

## Il SAPR per il monitoraggio costiero

Irene Mammi<sup>1</sup>, Lorenzo Rossi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze,  
Via Micheli 6, 50121 Firenze, irenemam3@gmail.com

<sup>2</sup>Geocoste snc, Via Corsi 19, 50141 Firenze, lrossi@geocoste.com

Questo studio concerne il monitoraggio costiero mediante SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto), comunemente chiamato drone. L'obiettivo è quello di descrivere i vari rilievi costieri e le relative elaborazioni effettuate al fine di mettere in evidenza i campi applicativi, i vantaggi e le problematiche di questa tecnologia, oggi sempre più un utile strumento di supporto alla gestione costiera.

Il SAPR è presente nel mercato in diverse configurazioni: multirottore o ad ala fissa (Turner et al., 2016) su cui, secondo la tipologia di rilievo, è possibile montare diverse camere e sensori: quella RGB, la multispettrale o iperspettrale, la termica o dei piccoli LiDAR.

I rilievi effettuati sono stati elaborati con diversi software come Agisoft, Pix4D ed ENVI; questi hanno permesso di orientare le immagini, estrarre le nuvole di punti, produrre mosaici di ortofoto e costruire i modelli di superficie digitale (Gonçalves et al., 2015). Per poter georeferire alcuni modelli e quindi ottenere una migliore accuratezza per l'intero processo, sono stati acquisiti diversi punti di controllo (GCP) con GPS in modalità RTK. Una fase importante dello studio è consistita anche nella valutazione dell'accuratezza, che dipende dalla risoluzione della camera, dalla quota e dalla velocità di volo e dal numero di Ground Control Point (GCP).

L'accuratezza è stata verificata ad esempio dal confronto con un rilievo topografico in un'area test presente nel delta del fiume Ombrone (Gr). L'area è stata perimetrata da una serie di punti acquisiti mediante GPS e stazione totale e i risultati hanno mostrato un errore medio di 9 cm.

La prima applicazione ha riguardato il monitoraggio della spiaggia emersa e dei primi fondali presso la spiaggia in ghiaia di Marina di Pisa dove è stato fatto un confronto tra due rilievi eseguiti nell'Aprile e Settembre 2016. Grazie all'elevato dettaglio del modello tridimensionale, è stato possibile effettuare precisi confronti fra rilievi, utilizzati per i calcoli volumetrici di materiale e per stimare gli effetti di una mareggiata.

Un'ulteriore applicazione ha riguardato il monitoraggio spazio temporale della vegetazione sulle dune presso le spiagge della Sterpaia e Lacona (Li); i risultati sono stati restituiti su particolari cartografie tematiche.

Un'altra tipologia di rilievo costiero affrontato è stata l'estrapolazione della linea di riva dal modello tridimensionale del terreno ad alta risoluzione derivato da SAPR sul litorale di Massa e quello di Metaponto in Basilicata. Potendo ottenere dati validi fino ai primi fondali, è stato possibile estrapolare la quota zero relativa alla linea di riva anche in presenza di alta marea. In alternativa, quando l'elevata torbidità delle acque compromette la trasparenza delle immagini, è stato possibile calcolare la posizione della linea di riva dal prolungamento della pendenza del modello della battigia. Il confronto tra le due linee di riva (una ottenuta mediante SAPR e l'altra mediante rilievo tradizionale GPS) ha messo in evidenza un errore medio di 14 cm in pianta. Oltre ai tempi rapidi ed al basso costo, ulteriori vantaggi di questa tecnica sono rappresentati dalla possibilità di utilizzare stessi GCPs per le ripetizioni del rilievo.

Come accennato con questa tecnologia ed in condizioni di acque trasparenti, attraverso una particolare

elaborazione delle immagini, si riesce a rilevare anche i bassi fondali. La prima applicazione è stata effettuata con un rilievo topo-batimetrico presso Bari, dove il confronto con rilievi tradizionali GPS e singlebeam ha messo in evidenza un errore medio di 16 cm fino alla batimetrica -2 m ovvero un grado di accuratezza equiparabile ad un rilievo tradizionale (Mammì et al., 2016).

