

# Un webGIS per la conoscenza delle antiche città della Mesopotamia

Giacomo Di Giacomo e Giuseppe Scardozzi

ANTARES LAB. Ancient Topography, Archeology and Remote Sensing Lab.  
Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali. Roma. Italia.

## Resumen

*El Instituto de Monumentos Arqueológicos y Monumentales (CNR-IBAM) participo' en los años 2005-2009 en un proyecto "El Museo Virtual de Irak", con el apoyo por el Ministerio de Asuntos Exteriores desarrollado con la coordinación científica del Consejo Nacional de Investigación. Este trabajo describe en detalle las peculiaridades del sistema Webgis implementado para la presentación de determinados centros de la antigua Mesopotamia. Desde el procesamiento de imágenes para extraer los datos de los mapas por satélite para la base documental, hasta la creación de la estructura y la interfaz web: un experimento de comunicación en la historia y la arqueología que extiende el concepto clásico de "museo", extendéndolo también a contextos de descubrimiento y de la relación entre el paisaje histórico y el hombre.*

**Palabras Clave:** MUSEO VIRTUAL DE IRAK, MESOPOTAMIA, WEBGIS, TELEDETECCIÓN, ARQUEOLOGÍA.

## Abstract

In the years 2005-2009, The Institute for Archaeological Monuments and Sites (CNR-IBAM) participated with "The Virtual Museum of Iraq," sponsored by the Ministry of Foreign Affairs and developed with the scientific coordination of the National Council of Research. This paper describes in detail the peculiarities of the webGIS implemented for the submission of certain centers of ancient Mesopotamia. From image processing to extract the satellite map data for documentary base, until the creation of the structure and web interface: an experiment in communication history and archeology that extends the classical concept of "museum", extending also to contexts of discovery and the link between the historic landscape and man.

**Key words:** IRAQ VIRTUAL MUSEUM, MESOPOTAMIA, WEBGIS, REMOTE SENSING, ARCHAEOLOGY.

## 1. IL PROGETTO "MUSEO VIRTUALE DELL'IRAQ".

L'istituto per i Beni Archeologici e Monumentali del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IBAM-CNR) ha partecipato, tra il 2005 e il 2009, al progetto "Museo Virtuale dell'Iraq", promosso dal Ministero Affari Esteri e realizzato con il coordinamento scientifico del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Il progetto è stato finalizzato alla creazione di un contenitore virtuale, gratuito e disponibile on-line, della collezione archeologica del Museo Nazionale di Baghdad, chiuso dal 2003 e attualmente non fruibile.

Il contributo principale del CNR-IBAM è derivato dalla necessità di contestualizzare gli oggetti e i monumenti "esposti" nel Museo Virtuale, dando ai "visitatori" la possibilità di conoscere anche i siti archeologici da cui tali oggetti provenivano. Questo obiettivo è stato raggiunto mediante differenti soluzioni nel sito web del Museo Virtuale: da un lato, il Laboratorio di Informatica ha realizzato numerose modellazioni 3D e ricostruzioni virtuali di oggetti, monumenti e di alcune città, inserite nelle 8 "Sale" (divise per fasi cronologiche dalla Preistoria all'Epoca Islamica) in cui è organizzato il Museo; dall'altro, il Laboratorio di Topografia Antica, Archeologia e Telerilevamento (ANTARES

Lab) si è occupato più nello specifico dello studio ricostruttivo e della presentazione dei contesti antichi di provenienza, effettuando ricerche che hanno anche permesso di accrescere la conoscenza della topografia antica e del paesaggio storico di molti dei siti archeologici scelti come esemplificativi delle 8 "Sale" (Ur, Uruk, Tell Es-Sawwan, Tell Asmar, Nimrud, Khorsabad, Babilonia, Sippar, Kish, Seleucia sul Tigri, Ctesifonte, Hatra, Samarra e Ukhaydir), soprattutto grazie all'elaborazione e all'esame di numerose immagini satellitari storiche e recenti che hanno consentito di superare i problemi connessi alla scarsità di documentazione disponibile ed all'inaccessibilità dei luoghi.

