

LA GEOMATICA PER LA VALUTAZIONE DELLA RISORSA ENERGIA DAL MARE: PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL DSS-WEBGIS "WAVES ENERGY"

di Maurizio Pollino, Luigi La Porta e Emanuela Caiaffa

LE TECNOLOGIE GIS SONO IN GRADO DI FORNIRE UN UTILE STRUMENTO PER LA STIMA DELLA RISORSA ENERGIA DAL MARE, VALUTANDO SIA SE QUESTA ENERGIA È SFRUTTABILE, SIA GLI IMPATTI SULLE REALTÀ SOCIALI ED AMBIENTALI PRESENTI IN MARE APERTO E/O NELL'AMBIENTE COSTIERO. IL DSS-WEBGIS "WAVES ENERGY" COSTITUISCE UNO STRUMENTO PER LA RAPPRESENTAZIONE DEI DATI E DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI, LA LORO CONDIVISIONE CON UTENTI ESTERNI È UN VALIDO SUPPORTO ALLA PIANIFICAZIONE DELLE NUOVE INSTALLAZIONI, AL SISTEMA PREVISIONALE ED ALLA GESTIONE DELLE INFRASTRUTTURE ESISTENTI.

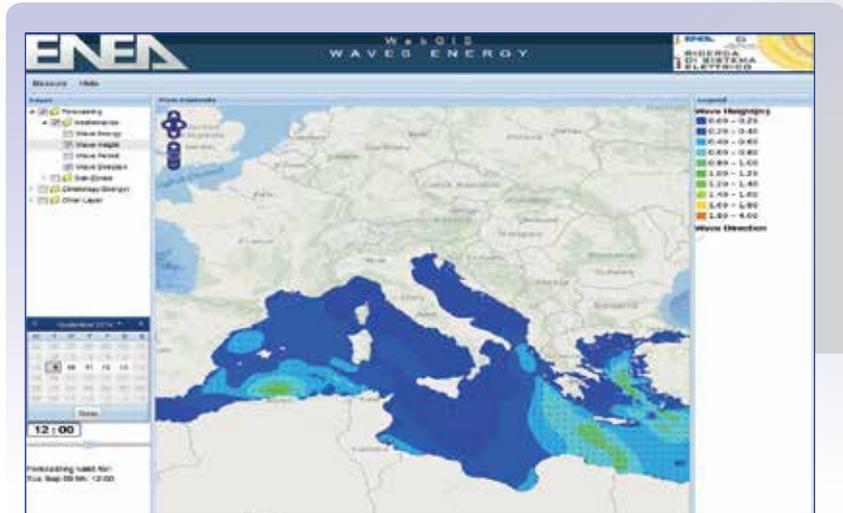


Fig. 2 - Interfaccia del WebGIS "Waves Energy".

Nell'ambito delle attività relative al progetto "Ricerca di Sistema Elettrico", frutto di un accordo programmatico tra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'ENEA, è stata sviluppata un'applicazione web di tipo GIS-based, denominata "Waves Energy". Concepita per la condivisione e fruizione di dati geografici di tipo marino e costiero, tale applicazione si configura come uno strumento per la stima della risorsa energia dal mare.

Il WebGIS è raggiungibile all'indirizzo: <http://utmea.enea.it/energiadalmare/>. L'applicazione è stata realizzata ricorrendo ad ambienti di sviluppo di tipo *free/open source* (FOSS), che comprendono un insieme di soluzioni applicative adatte agli scopi suddetti ed implementabili nel contesto di in una piattaforma ben integrata e di agevole utilizzo.

Questa soluzione ha permesso di pubblicare su Web le informazioni geospaziali di interesse (mappe te-

matiche e layer di tipo marino e costiero), secondo gli standard previsti dall'Open Geospatial Consortium (OGC-www.opengeospatial.org/), mediante una serie di specifiche funzionalità per la visualizzazione e la consultazione delle mappe tematiche in un framework concepito su misura per l'applicazione "Waves Energy".

