

ATTIVITA' SPERIMENTALE MEDIANTE DRONE MARINO E APR "Aeromobile a Pilotaggio Remoto"

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 della 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.

Le attività sperimentali sono state condotte nel sito d'interesse ubicato rispettivamente 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.

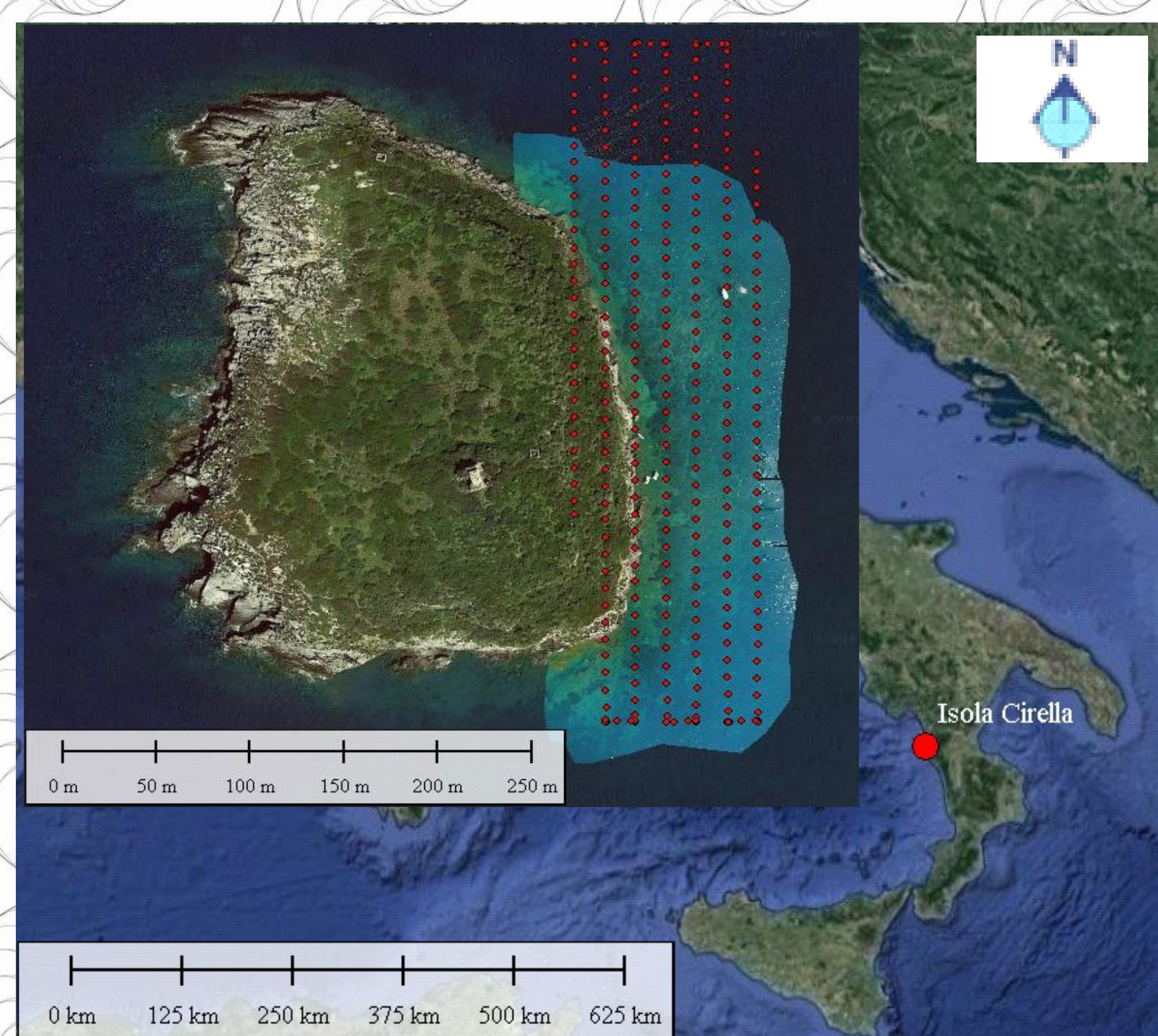


Figura 1: Isola di Cirella (Calabria).

