Esplorare il patrimonio sommerso della regione Puglia: dal progetto Archim3des al portale Andar per Mare

Filiberto Chiabrando[1], Rita Auriemma[2], Andrea Lingua[3], Beatrice Tanduo[1], Edward Borgogno[1], Elisabetta Colucci[1], Francesca Matrone[3], Luigi Coluccia[2], Cristiano Alfonso[2]

[1] Laboratorio di Geomatica per i Beni Culturali (Lab G4CH), Dipartimento di Architettura e Design (DAD), Politecnico di Torino, Viale Pier Andrea Mattioli 39, 10125, Torino (TO) - (filiberto.chiabrando, beatrice.tanduo, edward.borgogno, elisabetta.colucci)@polito.it

[2] Dipartimento Beni Culturali, Università del Salento, Via Dalmazio Birago, 64, Lecce (LE) – (rita.auriemma, luigi.coluccia, cristiano.alfonso)@unisalento.it

[3] Laboratorio di Geomatica, Dipartimento di Ingegneria dell'ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI), Politecnico di Torino, Corso Duca Degli Abruzzi 24, 10129, Torino, (TO) - (andrea.lingua, francesca.matrone)@polito.it

Abstract. Il contributo presenta il sistema informativo sviluppato per il patrimonio archeologico marino pugliese nell'ambito dei progetti ARCHIM3DES e Andar per Mare. Attraverso l'integrazione di fonti eterogenee in un geodatabase spaziale condiviso, il sistema permette la gestione e la consultazione delle informazioni archeologiche mediante applicazioni webGIS dedicate alla ricerca scientifica e alla valorizzazione del patrimonio sommerso e costiero.

Parole chiave: Patrimonio culturale sommerso, Geodatabase, WebGIS.

1 Introduzione

Il patrimonio archeologico marino, sommerso e costiero rappresenta una risorsa di grande valore storico e culturale, la cui documentazione, conservazione e valorizzazione richiedono strumenti in grado di confrontarsi con la complessità dei contesti in cui questi beni si trovano. In Puglia, le numerose testimonianze archeologiche distribuite lungo le coste adriatiche e ioniche sono state oggetto, nel corso degli ultimi decenni, di ricerche sistematiche, ricognizioni e campagne di scavo che hanno prodotto una quantità significativa di informazioni, spesso raccolte in archivi e banche dati sviluppati con finalità e modalità differenti. Nonostante la ricchezza della documentazione disponibile, la frammentazione delle fonti e la disomogeneità delle strutture informative ne rendono complessa la gestione integrata, limitando le possibilità di interrogazione, aggiornamento e condivisione dei dati [1].

La necessità di superare queste criticità si inserisce in una riflessione più ampia sul ruolo delle tecnologie geomatiche nella conoscenza e nella valorizzazione del patrimonio sommerso, con particolare attenzione alle potenzialità offerte dai sistemi informativi geografici e dalle piattaforme webGIS, già utilizzati in altri contesti europei per l'organizzazione e la condivisione dei dati archeologici [2]. In questo contesto si

collocano i progetti ARCHIM3DES (*ARchaeological and Cultural Heritage documentation In Marine environment using advanced 3D mEtric Survey techniques*), finanziato nell'ambito del PRIN 2022 [3], e Andar per Mare, dedicati alla promozione del patrimonio archeologico marino e costiero pugliese. Pur perseguendo obiettivi differenti, legati rispettivamente alla ricerca e alla documentazione scientifica e alla fruizione turistico-culturale, i due progetti condividono l'esigenza di organizzare le informazioni disponibili all'interno di un sistema geografico coerente, accessibile e aggiornabile.

Il presente contributo descrive il percorso che, a partire dall'analisi e dall'armonizzazione delle fonti esistenti, ha portato alla realizzazione di un geodatabase spaziale condiviso e allo sviluppo di applicazioni webGIS rivolte a diverse categorie di utenti. L'attenzione si concentra in particolare sull'organizzazione del sistema informativo e sulle modalità attraverso cui i dati archeologici vengono resi disponibili per la consultazione scientifica e la valorizzazione territoriale, evidenziando le relazioni tra le attività sviluppate nell'ambito di ARCHIM3DES e gli strumenti di esplorazione proposti dal portale Andar per Mare.

