

Energia dal mare, la politica europea e le prospettive per la regione mediterranea

L'energia dal mare sta diventando sempre più una prospettiva concreta ed una valida opzione che potrà affiancare le altre fonti rinnovabili nel mix energetico nei prossimi anni anche in riferimento all'area mediterranea. Il nostro Paese è all'avanguardia nella ricerca, sviluppo e sperimentazione di dispositivi prototipali e precommerciali in questo settore e sta guadagnando visibilità internazionale, con possibilità di esportazione per le tecnologie più avanzate.

DOI 10.12910/EAI2020-054

di **Gianmaria Sannino**, Responsabile del Laboratorio Modellistica climatica e impatti, ENEA - **Adriana Carillo**, **Maria Vittoria Struglia**, Laboratorio Modellistica climatica e impatti, ENEA

Entro il 2050 l'energia elettrica dovrà essere prodotta con tecnologie esenti da emissioni, a basso costo e flessibili: fra le opzioni più promettenti in questa direzione, l'energia dal mare – sia dalle correnti di marea che dal moto ondoso che negli ultimi anni è entrata a far parte della strategia generale dell'UE. Infatti, nel 2017 è stato creato un gruppo di lavoro dedicato a questo settore nell'ambito del SET-Plan¹, il Piano strategico per le tecnologie energetiche che ha recentemente pubblicato specifici piani di attuazione, delineando azioni prioritarie per promuovere gli sviluppi futuri (SET-Plan, 2018). Il gruppo di lavoro è composto da 10 Stati membri dell'UE: Gran Bretagna, Italia, Spagna, Francia, Belgio, Portogallo, Germania, Irlanda, Cipro, Svezia. Ad esso hanno aderito anche altre parti interessate, come le agenzie governative competenti, i rappresentanti regionali e dei settori industria e istruzione e le associazioni di ricerca. Per l'energia

oceanica, gli obiettivi comuni concordati sono:

- raggiungere la diffusione commerciale,
- ridurre il costo livellato dell'energia (LCoE)²,
- consolidare la posizione di leadership dell'Europa nel settore,
- rafforzare la base tecnologica industriale europea per creare crescita economica, posti di lavoro e consentire all'Europa di competere su una scena globale.

In particolare, il gruppo di lavoro ha concordato di fissare obiettivi quantitativi per il LCoE: 15 centesimi di euro/kWh nel 2025 e 10 nel 2030 per il flusso delle maree, 20 centesimi di euro/kWh nel 2025, 15 nel 2030 e 10 nel 2035 per l'energia dalle onde. Ci si aspetta infatti che attraverso una rapida convergenza tecnologica quest'ultima tecnologia segua lo stesso percorso dell'energia dalle maree, tecnologicamente più consolidata, e raggiunga gli stessi obiettivi con cinque anni di ritardo.

400mila nuovi posti di lavoro

Con questa tabella di marcia, entro il 2050 l'Europa potrà contare su 100 GW dall'energia dal mare - equivalenti al 10% dell'attuale consumo europeo - ed aggiungersi alle varie fonti di energia rinnovabile, come l'eolico e il solare, che domineranno il sistema elettrico europeo nel 2050. Entro questa stessa data, il settore creerà 400.000 nuovi posti di lavoro a livello europeo. Il vantaggio tecnologico dell'Europa nel settore dell'energia oceanica garantirà alle aziende europee un'ampia quota di un forte mercato globale, come avvenuto per l'eolico offshore. Con zero emissioni di carbonio, l'energia oceanica contribuirà ad affrontare il cambiamento climatico e a realizzare un'Europa più pulita, più sostenibile e più prospera. **Se negli anni passati lo sviluppo dell'energia marina non è stata una priorità nel Mediterraneo, in quanto il settore era considerato meno competitivo se confrontato con altre rin-**

