



## La Cartografia Geologica Italiana delle aree sommerse e il suo contributo a EMODnet – European Marine Observation and Data Network

### *Italian Geological mapping of submerged areas and its contribution to EMODnet – European Marine Observation and Data Network*

ANDREA FIORENTINO, LOREDANA BATTAGLINI, SILVANA D'ANGELO

Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia – ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)  
[andrea.fiorentino@isprambiente.it](mailto:andrea.fiorentino@isprambiente.it)

#### Riassunto

Il Progetto di Cartografia Geologica Italiana (CARG) include la rappresentazione delle aree sommerse, per le quali sono state elaborate dal Servizio Geologico d'Italia – ISPRA linee guida dedicate che seguono, per quanto possibile, gli stessi criteri adottati per le aree emerse.

La rappresentazione cartografica delle aree sommerse si concentra sulla stratigrafia (sequenza deposizionale post-glaciale), sull'interpretazione dei processi sedimentari in un quadro ambientale e evolutivo, sulla morfologia e sulla sedimentologia dei fondali marini.

Tutte le informazioni raccolte nel corso dei rilevamenti sono archiviate in una banca dati nazionale in continuo aggiornamento, realizzata alla scala 1:25.000.

I dati resi disponibili dalla Cartografia Geologica Italiana stanno contribuendo costruttivamente alla realizzazione di una cartografia geologica digitale armonizzata a livello europeo, nella quale vengono convogliate tutte le conoscenze geologiche dei diversi paesi. Tale cartografia è uno degli obiettivi del Progetto EMODnet – European Marine Observation and Data Network, finalizzato alla costruzione di una infrastruttura contenente tutte le informazioni relative alle aree sommerse e accessibile liberamente.

#### Parole chiave

Geologia marina, Cartografia, Progetti europei, Crescita blu

#### Abstract

*The Italian Geological Mapping Project (CARG) includes the representation of submerged areas. For this purpose the Geological Survey of Italy – ISPRA has elaborated specific guidelines harmonized, as much as possible, with those applied on land.*

*The cartographic representation of outcropping units focuses on stratigraphy (post-glacial depositional sequence), on the interpretation of sedimentary processes within an environmental and evolutionary framework, on the morphology and sedimentology of the seafloor.*

*All information collected during surveys is stored in a constantly updated national database, realized at the 1:25,000 scale.*

*Data available from the Italian Geological Mapping Project are constructively contributing to the production of digital geological maps harmonized at European level, in which all of the geological knowledge of several countries is conveyed. These maps are one of the goals of the EMODnet – European Marine Observation and Data Network Project, aimed at building a freely accessible infrastructure containing all information related to submerged areas.*

#### Keywords

*Marine geology, Cartography, European projects, Blue Growth*

### 1. Il Progetto CARG

Nell'ambito del Progetto nazionale di cartografia geologica (CARG) i Fogli geologici alla scala 1:50.000 rappresentano tanto le aree emerse quanto quelle sommerse (<http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/index.html>).

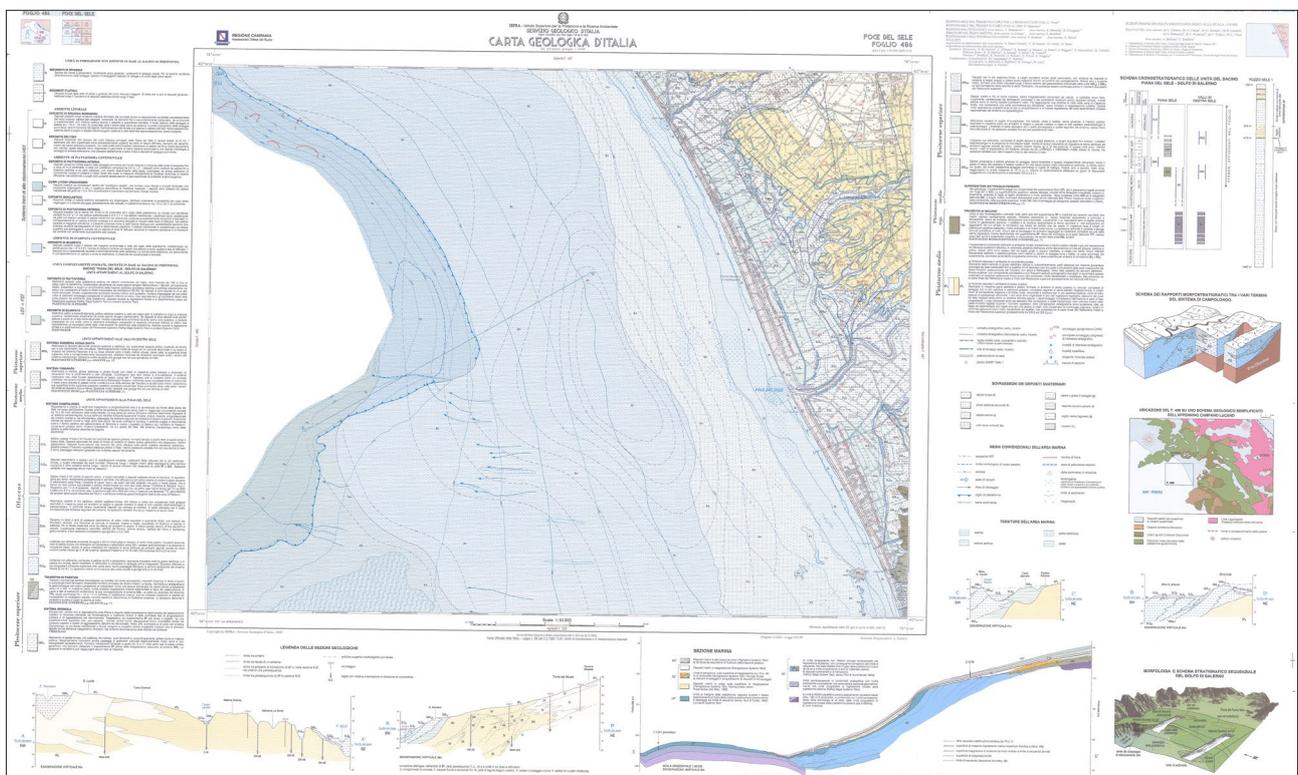
Prima del 1989 nella carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 la linea di costa rappresentava un limite delle aree rilevabili dal punto di vista geologico; alle volte nei vecchi Fogli costieri venivano rappresentate soltanto poche linee batimetriche. Nel frattempo si è verificato un rapido sviluppo della metodologia di rilevamento a mare e la geologia marina si è attestata come area tematica, consentendo di studiare con la giusta risoluzione la parte più superficiale delle successioni e utilizzando strumenti sempre più adatti allo studio dell'evoluzione geologica recente dei fondali marini.

