

WEB MAP SERVICE NEI PROCESSI DI RICERCA ARCHEOLOGICA

1. PREMESSA

Lo sviluppo della rete Internet come infrastruttura globalizzata ha permesso la valorizzazione di numerosi servizi utilizzati quotidianamente da un gran numero di utenti in ambienti condivisi. Il Web Map Service (WMS) è un servizio specifico definito dall'Open Geospatial Consortium ed è diventato uno standard internazionale ISO19128 nel 2005. L'OGC, in precedenza OpenGIS Consortium, è un'organizzazione internazionale no-profit basata sul consenso volontario, che si occupa di definire specifiche tecniche per i servizi geospaziali e di localizzazione. L'OGC è formato da oltre 280 membri con l'obiettivo di sviluppare ed implementare standard per il contenuto, i servizi e l'interscambio di dati geografici che siano "aperti ed estensibili". Le specifiche definite dall'OGC sono pubbliche e disponibili gratuitamente.

Questa specifica tecnologia offre la possibilità di integrare dati locali con dati distribuiti in remoto ottenuti dall'attivazione di un server compatibile con gli standard dell'OGC. La possibilità di poter consultare dei dati geografici conoscendone la fonte riduce la creazione di inutili banche dati locali. Quasi tutti i produttori di software GIS hanno implementato lo standard WMS nelle loro applicazioni e i fornitori di mappe ed immagini hanno iniziato a rendere disponibili i loro dati attraverso i servizi dell'OGC. Questa panoramica mette in evidenza che il protocollo WMS sembra essere ormai una specifica consolidata (OGC Website, 2009).

2. LE SPECIFICHE E I SERVIZI DELL'OGC

Il servizio WMS dispone di tre funzioni: GetCapabilities, GetMap, GetFeatureInfo che possono essere attivate dall'utente mediante un URL sotto forma di interrogazioni HTTP.

La funzione GetCapabilities permette l'interrogazione delle meta informazioni del servizio WMS. Come risposta viene rinviato all'utente un documento XML che contiene lo schema di convalida oltre a indicazioni di carattere generale sul fornitore del servizio WMS attivo e gli strati disponibili per la visualizzazione della mappa.

La funzione GetMap è un'interrogazione che fornisce un'immagine raster georeferenziata del servizio WMS nella quale si possono definire alcuni parametri: richiesta degli strati da consultare, rappresentazione geografica di questi ultimi, il sistema di coordinate da utilizzare, l'estratto della mappa, le dimensioni o il formato della mappa.

La funzione `GetFeatureInfo` è un'operazione facoltativa e supportata solo per i livelli nei quali l'attributo "queryable" è stato definito o ereditato. Le informazioni sono in formato XML; la funzione può fornire dati relativi a un determinato punto della mappa. Il funzionamento di base prevede la possibilità per un client di specificare quale pixel viene interrogato in base ai valori espressi negli assi di riferimento.

La parte più critica del servizio WMS è la definizione dei metadati che rappresentano i contenuti offerti dal server WMS e l'organizzazione dei singoli strati. La definizione delle informazioni contenute nei metadati di ogni strato fa riferimento alla normativa internazionale ISO 19115 o FGDC-STD-001-1998, che organizza gli strati in una gerarchia di livelli e contenitori e definisce i vari sistemi di coordinate.

Un altro standard definito dall'OGC è il Web Feature Service (WFS) con cui si possono attivare transazioni o query di accesso e modifica dei dati geografici definiti nei geodatabase con le primitive vettoriali. Le richieste avanzate dal client vengono effettuate a livello di servizio WFS; i risultati ottenuti sono definiti come feature e codificati con lo standard GML (Geography Markup Language) usato per comunicare dati geospaziali. Le operazioni di manipolazione dei dati includono la creazione dell'istanza di una nuova feature, la cancellazione, l'aggiornamento e l'importazione di feature basate su una query con parametri spaziali o alfanumerici. Le specifiche del Filter Encoding permettono, tramite lo standard XML, la creazione di query complesse come il filtraggio dei dati a livello spaziale rispettando dei precisi criteri attribuiti alla selezione di una codifica XML, ad esempio sistemi di database relazionali basati su linguaggio SQL.

La specifica WCS può essere definita come l'unione dei servizi WMS e WFS. I dati, chiamati "Grid Coverage", sono multidimensionali disposti su tre assi: i primi due organizzano il dato spaziale in celle, l'altro permette la selezione dello strato in funzione del dato spaziale da esplorare. Questo insieme di dati è molto utile per operare su immagini multispettrali dove la componente di associazione avviene solitamente su più bande o sui domini spazio-temporali permettendo un'analisi territoriale dinamica, restituendo un valore espresso sia come grandezza scalare che vettoriale.