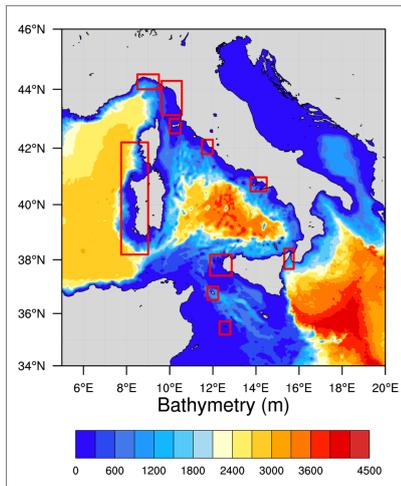


Fig. 1 Bathimetria utilizzata dal modello di onde nella zona intorno all'Italia e indicazione dei sottobacini su cui sono disponibili previsioni ad alta risoluzione

novabili (ad esempio, solare o energia eolica terrestre), la situazione sta invece rapidamente cambiando. Infatti, il potenziale contributo dell'energia dal mare al futuro bilancio energetico della nostra area non va sottovalutato, in quanto i recenti sviluppi tecnologici dei convertitori di energia da onde e correnti più efficienti e di minor costo hanno reso più realistico il raggiungimento del costo livellato dell'energia prefissato anche nelle zone mediterranee. A questo si aggiunge che il Mediterraneo è un ambiente fragile e prezioso, dove tutela del paesaggio e impatto ambientale devono essere posti in primo piano, per cui l'adozione di dispositivi meno invasivi quali i convertitori da onde e correnti, può essere preferibile all'eolico off-shore. È da sottolineare, infatti, che recenti studi condotti dai maggiori centri di ricerca internazionali (Copping et al., 2020) e nazionali, tra cui il CNR e l'ENEA (Buscaino et al, 2019), hanno evidenziato il bassissimo impatto ambientale degli attuali prototipi più promettenti.

Rafforzare il ruolo dell'energia dal mare nel Mediterraneo

Rafforzare il ruolo dell'energia dal mare nel Mediterraneo ora appare più una necessità che una scelta, come testimonia il crescente interesse degli enti locali (ad esempio l'ANCIM italiana, Associazione Nazionale Comuni Isole Minori). Infatti, oltre all'impiego su scala industriale, i dispositivi per l'energia dal mare possono coprire i fabbisogni di mercati locali ed isolati, rispetto ai quali sono già competitivi, ad esempio generatori diesel, utilizzati per un impianti di dissalazione o allevamenti ittici. **Nel settore dell'energia dal mare, la ricerca italiana ha compiuto enormi progressi, guadagnando visibilità internazionale tra gli addetti ai lavori e aprendo possibilità di esportazione per le tecnologie più avanzate.** Nuovi investimenti e politiche mirate permetterebbero ora di realizzarne pienamente l'indubbio potenziale di crescita economica, favorendo la possibilità di diversificazione del prodotto per le piccole e medie imprese direttamente coinvolte e dell'indotto e la nascita di economie di scala, creando lavoro ad alto valore aggiunto e consolidando la posizione strategica dell'industria italiana su un mercato globale estremamente competitivo.

Il crescente interesse strategico italiano nel settore dell'energia blu si riflette nella vitalità di una comunità scientifica

e tecnica consolidata, che conta sulla partecipazione attiva di università, spin-off, piccole e medie imprese e grande industria e che è stabilmente coinvolta in prestigiose collaborazioni e progetti di ricerca internazionali. Grazie ai loro sforzi l'Italia è all'avanguardia nella ricerca, sviluppo e sperimentazione di dispositivi prototipali e pre-commerciali per la conversione dell'energia dal mare. Ciò è confermato dal numero di partnership internazionali in cui gli attori italiani sono coinvolti attivamente. A gennaio 2020 l'Italia ha presentato il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), fissando obiettivi energetici e ambientali impegnativi per il 2030. Secondo il PNIEC le rinnovabili sono destinate a crescere notevolmente in Italia, raggiungendo elevati livelli di penetrazione nel settore elettrico, intorno al 55%. Un ruolo fondamentale sarà svolto da tecnologie mature come il fotovoltaico e gli impianti eolici, ma anche dalle tecnologie innovative promettenti come le marine. In questo contesto il PNIEC ha annunciato che saranno messe in atto misure ad hoc valutando diversi schemi di supporto.