Nel Servizio Geologico d'Italia il rilevamento geologico sistematico delle aree marine inizia con la legge n. 183/89 sulla "Difesa del suolo", in base alla quale la cartografia geologica nazionale viene estesa per la prima volta anche alla piattaforma continentale e alle aree sommerse in generale.

Le aree sommerse ricadenti nel taglio dei Fogli geologici vengono considerate come parte del territorio ed è riconosciuta la loro rilevanza per una più completa conoscenza geologica. La cartografia dei fondali marini cessa di essere considerata un tematismo e diventa parte integrante della conoscenza geologica di base (Servizio Geologico d'Italia, 1992).

La nuova carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (figura 1) mette in evidenza la continuità degli elementi geologici, morfologici e tettonici tra aree emerse e sommerse, fornendo nuovi elementi all'interpretazione

FIGURA 1 – Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 486 "Foce del Sele"



FONTE: Servizio Geologico d'Italia 2009, [http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/486\\_FOCE\\_DELSELE/Foglio.html](http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/486_FOCE_DELSELE/Foglio.html)

delle strutture geologiche. Essa è pertanto un prodotto univoco e integrato, comprensivo sia delle aree emerse che di quelle sommerse: la linea di costa non costituisce più un limite geologico.

### 1.1. Informazioni contenute nei Fogli geologici

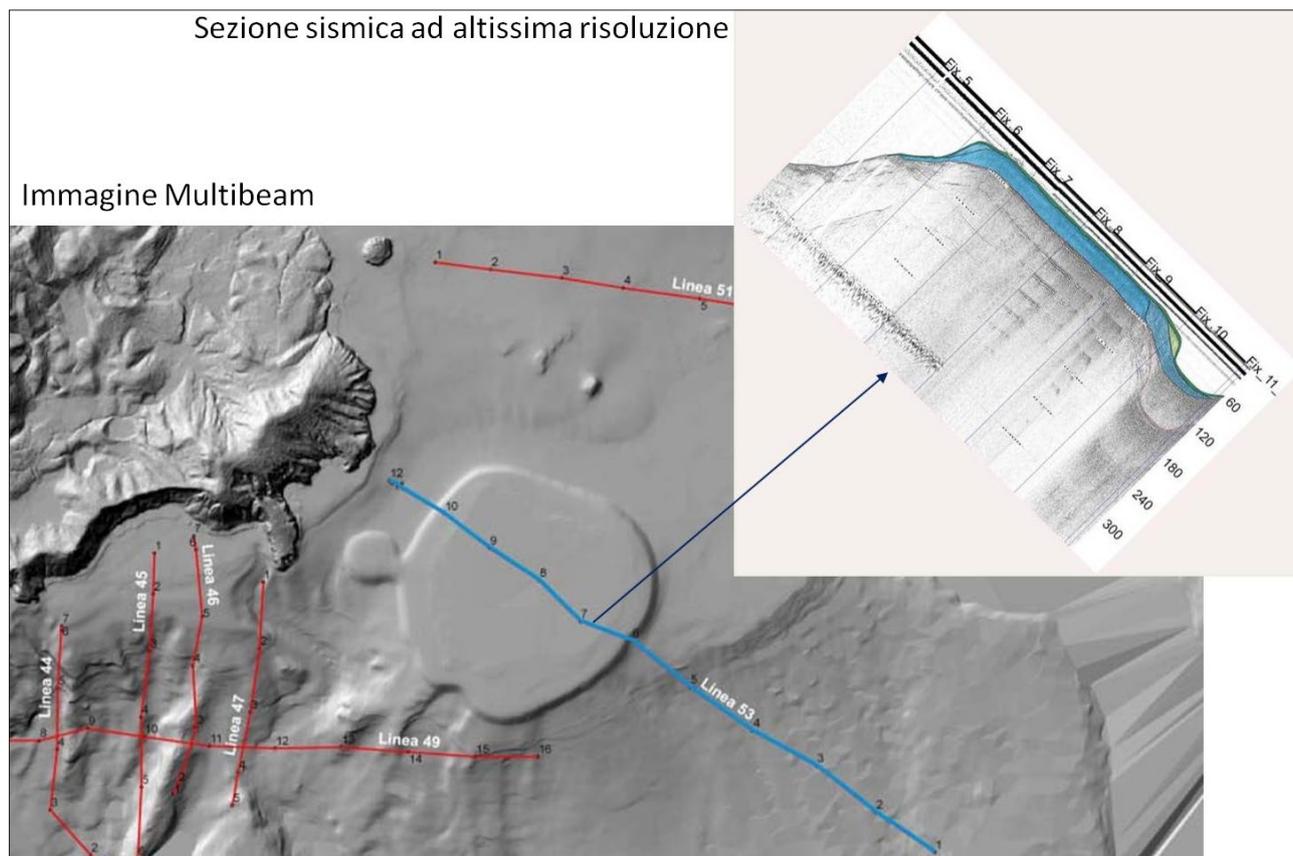
Le unità geologiche affioranti sul fondo marino vengono rappresentate fino a una profondità di circa 200 m o fino al ciglio della piattaforma, in continuità con quelle rappresentate a terra. Sono inoltre cartografati gli elementi morfologici principali e le forme legate alla dinamica sedimentaria.