Un'altra applicazione ha riguardato il rilievo di scogliere e pennelli. La possibilità di ottenere un DTM di dettaglio fino ai bassi fondali e l'uso combinato con un rilievo Multibeam rendono questa tecnica la soluzione ideale in questa tipologia di monitoraggio.

Altre applicazioni studiate sono state messe a punto per il monitoraggio della volumetria del legname presente negli arenili e la quantificazione dei rifiuti (beach litter). Per questo è stata scelta un'area presso la spiaggia del Parco di San Rossore (PI) e grazie all'aiuto di particolari filtri è stato possibile isolare il legname dall'ortofoto generando un DTM dell'area e quindi fare un computo volumetrico del materiale da smaltire. Per quanto riguarda invece il monitoraggio dei rifiuti, le immagini acquisite sono state elaborate anche in ArcGis 9.3 con filtri creati appositamente e quindi ricavati shapefile con un calcolo finale areale sulla quantità dei rifiuti presenti.

Questa applicazione può essere un utile strumento nel monitoraggio dell'impatto del turismo balneare nelle nostre spiagge, nella quantificazione dei rifiuti spiaggiati durante le mareggiate e per una repentina e veloce gestione di questa particolare problematica per una corretta gestione costiera.

Ulteriori studi sono stati fatti per il monitoraggio della torbidità durante le fasi di dragaggio. Uno dei primi monitoraggi è stato fatto sul dragaggio presso la foce del fiume Magra (SP) nel 2016. In contemporanea con il volo, sono state prese delle misure di torbidità con una sonda, sia superficiali che a varie profondità. La carta della torbidità da drone è stata creata dal ricampionamento dei pixel e la regressione lineare con i valori di verità al suolo dati dalla sonda (Figg. 1a e 1b).

Questo rappresenta un utile strumento per monitorare i dragaggi o i versamenti e l'estensione dei relativi "plume" durante le varie fasi di intervento.

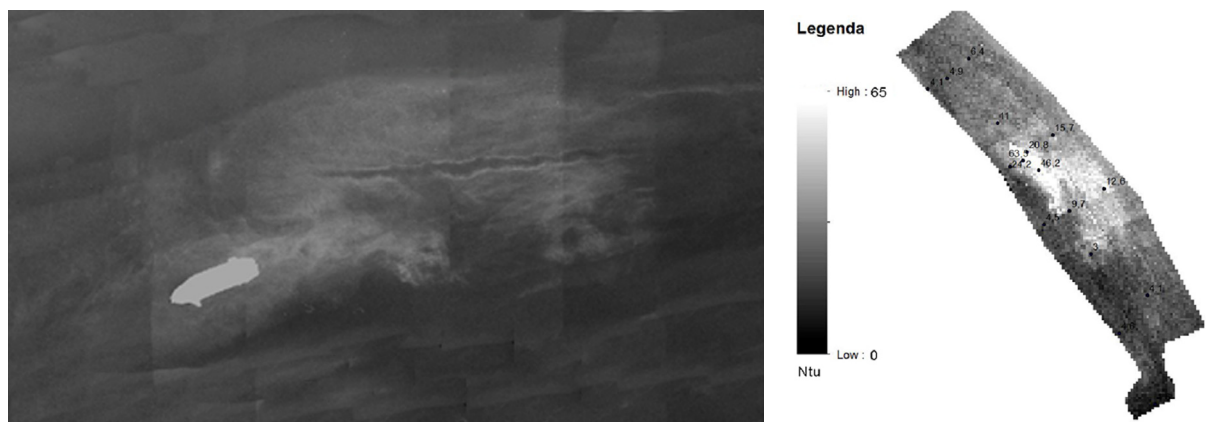


Figura 1. A sinistra rilievo drone durante un dragaggio, 2016; a destra mappa di torbidità ottenuta dal ricampionamento dei pixel.

## Bibliografia

- Mammì I., Rossi L., Vitale G., Zeoli A., 2016. *Realizzazione di modelli digitali topo-batimetrici da drone*. Studi Costieri, 24: 69-74.
- Turner I.L., Harley M.D., Drummond C. D., 2016. *UAVs for coastal surveying*. Coastal Engineering 114: 19-24.
- Gonçalves J.A., Henriques R., 2015. *UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas*. Journal of Photogramm. Remote Sens. 104: 101-111.