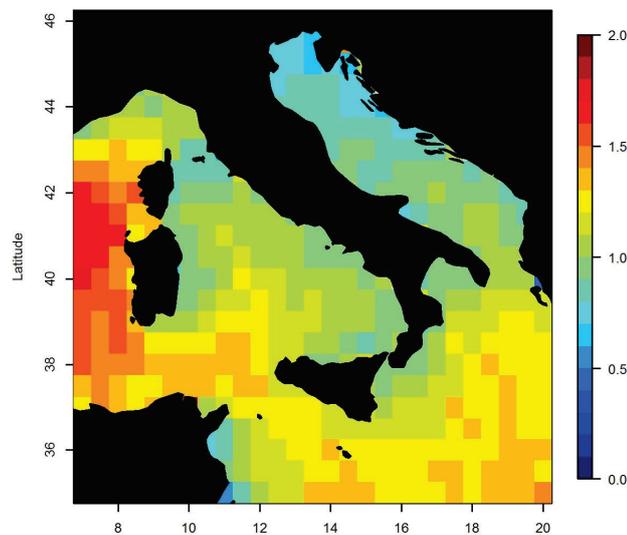


Gabriele Nardone, Marco Picone, Arianna Orasi

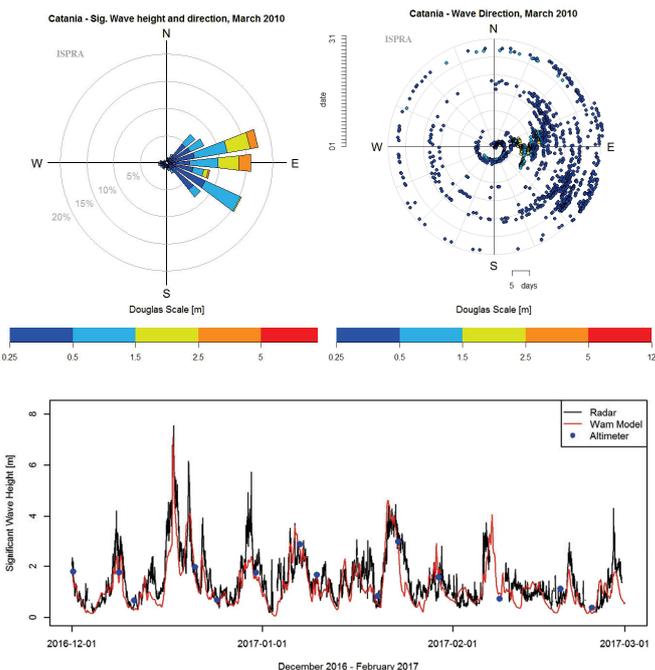
ISPRRA, Centro nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera, la climatologia marina e l'oceanografia operativa, Roma  
[retemareografica@isprambiente.it](mailto:retemareografica@isprambiente.it); [reteondametrica@isprambiente.it](mailto:reteondametrica@isprambiente.it)

Le informazioni sullo stato del mare sono necessarie per molte applicazioni, che vanno dalla sicurezza in mare e lungo la fascia costiera alla pianificazione e progettazione di infrastrutture che insistono sulla costa (dalle opere di difesa a quelle portuali), che richiedono sia dati in tempo reale che lunghe serie storiche. Inoltre, la variazione dello stato del mare può influenzare notevolmente aspetti ambientali, può rivelare l'intensità delle tempeste e dei pattern climatici associati a grandi scale, le correnti a piccola scala ed entra nelle parametrizzazioni dei flussi aria-mare. Per tutti questi aspetti, la risoluzione spaziale richiesta varia da alcuni chilometri fino alla scala del centimetro.

Tali requisiti non possono essere soddisfatti solo dalle osservazioni in situ e da remoto (necessariamente puntuali o molto localizzate) ed i modelli numerici possono essere combinati con i dati osservati per ottenere la necessaria risoluzione. Poiché gli strumenti modellistici attualmente in uso sono ancora suscettibili di miglioramenti, in particolare modo per le previsioni meteo-marine lungo la fascia costiera, le osservazioni risultano fondamentali per fornire le condizioni iniziali e come strumento di verifica, relativi ai principali parametri fisici quali venti, correnti e onde. Le osservazioni in situ e satellitari sono particolarmente importanti per la correzione e la calibrazione di altezze significative d'onda, in particolare per garantire la stabilità delle serie temporali da modello. Sono in corso numerosi studi per sviluppare le capacità di misurare le onde dei satelliti e dei sistemi di osservazione in situ. Questi includono la generalizzazione delle misurazioni direzionali, un più facile scambio di dati sulle boe ormeggiate, la misurazione delle onde su boe alla deriva, l'evoluzione della tecnologia dell'altimetro satellitare e la misurazione degli spettri delle onde direzionali da radar satellitari.