OBIETTIVI DEL LAVORO

Il WebGIS "Waves Energy" è stato progettato ed implementato con l'obiettivo di archiviare e gestire dati geografici e territoriali relativi alle aree marine e costiere di interesse e, quindi, fornire supporto nella stima della risorsa energia dal mare, valutando sia se questa energia è sfruttabile, sia gli impatti sulle realtà sociali ed ambientali presenti in mare aperto e/o nell'ambiente costiero. I dati geospaziali di base e le mappe elaborate sono stati archiviati e gestiti in un *repository*, strutturato ad hoc. In tal modo, il WebGIS costituisce la naturale interfaccia geografica del Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) previsto nel progetto: le informazioni territoriali di base e le mappe ela-

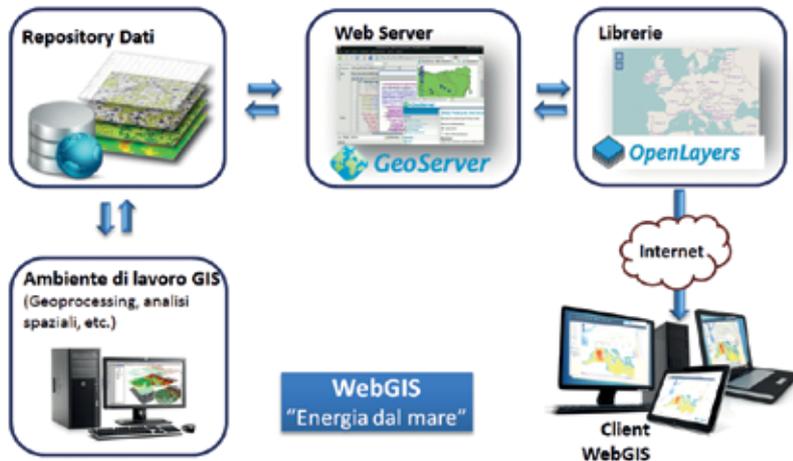


Fig. 1 - Schema architetturale dell'applicazione WebGIS "Waves Energy".

borate possono essere visualizzate ed interrogate via web, tramite un comune browser internet o tramite dispositivi mobili (ad esempio, i tablet), ed in tal modo i principali risultati prodotti sono stati resi fruibili in maniera open ed accessibili on-line.

Gli obiettivi specifici del DSS-WebGIS "Waves Energy" sono:

- ▶ Delineare e caratterizzare il territorio marino e costiero oggetto di studio ed analisi;
- ▶ Supportare l'analisi integrata delle aree di interesse, congiuntamente all'individuazione di specifici indicatori ambientali, per le fasi connesse alla progettazione di nuovi impianti;
- ▶ Fornire supporto al sistema di previsione e monitoraggio;
- ▶ Condividere dati, mappe e informazioni mediante il Web.

Tali funzionalità hanno richiesto una gestione avanzata ed integrata di:

- ▶ dati geo-spaziali di base necessari alla caratterizzazione del territorio marino e costiero di interesse, nelle sue diverse componenti naturali ed infrastrutturali;
- ▶ dati geo-spaziali elaborati a supporto della gestione, della pianificazione, della previsione meteorologica, etc.

Tra i vantaggi legati all'utilizzo della tecnologia WebGIS vi sono:

- ▶ la condivisione globale di informazioni geografiche e dati geospaziali;
- ▶ la facilità d'uso da parte dell'utente (il WebGIS è utilizzabile attraverso i comuni browser internet);
- ▶ la diffusione in rete e la capacità di raggiungere una platea più vasta di fruitori.

Fondamentale, pertanto, diviene l'utilizzo di tale approccio GIS come strumento di supporto ai processi decisionali e di pianificazione, ossia come componente di un sistema più articolato e complesso quale il summenzionato DSS, a supporto dell'utilizzo della risorsa energia dal mare.

