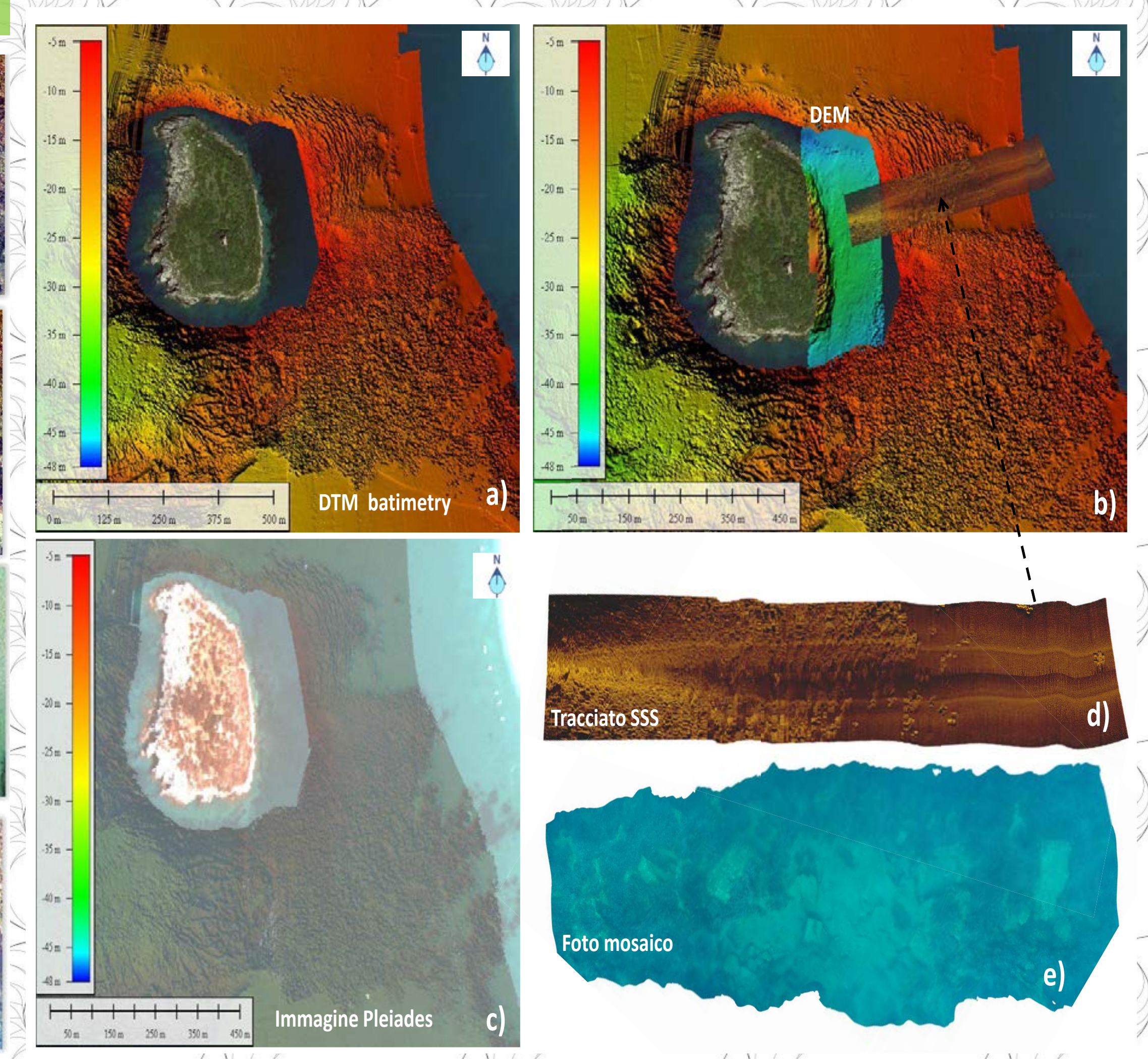


Figura 5: a) DTM bathymetry dell' area di studio Isola di Cirella; b) Data Fusion tra DTM bathymetry, DEM da drone e immagine acustica Side Scan Sonar; c) Data Fusion tra DTM bathymetry e immagine satellitare Pleiades; d-e) Immagine acustica e foto mosaico subacqueo.

