

INTEGRAZIONE DI UN MODELLO COSTIERO DI PREVISIONE DELLO STATO DEL MARE CON UN SISTEMA DI VIDEO-MONITORAGGIO

Luca Parlagreco ¹, Francesca Catini ¹, Saverio Devoti ¹, Arianna Orasi ¹, Roberto Inghilesi ¹ & Luca Liberti ¹

(1) ISPRA, Istituto Superiore per la Ricerca e Protezione Ambientale, Roma.

ASPETTI CHIAVE:

- Integrazione di un sistema di previsione delle onde con un sistema di video-monitoraggio per un'analisi contestuale di forzante e impatto
- Strutturazione di una rete osservativa delle dinamiche di spiaggia e dei fondali in ambiti litoranei privi di strutture rigide di difesa
- Analisi del comportamento delle barre nel breve e medio termine

1 INTRODUZIONE

In una scala previsionale di medio e lungo termine, l'impatto delle mareggiate sulle spiagge verrà sempre più condizionato dalla disponibilità e mobilità di sedimento lungo la costa. Le barre sabbiose rappresentano un elemento morfologico la cui variabilità può rappresentare fino all'80% della dinamica morfologica dell'intero sistema spiaggia (*Plant et al.*, 1999). Ne consegue che la loro variazione in forma e dimensione è strettamente connessa con le dinamiche di trasporto sedimentario cross- e longshore (*Walstra et al.*, 2014). Le difficoltà tecniche di esecuzione di campagne di misura diretta della morfologia di spiaggia ha favorito lo sviluppo di metodologie indirette di monitoraggio: a partire dalla fine degli anni '80 il video-monitoraggio costiero si propone come potenziale strumento di osservazione sequenziale della morfologia della spiaggia e dei fondali (*Lippmann & Holman*, 1989; *Holland et al.*, 1997).

L'integrazione di dati di video-monitoraggio con dati di simulazione dello stato ondoso fornisce la possibilità di analizzare in dettaglio l'evoluzione degli impatti a riva di un determinato evento di mareggiata (*Archetti et al.*, 2015). Con il duplice obiettivo di analizzare le dinamiche evolutive dei sistemi di barre lungo litorali sabbiosi e di eseguire tali osservazioni in settori caratterizzati da differente esposizione ondosa, è stata dunque strutturata una rete di video-monitoraggio costituita da tre centraline lungo il Tirreno e due lungo l'Adriatico.

2 LA RETE DI VIDEO-MONITORAGGIO ISPRA

Il sistema di video-monitoraggio acquisisce ed elabora giornalmente tre tipologie di immagini, la media, la varianza e la timestack (*Holman & Stanley*, 2007 per una review). L'immagine "media" è il risultato della media dell'intensità luminosa dei pixel su 10 minuti di acquisizione a circa 2Hz. Similmente, l'immagine "varianza" rappresenta la varianza dell'intensità dei pixel. A seguito di procedure di fotogrammetria digitale, si può sintetizzare la morfologia della spiaggia emersa e sommersa tramite la mappatura di alcuni "video-elementi" connessi alla dinamica del moto ondoso, come ad esempio, la posizione della frangenza a riva e sulle barre sommerse. La timestack è un'immagine composita, costruita per registrare la serie temporale di intensità luminosa in una determinata porzione del fotogramma. Generalmente si imposta un vettore di pixel perpendicolare alla riva per registrare le oscillazioni dello *swash* ad una opportuna frequenza (nel nostro caso circa 2Hz). La timestack è utile per caratterizzare i processi idrodinamici nella zona di frangenza (*Archetti & Zanuttigh*, 2010).

La localizzazione delle centraline è vincolata dalla possibilità di inquadrare porzioni di litorali non direttamente influenzate dalla presenza di strutture aggettanti in mare e, allo stesso tempo, di individuare punti di vista ad una quota che permetta l'osservazione di almeno un km di litorale. Attualmente sono operative le centraline installate presso Terracina (LT), Sabaudia (LT) e Pineto (TE), mentre sono in fase di installazione le centraline di San Vincenzo (LI) e Senigallia (AN).