3. ARCHITETTURA E IMPLEMENTAZIONE DEI SERVIZI

L'architettura per l'implementazione dei web service è di tipo client-server. Nel lato server si trova il servizio che dà accesso al geodatabase repository, dove i formati dei dati seguono le specifiche dell'OGC; nel lato client è possibile usufruire degli applicativi di tipo desktop o delle pagine web dinamiche che gestiscono le chiamate e le risposte del web service (Fig. 1). Nei casi di studio esaminati è stato utilizzato GeoServer come software open source lato server e uDig come open source lato client, entrambi sviluppati su piattaforma Java.

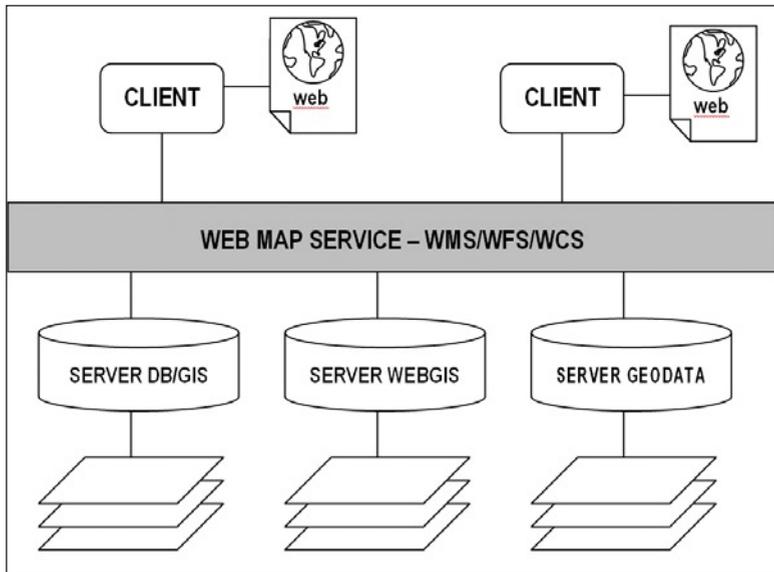


Fig. 1 – Architettura del sistema.

4. DIFFUSIONE DEI WEB-GIS E DEGLI STANDARD OGC IN AMBITO NAZIONALE NEL SETTORE ARCHEOLOGICO

I servizi di Web-GIS sono da tempo utilizzati nei portali cartografici ufficiali dei principali enti locali nazionali. La maggior parte dei dati raccolti riguardano elementi di gestione tecnica del territorio. In alcuni casi specifici però sono riportate informazioni legate ai beni ambientali e archeologici come nei casi dell'Archaeo Browser di Bolzano e dell'ArchaeoGEW del Parco Regionale della Spina Verde di Como.

A differenza dei Web-GIS, i WMS sul territorio nazionale sono ad un livello ancora primordiale. La specifica WMS è diventata standard nel 2005, ma solo dal 2007, anno di entrata in vigore della direttiva europea INSPIRE, le varie amministrazioni ed enti locali hanno iniziato ad intraprendere un discorso relativo alla realizzazione di un'infrastruttura dei dati territoriali.

Dalla ricerca effettuata sui siti internet ufficiali delle venti regioni italiane risulta che tutte dispongono di un applicativo Web-GIS, ma esclusivamente in cinque di queste sono presenti i servizi WMS; solo la Regione Sardegna è in possesso anche delle specifiche WFS (Fig. 2). Il servizio più sviluppato fino ad oggi in Italia è senz'altro il SITAD, il Sistema Informativo Territoriale Ambientale Diffuso degli Enti pubblici piemontesi. Le informazioni sono suddivise in nove categorie di appartenenza e i dati sono raccolti da una serie di enti

