

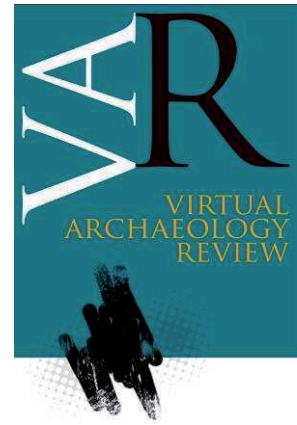
# VAR

## VIRTUAL ARCHAEOLOGY REVIEW



*VOLUMEN 2  
NÚMERO 3  
ABRIL 2011*

ISSN 1989-9947



ISSN 1989-9947

EQUIPO EDITORIAL  
EDITORIAL TEAM

Directores / Directors

**Alfredo Grande**

INNOVA CENTER. European Center for Innovation in Virtual Archaeology  
Sevilla. España.

**Víctor Manuel López-Menchero Bendicho**

Laboratorio de Arqueología, Patrimonio y Tecnologías Emergentes (LAPTE).  
Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real. España

Consejo de Redacción / Editorial Board

**Maurizio Forte**

School of Social Sciences, Humanities and Arts.  
University of California, Merced. USA

**Bernard Frischer**

IATH. Institute for Advanced Technology in the Humanities.  
University of Virginia. USA

**Michael Ashley**

CHI. Cultural Heritage Imaging, USA

**Daniel Pletinckx**

Visual Dimension bvba, Ename, Belgium

**Alan Chalmers**

The Digital Laboratory, WMG  
University of Warwick, UK

**Eva Pietroni**

CNR Institute of Technologies Applied to Cultural Heritage.  
Rome, Italy

**Lucrezia Ungaro**

Sovrintendenza ai Beni Culturali del Comune di Roma.  
Roma. Italy

**Jorge Onrubia Pintado**

Laboratorio de Arqueología, Patrimonio y Tecnologías Emergentes (LAPTE).  
Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real. España

**Francisco Seron**

GIGA. Advanced Computer Graphics Group. Computer Science Department,  
University of Zaragoza. Spain

**Luis A. Hernández Ibáñez**

VIDEA LAB. Grupo de Visualización Avanzada en Arquitectura, Ingeniería  
Civil y Urbanismo. Universidade a Coruña. A Coruña. España.

**Juan Carlos Torres**

GIIG, Grupo de Investigación en Informática Gráfica.  
Universidad de Granada. Granada. España.

Edita/ Edit



Universidad de Castilla-La Mancha.  
Laboratorio de Arqueología, Patrimonio y  
Tecnologías Emergentes (LAPTE).

Ciudad Real. España

Universidad de Castilla-La Mancha.  
Laboratorio de Arqueología, Patrimonio y  
Tecnologías Emergentes (LAPTE).

Colaboradores/ Collaborators



---

**CONTENIDOS**


---



*IBAM - ITLAB. Information Technologies Lab. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Lecce. Italia*

1.-

**UN WEBGIS PER LA CONOSCENZA DELLE ANTICHE CITTÀ DELLA MESOPOTAMIA**

*Giacomo Di Giacomo e Giuseppe Scardozzi*

*ANTARES LAB. CNR. Roma. Italia.*

*Páginas 9-13*

2.-

**EMPLEO DE MODELOS CARTOGRÁFICOS TRIDIMENSIONALES  
APLICADOS AL ESTUDIO HISTÓRICO-ARTÍSTICO DEL TERRITORIO**

*José Ramón Ruiz Checa, Valentina Cristini y M<sup>o</sup> Isabel Sánchez Duque*

*Dep. Construcciones Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Valencia. España*

*Instituto Restauración del Patrimonio. Universidad Politécnica de Valencia. España*

*Arqueóloga. Asociación cultural Kultur. Cuenca. España.*

*Páginas 15-22*

3.-

**3D RECONSTRUCTION OF THE POGGIO SOMMAVILLA TERRITORY  
(SABINA TIBERINA, RIETI- ITALY) A NEW APPROACH TO THE KNOWLEDGE OF THE  
ARCHEOLOGICAL EVIDENCES**

*Flaminia Verga y Federica Fabbri*

*CNR ITABC. Roma. Italy*

*Páginas 23-26*

4.-

**ASSESSMENT OF REAL AGING IN SELECTION PROCESS OF REPLACEMENT MATERIALS FOR STONE MONUMENTS CONSERVATION.****Nicolas Concha-Iozano, Dominique Lafon, Olivier Etteradossi and Pierre Gaudon<sup>1</sup>***CMGD. Ecole des Mines d'Alès, Alès, France**Páginas 27-31**2PSM. Ecole des Mines d'Alès, Pau, France*