Parte dei materiali elaborati nel corso delle attività svolte dall'ANTARES Lab sono stati inseriti nella sezione "Siti Archeologici" del Museo, dove vengono sinteticamente presentati (mediante immagini telerilevate e planimetrie) i principali contesti di provenienza degli oggetti "esposti" nelle altre sezioni, mentre è in corso di implementazione un webGIS, oggetto del presente contributo, che consenta una più idonea presentazione dei siti archeologici esaminati. Attraverso di esso, i manufatti ricostruiti nel Museo vengono idealmente collegati ai contesti di origine, alle città e agli insediamenti in cui sono stati realizzati. Questi sono mostrati ai visitatori nella loro situazione attuale, con i resti delle case, dei palazzi, delle cinte murarie e

delle strade messi in luce dagli scavi o ancora sepolti ma visibili in traccia nelle riprese satellitari; vengono ricostruite l'urbanistica delle città e la topografia antica degli insediamenti e, quando possibile, i siti archeologici sono inseriti nel paesaggio storico che li caratterizzava, ricostruito mediante l'esame delle tracce paleo-ambientali individuate nelle immagini telerilevate. In quest'ottica, il Museo e le sue "Sale" non costituiscono un contenitore chiuso di manufatti artistici o di oggetti della cultura materiale, ma questi ultimi diventano il punto di partenza di una "visita" che si estende ai siti archeologici in cui essi sono stati realizzati ed utilizzati; il webGIS, in cui per ora sono funzionanti le sezioni su Khorsabad (Sala Assira), Seleucia sul Tigri (Sala Achemenide e Seleucide) ed Hatra (Sala Partica e Sasanide), diviene così il collegamento tra il Museo e i contesti di provenienza. [G.S.]

## 2. IL WEBGIS DELLE CITTÀ DELLE MESOPOTAMIA: UNO STRUMENTO TRA CONOSCENZA, DOCUMENTAZIONE E COMUNICAZIONE.

La progettazione e la successiva costruzione del Museo Virtuale e del webGIS hanno dovuto risolvere i problemi di comunicazione e di documentazione dei contesti archeologici presentati attraverso Internet (CULTRARO, 2009 con bibl. prec.). Il problema della documentazione, in particolare, si è presentato piuttosto rilevante, vista la scarsità di materiale disponibile sui siti antichi presi in esame, soprattutto quella relativa a un loro inquadramento topografico generale spesso assente nella tradizione degli studi che li riguarda, di solito più interessata ai manufatti artistici e a singoli complessi monumentali che alla struttura e all'organizzazione planimetrica degli insediamenti; ovviamente, poi, l'inaccessibilità dei contesti a causa della situazione politica dell'Iraq ha incrementato le difficoltà.

Vista l'assenza o la scarsa disponibilità di cartografie, planimetrie generali complete e aggiornate, oltre che di fotografie aeree verticali dei siti archeologici scelti per rappresentare le varie civiltà che fiorirono in Mesopotamia, la soluzione più efficace per le finalità del progetto è stata quella di reperire immagini satellitari ad alta risoluzione (tra 50 cm e 1 m nel pancromatico e tra 2,40 e 4 m nel multispettrale): in particolare, sono state recuperate numerose immagini acquisite dal 2001 al 2008 dalle piattaforme Ikonos-2, QuickBird-2 e WorldView-1 (delle società Geospatial Intelligence -la prima- e DigitalGlobe -le altre due-), che nel periodo di durata del progetto erano i satelliti con la maggiore risoluzione al suolo disponibile per uso civile. Tali immagini sono state scelte sulla base delle caratteristiche geometriche (risoluzione spaziale e minor angolo *off-nadir*) e del periodo di acquisizione ed hanno consentito di osservare, studiare e documentare dettagliatamente ed in modo aggiornato le aree archeologiche così come appaiono oggi, costituendo degli strumenti idonei a garantire una visita virtuale dei luoghi in sostituzione della visita dal vero dei siti. Le immagini si sono dunque rivelate fondamentali per una corretta narrazione dei siti antichi incrementando di fatto anche la conoscenza degli stessi, poiché in fase di costruzione del museo virtuale hanno permesso di acquisire nuovi dati e di avanzare nuove ipotesi circa l'assetto urbano ed il contesto paleo-ambientale di molti dei siti esaminati. Accanto a queste riprese recenti, sono state acquisite (dall'*United States Geological Survey*) numerose fotografie pancromatiche scattate dalle camere montate a bordo dei satelliti spia americani operativi tra gli anni