METODOLOGIA E ARCHITETTURA DELL'APPLICAZIONE DSS-WEBGIS "WAVES ENERGY"

Una fondamentale fase preliminare ha visto il ricorso a procedure ed algoritmi GIS di analisi spaziale (geoprocessing), per l'elaborazione, l'omogeneizzazione e l'organizzazione



Fig. 3 - Forecasting: Sovrapposizione GIS delle mappe tematiche relative all'altezza ed alla direzione delle onde, con relativo grafico orario giornaliero.

dei dati di base, nonché per la loro elaborazione geo-statistica. In questo contesto, un ruolo fondamentale è quello svolto dai dati provenienti dalle simulazioni effettuate con i modelli numerici oceanografici (modello WAM su tutto il bacino del Mediterraneo): tali dati, prodotti sotto forma di file in formato NetCDF (Network Common Data Form- <http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>), tramite opportune elaborazioni, sono stati trasformati in un formato GIS compatibile (Esri shapefile, .shp) e resi disponibili per le successive fasi operative.

Quindi, per implementare adeguatamente il WebGIS in oggetto, è stata adottata un'architettura Client-Server per l'interscambio dei dati geospaziali attraverso il Web, avvalendosi di pacchetti software FOSS e conferendo al tutto caratteristiche di originalità e versatilità applicativa.

L'architettura logica del WebGIS è riportata nella Figura 1 e si articola nella seguente catena operativa:

- ▶ Repository Dati -> Web Server (GeoServer) -> Libreria (OpenLayers) -> Map Viewer (WebGIS)

Il Repository Dati individua l'area di archiviazione che contiene l'insieme dei dati da utilizzare (in formato GIS) e che consentono l'accesso unicamente agli apparati definiti fisicamente a livello della Storage Area Network, in modo da garantire l'assoluta integrità e coerenza degli stessi.

Per Web Server si intende l'insieme hardware/software che consente al sistema di organizzare le informazioni e renderle fruibili alla rete. Nel caso in oggetto si è scelto di utilizzare GeoServer (<http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>).

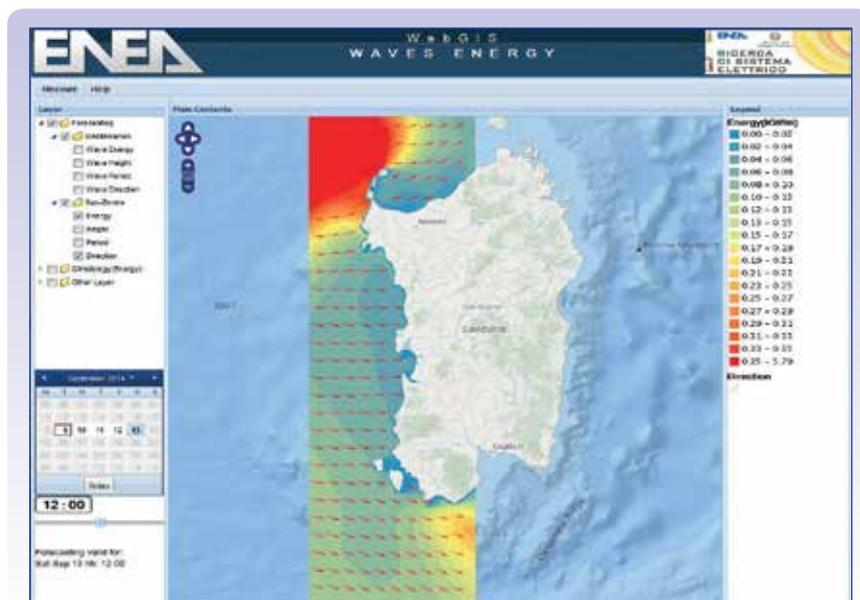


Fig. 4 - Mappe di forecasting: subset l'area di interesse della costa sarda occidentale.