La rappresentazione delle unità geologiche sommerse è focalizzata su:

- stratigrafia: sequenza deposizionale post-glaciale
- morfologia e sedimentologia del fondo marino: sistemi deposizionali e distribuzione dei sedimenti attuali
- interpretazione dei processi sedimentari in chiave evolutiva

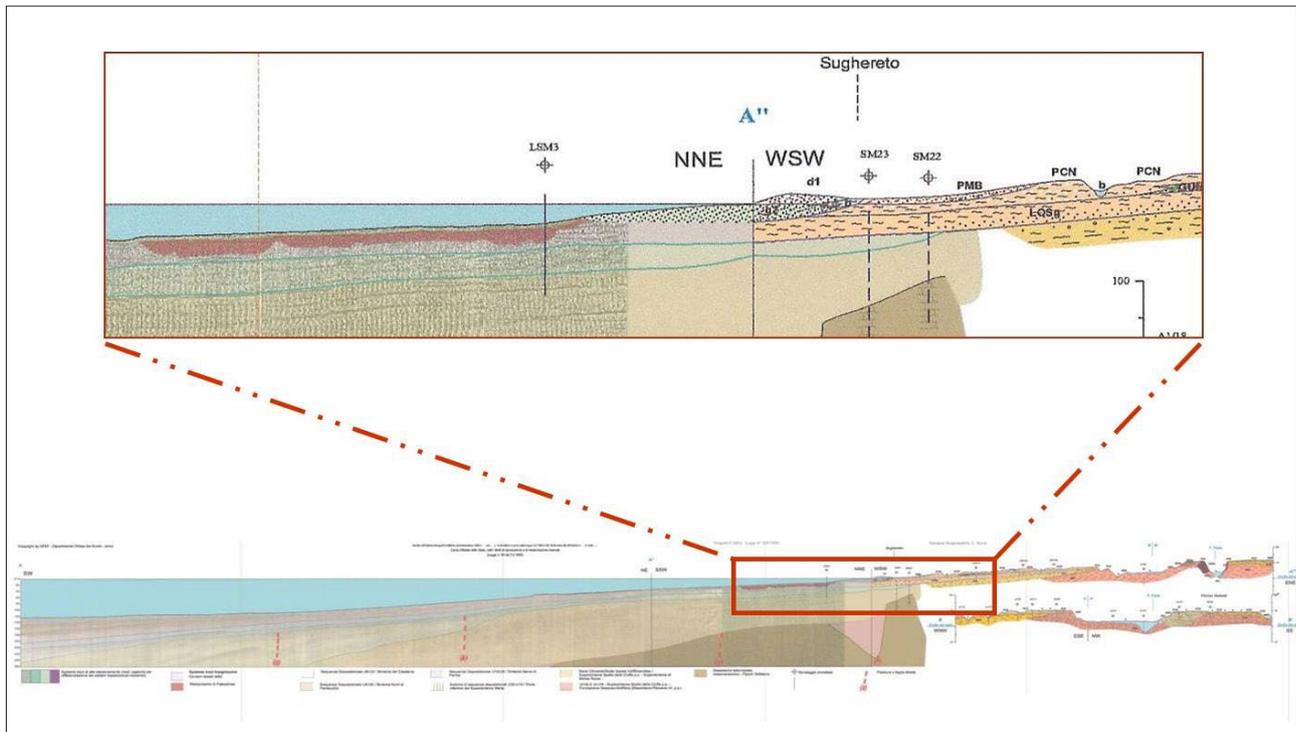
I metodi di rilevamento utilizzati sono sia strumentali che diretti. Metodi geofisici quali multibeam, side scan sonar e sismica ad altissima risoluzione consentono di investigare la morfologia dei fondali (figura 2), la distribuzione dei sistemi deposizionali e dei sedimenti attuali e il loro inquadramento stratigrafico.

FIGURA 2 – Esempio di rilievo multibeam e sezione sismica, in: Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 464 "Ischia"



FONTE: Servizio Geologico d'Italia, in stampa, [http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/464\\_ISOLA\\_DISCHIA/Foglio.html](http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/464_ISOLA_DISCHIA/Foglio.html)

FIGURA 3 – Esempio di correlazione tra i depositi delle aree emerse e sommerse, in: Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 353 "Montalto di Castro"



FONTE: Servizio Geologico d'Italia, in allestimento, [http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/353\\_MONTALTO/Foglio.html](http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/353_MONTALTO/Foglio.html)

Con i campionamenti del fondale e la telecamera filoguidata (ROV) i dati raccolti con metodi indiretti vengono definiti con più accuratezza e validati. Infine, il rilevamento subacqueo consente di effettuare la correlazione tra le aree emerse e quelle sommerse, in particolare nell'ambito delle unità geologiche legate alle variazioni del livello del mare (figura 3).

## 1.2. Linee guida

Nella specifica Collana "Quaderni" del Servizio Geologico (Servizio Geologico d'Italia, 2009), sono state pubblicate le linee guida, valide per l'intero territorio nazionale, che stabiliscono i criteri di rilevamento, cartografia e informatizzazione delle unità per le aree sommerse.

Poiché l'assetto geomorfologico dei fondali marini italiani è molto variabile, in funzione della diversa evoluzione geologica e di un'orogenesi ancora attiva, la scelta dei criteri per l'informatizzazione e la rappresentazione cartografica dei fondali marini ha comportato un impegno particolare.

I criteri adottati per la rappresentazione cartografica sono stati armonizzati con quelli applicati nei settori emersi, in modo che la carta geologica risulti coerente al suo interno.

Nelle aree sommerse il colore rappresenta l'età dei depositi, i diversi toni dello stesso colore rappresentano gli ambienti deposizionali e le sigle indicano le unità cartografate. Inoltre vengono utilizzati i soprassegni per rappresentare le diverse granulometrie (sono indicate anche le principali biocenosi), mentre la simbologia è utilizzata per rappresentare i principali elementi geomorfologici.