5.-

**ASIGNACIÓN DEL COLOR EN MODELOS TRIDIMENSIONALES.****Vicente Domínguez, Ricardo Chacón y Antonio Adán***3D Visual Computing and Robotics Lab. Universidad de Castilla La Mancha  
Ciudad Real. España**Páginas 33-37*

6.-

**LA COMUNICACION DE LA ARQUEOLOGIA VIRTUAL****José Luis Gómez Merino***Balawat.com. Aplicaciones multimedia para la Arqueología. Toledo. España**Páginas 39-41*

7.-

**TECNOLOGÍAS ÓPTICAS APLICADAS A LA VISUALIZACIÓN Y PRESENTACIÓN 3D DE PATRIMONIO. CASO PRÁCTICO DE LA VIRGEN DEL REBOLLET DE OLIVA****Luis Granero, Francisco Díaz, Francisco Millet, Rubén Domínguez y Yolanda Sanjuan***AIDO. Paterna, Valencia. España**Páginas 43-47**UPV Bellas Artes. Valencia. España*

8.-

**RECREACIÓN VIRTUAL DE LA NECRÓPOLIS DE LOMO GORDO (SAN BARTOLOME DE TIRAJANA, GRAN CANARIA)****Ernesto Martín Rodríguez***Dirección General de Patrimonio Histórico y Cultural**Páginas 49-52**Cabildo Insular de Gran Canaria. Gran Canaria. España.*

9.-

**INTEGRATION OF PHOTOGRAMMETRIC AND TERRESTRIAL LASER SCANNING TECHNIQUES FOR HERITAGE DOCUMENTATION****Javier Cardenal Escarcena, Emilio Mata de Castro, José Luis Pérez García, Antonio Mozas Calvache, Tomás Fernández del Castillo, Jorge Delgado García, Manuel Ureña Cámara y Juan Carlos Castillo.***High Polytechnical School of Jaen. University of Jaén. Jaén. España.**Páginas 53-57**Department of Historical Heritage. University of Jaén. Jaén. España.*

10.-

**GENERATION OF AUTOMATIC STIPPLING ILLUSTRATIONS FROM PHOTOGRAPHS FOR DOCUMENTING ARCHAEOLOGICAL PIECES****Germán Arroyo, Domingo Martín y María Victoria Luzón***Depart. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Granada. España**Páginas 59-64*



11.-

### PROCESOS DE DOCUMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA Y GENERACIÓN DE MODELOS VIRTUALES

**Josep Blasco, Sebastián Varea, Fernando Cotino, Albert Ribera y Oreto García**

GLOBAL S.L. Valencia, España

Páginas 65-69

AFT & ARTS Rouen, Francia

SIAM Servicio de Investigación Arqueológica Municipal de Valencia, Ayuntamiento de Valencia

12.-

### SAN JUAN BAUTISTA (BURGUILLOS DEL CERRO, BADAJOZ), UN EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO CON NUEVAS TECNOLOGÍAS

**Andrea Menéndez Menéndez, Victor M. Gibello Bravo y Pedro Ortíz Coder**

ARQVEOCHECK, S.L.U. Mérida, Badajoz. España.

Páginas 71-74

GAVLE. Documentación gráfica del Patrimonio. Mérida, Badajoz. España.

13.-

### DIGITALIZACIÓN 3D EN ARQUEOLOGÍA

**Lluís Vila Bonamusa y Lluís Viladrich**

ESTRATS S.L. Sant Esteve de Palautordera, Bracelona. España

Páginas 75-81

SOLUMETRICS, Sant Cugat del Vallés, Barcelona. España

14.-

### REALIDAD AUMENTADA APLICADA AL PATRIMONIO HISTÓRICO MOLINAR

**Miguel Castro-García, José Ignacio Rojas-Sola y M<sup>a</sup> del Pilar Carranza-Cañadas**

Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Páginas 83-86

Universidad de Jaén. España

Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática de la Universidad de Córdoba. España



Balawat.com. Aplicaciones multimedia para la Arqueología. Toledo. España

15.-

**VISOR DE REALIDAD AUMENTADA EN MUSEOS (RAM) PARA EXPOSICIONES SITUADAS EN ENTORNOS CERRADOS****Mariano Flores Gutierrez, Tomás Rufete Martínez, José Macanás Vidal, Juan Martínez García, Carlos María López Martínez y Francisco Ramos Martínez.**

Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia. España  
Neotecno Desarrollos SL. Parque Científico Universidad Murcia. España  
INREVI, Innovación en Realidad Virtual, Murcia. España  
Arqueología y Diseño Web SL, Murcia. España

Páginas 87-91

16.-

**ARQUITECTURA DE BARRO. RECONSTRUCCIÓN GRÁFICA DEL HÁBITAT DEL INICIO DE LA EDAD DEL BRONCE EN EL INTERIOR PENINSULAR.****José Javier Fernández Moreno y José Ramón Almeida Olmedo**

Dirección General de Patrimonio Cultural. Junta de Castilla y León. España.  
SERCAM Servicios Culturales y Ambientales S.C.

Páginas 93-97

17.-

**LA CUEVA DEL TIEMPO. UN VIAJE A NUESTROS ORÍGENES****Cristina Cuesta Marín, Sergio Barrera Mayo y Unai Baeza Santamaría**

Fundación Atapuerca, Didáctica y Proyectos de Difusión, Burgos. España  
VIRTUALWARE, Basauri. España

Páginas 99-103

18.-

**REALIDAD VIRTUAL PARA LA DINAMIZACIÓN DE ENTORNOS RURALES. UN CASO PRÁCTICO: RED PARQUE CULTURAL****Unai Baeza Santamaría**

VIRTUALWARE. Basauri, España

Páginas 105-108

19.-

**ESTUDIO GEOMÉTRICO DE PIEZAS ARQUEOLÓGICAS A PARTIR DE UN MODELO VIRTUAL 3D****Antonio T. Mozas Calvache, José L. Pérez García, Vicente Barba Colmenero y Andrés López Arenas**

Grupo de Investigación Sistemas Fotogramétricos y Topométricos.  
Universidad de Jaén. España

Páginas 109-113

20.-

**NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LEVANTAMIENTOS APLICADAS A LA RESTAURACIÓN: "EL GIRALDILLO"****José Antonio Barrera Vera, Antonio Pérez Romero, Rafael Ortiz Marín y Carlos Cobos Gutiérrez**

E.U.A.T. E.U.I.T.A. E.T.S.I. Universidad de Sevilla, España.

Páginas 115-120

21.-

**FOTOGRAMETRÍA DE BAJO COSTE PARA LA MODELIZACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS****José Luis Pérez García, Antonio T. Mozas Calvache, Francisco Javier Cardenal Escarcena y Andrés López Arenas**

Grupo de Investigación Sistemas Fotogramétricos y Topométricos.  
Universidad de Jaén. España

Páginas 121-125



*Dirección General de Patrimonio Histórico y Cultural Cabildo Insular de Gran Canaria. Gran Canaria. España.*

22.-

**OPTIMIZACIÓN DEL MODELADO CAD PARA EL ANÁLISIS DEL PATRIMONIO HISTÓRICO MOLINAR**

***Miguel Castro-García, José Ignacio Rojas-Sola y M<sup>a</sup> del Pilar Carranza-Cañadas***

*Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos. Universidad de Jaén. España Páginas 127-130*  
*Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática. Universidad de Córdoba. España*

23.-

**VIRTUAL HIERAPOLIS: TRA TECNICISMO E REALISMO**

***Francesco Gabellone, Ivan Ferrari, Francesco Giuri, Massimo Limoncelli***

*IBAM - ITLAB. Information Technologies Lab. CNR. Lecce. Italia.*

*Páginas 131-136*

24.-

**ANASTILOSI VIRTUAL DE FELIPÉIA**

***Hélio Costa Lima***

*Departamento de Arquitectura de la Universidad Federal de Paraíba, Brasil.*

*Páginas 137-140*

25.-

**VIRTUAL RESTORATION OF FRAGMENTED GLASS PLATE PHOTOGRAPHS  
OF ARCHAEOLOGICAL REPERTOIRES**

***F. Stanco, D. Tanasi, G. Gallo***

*Dipartimento di Matematica e Informatica, Università di Catania, Italia.*

*Páginas 141-144*

26.-

**ANASTYLOSIS VIRTUAL DE LA PUERTA OCCIDENTAL DEL CASTELLUM DE TAMUDA (TETUAN, MARRUECOS)****Javier Bermejo Meléndez, Juan Manuel Campos Carrasco, Lucía Fernández Sutilo, Águeda Gómez Rodríguez, Darío Bernal Casasola y Mustapha Ghottes***Área de Arqueología. Universidad de Huelva. España.**Páginas 145-149**Área de Arqueología. Universidad de Cádiz. España.**Universidad Abdelmalek-Essaadi. Tetuán, Marruecos.*