Sessanta e Settanta del XX sec. (in particolare, Corona KH-4A e KH-4B, Gambit KH-7 ed Hexagon KH-9, con risoluzione geometrica tra 60 cm e 9 m), che hanno fornito importanti dati su territori che negli ultimi decenni hanno spesso subito parziali o radicali trasformazioni, soprattutto per l'estensione delle aree urbanizzate, per la diffusione dell'agricoltura meccanizzata e per la realizzazione di grandi opere infrastrutturali.



Figura 1. Immagine satellitare Ikonos-2 di Khorsabad, in cui è evidente la pianta quadrangolare della città.

Tutte queste immagini costituiscono una ricca documentazione multi-temporale molto utile per la presentazione delle aree archeologiche in esame, ma anche per il monitoraggio delle trasformazioni e dei danneggiamenti degli ultimi decenni, a cavallo delle due Guerre del Golfo; a questo proposito, si è fatta molta attenzione nel recuperare, per ciascun centro antico, riprese satellitari ad alta risoluzione sia antecedenti che successive al 2003. Per quanto concerne le tre città attualmente implementate nel webGIS, Khorsabad, Seleucia sul Tigri ed Hatra, la navigazione è garantita, oltre che dalle planimetrie archeologiche, anche dalle immagini satellitari QuickBird-2, che sono le più aggiornate (rispettivamente, al 2005 per la prima, e al 2006 per le altre due) e quelle con la maggiore risoluzione spaziale; ma accanto a esse, l'utente ha la possibilità di consultare anche immagini Ikonos-2 (fig. 1) antecedenti la Seconda Guerra del Golfo (del 2001, per le prime due città, e del 2002, per la terza) e le fotografie satellitari storiche della seconda metà degli anni Sessanta del XX sec. (varie immagini Corona e Gambit riprese tra il 1965 e il 1969).

Questo ricco *data set* di immagini, oltre che presentare i siti archeologici, consente anche di approfondire la conoscenza della loro topografia antica, permettendo di acquisire nuovi dati sull'articolazione planimetrica degli insediamenti e sui contesti paleo-ambientali, fondamentali per la ricostruzione dei paesaggi antichi in cui erano inseriti. L'esperienza dell'ultimo decennio nel campo del *remote sensing* finalizzato alla ricerca archeologica ha infatti chiaramente dimostrato che la disponibilità di immagini satellitari ad alta risoluzione geometrica e spettrale costituisce uno strumento con enormi potenzialità per lo studio di antichi