### 1.3. Banca Dati geologica

Nell'ambito del Progetto CARG è stata prevista l'informatizzazione dei fogli geologici e dei dati ad essi correlati, realizzata alla scala 1:25.000. L'informatizzazione dei dati marini è stata inglobata nella banca dati nazionale. Considerato che le informazioni raccolte nel corso dei rilevamenti in mare sono di tipo diverso (campionamenti, profili sismici e acustici, strumentazione da remoto) e si riferiscono anche all'immediato sottofondo, nella banca dati sono stati introdotti diversi livelli informativi per includere anche le molte informazioni che non possono essere rappresentate in carta.

Essa fornisce il corretto contenuto e posizionamento geografico di poligoni, linee e punti da rappresentare e costituisce un archivio digitale facilmente accessibile, dinamico e modificabile nel tempo. Le informazioni che possono essere conservate per ciascun punto della carta sono innumerevoli e attraverso le tabelle degli attributi è possibile visualizzarne molte di più.

La mole di dati che ne deriva è organizzata nella Banca Dati geologica. Il modello logico-concettuale del database utilizzato per l'archiviazione organizza i dati, provenienti dal rilevamento geologico dei Fogli, in Strati informativi, un tipo di *file* che permette la connessione tra gli elementi spaziali e gli elementi descrittivi gestiti da tabelle alfanumeriche di tipo relazionale. Gli strati informativi si distinguono sia per le geometrie delle primitive vettoriali (punti, linee, poligoni) che rappresentano che per il loro contenuto come: geologia (unità geologiche, lineamenti strutturali, processi geologici particolari, campioni geologici, etc.), risorse e prospezioni (cave, miniere, sorgenti, etc.), elementi di geomorfologia (forme puntuali, lineari e poligonali, elementi antropici, etc.), informazioni geologiche di corredo (colonne stratigrafiche, sezioni geologiche, orografia, idrografia, metadati etc.).

Le informazioni della Banca Dati geologica sono state anche elaborate e pubblicate come servizi WMS sul sito web dell'ISPRA e sono accessibili gratuitamente (<http://sgi1.isprambiente.it/ArcGIS/services/servizi/geologia25k/mapserver/WMSserver?>).

### 2. Utilizzo della banca-dati per la cartografia digitale

La Banca Dati geologica è indipendente e separata dal prodotto cartografico e il passaggio dall'una all'altra non è immediato. L'allestimento del prodotto cartografico per la stampa dei Fogli geologici consiste infatti nella vestizione grafica e simbolica degli elementi rappresentati, nella costituzione della legenda e degli elementi a cornice, nell'editing delle Note Illustrative.

L'insieme delle informazioni contenute nella Banca Dati rappresenta, per struttura, organizzazione e contenuti, una piattaforma di partenza per elaborazioni, approfondimenti ed applicazioni su specifiche tematiche di carattere geologico, che possono essere realizzate e visualizzate con i correnti sistemi GIS. Le elaborazioni che ne derivano, selezionando di volta in volta i parametri ritenuti significativi, consentono di sviluppare diversi aspetti interpretativi utili per l'elaborazione di carte tematiche, talora anche a scopo divulgativo-scientifico.

Infatti i dati contenuti nei vari livelli informativi sono stati utilizzati in numerosi progetti aventi finalità differenti, come le informazioni relative alle aree sommerse che sono state per la maggior parte elaborate secondo linee guida specifiche inerenti progetti europei di geologia marina.

La BD dei Fogli Geologici CARG e le elaborazioni che ne possono derivare sono riconosciute come strumento prioritario per garantire una razionale pianificazione e programmazione territoriale, per la configurazione di scenari di pericolosità e prevenzione dei rischi naturali, nonché per la conoscenza, gestione e salvaguardia delle risorse naturali. Inoltre, l'estensione delle aree da cartografare alla piattaforma continentale antistante le coste italiane, permette di ottenere numerose e dettagliate informazioni di tipo geologico-ambientale di fondamentale importanza per la tutela e la corretta gestione del territorio marino e costiero.

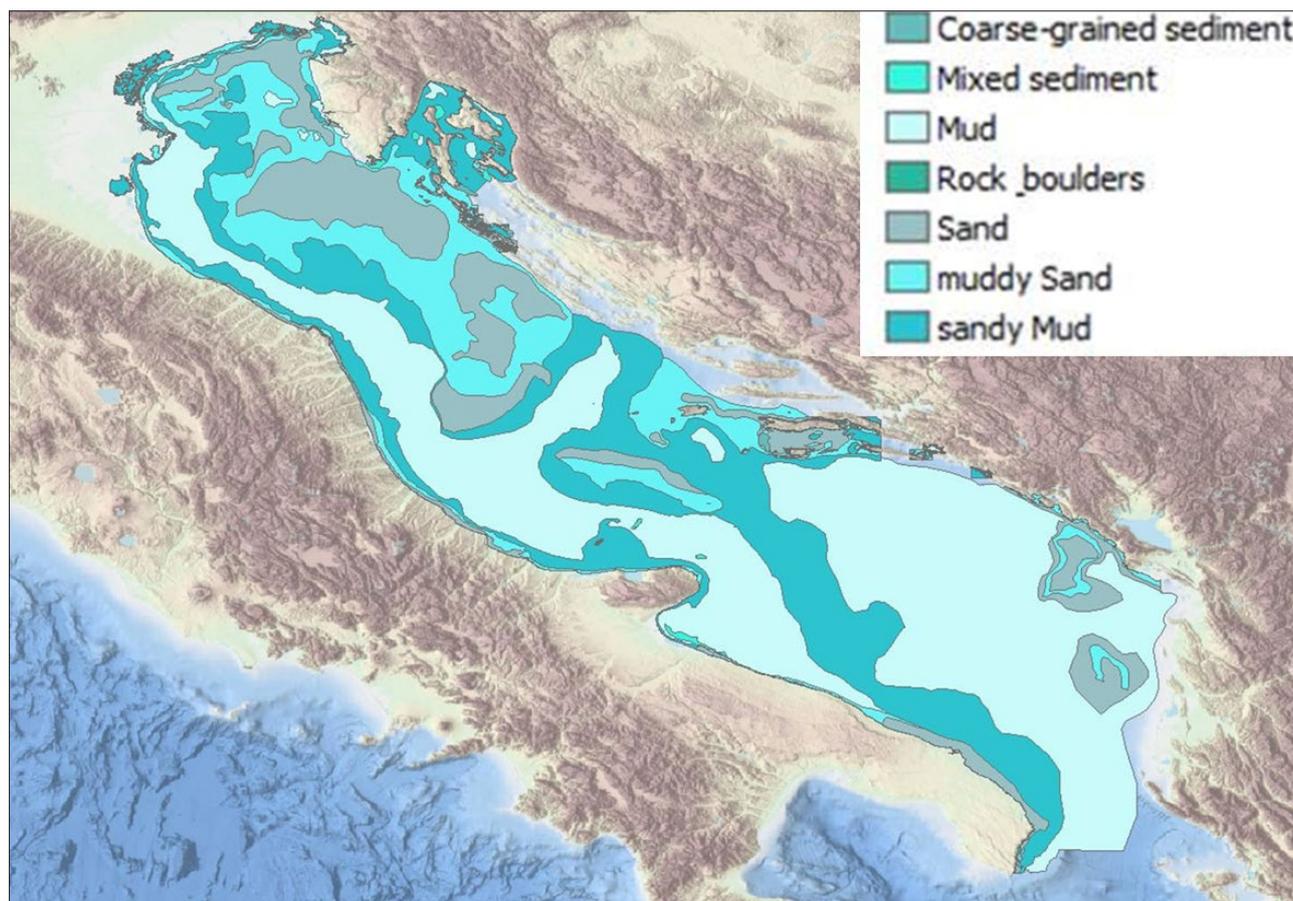
### 3. Il Progetto EMODNET (European Marine Observation and Data network)