La ricerca ENEA

Anche l'ENEA è impegnata attiva-

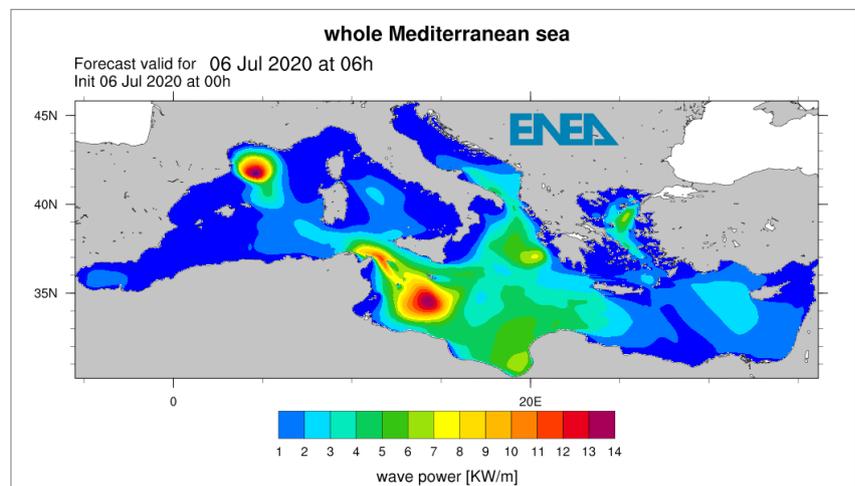


Fig. 2 Esempio di previsione per le ore 6 del 6 luglio 2020 della potenza delle onde per tutto il Mediterraneo tratta dalla pagina web <https://giotto.casaccia.enea.it/waves/>

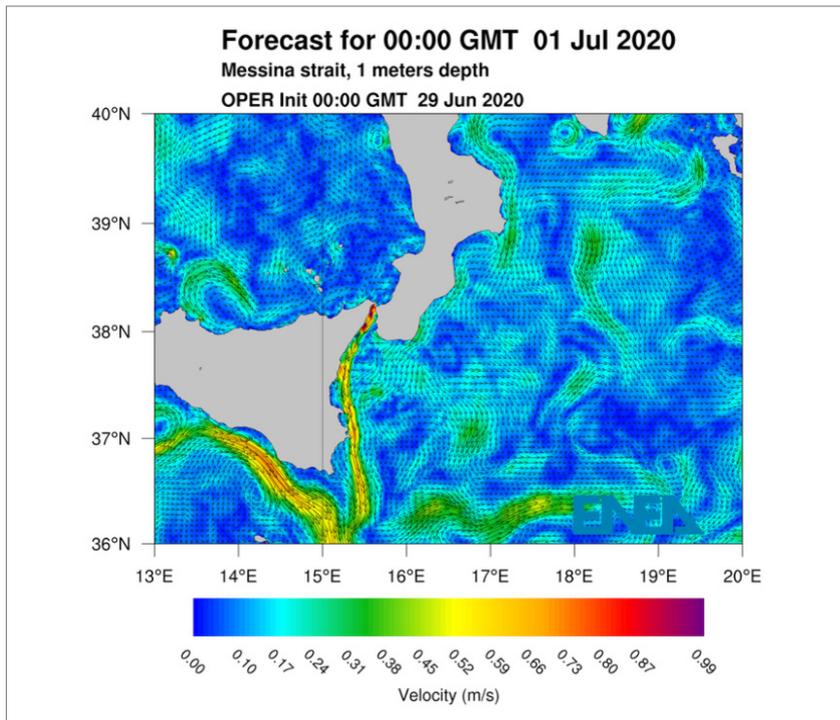


Fig. 3 Esempio di previsione di circolazione a 1 m di profondità per l'area dello stretto di Messina tratta dalla pagina web <https://giotto.casaccia.enea.it/MITO/>