contesti urbani e territoriali, soprattutto in assenza di fotografie aeree e cartografie aggiornate ed a grande scala. La lettura, l'elaborazione e l'interpretazione di queste immagini (sia pancromatiche che multispettrali) hanno fornito una visione dettagliata delle aree archeologiche e della loro articolazione, dando la possibilità di notare anche elementi di piccole dimensioni o non facilmente percepibili sul terreno oppure di riconoscere tracce di antiche strutture ancora interrate o di nuovo interrate dopo vecchi scavi. Così, per le tre città considerate, è stato possibile analizzare tutto l'impianto urbano regolare di Dur-Sharrukin/Khorsabad, la capitale assira di nuova fondazione voluta da Sargon II, edificata tra il 713 e il 707 a.C., abbandonata nel 705 alla morte del sovrano e giunta fino a noi senza successive sovrapposizioni; ne sono stati documentati il tracciato regolare del circuito murario e le planimetrie dei palazzi, ben leggibili in un'immagine Gambit del 1965 e oggi scarsamente conservati a causa della disgregazione dei muri in mattoni crudi prodotta dall'esposizione agli agenti atmosferici o dai danneggiamenti prodotti dalla Seconda Guerra del Golfo (CULTRARO, 2007). Per Seleucia, invece, le immagini telerilevate, sia "storiche" che recenti, hanno consentito la ricostruzione della maglia regolare degli isolati della città e del contesto paleo-ambientale in cui era inserita, grazie alle numerose tracce dell'antico corso del Tigri e di vari canali a esso collegati, riconoscibili soprattutto nelle fotografie satellitari degli anni Sessanta, prima dei recenti interventi connessi allo sfruttamento agricolo del territorio (SCARDOZZI, 2009a); per Hatra, infine, le immagini hanno documentato tutto il tessuto urbano all'interno delle due cinte che difendono la città partica e le sue necropoli, offrendo la possibilità di indagare tutte le numerose strutture circostanti le aree di scavo e di ricostruire la viabilità antica che si diramava a raggiera dall'area urbana (fig. 2), soprattutto verso le città poste lungo l'Eufrate (verso nord-ovest), lungo il Tigri (verso nord-est e sud-est) e ai piedi della catena montuosa del Sinjar (verso nord), ben visibili in traccia nelle riprese satellitari Corona del 1967 e del 1968 (CULTRARO, 2008).

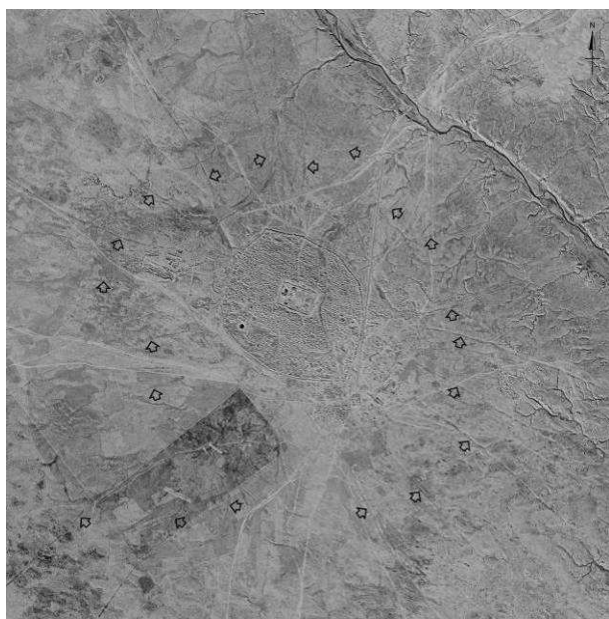


Figura 2. Immagine satellitare Corona KH-4B di Hatra ripresa nel 1969, con le tracce della viabilità antica.

Nel corso del progetto, per varie città antiche le recenti immagini satellitari ad alta risoluzione, opportunamente ortorettificate, sono state inoltre utilizzate per realizzare nuove planimetrie archeologiche vettoriali in cui fossero aggiornate tutte le aree di scavo e fossero presenti tutte le tracce archeologiche e paleo-ambientali riscontrate nelle riprese telerilevate, sia "storiche" che recenti (SCARDOZZI, 2009b); queste piante costituiscono nel webGIS basi di navigazione a disposizione degli utenti per esplorare i siti, comprenderne l'articolazione e la struttura generale, e identificarne e leggerne i monumenti in rapporto a essa. [G.S.]