Esso è un consolidato applicativo server *open source*, che svolge la funzione di nodo nell'infrastruttura SDI (*Spatial Data Infrastructure*) implementata e permette di condividere e gestire (secondo differenti privilegi di accesso) gli strati informativi archiviati nel proprio repository. Inoltre, supporta l'interoperabilità (legge e gestisce vari formati di dati raster e vettoriali). In considerazione di queste caratteristiche Geoserver è stato sfruttato per gestire i layers (mappe tematiche, strati informativi di base, etc.) archiviati nella banca dati geospaziale realizzata nel corso delle attività e per la loro successiva pubblicazione in rete secondo gli open standard previsti dall'Open Geospatial Consortium (OGC), quali - ad esempio - il *Web Map Service* (WMS- <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>). OpenLayers (<http://www.openlayers.org/>) è una libreria JavaScript di tipo Open Source per visualizzare mappe interattive nei browser web. OpenLayers offre una cosiddetta *Application Programming Interface* (API) per poter accedere a diverse fonti di informazioni cartografiche in Internet come: WMS, WFS, mappe di tipo commerciale (Google Maps, Bing, etc.), diversi formati vettoriali, mappe del progetto OpenStreetMap, etc. Per quanto riguarda l'utilizzo del WebGIS, l'utente (non necessariamente dotato di specifiche conoscenze GIS) attraverso un normale browser web può visualizzare le mappe che rappresentano i risultati prodotti nell'ambito delle attività progettuali. In particolare, per la visualizzazione dei dati di interesse, si è fatto ricorso allo standard WMS, per

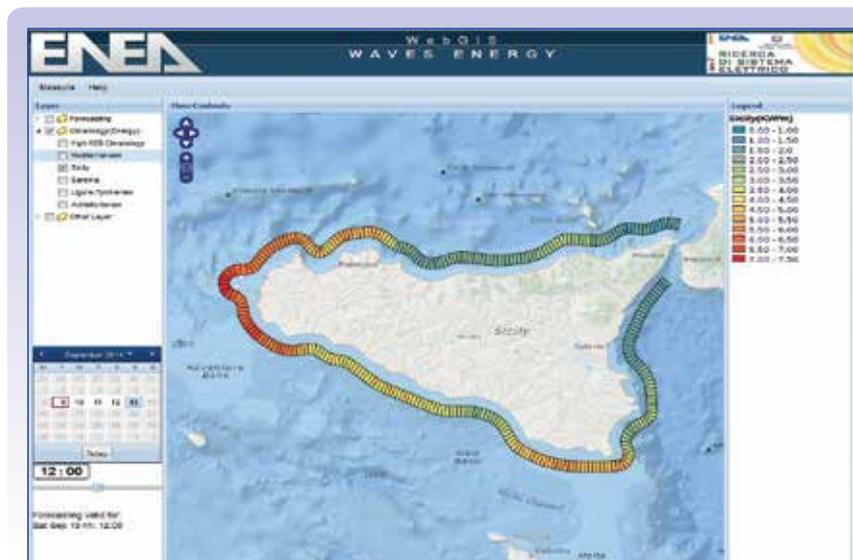


Fig. 6 - Tematismo dei valori medi di energia nel decennio di osservazione (2001-2010) e relativi grafici per le coste della Sicilia.

mezzo di un approccio di tipo *map-server* che consente di produrre mappe tematiche di dati georeferenziati e rispondere a *query* di base sul contenuto delle mappe stesse.

FUNZIONALITÀ DELL'APPLICAZIONE "WAVES ENERGY"

L'applicazione "Waves Energy" rende disponibili varie funzionalità di base tipiche dei WebGIS, come zoom, pan, trasparenza, misure lineari ed areali, etc. (Figura 2). Inoltre, cliccando su un punto qualsiasi del layer selezionato, vengono mostrate le informazioni o gli attributi quantitativi relativi al punto prescelto (*inquiry*). I dati esposti dal WebGIS possono essere raggruppati, in base alle loro caratteristiche e specifiche, in tre di-

stinte tipologie:

- a) Previsioni ("Forecasting")
- b) Serie storiche ("Climatology")
- c) Strati informativi di base ("Other Layers")

I primi, disponibili per tutto il Mediterraneo (con risoluzione spaziale circa 3 km, 1/32 di grado), forniscono la previsione a 5 giorni, ad intervalli orari, delle seguenti grandezze fisiche: Energia delle onde (*Wave Energy*); Altezza delle onde (*Wave Height*), Direzione delle onde (*Wave Direction*), Periodo (*Wave Period*). Ad esempio, per gli strati informativi di tipo previsionale del moto ondoso (altezza, direzione, etc.), selezionando un punto d'interesse sulla mappa è possibile ottenere uno specifico grafico che mostra l'andamento temporale delle variabili selezionate nel corso dei successivi cinque giorni, ad intervalli orari (Figura 3).