mente nel campo dell'energia dal mare sia con lo sviluppo di prototipi per lo sfruttamento energetico delle onde (impianto PEWEC) che con modelli climatologici e di previsioni ad alta risoluzione del moto ondoso e della circolazione marina. I sistemi di previsione sviluppati sono in grado di fornire dati di temperatura, salinità e velocità delle correnti marine con un dettaglio spaziale che va da 2 km fino a poche centinaia di metri nel caso degli stretti di Gibilterra, dei Dardanelli e del Bosforo, e previsioni dello stato del mare a una risoluzione pari a circa 800 metri in aree costiere di elevato interesse. Entrambi i modelli utilizzano il super computer di ENEA "CRESCO6" da 1,4 milioni di miliardi di operazioni matematiche al secondo. Il sistema per la previsione del moto ondoso, e dell'energia ad esso associata, è stato sviluppato per l'intero bacino Mediterraneo, coprendo in longitudine l'area tra 5.50°W e 36.125°E e in latitudine

tra 30.2 °N e 45.825°N, ad una risoluzione di 1/32°. È basato sul modello numerico di simulazione del moto ondoso WAM (WAVE prediction Model; WAMDI, 1988, Günther et al., 2011), utilizzato sia dai principali centri di ricerca che nei sistemi per la previsione dello stato del mare.

I forzanti necessari per la realizzazione delle previsioni operative dello stato del mare sono costituiti dai campi di vento prodotti da sistemi operativi di previsione meteorologica. Tali campi devono essere prodotti in modo continuativo, essere disponibili in tempi brevi dopo la loro produzione ed avere un'elevata risoluzione spaziale, data la complessità della topografia delle aree circostanti il bacino mediterraneo. Il modello descrive in maniera esplicita l'evoluzione dello spettro di densità di energia, che è stato discretizzato utilizzando 36 direzioni angolari, corrispondenti a 10°, e 32 intervalli di frequenza, a partire da 0.06 Hz. Sono

stati scelti come forzante i dati delle previsioni fornite dal sistema SKIRON (Papadopoulos et al., 2002), sviluppato dall'Atmospheric Modeling and Weather Forecasting Group dell'Università di Atene. Tale sistema fornisce previsioni per un intervallo di tempo di 5 giorni ad una risoluzione temporale di 1 ora e alla risoluzione spaziale 0.05° x 0.05°. Per essere usata a fini ingegneristici, la catena operativa dell'ENEA è completata da una serie di modelli realizzati ad una risoluzione di circa 1/128° (700-800 m), nelle zone ritenute interessanti (Figura 1) (Carillo et al., 2015). Su queste aree viene utilizzato SWAN (Simulating WAVes Nearshore) (Booij, et al. 1999), un modello specificamente disegnato per la simulazione in acque basse. La previsione sull'intero bacino mediterraneo è comunque indispensabile per fornire le condizioni al contorno ai vari sotto-bacini. L'intensità del moto ondoso dipende infatti sia dalle condizioni locali del vento che dalla propagazione delle onde da zone limitrofe; questa seconda componente può essere dominante a seconda delle condizioni meteorologiche.

Il sistema operativo di circolazione oceanica dell'ENEA è basato sul modello numerico MITgcm, sviluppato da Marshall et al. (1997). Il modello tridimensionale copre i bacini dei mari Mediterraneo e Nero. La simulazione diretta dello scambio tra i due bacini è uno degli aspetti significativi del modello che è caratterizzato da una griglia di calcolo alla risoluzione di 1/48° (circa 2 km) per la maggior parte del dominio, e da risoluzioni molto più elevate, che raggiungono i 250 m, nelle zone in cui è più importante risolvere la dinamica locale, corrispondenti agli stretti di Gibilterra, Dardanelli e Bosforo. Il dominio verticale è discretizzato in 100 livelli verticali che hanno il valore minimo di 2 m in superficie ed aumentano con la profondità. Il modello include in maniera esplicita il forzante mareale che si propaga dall'oceano Atlantico attraverso lo stretto di Gibilterra e la componente di marea locale (Palma et al., 2020).