27.-

**METODOLOGÍA Y CRITERIOS PARA LA RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO ROMANO.****Lola Vico López***Universidad Politécnica de Cataluña. España.**Páginas 151-155*

28.-

**AVANCES HACIA UNA NUEVA METODOLOGÍA DE TRABAJO EN PROYECTOS ARQUEOLÓGICOS: EL CASO DE LA VILLA ROMANA DE LA ONTAVIA (TERRINCHES, CIUDAD REAL)****Luís Benítez de Lugo Enrich y Víctor Manuel López-Menchero Bendicho***Universidad Nacional a Distancia (UNED). ANTHROPOS S.L. España.**Páginas 157-160**MAP. Universidad de Castilla-La Mancha. España.*

29.-

**PINTURA Y ESCULTURA DIGITAL 3D CON ZBRUSH APLICADA A LA ARQUEOLOGÍA****Marta Ángeles Estalayo Moreno***Páginas 161-164*

30.-

**LA FUENTE DE FONCALADA (OVIEDO): APLICACIÓN DE MÉTODOS GRÁFICOS E INFOGRÁFICOS DE ANÁLISIS COMPOSITIVO Y METROLÓGICO A LA FORMULACIÓN DE UNA HIPÓTESIS DE ANASTILOSIS VIRTUAL DEL MONUMENTO****Francisco José Borge Cordovilla***Junta de Castilla y León. Profesor de Enseñanza Secundaria. Investigador.**Páginas 165-168*



# 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", extendiéndolo 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 GeosEye -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).

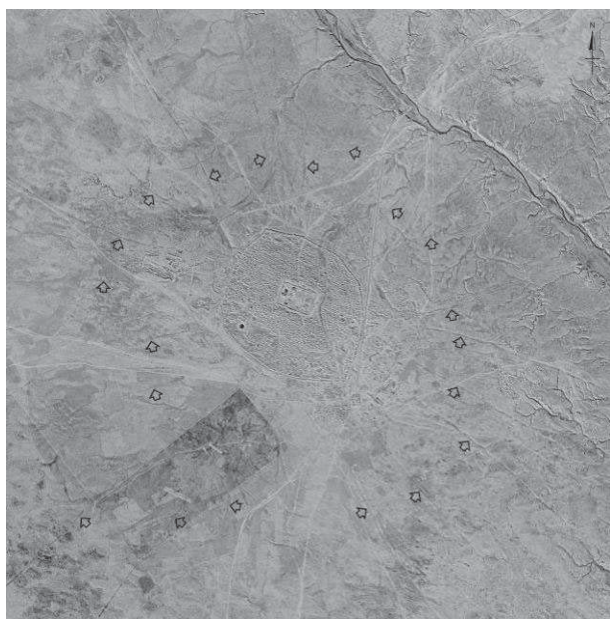


Figura 2. Immagine satellitare Corona KH-4B di Hatra ripresa nel 1969, con le tracce della viabilità antica.

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).

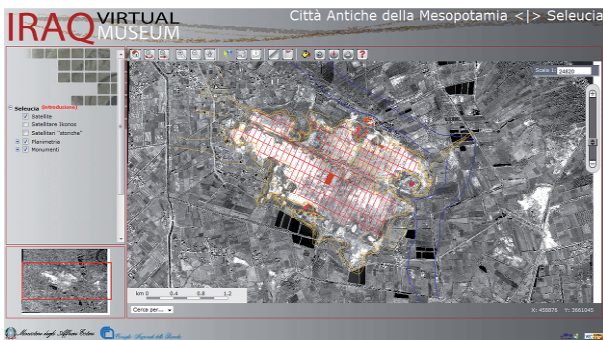


Figura 3. L'interfaccia web ai dati cartografici.

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 constano, 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).