### 3. IL WEBGIS DELLE CITTÀ DELLA MESOPOTAMIA: STRUTTURA E CARATTERISTICHE.

Come già anticipato nel paragrafo precedente, è in corso di realizzazione un webGIS di alcune città della Mesopotamia tra quelle prese in esame nel progetto: nello specifico, al momento sono funzionanti le sezioni riguardanti i centri antichi di Hatra, Seleucia sul Tigri e Khorsabad.

La costruzione del webGIS è avvenuta per fasi, a partire dalla preparazione dei livelli cartografici e delle basi utili alla navigazione, cui è seguita la realizzazione della struttura portante del sistema e infine la pubblicazione sul web.

Durante la prima fase, si è proceduto innanzitutto con il lavoro di ortorettifica delle immagini satellitari QuickBird delle tre città che nel webGIS hanno costituito sia una base di navigazione raster, sia la "fonte" per l'estrazione di tematismi cartografici ed entità archeologiche in formato vettoriale. L'ortorettifica è stata effettuata attraverso l'uso di modelli tridimensionali del suolo ottenuti dai dati radar della SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) insieme ai Coefficienti Polinomiali Razionali (RPC) forniti in associazione alle immagini satellitari ottiche utilizzate. L'uso di software dedicati ha consentito di ottenere immagini geometricamente corrette, elaborate in formato geoTIFF a 8 bit, e quindi compatibili con i più diffusi software CAD. Si è quindi proceduto alla digitalizzazione di tutte le evidenze archeologiche e di alcuni tematismi cartografici funzionali alla realizzazione di nuove mappe archeologiche, associando ai vettori tracciati i metadati utili ad effettuare, nella successiva fase di implementazione del GIS *online*, il collegamento con le schede descrittive; nei casi in cui erano disponibili piante vettoriali di dettaglio di edifici storici, queste sono state inserite nelle planimetrie restituite associando, anche in questo caso, i metadati utili alla costruzione del webGIS.

Il risultato finale di questo primo *step* è stato quello di ottenere una serie di mappe vettoriali dei centri antichi, realizzate a partire dalle stesse immagini satellitari usate nel webGIS come *basemap* per la navigazione. Fin da subito si è presentato il problema di come gestire e di come ottimizzare per il web queste riprese satellitari, che per loro natura sono molto pesanti in termini di *megabyte* (circa 450 mb a immagine). La soluzione è consistita nell'utilizzare tecniche di *tiling* dell'immagine, le quali prevedono che questa venga suddivisa in poligoni regolari di coordinate note e che, a seconda del livello di zoom richiesto, venga caricata solo la porzione necessaria per quel tipo di visualizzazione: nel caso specifico, le immagini delle città sono state suddivise in quadrati di 1 km di lato, e le coordinate di ogni singolo *cluster* sono state scritte in uno *shapefile* contenente anche la *path* corrispondente.



Una volta preparati i livelli minimi indispensabili alla navigazione sui centri antichi in esame, per la realizzazione della struttura del webGIS, si è scelto come motore cartografico un sistema sviluppato in ambiente Open Source, UMN Mapserver, originariamente implementato dalla NASA e dall'Università del Minnesota, che consente l'analisi topografica di ogni singola città e dei relativi monumenti. L'interfaccia scelta per la presentazione dei dati via web è PMAPPER, un *framework* per Mapserver basato su PHP e Mapscript.