Il Progetto Europeo EMODnet (<http://www.emodnet.eu>), il cui obiettivo a supporto della Blue Growth è la realizzazione di cartografia digitale delle aree marine armonizzata a livello europeo, è suddiviso in lotti relativi a diverse tematiche. Il Progetto è finanziato dalla DG MARE (Maritime Affairs and Fisheries) almeno fino al 2019.

Grazie alle informazioni contenute nella Banca dati del CARG, il Servizio Geologico d'Italia sta proficuamente contribuendo dal 2013 al Progetto EMODnet Geology. Ad esso partecipano 36 Partner (per la maggior parte Servizi Geologici) di 30 Paesi, coprendo tutti i mari europei, compreso il Mar Nero. È stata prodotta una cartografia digitale dei dati geologici, organizzati in livelli informa-

tivi corrispondenti alle diverse tematiche individuate per descrivere le caratteristiche geologiche. Oltre alla rilevanza che l'Unione Europea ha attribuito alla necessità di dotarsi di una conoscenza geologica di base dei fondali marini rivolgendosi prevalentemente ai Servizi Geologici dei Paesi afferenti, l'importanza del Progetto consiste soprattutto nell'aver prodotto una cartografia digitale omogenea a livello europeo. Per ottenere ciò i Servizi Geologici più avanzati nel campo della cartografia geologica dei fondali marini hanno potuto esportare le proprie metodologie e linee guida verso quei Paesi la cui cartografia nazionale è ancora in fieri. Relativamente a questo aspetto, l'esperienza derivante dal Progetto CARG del Servizio Geologico d'Italia è risultata valida e ben strutturata. Ciò ha permesso di coordinare un gruppo di lavoro dei paesi circumadriatici, il cui successo più evidente è stato

FIGURA 4 – Carta dei sedimenti del Mare Adriatico alla scala 1:250.000, visualizzazione GIS



FONTE: sfondo in rilievo terra-mare da EMODnet Bathymetry, <http://www.emodnet.eu/bathymetry>

la realizzazione di una carta omogenea e integrata dei sedimenti di tutto il bacino del Mare Adriatico, alla scala 1:250.000 (figura 4).

Le cartografie digitali e le relative banche dati sono state realizzate utilizzando la scala di riferimento 1:250.000 e riguardano:

- Granulometria dei sedimenti sui fondali
- Tassi di sedimentazione
- Caratteristiche litologiche e stratigrafiche delle unità pre-quadernarie
- Caratteristiche litologiche e stratigrafiche delle successioni quadernarie
- Tendenze evolutive della linea di costa
- Eventi geologici: vulcani, terremoti, frane, tsunami, emissioni fluide e tettonica
- Georisorse: idrocarburi e aggregati minerali

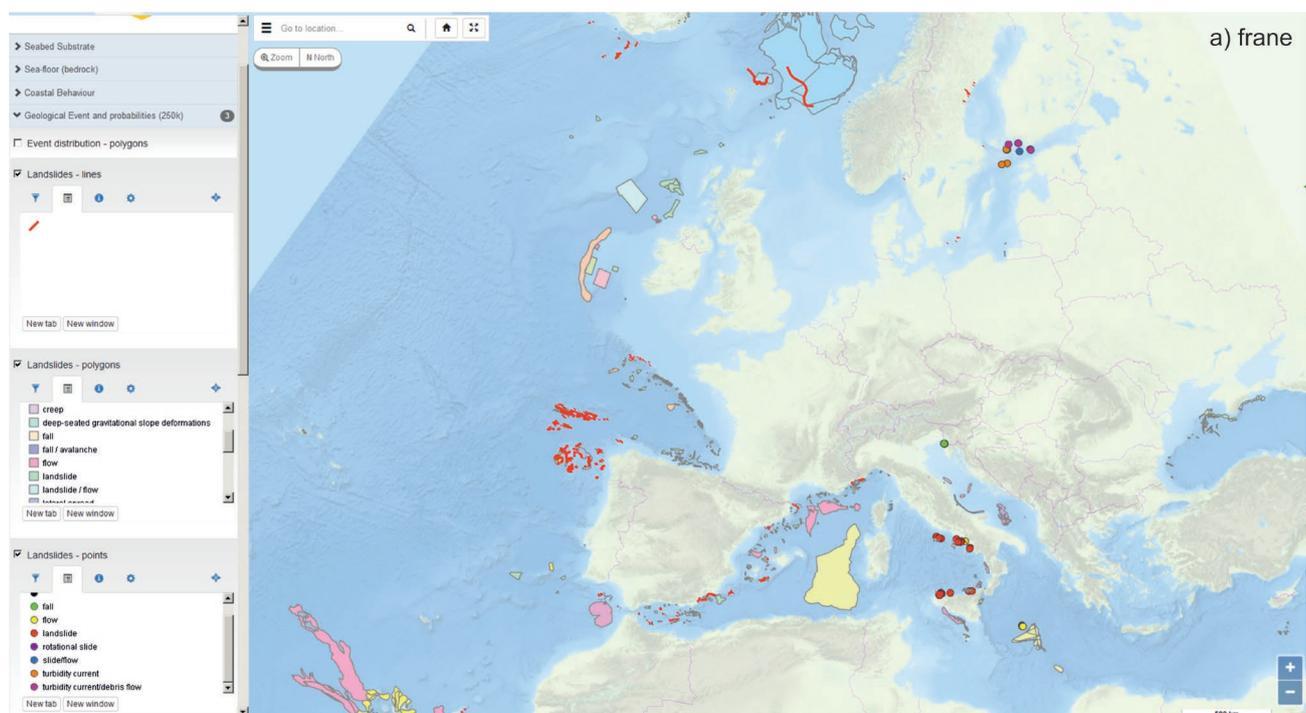
La cartografia digitale prodotta (ultimo aggiornamento dicembre 2016) è disponibile sul portale del Progetto (<http://www.emodnet.eu/geology>).