3 IL SISTEMA DI PREVISIONE DELLE ONDE ISPRA

Il sistema ISPRA di previsione operativa dello stato del mare, Mediterranean Coastal Wave Forecasting (Mc_waf) system, è costituito da una serie di modelli di previsione in cascata, in grado di fornire informazioni a scala di Mediterraneo, scala regionale e scala costiera. Al momento sono implementate un'area di bacino a risoluzione 1/30 deg., nove aree regionali a risoluzione 1/60 deg. e cinque aree costiere ad altissima risoluzione spaziale (1/240 deg., corrispondenti a meno di 400m di risoluzione), vedi Figura 1. Il sistema fa uso del vento BOLAM prodotto dal sistema di previsione ISPRA-SIMM (Sistema Idro-Meteo-Mare), calcolato su tutto il Mediterraneo a risoluzione di circa 7.8 km. Data la natura del sistema di previsione, orientato a fornire lo stato del mare anche in aree costiere, particolare cura viene data alla preparazione delle batimetrie. Il sistema attualmente impiega per l'area a scala di Mediterraneo il prodotto EMODNET bathymetry (versione rilasciata ad agosto 2015). Nelle aree regionali, le batimetrie di grande scala sono integrate con dati forniti dalle carte prodotte dall'Istituto Idrografico della Marina. Sulle aree costiere sono implementate batimetrie basate anche su informazioni locali tipo multibeam. Il sistema fornisce previsioni giornaliere a medio termine, ossia cinque giorni utili di previsione. Sono stati periodicamente condotti studi per accertare l'affidabilità del sistema di previsione a tutte le scale spaziali, in particolare mediante confronti con osservazioni dalle boe della Rete Ondametrica Nazionale (RON) al largo (Inghilesi et al. 2016), e con osservazioni da strumenti su basso fondale a costa (Inghilesi et al., 2012, Casaioli et al., 2014).

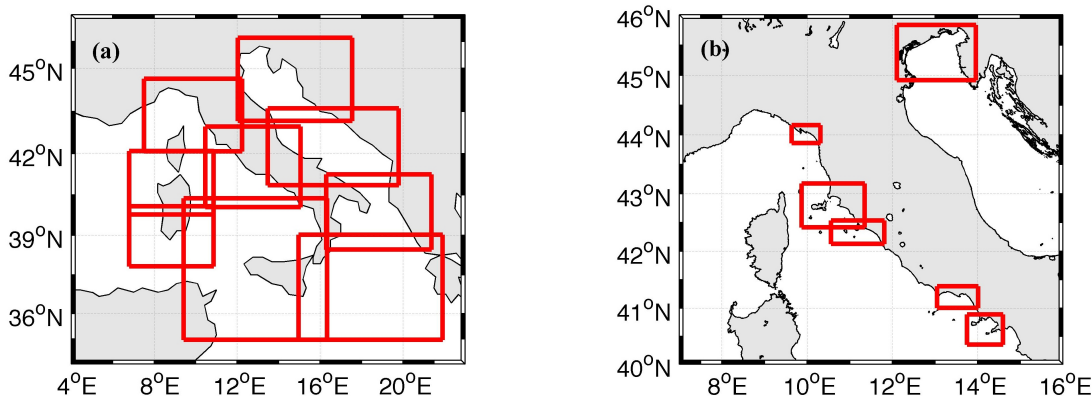


Figura 1. Pannello (a): posizione delle nove aree regionali del sistema di previsione Mc_waf; pannello (b) posizione delle cinque aree costiere ad alta previsione del sistema Mc_waf.

4 APPLICAZIONE

L'integrazione di dati di simulazione ondosa ad alta risoluzione e dati di video-monitoraggio fa uso della classificazione delle mareggiate per la valutazione gli impatti a costa. La base dati utilizzata è riferita al periodo novembre 2014-gennaio 2016 ed è costituita dai dati estratti dall'archivio prodotto dalla centralina di video-monitoraggio di Terracina (in parte descritti in Parlagreco et al., (2011) e da simulazioni dello stato ondoso relative all'area costiera Mc_waf contenente la stazione.