Le previsioni operative

Il sistema per la previsione dello stato del mare è attivo in modalità operativa dal giugno 2013 e le previsioni, per una durata di cinque giorni, vengono effettuate ogni mattina e sono disponibili sulla pagina web <https://giotto.casaccia.enea.it/waves/>. In particolare, vengono pubblicate, per tutto l'intervallo della simulazione e con frequenza oraria, le mappe con le previsioni relative all'energia da moto ondoso, all'altezza significativa dell'onda ed al periodo medio. Nella Figura 2 è mostrato un esempio di

mappa dell'energia, tratto dal sito ENEA. **Anche il sistema per la previsione della circolazione è attualmente operativo e i risultati possono essere visualizzati sulla pagina web <https://giotto.casaccia.enea.it/MITO/>.**

Un esempio di mappa di previsione a 48 h della circolazione nella zona che include lo stretto di Messina è mostrato in Figura 3. Sul sito sono presenti mappe orarie relative a temperatura, salinità e circolazione marina sia per l'intero dominio di calcolo che su una serie di sotto-regioni. Tutti i forzanti superficiali per il modello di circolazione, che ol-

tre ai campi superficiali del vento sono rappresentati anche da flussi di acqua e di calore, sono ricavati dalle simulazioni con il modello SKIRON. Condizioni iniziali e laterali, relative al flusso entrante a Gibilterra, sono invece ricavate dal sistema operativo Copernicus. **Ci troviamo quindi ad un punto di svolta per lo sfruttamento dell'energia dal mare, pienamente considerata nella strategia energetica europea al 2050, e siamo pronti ad iniziare a raccogliere i frutti di una decina di anni di intenso lavoro sul fronte della ricerca e dello sviluppo tecnologico.**

- ¹ Il Piano strategico per le tecnologie energetiche (SET-PLAN) è il nuovo approccio europeo per la ricerca e l'innovazione energetica (R&I) volto proprio ad accelerare la trasformazione del sistema energetico dell'UE e a portare sul mercato nuove e promettenti tecnologie energetiche a emissioni zero, facendone scendere i costi di produzione e coordinando gli sforzi di ricerca degli Stati membri
- ² Il costo livellato dell'energia (levelized cost of energy o LCOE, noto anche come levelized energy cost o LEC) è un indice della competitività di diverse tecnologie di generazione di energia elettrica, diversificate per tipo di fonte e durata della vita media degli impianti. Rappresenta una stima economica del costo medio necessario per finanziare e mantenere un impianto di produzione energetica nel corso della sua vita utile, in rapporto alla quantità totale di energia generata durante lo stesso intervallo di tempo

BIBLIOGRAFIA

- Booij, N. & Ris, R. & Holthuijsen, Leo. (1999). A third-generation wave model for coastal regions, Part I, Model description and validation. *J. Geophys. Res.* 104. 7649-7656
- Buscaino, G., Mattiazzo, G., Sannino, G. et al. Acoustic impact of a wave energy converter in Mediterranean shallow waters. *Sci Rep* 9, 9586 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45926-1>
- Carillo, A., Sannino, G., Lombardi, E. (2015). Wave energy potential: A forecasting system for the Mediterranean basin in "Speciale ENEA. Ocean energy: ongoing research in Italy". <https://doi.org/10.12910/EAI2015-053>
- Copping, A.E. and Hemery, L.G., editors (2020). OES-Environmental 2020 State of the Science Report: *Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World*. Report for Ocean Energy Systems (OES)
- ETIP OCEAN "Strategic Research and Innovation Agenda for Ocean Energy" (2020) <https://www.etipocean.eu/assets/Uploads/ETIP-Ocean-SRIA.pdf>
- Gunther, H, Behrens, A (2011). The WAM model-validation document version 4.5.3. Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG), Centre for Materials and Coastal Research, Teltow
- Marshall, J., Adcroft, A., Hill, C., Perelman, L., Heisey, C., (1997). A finite-volume, incompressible Navier–Stokes model for, studies of the ocean on parallel computers. *J. Geophys. Res.* 102 (C3), 5753–5766
- Palma, M., Iacono, R., Sannino, G. et al. (2020) Short-term, linear, and non-linear local effects of the tides on the surface dynamics in a new, high-resolution model of the Mediterranean Sea circulation. *Ocean Dynamics* 70, 935–963. <https://doi.org/10.1007/s10236-020-01364-6>
- Papadopoulos, A., P. Katsafados, and G. Kallos (2002): Regional weather forecasting for marine application. *GAOS Vol. 8*, No 2-3, 219-237
- The WAMDI Group, (1988). The WAM Model - A Third Generation Ocean Wave Prediction Model. *Journal of Physical Oceanography*, 18, 1775-1810