### 3.1. La cartografia degli eventi geologici

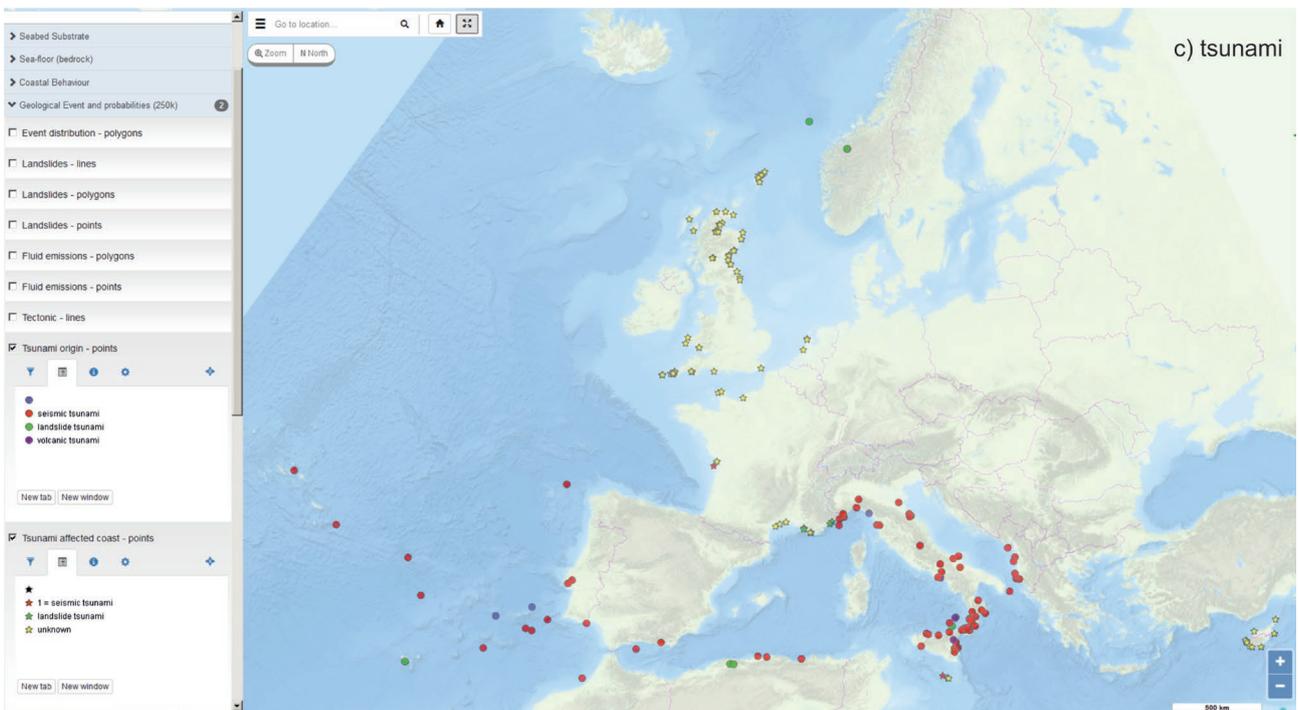
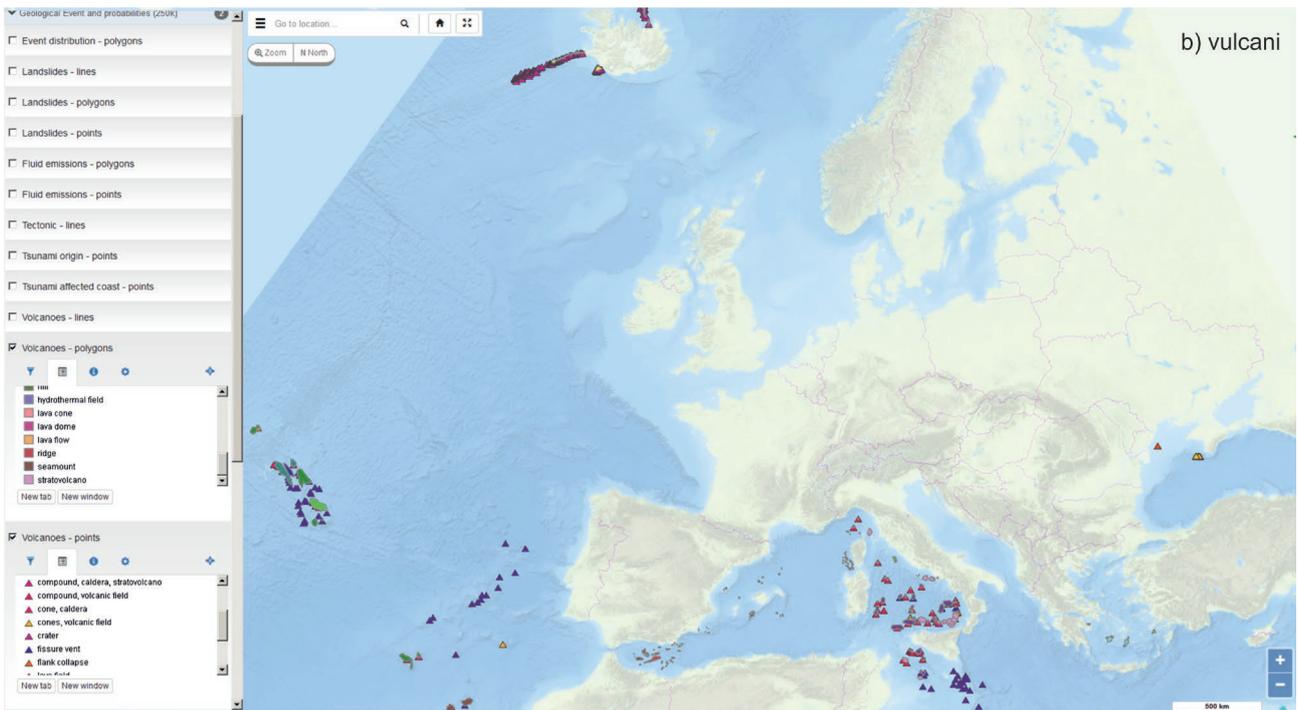
Al Servizio Geologico d'Italia è stato affidato il compito di coordinare il *workpackage* "Geological events and probabilities" nell'ambito del quale sono stati prodotti 12 *layer* (strati informativi) relativi a vulcani, terremoti, frane, tsunami, emissioni fluide e tettonica (figura 5). Gli elaborati derivano dai dati originali in possesso dei Partner del Progetto o resi disponibili da altre pubbliche amministrazioni. Tutti i dati forniti dai Partner sono stati organizzati, verificati, validati ed infine omogeneizzati per ottenere il miglior grado di armonizzazione.