Si è dunque configurata la macchina da utilizzare come server, basata su Windows Server 2008, in cui sono stati installati i servizi necessari al buon funzionamento del sistema: 1) Apache web server per rispondere alle chiamate sulla porta 80 (servizi http); 2) PHP nella versione 5.2.11; 3) servizi database MySQL e PostgreSQL. Si è anche installato il pacchetto di Mapserver per Windows (MS4W), con la precisa finalità di velocizzare i lavori di configurazione dei servizi cartografici, a partire da una solida piattaforma già in parte compilata e sperimentata. In particolare, l'Apache web server compreso nel pacchetto MS4W è stato impostato per rimanere in ascolto sulla porta 8080, in maniera da separare i servizi cartografici da tutti gli altri servizi erogati via web presenti sulla stessa macchina. La struttura è stata dunque ottimizzata per le esigenze di questo progetto e contemporaneamente sono state create le pagine di accesso al sistema webGIS, seguendo i motivi grafici già sviluppati nel sito web del Museo Virtuale dell'Iraq: è stato pensato un portale in cui l'utente può visualizzare, attraverso una pagina scritta in Flash, l'elenco delle città presenti nel webGIS e la loro posizione su una cartografia a piccola scala. Da qui, selezionando il centro antico di proprio interesse, si accede immediatamente all'intuitiva interfaccia PMAPPER, puntando direttamente all'area archeologica, a una risoluzione di zoom adatta a una corretta visualizzazione (fig. 3).

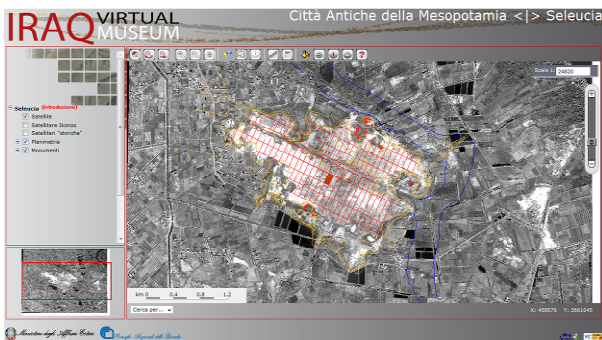


Figura 3. L'interfaccia web ai dati cartografici.

In questa fase sono attivi i livelli relativi all'immagine satellitare usata come *basemap* e i *layer* vettoriali delle cartografie. A fianco della mappa sono facilmente individuabili gli altri livelli informativi attualmente implementati nel sistema, che costano, per ognuna delle città, di una scheda generale di inquadramento storico-topografico (in formato PDF), e di un punto di accesso per consultare immagini ad alta risoluzione del satellite Ikonos precedenti a quella utilizzata come mappa di navigazione e antecedenti anche alla seconda Guerra del Golfo (consentendo quindi di monitorare le trasformazioni subite dalle aree archeologiche) e fotografie a risoluzione medio-alta riprese dai satelliti spia USA tra gli anni '60 e '70 del XX secolo, che offrono immagini "storiche" dei tre siti indagati, prima delle

recenti trasformazioni del territorio legate alla diffusione dell'agricoltura meccanizzata, alle vicende belliche, e in parte anche all'estensione di centri abitati e alla realizzazione di infrastrutture stradali.

Nel webGIS è possibile ottenere informazioni di dettaglio sui singoli monumenti delle tre città, attraverso due metodi: il primo prevede l'uso di un menu a tendina, all'interno del quale è possibile trovare tutti i monumenti di cui è disponibile una scheda e, selezionandone uno, la mappa viene automaticamente centrata sul monumento stesso, cui segue l'apertura di una finestra *popup* che, attraverso un *hyperlink*, costituisce il punto di accesso alla scheda descrittiva, in formato PDF. L'alternativa a questo sistema è la selezione diretta del monumento sulla mappa di navigazione, attraverso l'uso dello strumento "interroga entità" posto nella barra degli strumenti: con un clic sul monumento viene automaticamente aperta la stessa finestra *popup* descritta più sopra, con le medesime funzioni (fig.4).

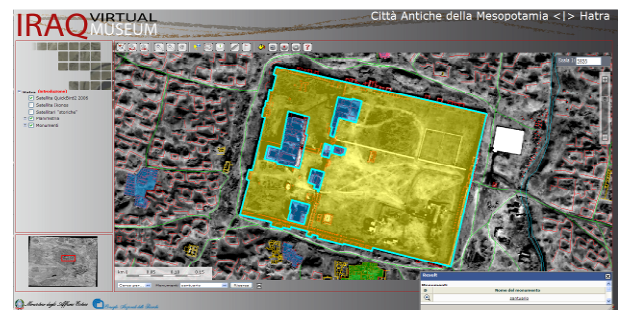


Figura 4. Il sistema di ricerca dei monumenti: dalla finestra in basso a destra, si accede alla scheda descrittiva del monumento.