**Analisi climatologica delle altezze d'onda significative dal 1991 al 2014 da dati altimetrici Progetto Cersat Ifremer**

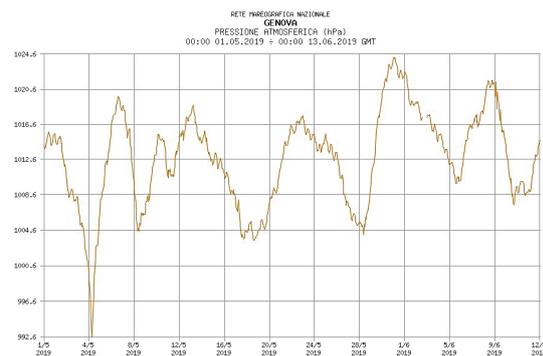


Per ognuno di questi sistemi osservativi, la stabilità dei dati è una questione molto importante. La combinazione delle diverse fonti di dati e dei modelli numerici, può meglio soddisfare le esigenze di una più vasta comunità di utenti.

Contemporaneamente lo sviluppo dei sistemi informativi ha permesso l'implementazione di modelli numerici meteo-marini ad altissima risoluzione per la stima dei principali parametri fisici, producendo previsioni sempre più accurate anche nel medio termine, prodotti di reanalisi utili per la determinazione di una corretta climatologia e di possibili trend evolutivi e studi di piccola scala soprattutto lì dove la componente di monitoraggio risulta insufficiente. La previsione dei modelli meteo-marini ha inoltre un ruolo di fondamentale importanza a supporto del sistema di allertamento nazionale e regionale per la previsione e la prevenzione del rischio costiero, e dunque la fase di verifica diventa particolarmente rilevante anche dal punto di vista operativo. Risulta evidente che per poter descrivere efficacemente lo stato del mare è necessario un sistema che integri le osservazioni in situ e da remoto con la modellistica numerica al fine di rispondere alle diverse necessità di risoluzione spaziale e temporale che la descrizione di un fenomeno così complesso richiede.

**In alto: osservazioni di altezza significativa e direzione dell'onda presso la boa RON di Catania**

**In basso: confronto fra altezze significative dell'onda previste dal modello Mc-Waf dell'ISPRRA e rilevate da radar costiero e altimetro presso Malta**



**In alto: osservazioni di pressione atmosferica presso la stazione RMN di Genova**

**In basso: intensità e direzione del vento presso la stazione RMN di Genova**

L'ISPRRA gestisce reti osservative per il monitoraggio dello stato fisico del mare a livello nazionale ondometrica (RON) e mareografica (RMN), i cui dati d'archivio ed in tempo reale sono disponibili liberamente in formato Linked Open Data (<http://dati.isprambiente.it>). La dotazione strumentale è costituita da boe e mareografi che consentono la rilevazione in tempo reale dei parametri di moto ondoso, di livello del mare e dei principali parametri meteorologici quali: temperatura dell'aria, intensità e velocità del vento, pressione atmosferica e temperatura superficiale del mare, sia in mare aperto che lungo la fascia costiera. Le lunghe serie temporali costituiscono un patrimonio importante ai fini della conoscenza dei fenomeni marini che coinvolgono i mari italiani sia in termini di climatologie che di eventi estremi. Per molti anni questi dati hanno costituito la principale fonte di informazione in grado di fornire misure di buona qualità. Nelle ultime decadi l'uso del telerilevamento ha esplosa il numero dei dati a disposizione andando a colmare le lacune dei sistemi di monitoraggio fissi, permettendo quindi di ottenere stime dello stato del mare su una vasta scala spaziale.

In ambito modellistico tali dati sono stati utilizzati per la verifica delle previsioni fornite dalla modellistica marina del Sistema Idro Meteo Mare (SIMM), modello operativo a partire dal 2012 in ISPRRA, per la verifica della previsioni dei livelli nella Laguna di Venezia e a questi lavori è stato da poco affiancato l'analisi dei dati marini da radar costiero e dei dati satellitari altimetrici e radar per la ricostruzione e la caratterizzazione di eventi significativi. Tali analisi richiedono la gestione di grandi quantità di dati provenienti da fonti diverse; l'eterogeneità delle informazioni implica l'omogeneizzazione dei parametri al fine di renderli comparabili su scale spaziali e temporali definite. Lo scopo ultimo è la definizione di climatologie robuste, l'identificazione di trend evolutivi di lungo periodo e la sperimentazione di tecnologie innovative per il monitoraggio meteo-marino.

**References:**

L.H. Holthuijsen, Waves in Oceanic and Coastal Waters, Cambridge University Press, (2010).  
L.L. Fu, A. Cazenave, Satellite Altimetry and Earth Sciences: A Handbook of Techniques and Applications vol. 69, Academic Press, (2000).  
T.J. Thomas, G. Dwarakish, Numerical wave modelling—A review, Aquatic Procedia 4 (2015) 443–448.  
L.R. Wyatt, J.J. Green, A. Middleditch, HF radar data quality requirements for wave measurement, Coast. Eng. 58 (2011) 327–336.