

Estrazione semi-automatica della linea di costa da immagini termiche per il monitoraggio in continuo delle dinamiche costiere

Eleonora Cagliero¹[0000-0003-2203-9865], Massimo Fabris²[0000-0002-4901-8522], Benedetta Gori¹, Carlo Masetto³, Umberto Trivelloni³

¹ Università di Padova, caglieroeleonora@gmail.com, bengori95@gmail.com

² Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, University of Padua, 35131 Padua, Italy, massimo.fabris@unipd.it

³ Regione del Veneto, Area Infrastrutture Trasporti Lavori Pubblici Demanio - Direzione Pianificazione Territoriale, carlo.masetto@regione.veneto.it, umberto.trivelloni@regione.veneto.it

Abstract. Nei prossimi decenni, a causa dell'aumento globale dei fenomeni erosivi e dell'innalzamento del livello del mare, le istituzioni centrali e periferiche saranno costrette ad intensificare le misure di protezione delle coste, destinate a diventare sempre più vulnerabili [1].

Per individuare tempestivamente le aree soggette a maggior rischio, al fine di prevedere opportune opere di difesa e mitigazione, risulta necessario un monitoraggio continuo degli spostamenti e dei cambiamenti di posizione e forma delle linee di costa che sia un buon compromesso tra accuratezza, tempi di esecuzione e costi [1].

In questo studio ci poniamo come obiettivo quello di mappare la linea di costa a partire da immagini ad altissima risoluzione spaziale (3.4 cm) acquisite da un drone a basso costo (ANAFI Thermal Parrot) dotato di un sensore termico FLIR.

Il rilievo è stato eseguito nel febbraio 2022, durante la bassa marea, lungo i 3 km della spiaggia di Barricata, Parco Naturale Regionale Veneto del Delta del Po. Durante il rilievo oltre alle immagini termiche sono state acquisite immagini ottiche RGB con risoluzione spaziale di 1.9 cm. Inoltre, la linea di demarcazione terra-mare (a metà tra la massima e la minima estensione dell'onda) è stata misurata a terra con un GNSS differenziale (GNSS line). Le immagini termiche e ottiche acquisite sono state mosaicate per creare un fotopiano termico e un'ortofoto ottica nel visibile.

Le linee di costa sono state estratte grazie a una classificazione supervisionata del fotopiano termico, che ha testato l'efficacia di tre diversi algoritmi (Spectral Angle, Minimum Distance, Maximum Likelihood), e all'utilizzo di un indice ad hoc (RB).

I risultati ottenuti utilizzando i tre algoritmi di classificazione e l'indice RB sono stati confrontati con le linee di costa derivate dal rilievo GNSS (GNSS line) e dalla fotointerpretazione e vettorializzazione manuale dell'ortofoto ottica nel visibile (visibile line) e del fotopiano termico (termica line).

Indipendentemente dall'algoritmo utilizzato, l'estrazione semi-automatica della linea di costa e l'impiego dell'indice RB hanno mostrato uno scostamento medio di c. 3 m rispetto alla GNSS line (espresso dall'indice di accuratezza RI - Ratio Index).

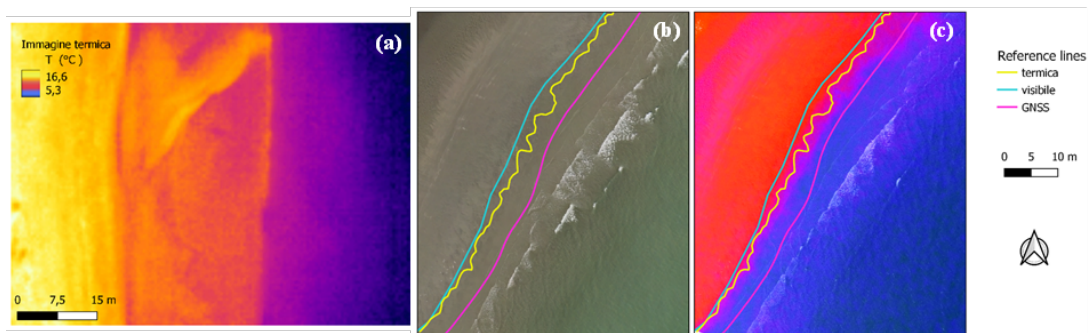


Fig. 1. Immagine termica con rispettivo range di temperatura (a). Reference lines su ortofoto ottica nel visibile (b) e sul fotopiano termico (c). SR: EPSG:6876 RDN2008/ Zona 12 (N-E)

Tale scostamento si riduce a 1.5 m rispetto alla linea ottenuta dall'ortofoto ottica nel visibile, e si abbassa ulteriormente a 43 cm quando si considera la linea vettorializzata dal fotopiano termico. Questo dimostra che i metodi testati nello studio restituiscono la linea di costa delimitata dall'onda massima, cioè dalla parte terminale dell'onda che si infrange sulla battigia (durante la bassa marea). Infatti, nel fotopiano termico (Fig.1a) le parti di battigia su cui si è appena infranta e ritirata l'onda massima hanno una temperatura minore e quindi cedono calore (in termini di radiazione infrarossa) più lentamente rispetto alle parti di battigia dove l'onda si è ritirata da più tempo (parti occupate dal mare durante l'alta marea). Secondo i risultati dell'indice DRI (Distributed Ratio index), il metodo di classificazione con cui si ottengono i risultati più accurati è quello del Minimum distance (Tab.1). Come evidenziato in questo studio, l'uso di tecniche GIS associate a immagini termiche acquisite tramite drone dotato di sensore termico a basso costo può offrire un contributo significativo al monitoraggio dell'ambiente costiero. Questo approccio consente di automatizzare il processo di estrazione della linea di costa riducendo tempi e costi se confrontato con altre metodologie e strumenti di rilievo (es. Lidar batimetrico, termocamere sofisticate).

Tab. 1. Confronto tra la linea derivante dai tre algoritmi di classificazione e dall'indice RB con la linea derivante dalla vettorializzazione sulla base dell'analisi visiva del fotopiano termico.

Metodi utilizzati per l'estrazione della linea di costa	Media	Mediana	Dev. Standard	Min	Max
Class. Spectral Angle	15 cm	11 cm	21 cm	1 cm	139 cm
Class. Min Distance	13 cm	10 cm	11 cm	1 cm	56 cm
Class. Max Likelihood	14 cm	8 cm	15 cm	1 cm	95 cm
Indice RB	15 cm	13 cm	19 cm	0.5 cm	125 cm

Riferimenti bibliografici

1. Alcaras, E.: Coastline extraction from satellite images using GIS functions, PhD thesis, Università degli Studi di Napoli