A disposizione dell'utente, vi sono anche altri *tools* che permettono di ottenere la misura delle distanze e delle aree, informazioni sintetiche sulle entità, il *download* e la stampa della mappa visualizzata.

Tutti i tasti presenti nella barra degli strumenti e le relative funzioni sono inoltre illustrate nella guida online, disponibile cliccando sul *link* "aiuto".

Alla luce dell'esperienza già maturata durante le fasi di implementazione del sito web del Museo Virtuale dell'Iraq, uno degli obiettivi che si è voluto perseguire nella realizzazione di questo webGIS è stato quello di costruire una piattaforma versatile e di semplice utilizzo, capace di consentire la fruizione a distanza e il trasferimento delle conoscenze anche a un pubblico non necessariamente esperto di archeologia. Questo lavoro deve quindi essere considerato come il naturale prolungamento del Museo Virtuale dell'Iraq, in quanto si è rivelato un mezzo fondamentale per la presentazione delle città antiche della Mesopotamia. Allargando i confini spaziali del museo, si è data all'utenza finale la possibilità di conoscere i contesti di rinvenimento, avendo percezione degli spazi, delle misure e dei rapporti esistenti tra il paesaggio e l'uomo: un modo per comunicare la storia e l'archeologia, dunque, attraverso l'informatica e il web, che diventano così mezzi evoluti di diffusione della conoscenza. [G.D.G.]

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Prof. Francesco D'Andria, direttore del CNR-IBAM, ed il dott. Massimo Cultraro, responsabile scientifico del progetto "Museo Virtuale dell'Iraq" per il costante supporto. Un ringraziamento particolare va anche ai dottori Laura Castrianni, Imma Ditaranto, Fabrizio Ghio, Giuseppe Pellino e Gianpaolo Di Giacomo, che hanno partecipato alla realizzazione e all'implementazione del webGIS.

## BIBLIOGRAFIA

- CULTRARO, Massimo et al. (2007): "Integrated methodologies and technologies for the reconstructive study of Dur-Sharrukin (Iraq)", in *AntiCIP.Ating the future of the cultural past. Proceedings of the XXI International Symposium CIPA 2007, ZAPPEION MEGARON, ATHENS, GREECE 01-06 October. Vol. I*, pp. 253-258.
- CULTRARO, Massimo et al. (2008): "From remote sensing to 3D modelling and virtual reconstructions of the Iraqi archaeological sites: the case of Hatra", in *Remote sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management. Proceedings of the 1st International Workshop. ROME, ITALY, 30 September - 4 October 2008*, pp. 239-242.
- CULTRARO, Massimo et al. (2009): *The virtual musealization of archaeological sites: between documentation and communication*, in *Proceedings of the workshop on "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"* (TRENTO, 25-28 February 2009).
- SCARDOZZI, Giuseppe (2009a): "Multitemporal satellite high resolution images for the knowledge and the monitoring of the Iraqi archaeological sites: the case of Seleucia on the Tigris", in R. Lasaponara, M. Hernandez, N. Masini, J. P. Dervin (eds.), *'Aerial and Spatial Archaeology: From the Historical Photographs to Lidar'*, *Photo-Interpretation*, 4, pp. 143-160.
- SCARDOZZI, Giuseppe (2009b): "The contribution of high resolution satellite images to the production of base-maps and cartographies for archaeological research in Turkey and Iraq", in *Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology IX, Proceedings of SPIE Europe Remote Sensing BERLIN, 31 August - 3 September 2009*, vol. 7478, 74780B, pp. 1-12.