2 Progettazione e strutturazione del sistema informativo

La progettazione del sistema informativo ha preso avvio dall'analisi delle principali fonti documentali disponibili per il patrimonio archeologico marino della Puglia, con particolare riferimento alla Carta Archeologica Subacquea, sviluppata dall'Università del Salento, e al sistema informativo regionale CartApulia. Le due banche dati presentavano caratteristiche complementari, ma anche differenze significative nella struttura e nell'organizzazione delle informazioni. La Carta Archeologica Subacquea raccoglieva infatti una documentazione descrittiva particolarmente articolata, derivante da fonti bibliografiche e da decenni di attività di ricerca archeologica [4]. Nonostante le precedenti esperienze di pubblicazione cartografica e webGIS [5], nella configurazione analizzata per il progetto la banca dati non disponeva di una gestione pienamente integrata e aggiornabile delle informazioni spaziali. CartApulia consentiva invece la localizzazione geografica dei beni, attraverso un sistema strutturato per la catalogazione del patrimonio culturale regionale, ma non comprendeva tutti gli attributi specifici necessari alla descrizione dei contesti archeologici sommersi.

Il confronto tra le fonti ha evidenziato inoltre alcune incongruenze riconducibili ai differenti processi di aggiornamento, rendendo necessaria un'attività preliminare di verifica e armonizzazione dei contenuti. Tale processo ha previsto l'integrazione delle informazioni descrittive provenienti dalla Carta Archeologica Subacquea con i dati geografici disponibili in CartApulia, utilizzando i codici identificativi comuni per associare gli attributi alle rispettive localizzazioni. Questa operazione ha costituito il punto di partenza per la definizione di un nuovo modello dei dati, concepito per raccogliere le informazioni esistenti all'interno di una struttura condivisa e consentirne una gestione più coerente [1].

Il geodatabase è stato progettato secondo un modello relazionale spaziale, articolato in entità capaci di rappresentare le diverse tipologie di beni archeologici e le relazioni tra di esse. La struttura comprende siti stratificati, siti archeologici, relitti e reperti

decontestualizzati, ai quali sono associate informazioni relative alle rotte, alla documentazione e alla bibliografia. Per le entità destinate alle applicazioni di Andar per Mare sono state inoltre definite le specifiche dei campi, comprendenti denominazione, descrizione, tipologia del dato e corrispondenza con gli standard di catalogazione, ove prevista. La definizione degli attributi ha tenuto conto degli standard nazionali di catalogazione, con particolare riferimento alla scheda SI – Siti archeologici dell'ICCD [6], prevedendo inoltre una struttura bilingue, in italiano e inglese, e l'impiego di vocabolari controllati per garantire maggiore uniformità nella compilazione dei campi. Il modello distingue campi testuali, numerici e temporali, affiancati da liste di valori predefiniti per informazioni ricorrenti, quali la provincia, la collocazione dei beni e la tipologia dei luoghi di interesse, oltre alle denominazioni degli itinerari.

Per quanto riguarda la componente spaziale, è previsto l'utilizzo di coordinate espresse nel sistema di riferimento WGS 84 / UTM zona 33N (EPSG:32633), impiegate per la generazione delle geometrie associate ai siti. La definizione del sistema di riferimento, dei tipi di dato e dei vocabolari controllati contribuisce a rendere esplicite le regole di organizzazione delle informazioni, favorendo la coerenza dei contenuti e la loro possibile interoperabilità con altre banche dati.

Dal punto di vista tecnologico, il sistema è stato sviluppato attraverso l'integrazione di un database spaziale PostgreSQL e strumenti GIS dell'ambiente ArcGIS, secondo un'architettura concepita per favorire l'accesso simultaneo da parte di più utenti autorizzati e l'aggiornamento diretto dei dati nella base comune. Il geodatabase, inizialmente definito nell'ambito della progettazione dei due progetti, è stato successivamente implementato e costituisce oggi la base informativa comune delle applicazioni webGIS realizzate. L'utilizzo di una base centralizzata consente inoltre di superare la precedente organizzazione basata su shapefile separati, il cui aggiornamento richiedeva la sostituzione periodica dei file geografici pubblicati.