Inoltre, questi stessi dati sono disponibili e visualizzabili in maggior dettaglio per alcune sotto-aree di interesse (Figura 4).

I dati indicati al precedente punto b), invece, sono ricavati da serie storiche e sono relativi al potenziale energetico da onde e contengono i valori medi di energia in kW/m nel periodo 2001-2010, suddivisi anche per periodi trimestrali (Figura 5).

Tali layer tematici sono, ovviamente, raggruppati alla voce "Climatology" dell'applicazione WebGIS. In particolare nel WebGIS sono stati inseriti anche i dati per tutto il Mediterraneo e lungo le coste italiane per una fascia di 12 Km (Figura 6).

Nella terza categoria, infine, sono rag-

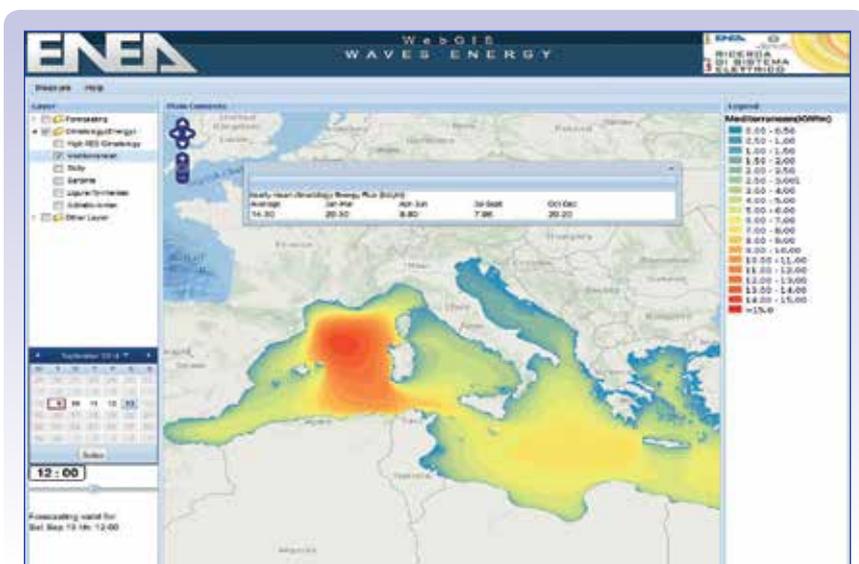


Fig. 5 - Mappa tematica dell'energia delle onde ricavata dai dati climatologici (2001-2010).

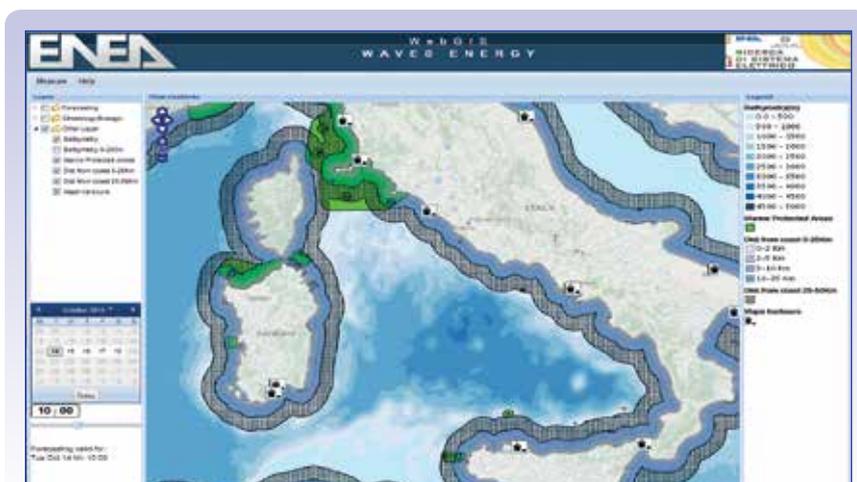


Fig. 7 - Visualizzazione delle Aree Marine Protette in Italia (fonte dato GIS: SINANET) e dei principali porti italiani. Tematizzazione della batimetria (fonte: GEBCO) e della distanza dalla costa.

