

Studio dell'evoluzione di una barra di foce interna tramite immagini da video-monitoraggio

Agnese Baldoni

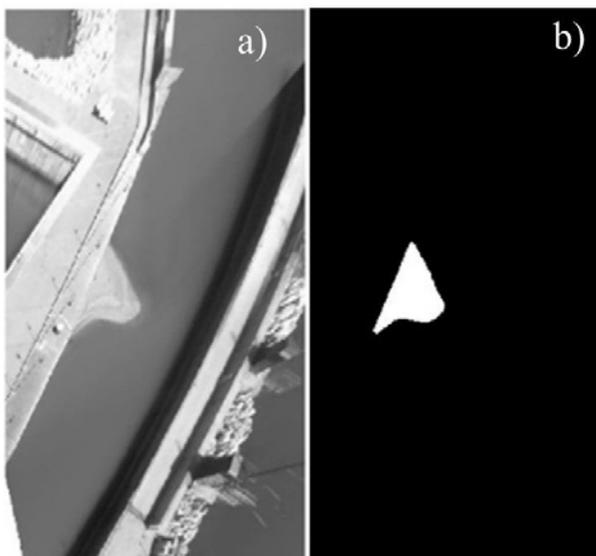
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura, Università Politecnica delle Marche.
Via Breccie Bianche, 60131 Ancona.
e-mail: a.baldoni@pm.univpm.it

Introduzione

Questo studio propone un approccio innovativo per l'identificazione di una barra formatasi all'interno della foce del fiume Misa (Senigallia, Marche). Tramite una procedura semi-automatica, tale deposito viene individuato su immagini acquisite da una stazione di video-monitoraggio e ne vengono estratte le caratteristiche geometriche, successivamente correlate con le serie temporali delle tipiche forzanti estuarine. Il deposito in questione, a causa del ridotto apporto fluviale degli ultimi anni, non segue più l'andamento ciclico tipico delle barre di foce (Brocchini et al., 2017), ma emerge persistentemente all'interno del fiume a partire dal 2017. Una conoscenza approfondita della dinamica della barra, finalizzata a sostenere eventuali decisioni nell'ambito della gestione dell'area estuarina, è ciò che ha motivato la presente ricerca.

Materiali e metodi

Per gli anni dal 2016 al 2019, sono state analizzate 13 immagini al giorno (Timex ortorettificate e stabilizzate) provenienti dal post-processing dei dati acquisiti dalla stazione di video-monitoraggio Sena Gallica Speculator (<http://www.morse.univpm.it>; Perugini et al., 2018). Il codice per l'analisi, implementato in Matlab, è semi-automatico (<https://github.com/Coastal-Imaging-Research-Network/River-Bar-Toolbox>) e identifica la barra emersa (Figura 1a) sulla base della differenza di colore tra la stessa e lo sfondo. Dopo aver ritagliato l'immagine e aver applicato una maschera su di essa, all'utente viene chiesto di classificare l'immagine (barra presente o assente, immagine scura, frangimento). Nel caso di barra visibile, il codice esegue la ricerca della barra all'interno di una finestra disegnata dall'utente. Dopodiché, il codice procede con 1) il gradiente dell'immagine, 2) la binarizzazione del gradiente e 3) operazioni morfologiche sull'immagine binaria, dove alla fine i pixels bianchi rappresentano la barra identificata (Figura 1b). A questo punto, il codice mostra il risultato del tracciamento della barra, che l'utente può accettare o meno. Nel primo caso, il codice calcola area, baricentro e perimetro della barra; nel secondo caso o nel caso in cui l'immagine ottenuta dal punto 3) risulti completamente nera, il codice



ritagliato l'immagine e aver applicato una maschera su di essa, all'utente viene chiesto di classificare l'immagine (barra presente o assente, immagine scura, frangimento). Nel caso di barra visibile, il codice esegue la ricerca della barra all'interno di una finestra disegnata dall'utente. Dopodiché, il codice procede con 1) il gradiente dell'immagine, 2) la binarizzazione del gradiente e 3) operazioni morfologiche sull'immagine binaria, dove alla fine i pixels bianchi rappresentano la barra identificata (Figura 1b). A questo punto, il codice mostra il risultato del tracciamento della barra, che l'utente può accettare o meno. Nel primo caso, il codice calcola area, baricentro e perimetro della barra; nel secondo caso o nel caso in cui l'immagine ottenuta dal punto 3) risulti completamente nera, il codice