A tale scopo sono state elaborate delle linee guida per organizzare le informazioni a livello nazionale, con particolare attenzione alla Tabella degli attributi, in cui sono descritti tutti gli elementi significativi delle diverse condizioni geologiche e fisiografiche dei mari europei, riordinati anche dal punto di vista semantico in conformità con la direttiva INSPIRE.

FIGURA 5 – Visualizzazione GIS di alcuni eventi geologici sul Portale del Progetto EMODnet Geology: a) frane, b) vulcani, c) tsunami, d) faglie



FONTE: <http://www.emodnet.eu/geology>



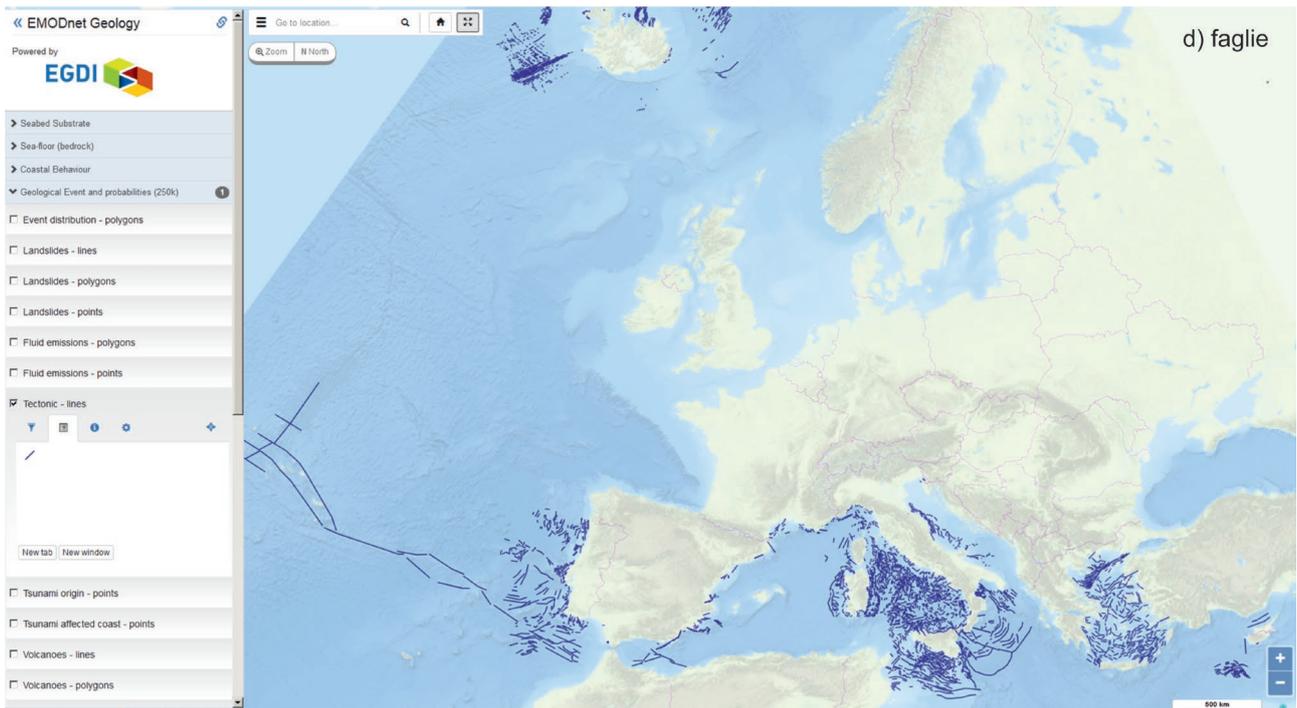
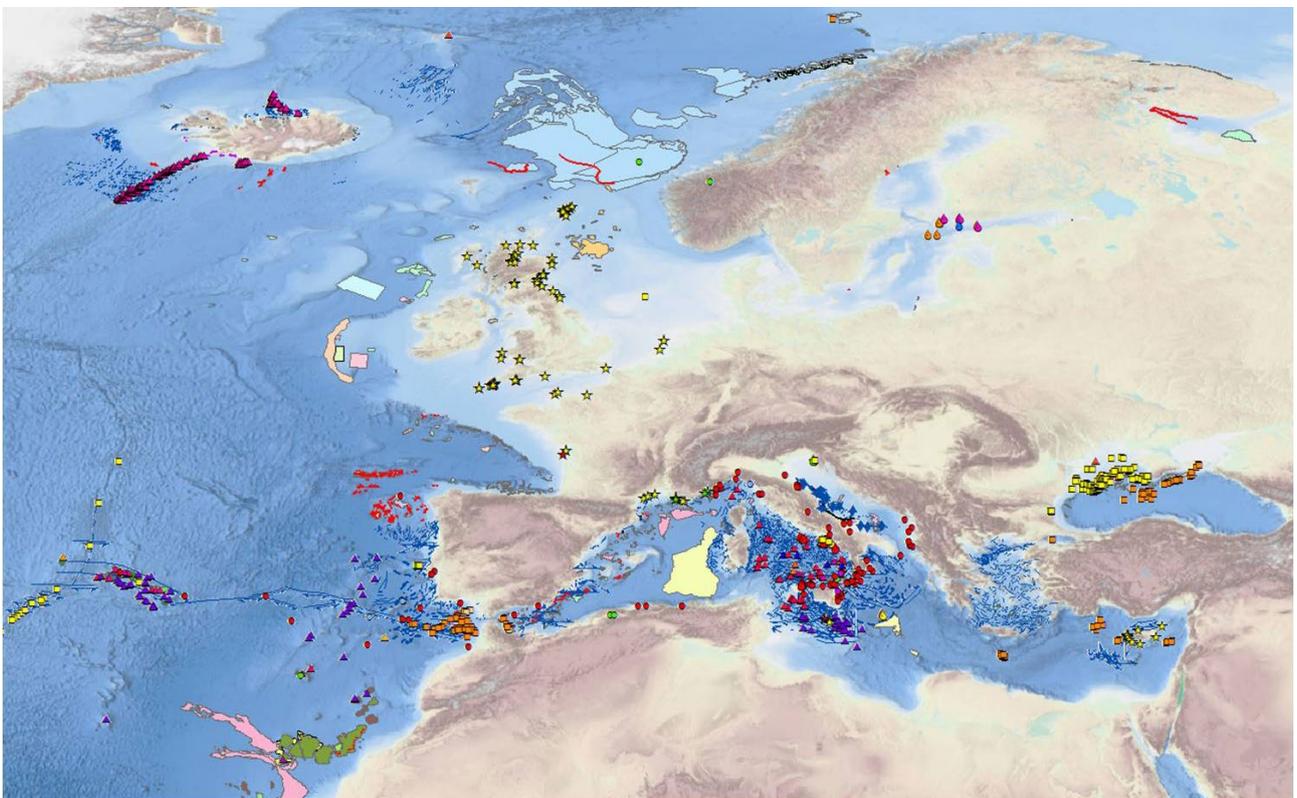


