

Uno strumento di ausilio alla navigazione nel Porto della Spezia

Maurizio Soldani¹[0000-0001-7039-2781] e Osvaldo Faggioni¹

¹ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
maurizio.soldani@ingv.it, osvaldo.faggioni@ingv.it

Abstract. La conoscenza del livello del mare è di fondamentale importanza per la gestione delle attività portuali (sicurezza della navigazione, prevenzione di incagli, ottimizzazione del carico di una nave, controllo della qualità delle acque). A tale scopo è stata sviluppata un'applicazione che, sulla base del livello del mare misurato o previsto, aggiorna dinamicamente la mappa batimetrica di un bacino portuale e implementa i cosiddetti “semafori virtuali”, suddividendo l'area in zone consentite (verdi) / di allerta (gialle) / proibite (rosse) in un determinato istante per una determinata nave, sulla base del suo pescaggio. Essa rappresenta un'utile interfaccia di supporto alle autorità competenti per evitare o gestire situazioni critiche, individuando aree potenzialmente pericolose per una certa nave ad un determinato istante [1].

In Fig. 1 è mostrata l'area settentrionale del Porto della Spezia il 12/03/2019 alle 06:50 UTC (livello del mare -0.41 [m]); sono evidenziate le zone consentite (profondità maggiore di 13.5 m) / di allerta (profondità compresa tra 12 e 13.5 m) / proibite (profondità inferiore a 12 m) per una nave avente pescaggio di 12 m.

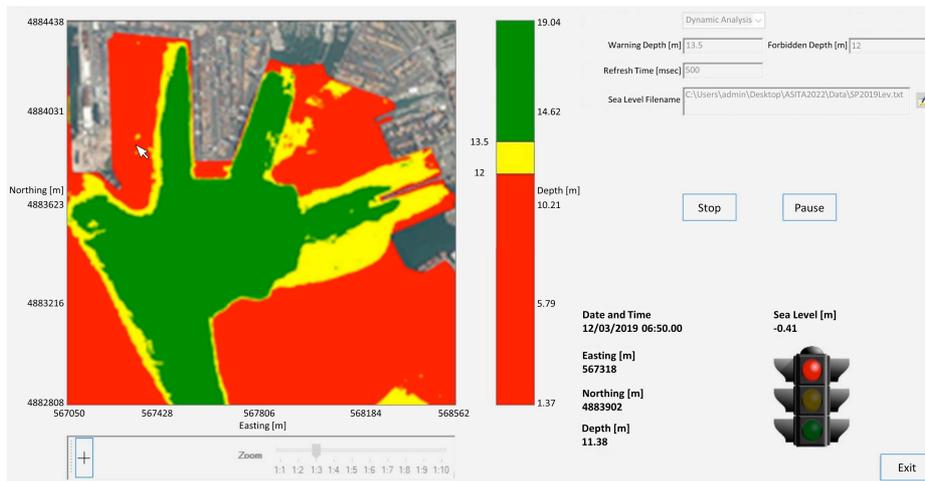


Fig. 1. Dettaglio dei semafori virtuali nel Porto della Spezia il 12/03/2019 alle 06:50 UTC.

In particolare, il semaforo in basso a destra indica, mediante il suo colore, se la posizione puntata dal mouse (in questo caso coordinate UTM Easting 567318, Northing 4883902 [m]) è consentita / di allerta / proibita per una determinata nave ad un certo istante: tenendo il puntatore fermo in una certa posizione della mappa, possiamo osservare come il suo colore cambia al variare del tempo. La suddivisione in zone consentite / di allerta / proibite della stessa area portuale varia considerando un altro istante (caratterizzato da un diverso valore di livello del mare) o un'altra nave, avente un diverso pescaggio.

Per giungere ad un'accurata previsione del livello del mare e quindi della batimetria in ambiente portuale, oltre alla conoscenza delle maree astronomiche (dovute all'attrazione gravitazionale luni-solare e note a partire dalle tavole di marea), un contributo fondamentale è dato dallo studio delle cosiddette "maree meteorologiche" (il livello del mare si innalza quando la pressione atmosferica diminuisce e viceversa). Infatti, durante gli ultimi quindici anni, un elevato numero di maree "anomale" è stato osservato nei porti italiani. L'analisi statistica delle misure effettuate ha consentito di correlare questo fenomeno alle variazioni di pressione atmosferica nella colonna d'aria soprastante il bacino portuale, che possono produrre variazioni di livello del mare anche quattro o cinque volte maggiori delle maree astronomiche; inoltre, a differenza di queste ultime, non sono predicibili in maniera deterministica [2].

Uno studio pluriennale è stato condotto nel Porto della Spezia; i dati analizzati sono stati acquisiti mediante la locale stazione meteo-mareografica ISPRA. È stato esaminato un elevato numero di eventi significativi accaduti, e per ognuno di essi è stato stimato il fattore di trasferimento idrobarometrico J_{ph} che rappresenta la correlazione tra il gradiente di pressione atmosferica Δp (causa) e la conseguente variazione di livello del mare Δh (effetto); esso è definito (in valore assoluto) come $J_{ph} = \Delta h / \Delta p$, dove Δh è espresso in [cm] mentre Δp è espresso in [hPa] o [mBar]. Di tutti i valori di J_{ph} trovati è stata studiata la distribuzione statistica, stimandone il valore medio. Si è trovato che tale parametro nel Porto della Spezia è all'incirca il doppio rispetto all'off-shore, dove, come è noto, vale all'incirca 1 [cm/hPa] (ad 1 [hPa] di variazione di pressione atmosferica corrisponde approssimativamente 1 [cm] di gradiente di livello del mare); il golfo infatti si comporta come un bacino semi-vincolante, che impedisce il movimento orizzontale della massa d'acqua verso la costa e lo trasforma in movimento verticale; una variazione di pressione di qualche [hPa] è quindi in grado di indurre una variazione di livello del mare di parecchi [cm]; quest'ultima, se in fase con una marea astronomica, può provocare una variazione di livello complessiva eccezionale. Una volta noto il fattore di trasferimento idrobarometrico, è possibile stimare la marea meteorologica, semplicemente moltiplicando J_{ph} per la pressione atmosferica misurata / prevista e cambiando segno per tenere conto del fatto che Δh e Δp hanno verso opposto: quando una grandezza aumenta, l'altra diminuisce.

Riferimenti bibliografici

1. Soldani, M., Faggioni, O.: A System to Improve Port Navigation Safety and Its Use in Italian Harbours, *Applied Sciences* 11(21), 10265, 31 pp. (2021). doi.org/10.3390/app112110265
2. Faggioni, O., et al.: The Newtonian approach in meteorological tide waves forecasting: Preliminary observations in the East Ligurian harbours. *Annals of Geophysics* 49, 1177–1187 (2006). doi:10.4401/AG-4413