gruppati tutta una serie di dati geospaziali ed informazioni territoriali/ambientali di base, quali informazioni tematiche accessorie, a complemento delle precedenti per un migliore inquadramento geografico e tematico. Le più importanti sono: Batimetria del Mediterraneo (fonte: GEBCO - General Bathymetric Chart of the Oceans: http://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/); Subset della Batimetria compresa tra 0 e 200 m; Fasce di distanza dalla costa: 0-25 km e 25-50 km (layer ricavati appositamente dai dati GEBCO); Porti principali; Aree Marine Protette Italiane (fonte: SINANET) come mostrato nella Figura 7.

CONCLUSIONI

È universalmente riconosciuta la capacità delle mappe digitali di offrire una visione d'insieme di fenomeni ambientali, contribuendo attraverso opportune descrizioni e tematizzazioni alla comprensione degli stessi, nonché alle relazioni che li legano tra loro e con altre entità compresenti. Le attività descritte nel presente studio si sono concretizzate nello sviluppo di una specifica applicazione DSS-WebGIS, finalizzata alla pubblicazione delle cosiddette mappe/layer tematici di previsione (*forecasting*) e di serie storiche climatiche (*climatology*) elaborate, nonché nella realizzazione di una condivisione in rete delle informazioni geospaziali utilizzate e di quelle prodotte. Le mappe tematiche prodotte sono in grado non solo di mostrare una serie di informazioni e dati di interesse, ma anche di rappresentare uno strumento a supporto delle politiche di gestione e monitoraggio legate all'utilizzo della risorsa energia dal mare.

RINGRAZIAMENTI

Le attività descritte nel presente articolo rappresentano uno dei risultati conseguiti nell'ambito del Progetto "Ricerca di Sistema Elettrico" (Piano Annuale di Realizzazione 2013-2014), promosso dall'Accordo di Programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico e l'ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile). Gli autori desiderano ringraziare tutti i colleghi con cui hanno condiviso lo svolgimento delle suddette attività ed, in particolare, Gianmaria Sannino (referente ENEA per le attività progettuali), Adriana Carillo ed Emanuele Lombardi.

BIBLIOGRAFIA

- Caiaffa E., Borfecchia F., Carillo A., La Porta L., Pollino M., Liberti L., Sannino G.: "Tecnologie GIS per la valutazione della risorsa energia dal mare", Atti della 17.ma Conferenza Nazionale ASITA, Riva del Garda 5-7 Novembre 2013
- Caiaffa E. et al.: "Energia dal mare: modelli numerici e GIS per la valutazione 2013 del potenziale energetico". GEOmedia, 15(6), 2012
- Bargagli, A. Carillo, V. Ruggiero, P. Lanucara, G. Sannino, "Modello di onde per l'area mediterranea" http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/ricerca-di-sistema-elettrico/correnti-marine
- Zambresky L. and Ewing J.A.: "The WAM model - a third generation ocean wave prediction model", J. Phys. Ocean. 18, 1775 - 1810, 1988
- Janssen P. and Bidlot J.R.: "ECMWF Wave Model Operational - implementation 9 April 2002", IFS Documentation Cy25R1

PAROLE CHIAVE

ENERGIE RINNOVABILI; GIS; ENERGIA DAL MARE; SVILUPPO SOSTENIBILE; SUPPORTO ALLE DECISIONI

ABSTRACT

GIS methodologies and technologies are able to provide useful tools for the assessment of sea-waves energy potential, by evaluating both the exploitability of such resource, both the environmental/social impacts in open sea and/or in the coastal areas.

The DSS-WebGIS application developed (called "Waves Energy") is a tool for providing and publishing different geospatial data, sharing information with a wide range of external user, in order to support specific tasks, such as forecasting, new installations planning and existing infrastructures management.

AUTORI

MAURIZIO POLLINO
maurizio.pollino@enea.it

LUIGI LA PORTA
luigi.laporta@enea.it

EMANUELA CAIAFFA
emanuela.caiaffa@enea.it

ENEA UTMEA - CENTRO RICERCHE DELLA CASACCIA, VIA ANGUILLARESE, 301, 00123, ROMA