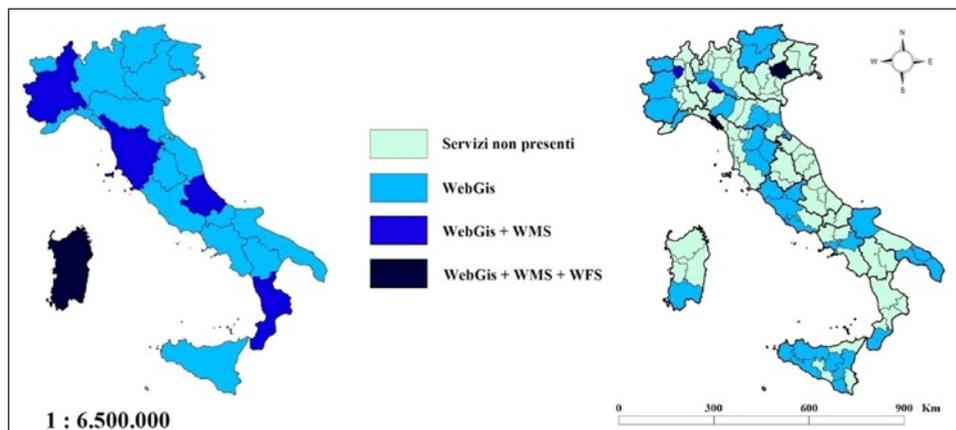


Fig. 2 – Servizi Web-Gis e specifiche OGC nelle Regioni (sx) e nelle Province (dx) italiane.

che hanno aderito al progetto. Per lo più si tratta di indicazioni territoriali e ambientali ma non mancano elementi di interesse archeologico come carte del vincolo idrogeologico o zone di interesse archeologico e paleontologico. Anche il GEOscopio, il sistema web dei dati geografici presenti presso il Servizio Geografico della Regione Toscana, pur se in fase sperimentale, garantisce un'ampia gamma di informazioni territoriali relative anche ai beni ambientali e ai servizi archeologici.

Le richieste riguardanti l'interscambio di informazioni geografiche e territoriali sono in continuo aumento e anche in alcune realtà provinciali è iniziata una catalogazione dei geodati principali. Sono stati presi in esame i siti internet ufficiali di 103 province per verificare la presenza di servizi applicativi on-line. In 37 di queste province (il 35,9%) è al momento attivo un applicativo Web-GIS accessibile a tutti i cittadini, dove sono riportate informazioni di carattere ambientale, urbanistico-amministrativo e territoriale, mentre solo in casi sporadici sono previste sezioni relative ai beni ambientali e archeologici. Oltre a un Web-GIS, le province di Biella e Lodi possiedono alcuni servizi WMS, mentre La Spezia e Treviso sono fornite anche di un'interfaccia WFS. Nessuno di questi servizi però contiene informazioni o dati riguardanti l'aspetto archeologico.

Dal confronto tra queste due indagini effettuate si evince che non c'è una corrispondenza diretta tra i servizi on-line regionali e quelli provinciali. Esempi come l'Abruzzo e la Sardegna sono significativi in quanto le proprie realtà regionali sono coperte da un numero cospicuo di servizi on-line, mentre lo stesso tipo di servizio a scala più dettagliata non viene attualmente fornito dagli organi provinciali.

5. I SERVIZI WEB SERVICE IN AMBITO ARCHEOLOGICO: SCHEDE SINTETICHE SUI CASI DI STUDIO

L'utilizzazione di servizi web service è stata adottata sperimentalmente su tre differenti problematiche inerenti la casistica archeologica, utilizzando le tre specifiche dell'OGC. Tali standard sono stati scelti in quanto ognuno di essi si basa su uno specifico tipo di dato e ne utilizza al meglio le caratteristiche per la consultazione, l'analisi e la condivisione dei contesti archeologici esaminati.

5.1 *Nakhl (Al Kerak) – Giordania*

Il sito di Nakhl si trova nella Giordania centro-meridionale, a circa 25 km da Kerak; la località risulta antropizzata dall'Età del Bronzo antico fino all'epoca crociata ed è oggetto di un programma di ricerca, conservazione e valorizzazione focalizzato sull'insediamento rurale tardo antico (HAMARNEH 2008). Il sito è ubicato su un altopiano con altitudine media di circa mille metri slm e domina l'area circostante per un raggio di circa 10 km, permettendo di osservare tutti i villaggi circostanti. Il perimetro è di circa 3,5 km e delimita una superficie di circa 72 ha, dove sono presenti, su un'area di circa 50 ha: crolli superficiali di strutture murarie, necropoli, insediamenti industriali, numerose cisterne di grandi dimensioni, mura di rafforzamento edificate con blocchi squadrati di roccia calcarea locale e, in alcuni tratti, di grossi blocchi regolari di pietra basaltica di colore grigio nerastro, probabilmente provenienti da una cava nelle vicinanze. L'analisi delle strutture murarie più evidenti ha permesso di riconoscere l'organizzazione del villaggio e la distribuzione delle strutture al suo interno.