Le elaborazioni ottenute dalla fusione dei dati multi sensore (ottico - acustico) hanno permesso di migliorare significativamente la risoluzione della mappatura delle praterie di P. oceanica lungo il limite superiore, soprattutto nelle zone a minori profondità dove le acquisizioni, eseguite con SAPR, si sono evidenziate verosimilmente valide. La sovrapposizione dei dati, secondo un approccio multiscala, evidenzia un'elevata correlazione delle geometrie riguardo le eco-morfosi del fondo tra i diversi livelli informativi posti in overlay (DTM bathymetry, DEM da drone, ecogramma SSS, ecc). Le acquisizioni condotte in situ con il veicolo autonomo di superficie DEVSS si sono evidenziate necessarie per la predisposizione dei Truth Data da utilizzare per la fase di classificazione delle eco-morfosi di fondo.

4. Conclusioni

I prodotti cartografici ottenuti per mezzo di SAPR hanno evidenziato un'accuratezza spaziale e tematica superiore all'80 %. La procedura di mappatura adottata risulta di facile impiego per mappare, in maniera speditiva e con un'elevata risoluzione spaziale, tematica e temporale, gli habitat marino costieri e le eco-morfosi delle praterie presenti nelle acque poco profonde. I modelli 3D e i DEM generati dall'elaborazione fotogrammetrica sono complementari alle acquisizioni condotte con tecniche LIDAR o multibeam, quest'ultimo di difficile utilizzo in acque molto basse sia in termini operativi che economici. L'integrazione tra le tecniche SAPR e i rilievi condotti con veicoli di superficie, rappresentano un nuovo ed efficace approccio metodologico per mappare e cartografare, in tempi estremamente rapidi, gli habitat marino costieri e un potente ed economico sistema di controllo per il monitoraggio ambientale a breve e lungo periodo.

5. Bibliografia

- Abadie, A., Pao, M., Cohen, S. and Berg, J.A., 2018. Seagrass ecology in Posidonia oceanica seagrass meadows: Linking structure and ecological processes to autotrophic Ecognition indices. *SI*, pp. 1-13.
- Bosman, A., Ciarabino, D., Anzidei, M., Muccillo, F., Caracciolo, C., Chiofalo, F., 2015. The first ultra-high resolution Digital Terrain Model of the shallow-water seagrass meadow of Santa Marinella (Central Italy). *ANNALE DI GEOGRAFIA FISICA*, 116, 2015, DOI: 10.1017/S0014180115000046
- Calvo, S., Ciarabino, D., Tomassini, A., La Loggia, G., Motta, T. J., & Saracino, E. (1998). Monitoring Posidonia oceanica meadows in the Mediterranean Sea by means of satellite remote sensing techniques. In International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition: Measurement & Analysis, 2nd San Francisco, CA.
- Dattola, L., Rizzo, S. F., Dattola, L., Lanera, P., Di Mento, R., Scalise, S., Cappa, P., Cappa, T., & Aronica, G. (2018). Drones: Comparison of Sentinel-2 and Landsat-8 OLI satellite images vs. high spatial resolution images (SPOT-6) for mapping Posidonia oceanica meadows. In Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2018 (Vol. 10734, pp. 10734E). International Society for Optics and Photonics.
- Di Mento, R., Rizzo, S., Cappa, P., Cappa, T., & Ciarabino, M. T. (2018). Application of Remote Sensing Techniques for Mapping Posidonia oceanica meadows. In *Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions 2018* (pp. 906-909).
- Parasitis, V., Papatheodorou, G., Ciarabino, D., Motta, T., & Pappas, G. (2011). Integration of aerial remote sensing, photogrammetry, and GIS technologies in seagrass mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 77(12), 99-105.
- Topouzelis, K., Papatheodorou, G., Doudou, M., Stamatou, E., Manta, D., and Katsouraki, S., 2017. September. Coastal habitat mapping in the Aegean Sea using high resolution orthophoto maps. In Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (ISCRS'17) (Vol. 10444, p. 10444I). International Society for Optics and Photonics.