Questa organizzazione permette di mantenere una struttura condivisa per la gestione dei dati, differenziando al tempo stesso le informazioni e le modalità di consultazione proposte dalle singole interfacce, in funzione delle esigenze scientifiche e divulgative. La relazione tra le fonti documentali, l'organizzazione del geodatabase e le applicazioni sviluppate nell'ambito dei due progetti è sintetizzata nello schema di Fig. 1.

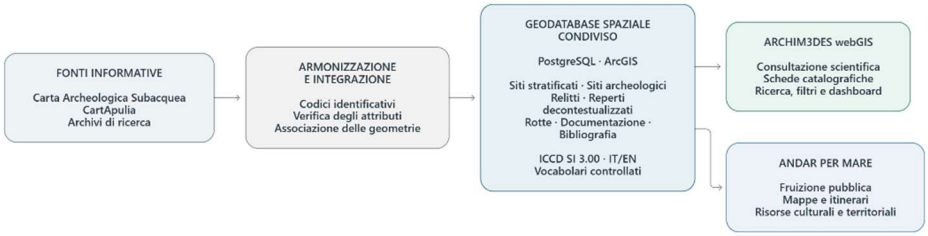

Fig. 1. Schema generale del sistema informativo sviluppato, dall'armonizzazione delle fonti documentali all'organizzazione del geodatabase spaziale condiviso e alla pubblicazione dei dati attraverso le applicazioni webGIS.

3 Implementazione e applicazioni del sistema informativo per la conoscenza e la valorizzazione del patrimonio

L'implementazione del geodatabase ha costituito la base per lo sviluppo di applicazioni webGIS dedicate alla consultazione delle informazioni archeologiche, progettate per rispondere alle differenti finalità dei due progetti. Pur condividendo la medesima infrastruttura informativa, le piattaforme ARCHIM3DES e Andar per Mare presentano infatti modalità di organizzazione e visualizzazione dei contenuti specifiche, che riflettono le esigenze dei rispettivi utenti e i diversi livelli di approfondimento richiesti.

3.1 ARCHIM3DES: un webGIS per la consultazione scientifica

Nell'ambito del progetto ARCHIM3DES è stata realizzata un'applicazione webGIS mediante ArcGIS Experience Builder, finalizzata alla rappresentazione geografica e alla consultazione delle informazioni relative ai relitti archeologici catalogati lungo le coste pugliesi. Le attività di catalogazione hanno interessato complessivamente 96 relitti, per i quali sono state organizzate informazioni archeologiche, localizzazioni geografiche e documentazione disponibile.

L'interfaccia consente di esplorare la distribuzione dei siti attraverso una mappa interattiva, alla quale sono associate una galleria fotografica e schede descrittive contenenti gli attributi disponibili nel database. I beni sono rappresentati cartograficamente mediante elementi puntuali, associati ai rispettivi codici identificativi e alle informazioni alfanumeriche presenti nel geodatabase. La selezione di un relitto, effettuata direttamente sulla mappa oppure attraverso la ricerca per denominazione o codice identificativo, permette di visualizzarne la posizione e di accedere alle informazioni catalografiche, mantenendo un collegamento diretto tra il dato geografico e la relativa documentazione (Fig. 2).

Per agevolare la consultazione di un patrimonio distribuito su un territorio particolarmente esteso, l'applicazione mette inoltre a disposizione filtri per provincia, strumenti di ricerca e funzionalità cartografiche per la gestione dei layer, la scelta delle mappe di base e l'esecuzione di misure. A queste possibilità si affianca una dashboard che consente di rappresentare graficamente alcuni attributi strutturati del database, aggiornando le visualizzazioni in relazione ai beni presenti nell'area selezionata. L'integrazione di tali strumenti permette quindi di affiancare alla consultazione puntuale delle schede una lettura complessiva delle informazioni disponibili, favorendo l'esplorazione dei dati archeologici anche attraverso criteri geografici e tematici.