4.1 Classificazione delle mareggiate e valutazione degli impatti

Il metodo impiegato per la classificazione delle mareggiate al largo si basa sull'analisi degli eventi indipendenti, in modo analogo a quanto si usa per l'analisi statistica degli eventi estremi (Inghilesi et al., 2000). In primo luogo viene determinata la separazione degli eventi attraverso l'analisi della funzione di autocorrelazione delle altezze significative spettrali (Hm0) su un lungo insieme di dati osservati. Sono dunque individuati i valori rappresentativi dell'evento (altezza significativa massima, direzione, periodo medio, periodo di picco associati al massimo della mareggiata) nella serie prevista. Gli eventi sono quindi ordinati in base al periodo di ritorno dell'evento sulla base delle statistiche note per le osservazioni storiche RON disponibili più vicine.

Operativamente, nella presente metodologia di monitoraggio integrato, la classificazione è stata strutturata in più fasi: 1) identificazione della stazione RON più vicina al sito di studio e calcolo dei parametri statistici utili per l'individuazione degli eventi di mareggiata (soglie di altezze d'onda e di separazione); 2) classificazione degli eventi sulla serie di dati ondosì simulati presso la stazione RON; 3) individuazione di un punto di simulazione a circa 1000 metri dalla costa (tirante intorno a -20m); 4) analisi delle serie ondose a costa nelle stesse finestre temporali degli eventi simulati al largo; 5) descrizione dell'impatto sulla spiaggia in base alle variazioni delle posizioni degli indicatori morfologici e alla risalita ondosa sull'arenile.

In Figura 2 sono illustrati i risultati ottenuti con il metodo descritto. Si evidenzia come la mareggiata più energetica, occorsa nel mese di gennaio 2015, inducendo una sensibile mobilitazione di sabbia dalla riva ai fondali abbia causato la formazione di una nuova barra. Tale assetto risulta stabile in tutto il restante periodo di monitoraggio. Questo è in accordo con le stime del periodo di ritorno associato alla mareggiata su Ponza che, rispetto al settore direzionale da sud-ovest, risulta essere di oltre 5 anni.