FIGURA 6 – Visualizzazione di tutti i livelli informativi realizzati nel *work package* 6 di EMODnet Geology 2



FONTE: sfondo in rilievo terra-mare da EMODnet Bathymetry

Oltre alla localizzazione e alla classificazione degli eventi rappresentati e ai loro riferimenti bibliografici (informazioni obbligatorie) sono stati previsti altri campi (facoltativi) per poter raccogliere le informazioni più dettagliate possibile per ulteriori applicazioni.

Attualmente è stata avviata la fase successiva di EMODnet, che è finalizzata ad ottenere dati almeno alla scala 1:100.000 o di maggior dettaglio se disponibili. Dalla sovrapposizione e dall'analisi di tutti gli eventi geologici nei mari europei (figura 6) si cercherà di ottenere una mappatura generale delle aree geologicamente più attive.

#### 4. Conclusioni

Il Servizio Geologico d'Italia realizza carte geologiche delle aree sommerse ad ottima risoluzione, basate su avanzati criteri rappresentativi, che hanno dimostrato di essere corredate del necessario bagaglio di informazioni e di sufficiente flessibilità per essere integrate in

un più ampio contesto di cartografia armonizzata a livello europeo.

I metodi di raccolta dei dati marini sono per lo più indiretti e consistono per la maggior parte in registrazioni strumentali; una loro prima elaborazione viene fatta mediante algoritmi, cui seguono ovviamente una serie di interpretazioni scientifiche. Tutte queste elaborazioni, a partire da segnali matematici, confluiscono naturalmente nella cartografia digitale. L'utilizzo di sistemi di elaborazione automatica ha ampliato notevolmente lo sviluppo delle cartografie derivate, specialmente in ambito marino dove l'organizzazione della raccolta dei dati e l'utilizzo di strumenti molto sofisticati sono particolarmente onerosi, a fronte però di una notevole quantità di dati (fisici, chimici, geologici) di elevata qualità.

Considerando l'interesse europeo degli ultimi anni per l'ambiente marino, la *Blue Economy* e la *Blue Growth*, l'interesse più che trentennale del Servizio Geologico d'Italia per la cartografia marina si è rivelato sagace e lungimirante.

## Bibliografia

Servizio Geologico d'Italia (1992), "Carta Geologica d'Italia – 1:50.000. Guida al rilevamento." *Quaderni del Servizio Geologico Nazionale*, serie III, vol. 1.

Servizio Geologico d'Italia (2009), "Carta Geologica d'Italia – 1:50.000. Aggiornamento e integrazioni delle linee guida della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000." *Quaderni del Servizio Geologico Nazionale*, serie III, vol. 12.

Servizio Geologico d'Italia (2009), *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 486 "Foce del Sele"*.

Servizio Geologico d'Italia (in stampa), *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 464 "Ischia"*.

Servizio Geologico d'Italia (in allestimento), *Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 353 "Montalto di Castro"*.