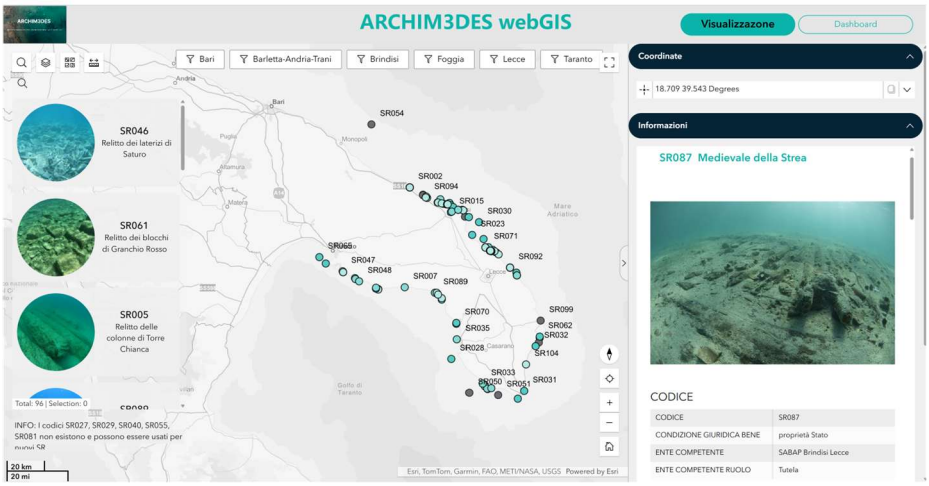

Fig. 2. Interfaccia del webGIS ARCHIM3DES: distribuzione geografica dei relitti archeologici lungo le coste pugliesi, galleria fotografica e consultazione della scheda catalografica di uno dei siti.

3.2 Andar per Mare: dalla documentazione alla fruizione del patrimonio

Le informazioni organizzate nel geodatabase costituiscono anche il riferimento per il portale Andar per Mare, attraverso il quale il patrimonio archeologico marino e costiero viene presentato a un pubblico più ampio, con particolare attenzione alla sua conoscenza e valorizzazione turistico-culturale. Il portale utilizza una selezione delle informazioni relative ai siti archeologici, integrandole con quelle sugli itinerari e sui luoghi di interesse culturale e naturalistico, secondo l'impostazione del modello dei dati descritta in Spreafico et al. [1]. In questo caso, la componente geografica è integrata all'interno di un sito web divulgativo, nel quale le applicazioni webGIS, progettate per la consultazione sia da desktop sia da dispositivi mobili, permettono di esplorare i luoghi di interesse, visualizzarne la distribuzione territoriale e accedere a contenuti descrittivi e fotografici [7].

La mappa interattiva regionale rappresenta uno dei principali strumenti di accesso al patrimonio, consentendo di individuare i siti archeologici e di consultarli attraverso una galleria fotografica collegata alle rispettive localizzazioni. La navigazione può essere progressivamente approfondita a scala locale, dove i singoli beni vengono presentati in relazione al contesto territoriale circostante e alle altre risorse culturali e naturalistiche disponibili. A questa modalità di esplorazione si affianca l'organizzazione dei contenuti in itinerari tematici, che propongono differenti percorsi di conoscenza del patrimonio pugliese, dai paesaggi costieri e dalle testimonianze delle antiche rotte commerciali fino ai beni situati ad alta profondità, difficilmente accessibili attraverso l'esperienza diretta (Fig. 3).

Accanto all'esplorazione dei siti e degli itinerari, il portale comprende una sezione dedicata alla pianificazione della visita, nella quale le informazioni sul patrimonio archeologico vengono integrate con quelle relative a musei, aree marine protette e altre

risorse territoriali. L'organizzazione dei contenuti permette così di mettere in relazione le testimonianze sommerse con i contesti culturali e paesaggistici di riferimento, proponendo differenti possibilità di conoscenza e fruizione del territorio.