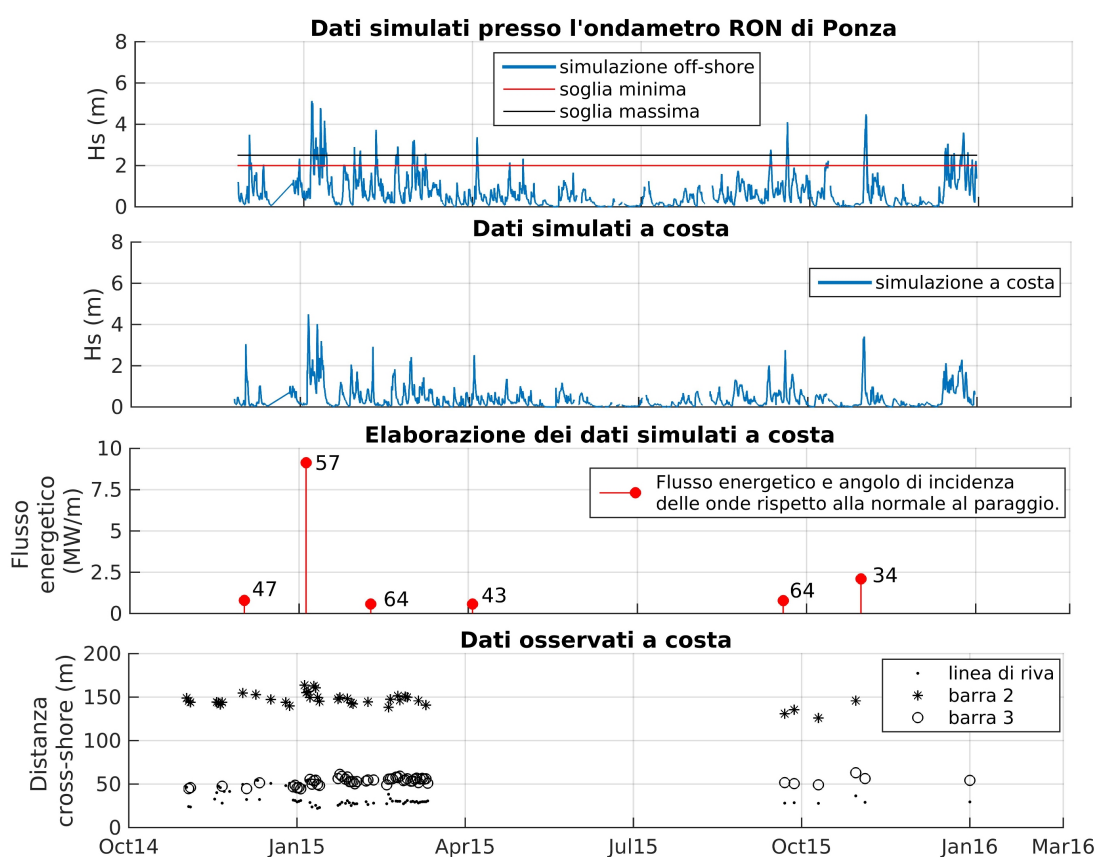


Figura 2. Esempio di procedura di classificazione di mareggiata e valutazione degli impatti a costa. Nel pannello inferiore, il posizionamento cross-shore delle morfologie è stato mediato su 1km di litorale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Archetti, R. & Zanuttigh, B. Integrated monitoring of the hydro-morphodynamics of a beach protected by low crested detached breakwaters. *Coastal Engineering*, 2010, 57, 879–891.
 Archetti, R., Paci, A., Carniel, S. & Bonaldo, D. Best index related to the shoreline dynamics during a storm: the case of Jesolo beach, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.*, 2015, 3, 7089-7134.
 Casaioli M., F. Catini, R. Inghilesi, P. Lanucara, P. Malguzzi, S. Mariani, and A. Orasi: An operational forecasting system for the meteorological and marine conditions in Mediterranean regional and coastal areas, *Adv. Sci. Res.*, 11, 11-23, 2014
 Holland, K. T., R. Holman, T. Lippmann, J. Stanley & Plant N. Practical use of video imagery in nearshore oceanographic field studies, *Journal of Oceanic Engineering*, 1997, 22, 81–92.

- Holman, R. A. & Stanley J. The history and technical capabilities of Argus, Coastal Engineering, 2011, 54, 477-491.
- Inghilesi R., Corsini S., Guiducci F. and A. Arseni , Statistical analysis of extreme waves on the Italian Coasts from 1989 to 1999, Boll. Geof. Teor. e Appl. Vol.41, n.3-4 pp315-337, 2000
- Inghilesi R., F. Catini, G. Bellotti, L. Franco, A. Orasi, and S. Corsini, Implementation and validation of a coastal forecasting system for wind waves in the Mediterranean Sea, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 485-494, 2012
- Inghilesi R., Orasi A., Catini F., The ISPRA Coastal Wave Forecasting System: evaluation of the first period of activity, Journal of Operational Oceanography, in press, 2016.
- Lippmann, T. C. & Holman R. A. Quantification of sand bar morphology: a video technique based on wave dissipation, Journal of Geophysical Research, 1989, 94, 995–1011.
- Parlagreco, L., Archetti, R., Simeoni, U., Devoti, S., Valentini, A. & Silenzi, S. Video-moniotring of a barred nourished beach (Latium, Central Italy), Journal of Coastal Research, 2011, SI64, 110-114.
- Plant, N. G., Freilich, M. H. & Holman, R. A. Role of morphologic feedback in surf zone sandbar response, Journal of Geophysical Research, 2001, 106, 973-989.
- Walstra, D.J.R., Ruessink, B.G., Reniers, A.J.H. & Ranasinghe, R. Process-based modeling of kilometer-scale alongshore sandbar variability, Earth Surface Processes and Landforms, 2015, 40, 995-1005.