Figura 1. a) Immagine ortorettificata della barra di foce; b) Immagine binaria risultante dal passaggio 3.

procede con il miglioramento del contrasto dell'immagine tramite l'algoritmo CLAHE (Zuiderveld, 1994) e con un ulteriore tentativo di tracciamento. Nell'eventualità di tracciamento ancora errato, l'utente può disegnare manualmente il contorno della barra. Per la correlazione con le tipiche forzanti estuarine, sono stati utilizzati solo i dati di area e baricentro, per i quali è stato calcolato un dato medio giornaliero al fine di eliminare la dipendenza dei dati dalle variazioni orarie di marea.

Risultati

I risultati hanno mostrato che la barra si è formata lungo gli ultimi 200 m del canale di foce, dove avviene la convergenza tra i flussi fluviale e ondoso. Eventi di piena hanno determinato migrazioni verso mare della barra, la cui entità è dipesa da 1) la portata fluviale, 2) l'azione concomitante delle onde e 3) la posizione della barra lungo il canale. La migrazione è risultata maggiore all'aumentare della portata fluviale e minore nel caso di azione ondosa contemporanea a quella fluviale. Inoltre, a parità degli altri fattori, la barra ha mostrato migrazioni maggiori quanto più era posizionata a monte lungo il canale, in quanto più esposta all'azione diretta del flusso fluviale. Nei periodi di debole afflusso fluviale, la barra ha migrato verso monte, spinta dalle onde. Tale migrazione è stata sempre graduale e lenta, tranne che in corrispondenza di alcune tempeste di modesta intensità, che hanno causato una diminuzione dell'area della barra ed uno spostamento verso monte del baricentro della barra. I video acquisiti dalla stazione SGS hanno confermato che le onde sono state in grado di risalire all'interno dell'estuario, influenzando l'evoluzione della barra. Infine, sia la marea astronomica sia quella meteorologica non hanno avuto un'influenza dominante sull'evoluzione della barra, modificandone soltanto la porzione emersa con la loro oscillazione.

Discussione

Questo studio mostra l'effetto dell'interazione tra le forzanti agenti nell'estuario del Misa sull'evoluzione della barra di foce interna. Il flusso fluviale mobilita i sedimenti, erode la cresta della barra e deposita il materiale eroso a valle della barra, dove il flusso decelera. Questo dà luogo ad una migrazione verso mare della barra, il cui massimo valore osservato è stato di 1.74 volte la larghezza del fiume ed ha avuto luogo in 6 giorni. Le onde, al contrario, penetrano nel canale di foce e generano un trasporto di sedimenti diretto verso monte, dando luogo ad una graduale e lenta migrazione upriver della barra, il cui massimo valore osservato è stato di 2.59 volte la larghezza del fiume ed ha avuto luogo in 47 giorni. Azione fluviale ed ondosa possono combinarsi in diversi modi, causando comportamenti della barra differenti. Inoltre, la posizione della barra lungo il canale è un fattore importante in quanto determina maggiore esposizione della barra all'azione fluviale o marina a seconda che si trovi più verso monte o più verso valle. Meno importante è l'azione delle componenti della marea astronomica e meteorologica, che hanno influenzato soltanto la porzione di barra emersa, ma non la sua migrazione.

Conclusioni

L'integrazione di questi dati osservati con dati derivanti da modellazione numerica è in fase di svolgimento e permetterà di indagare molteplici scenari e di disporre di un utile strumento di monitoraggio per la zona estuarina.

Bibliografia

- Brocchini, M., Calantoni, J., Postacchini, M., Sheremet, A., Staples, T., Smith, J., Reed, A.H., Braithwaite, E.F., Lorenzoni, C., Russo, A., Corvaro, S., Mancinelli, A., Soldini, L., 2017. Comparison between the wintertime and summertime dynamics of the Misa River estuary. *Marine Geology* 385, 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2016.12.005>
- Perugini, E., Soldini, L., Palmsten, M., Calantoni, J., Brocchini, M., 2018. A new video monitoring station along the Adriatic Coast. XXXVI Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, IDRA2018, Ancona, Italy, 12-14 September 2018.
- Zuiderveld K., 1994. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. In: P.S. Heckbert (Eds.), *Graphics Gems IV*. Academic Press, pp. 474-485. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-336156-1.50061-6>