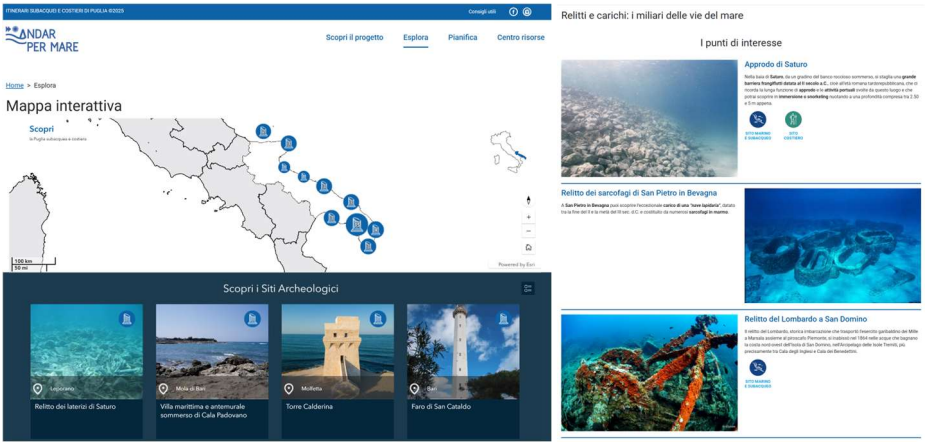

Fig. 3. Portale Andar per Mare: mappa interattiva del patrimonio archeologico sommerso e costiero pugliese, con galleria fotografica dei siti (sinistra); esempio di itinerario tematico, *Relitti e carichi: i miliari delle vie del mare*, con schede descrittive dei punti di interesse (destra).

4 Conclusioni e sviluppi futuri

L'esperienza sviluppata nell'ambito dei progetti ARCHIM3DES e Andar per Mare evidenzia come l'organizzazione delle informazioni archeologiche in un geodatabase spaziale condiviso possa costituire il punto di partenza per applicazioni rivolte a differenti esigenze di consultazione. Il percorso descritto, dalla raccolta e armonizzazione delle fonti fino all'implementazione delle applicazioni webGIS, ha permesso di collegare la documentazione scientifica del patrimonio sommerso alla sua presentazione attraverso strumenti di esplorazione geografica e divulgazione culturale. Le due piattaforme rappresentano quindi modalità complementari di accesso a una medesima base informativa, organizzate secondo differenti livelli di dettaglio e finalità di utilizzo.

L'approccio adottato offre inoltre una base per il progressivo ampliamento e aggiornamento delle informazioni disponibili, attraverso l'integrazione di nuovi dati archeologici e documentali e il consolidamento delle procedure di gestione collaborativa. Ulteriori sviluppi potranno riguardare l'approfondimento dell'interoperabilità con altri sistemi informativi e l'estensione delle modalità di accesso ai contenuti, anche in relazione ai prodotti digitali derivanti dalle attività di documentazione geomatica. In questa prospettiva, la struttura scalabile del geodatabase potrebbe costituire un riferimento metodologico per iniziative analoghe in altri contesti territoriali e, a lungo termine, contribuire allo sviluppo di sistemi condivisi per la gestione integrata del patrimonio archeologico marino anche a livello nazionale.

Riferimenti bibliografici

[1] Spreafico, A., Colucci, E., Chiabrando, F., Auriemma, R.: A Review of Existing Sources for the Design of an Archaeological Underwater Cultural Heritage Database of Puglia Region (Italy). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-4-2024, 445–452 (2024). https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-2024-445-2024.

[2] Vandenbulcke, A., Van Ackere, S., Decock, M., Stal, C., De Wulf, A.: Preservation of the archaeological heritage of the North Sea using webGIS. In: *International Multidisciplinary Scientific GeoConference – SGEM*, pp. 375–382. Stef92 Technology, Sofia (2016).

[3] Antonazzo, A., Alfonso, C., Auriemma, R., Borgogno, E., Chiabrando, F., Colucci, E., Coluccia, L., Lingua, A.M., Maschio, P.F., Matrone, F., Spreafico, A., Tanduo, B.: Il Progetto ARCHIM3DES: ARchaeological and Cultural Heritage documentation In Marine environment using advanced 3D mEtric Survey techniques. *Atti della Conferenza ASITA 2024* (2024).

[4] Auriemma, R.: *Salentum a salo. 2. Forma Maris Antiqui*. Congedo Editore, Galatina (2004).

[5] Cossa, A., Zaccarelli, N., Auriemma, R., Gull, P.: La Carta Archeologica Subacquea della Puglia meridionale. Il Sistema Informativo in Rete. In: *Atti del XIII Convegno Utenti ESRI*, Roma (2012).

[6] Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD): *Normativa SI – Siti archeologici. Versione 3.00*. ICCD, Roma.

[7] Andar per Mare: *Itinerari subacquei e costieri di Puglia*. https://andarpermarepuglia.it/, ultimo accesso 14 ottobre 2026.