Il volo aereo è stato condotto adoperando l'APR DJI Mavic PRO su un'area ad elevato interesse ecologico e con una buona trasparenza dell'acqua. L'area Isola di Cirella risulta infatti caratterizzata dalla presenza di praterie di *P. oceanica* poste a bassa profondità. L'obiettivo è stato quello di generare una ortofoto georeferenzata 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).

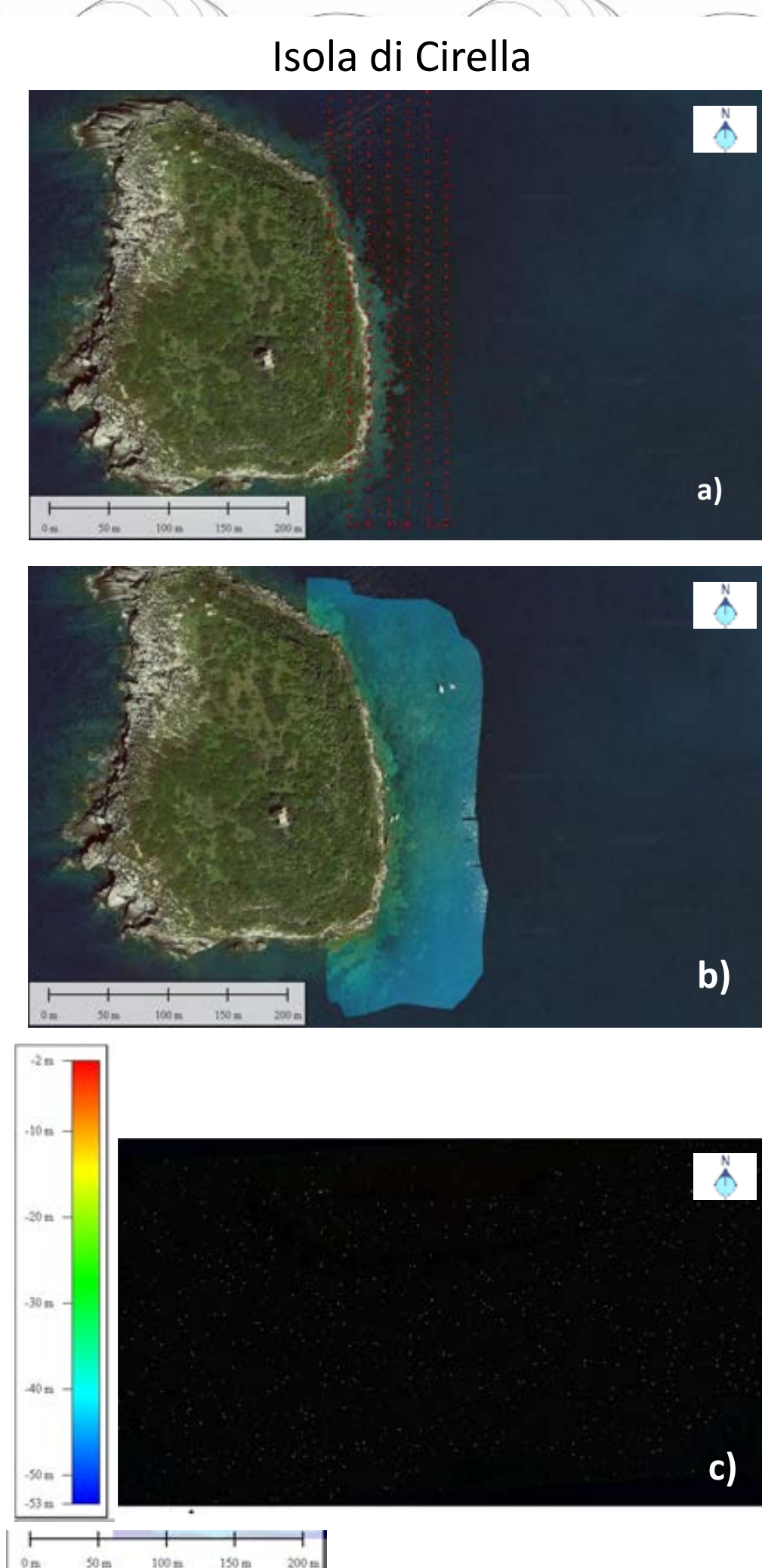


Figura 3 : a) Aree di studio: Isola di Cirella; b) Ortomosaico ottenuto col software Agisoft Photoscan; c) DEM ad alta risoluzione ottenuti da Agisoft Photoscan/GlobalMapper.

2. Metodologia

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.