Preliminarmente alla ricognizione sul terreno è stata eseguita un'informatizzazione di alcune foto aeree storiche pertinenti il sito in esame. Sono state reperite attraverso il servizio WMS di Digital Globe le immagini satellitari aggiornate. Dalla sovrapposizione dei dati raster delle due diverse fonti è stato possibile riconoscere le evidenze archeologiche sul terreno e procedere quindi ad un'attenta ricognizione *in situ*. Tali dati possono essere fruiti liberamente dal servizio WMS abilitato.

5.2 *Acquedotti di Roma antica (Lazio) – Italia*

Il trattato *De aquaeductibus urbis Romae* di Sesto Giulio Frontino (*curator aquarum* nel 97 d.C.) rappresenta la fonte più autorevole sugli acquedotti della città di Roma. L'opera fornisce, oltre alle notizie storiche, indicazioni sulle tecniche costruttive, sui materiali edilizi, sulle norme amministrativo-legislative e soprattutto topografiche, registrando i nomi dei nove acquedotti esistenti all'epoca, i percorsi e l'ubicazione delle sorgenti (FRONTINUS 1925).

In totale Roma poté contare su ben undici acquedotti che rifornivano l'Urbe di un flusso idrico costante, edificati in un arco temporale compreso fra il 312 a.C. e il 226 d.C. (LANCIANI 1881; ASHBY 1935). Queste opere, frutto dell'alta ingegneria romana, sono state da sempre oggetto di grande attenzione da parte degli studiosi di varia estrazione, dagli storici, agli archeologi e agli architetti, fino agli ingegneri idraulici.

Allo stato attuale gli acquedotti presentano una molteplicità di problemi ancora da approfondire. Primo fra tutti è quello dell'attribuzione dei tratti di alcuni di essi. Altro problema controverso è quello relativo alla loro lunghezza in base ai dati forniti da Frontino (BLACKMAN 1979), infatti, l'estensione di alcuni di essi non corrisponde a quanto riportato dalla fonte. Un dato emblematico è quello della disparità di valutazione della loro lunghezza totale, poiché alcuni autori moderni riportano estensioni che variano dai 350 km (236 miglia romane) ai 520 km (351 miglia romane); lo stesso dicasi per la loro estensione in superficie, che varia da 32 miglia romane a 41 miglia romane (CHANSON 2000; DIJKSTRA 2006; CHANSON 2008). Questi dati, considerando che alcuni tracciati si sovrappongono gli uni con gli altri (si veda, per esempio, la Marcia e la Claudia), andrebbero opportunamente approfonditi.

Non ultimo è il problema del restauro e della manutenzione dei resti conservati e la loro conseguente valorizzazione (AA.VV. 1992). L'intero sistema degli acquedotti laziali, infatti, costituisce un omogeneo complesso che andrebbe fruito insieme alle più importanti manifestazioni della civiltà romana, rappresentando un elemento di sviluppo per i territori, soprattutto per quelli circostanti la capitale.

Utilizzando il servizio WFS per lo strato degli acquedotti e il servizio WMS per tutti gli altri strati di tipo raster, è stato possibile confrontare le diverse fonti di dati e valutare le congruenze dei tratti in superficie, di quelli sotterranei, dei nodi di confluenza e di deviazione.

5.3 *Tell Abu Shahrain (Eridu) – Iraq*

La conoscenza e la protezione dei siti archeologici ubicati in paesi in via di sviluppo e/o in aree di crisi bellica è una realtà più che attuale. In tali aree è difficoltoso reperire la cartografia di base e la documentazione grafica e/o fotografica, soprattutto se riferita a precedenti attività di ricerca archeologica.

In tali contesti, prescindendo da missioni archeologiche nell'ambito della cooperazione internazionale, vi sono delle attività di supporto che possono utilmente essere svolte attivando i servizi WMS. La collaborazione con le autorità locali e con le diverse Forze Armate italiane impiegate fuori area avviene attraverso il monitoraggio e la promozione di iniziative rivolte alla protezione del patrimonio culturale ed ambientale.

Eridu è stata oggetto delle prime esplorazioni dal 1855 al 1919 (TAYLOR 1855, 404-415; CAMPBELL THOMPSON 1918, 101-44). Altri scavi vennero condotti fra il 1946 e il 1949 (SAFAR, MUSTAFA, LLOYD 1981). Recentemente, ancora prima dell'invasione Iraq, le attività archeologiche si sono intensificate soprattutto in funzione di una catalogazione dei siti ai fini di una loro maggiore protezione. In questo ambito si sono sviluppate una serie di azioni di monitoraggio all'interno di una efficace cooperazione tra archeologi e militari (CHIODI, MAZZEI, PETTINATO 2007; CURTIS *et al.* 2008, 1-38; CHIODI 2009, 5-28).