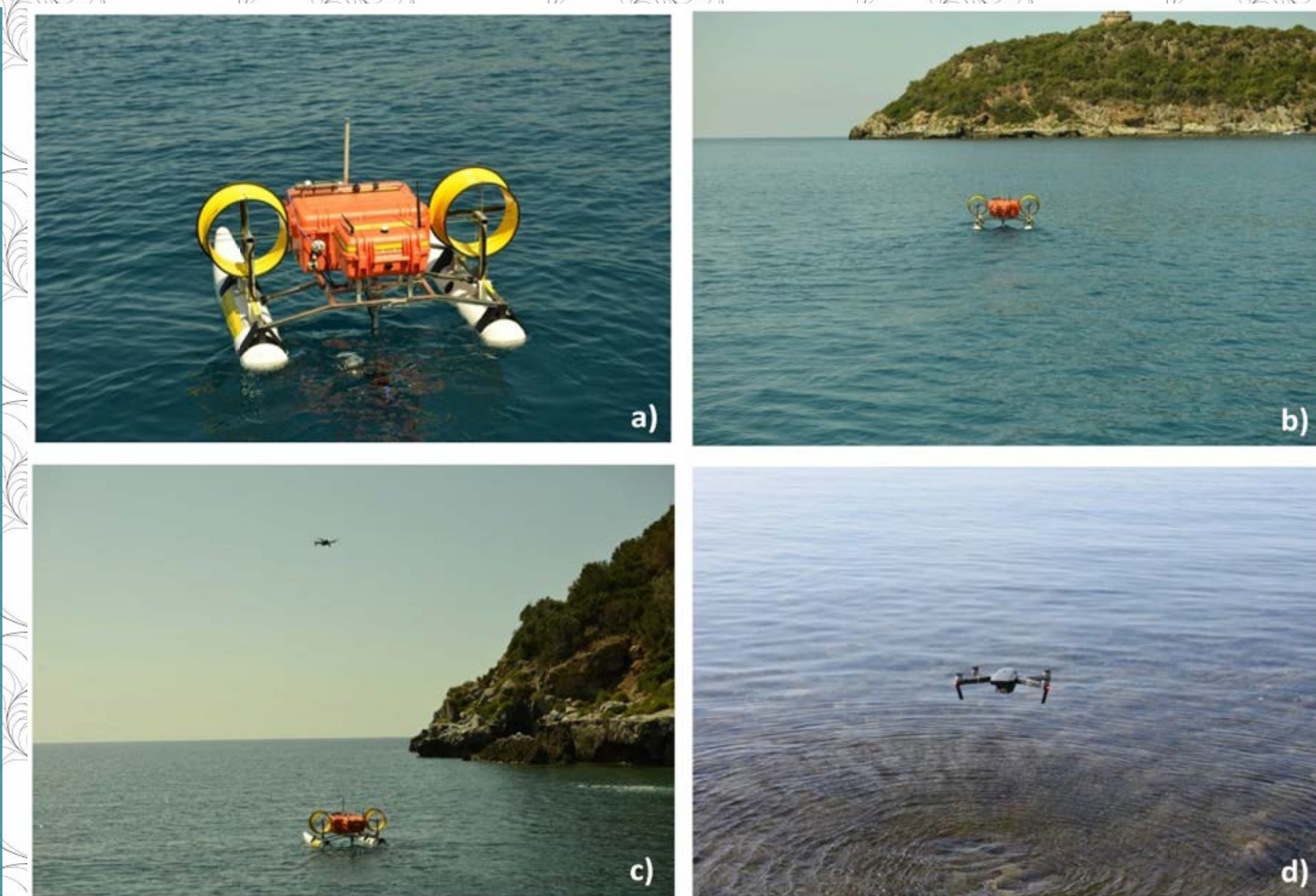


Figura 2: Veicolo autonomo di superficie (ASVs) DEVSS(a,b,c), Sistema aeromobile a pilotaggio remoto (SAPR) DJI Mavic Pro (d).

3. Risultati

Per quanto riguarda l'area di studio, 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%.

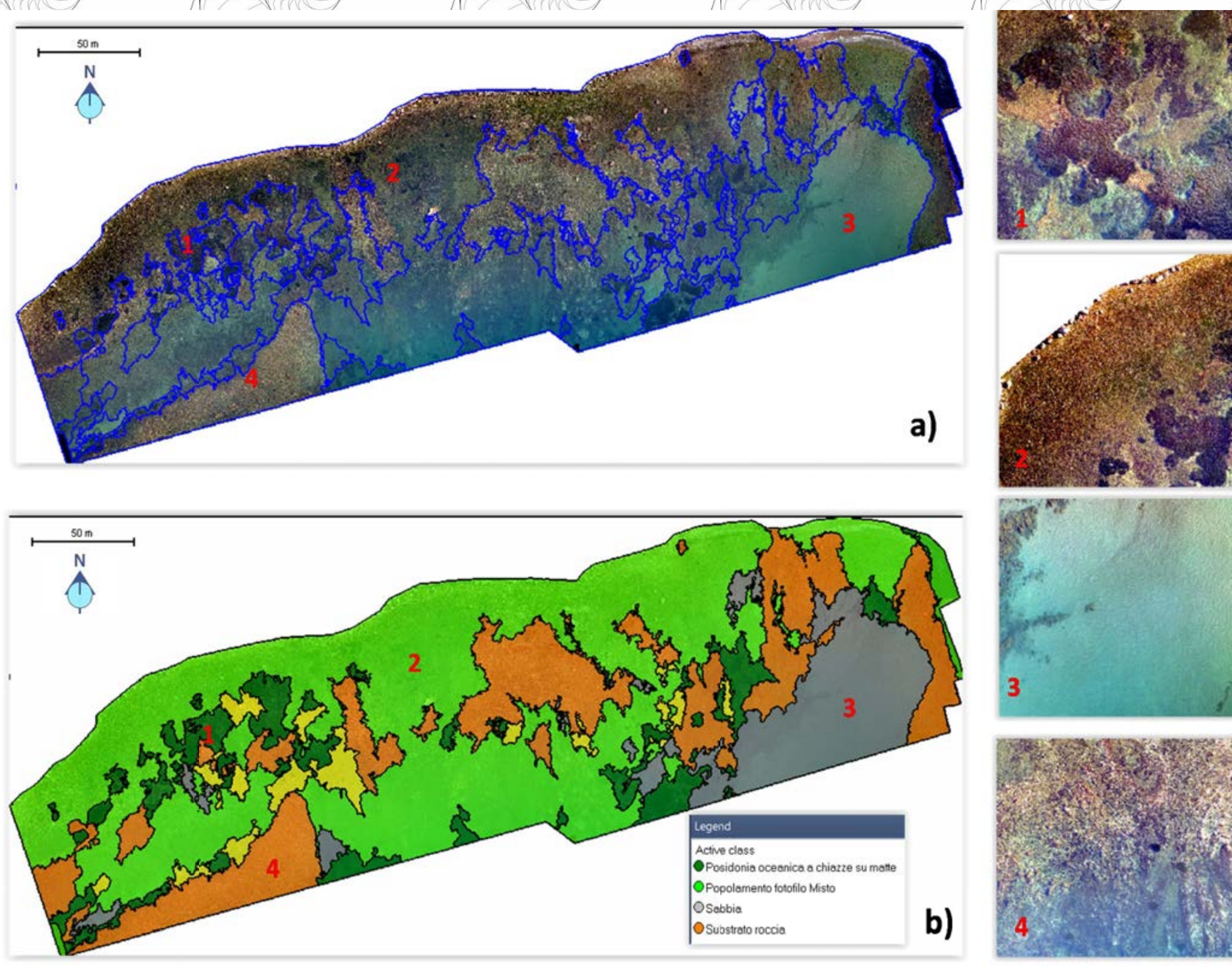


Figura 4 : Ortomosaico elaborato e classificato con il software Trimble Object Oriented Ecognition Essential

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 with 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).