Il sito è considerato la prima città dell'antica dinastia di Ur, datata anteriormente all'alluvione del fiume Eufrate. Le sette colline di Eridu si estendono per circa 24 km a S-E di Ur.

In particolare in questo contesto il servizio WCS può essere utile per la comparazione di più strati di tipo Grid per valutare le differenze negli attributi spazio-temporali nel corso degli eventi. Nel caso specifico si sono elaborate alcune delle bande multispettrali e pancromatiche riprese in un arco temporale di circa cinque anni. I risultati ottenuti hanno dimostrato l'efficacia e la puntualità dell'analisi effettuata rilevando modificazioni superficiali che non compromettono la sostanziale morfologia del sito.

MAURO MAZZEI

CNR – Dipartimento ICT – Roma

ANTONIO SALVATORI

CNR – ITABC – Roma

ANDREA DI SOMMA

Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física –
Universidad Complutense de Madrid

VALENTINA FERRARI

CdLS Gestione e Valorizzazione del Territorio
Università degli Studi di Roma “La Sapienza”

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 1992, *Il trionfo dell'acqua*, in A.M. LIBERATI SILVERIO, G. PISANI SARTORIO (eds.) *Gli antichi acquedotti di Roma: problemi di conoscenza, conservazione e tutela. Atti del convegno*, Roma, Comune di Roma, ACEA.
- ASHBY Th. 1935, *The Aqueducts of Ancient Rome*, Oxford, Clarendon (trad. ital. *Gli acquedotti di Roma antica*, Roma 1991).
- BLACKMAN D.R. 1979, *The lenght of the four great aqueducts of Rome*, «Papers of the British School at Rome», 47, 12-18.
- CAMPBELL THOMPSON R. 1918, *The British Museum Excavation at Abu Shabrain in Mesopotamia in 1918*, «Archaeologia», 70 (1920), 101-144.
- CHANSON H. 2000, *Hydraulics of Roman Aqueducts: Steep Chutes, Cascades and Dropshafts*, «American Journal of Archaeology», 104, 1, Jan, 47-72.

- CHANSON H. 2008, *The Hydraulics of Roman aqueducts: what do we know? Why should we learn? Proceedings of World Environmental and Water Resources Congress 2008 Abupua'a (Honolulu, Hawaii 2008)*, Curran Associates, ASCE, 1-16.
- CHIODI S.M. 2009, *Tutela italiana del patrimonio culturale del Sud dell'Iraq: verso la cooperazione civile e militare nelle missioni internazionali*, «Nuova Antologia», 2249, Fondazione Spadolini Nuova Antologia, 5-28.
- CHIODI S.M., MAZZEI M., PETTINATO G. 2007, *La pietra nera di Nassiriya, Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, 2007, Serie IX, 22, 2*, Roma, Bardi Editore.
- CURTIS J., RAHEED Q.H., CLARKE H., AL HAMDANI A.M., STONE E., VAN ESS M., COLLINS P., ALI M. 2008, *An Assessment of Archaeological Sites in June 2008: An Iraqi-British Project*, 1-38.
- DIJKSTRA C. et al. 2006, *De Aquaducten van Rome, Water en Macht: technologische innovatie en culturele Verandering, Algemene Cultuurwetenschappen*, Nijmegen, Radboud Universiteit Nijmegen.
- FRONTINUS S.J. 1925, *The Stratagems and the Aqueducts of Rome*, Cambridge, Harvard University Press.
- HAMARNEH B. 2008, *Missione Esplorativa in Giordania, Protocollo di intesa - Università Kore di Enna - Direzione Generale delle Antichità Giordane*, Collana Kore, Enna, Kore University Press.
- LANCIANI R. 1881, *I Comentarî di Frontino intorno le acque e gli acquedotti*, Roma, Salviucci.
- SAFAR F., MUSTAFA M.A., LLOYD S. 1981, *Eridu*, Baghdad, State Organization of Antiquities and Heritage.
- TAYLOR J.E. 1855, *Notes on Abu Shabrein and Tell el Lahm*, «Journal of the Royal Asiatic Society», 15, 404-415.

SITI WEB

OGC Website. <http://www.opengeospatial.org/>.

ABSTRACT

The purpose of this report is to illustrate and propose the implementation of a service based on specific WMS, WFS, WCS which facilitates the collection and analysis of data interoperability aimed at acquiring further knowledge of the landscape and of the contexts in the process of archaeological research.