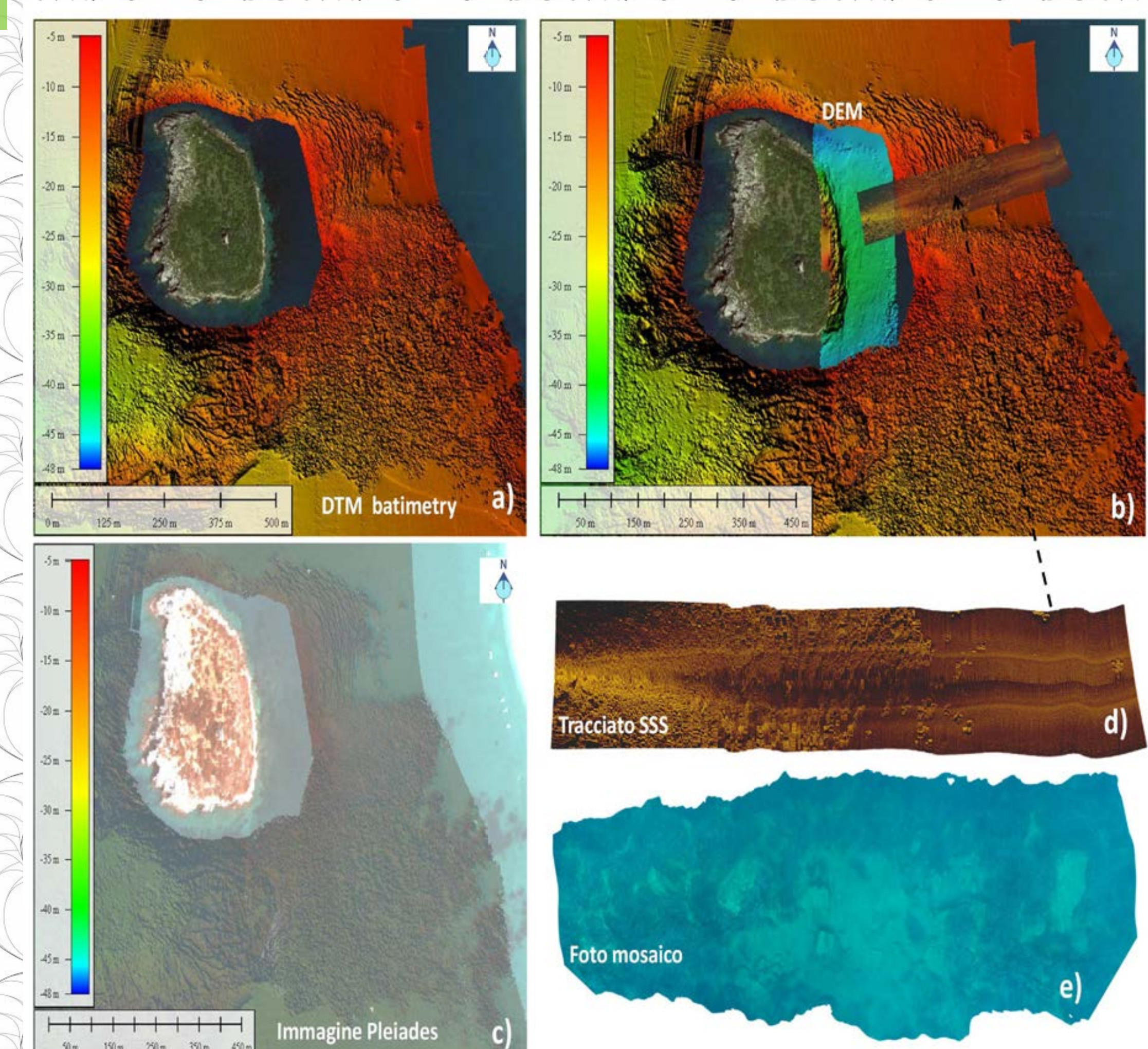


Figura 5: a) DEM bathymetry dell' area di studio Isola di Cirella; b) Data Fusion tra DEM bathymetry, DEM da drone e immagine acustica Side Scan Sonar; c) Data Fusion tra DEM bathymetry e immagine satellitare Pleiades; d-e) Immagine acustica e foto mosaico subacqueo.

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 (DEM 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

1. Abadie, A., Pavo, M., Gobet, S. and Borg, J.-A. (2018). Seagrass ecology in Posidonia oceanica seagrass meadows: Linking structure and ecological processes for management. Ecological Indicators, 91, pp. 1-13.
2. Bosman, A., Chabrier, D., Anado, M., Maccioni, F., Caporaso, C., Chiochi, F., (2015). The first ultra-high resolution Digital Terrain Model of the shallow-sea sector around L'Isola di Cirella (Ionian Islands, Italy). ANNALS OF GEOPHYSICS VOL.28, 2015, DOI 10.4401/ag14746.
3. Calvo, S., Ciarro, G., Tomassini, A., La Gratta, G., Siliotti, T., & Sironi, E. (1996). Monitoring Posidonia oceanica meadows in the Mediterranean Sea by means of airborne remote sensing techniques. In International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition Technology, Measurement & Analysis, 2nd, San Francisco, CA.
4. Dattola, F., Ruffo, S. F., D'Amico, S., Lupo, F., Di Marco, R., Siliotti, S., Cappa, F., Ciarro, G., Sironi, E., & Anonini, G. (2018). Comparison of Sentinel-2 and Landsat-8 OLI satellite images vs. high spatial resolution images (DEVS and WorldView-2) for mapping Posidonia oceanica meadows. In Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions (RSOS), 1918, pp. 070141. International Society for Optical and Photonics.
5. Davie, A., Hartmann, B., Trains, G., de Gooij, M. and McCulloch, J. (2008). Seagrass bathymetry mapping with autonomous underwater vehicles. In OCEANS 2008 (pp. 1-9). IEEE.
6. Dunbabin, K. and McPherson, L. (2012). Robotic surveillance of seagrass: Significant advantages and applications. IEEE Robotics & Automation Magazine, 19(1), pp. 21-30.
7. Gao, S., 2015. 3D Mapping of a Lagoon Zone with UAV and Structure from Motion Photogrammetry (Doctoral dissertation).
8. Makri, D., Kostas-Antoni, D., Antonov, T., Birk, S., O'Connell, S., Giamberini, A., Giamberini, S., Giamberini, J.E., Munka, E., Botta, A. & De Dominicis, S. (2013). Divergent of Europe's seagrass meadows: patterns within and across regions. PLoS One, 8(12), pp. 205-218.
9. Matarrese, R., Antonov, M., Mura, G., Fanni, S., & Chiriac, M. T. (2008, July). Application of Remote Sensing Techniques for Mapping Posidonia Oceanica Meadows. In EARSIS (4) (pp. 966-969).
10. Pasqualini, V., Prigent-Martin, C., Chabaz, P., Mangel, H., & Prigent, G. (2001). Integration of aerial remote sensing, photogrammetry, and GIS techniques in seagrass mapping. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67(1), 99-108.
11. Topouzelis, N., Psilodimitrakia, A., Poulak, M., Sotiropoulos, P., Mihal, D. and Katsourakis, S. (2017). Seagrass habitat mapping in the Aegean Sea using high resolution Orthorectified maps. In Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformatics of the Environment (ICRS&G 2017) Vol. 10444 p. 1024422, International Society for Optics and Photonics.