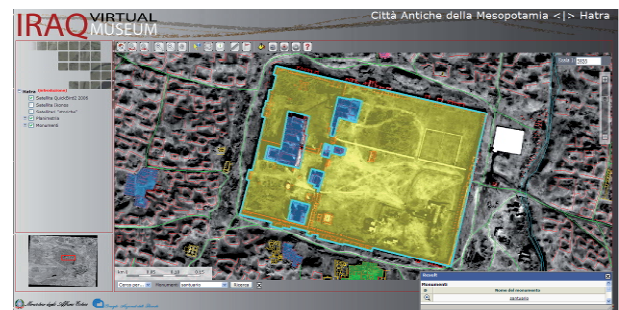


Figura 4. Il sistema di ricerca dei monumenti: dalla finestra in basso a destra, si accede alla scheda descrittiva del monumento.

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 *AntiCIPAting 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. Deroin (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.



# Empleo de modelos cartográficos tridimensionales aplicados al estudio Histórico-Artístico del Territorio

José Ramón Ruiz Checa<sup>1</sup> – Valentina Cristini<sup>2</sup> - M<sup>o</sup> Isabel Sánchez Duque<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dep. Construcciones Arquitectónicas. Universidad Politécnica de Valencia. España

<sup>2</sup> Instituto Restauración del Patrimonio. Universidad Politécnica de Valencia. España

<sup>3</sup>Arqueóloga. Asociación cultural Kultur. Cuenca. España.

## Resumen

La presente investigación, abarca un ámbito de estudio de 40.000 hectáreas a lo largo del entorno del Río Júcar, Cuenca. En él se localizan un conjunto diseminado de Torres exentas del siglo XIII. Para su análisis arquitectónico, se ha partido de medios convencionales tal como estudio histórico, lectura estratigráfica, levantamiento planimétrico, análisis petrográfico... y también, herramientas informáticas que permitan generar un modelo interactivo tridimensional del territorio. Este modelo tridimensional generado, ha sido el soporte donde se han ido vertiendo las diferentes fuentes de información: usos del suelo, vías de comunicación histórica, cartas arqueológicas de 15 municipios, visuales desde los diferentes elementos localizados o características geológicas y ecológicas del ámbito. Se trata por tanto, de un trabajo donde el modelo tridimensional permite establecer una lectura del patrimonio diseminado y su interacción con el territorio, aunque siempre complementado con otras herramientas.

**Palabras Clave:** TORRES EXENTAS, MODELO TERRITORIAL TRIDIMENSIONAL

## Abstract

In Cuenca district, Spain, at only 150kms south east from Madrid we can find a dense net of watchtowers, dated on the last years of the XII century, scattered all over the territory. These enigmatic constructions, following the results of the presented, research have a Christian origin, due to their control of the territory and bonded with the regulation of the displacements of livestock during the seasons. Have they a military or a civil function? Both of the possibilities are documented... morphological and typological studies have been developed with special attention to cartographical 3d models. The research has opened an interesting horizon about the relations between territory, towers and historical paths, visible in the district during the Reconquest Ages. In conclusion, use of territorial models for archeological research.

**Key words:** TOWERS, 3D TERRITORIAL MODELS

## 1. TORRES EXENTAS EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

El territorio analizado, en la provincia de Cuenca (Castilla la Mancha), se despliega en el ribera Norte del río Júcar (Figura 1). En ella, aparecen una serie de Torres exentas, ubicadas en los municipios de Piqueras, Barchín, Olmeda, Chumillas, Honrubia, Gascas (municipio inundado por las aguas del pantano de Alarcón), Buenache de Alarcón, Solera y Valhermoso. Todos ellos, muy próximos al municipio de Alarcón.

Torres exentas, inmersas en un gran desconocimiento y abandono. De ellas, se ignora su datación, la función que desempeñaban e incluso si formaban, en su día, parte de un único sistema.

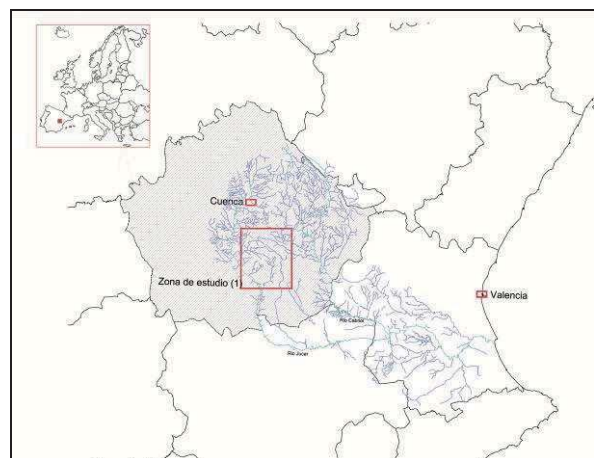


Figura 1. Situación geográfica del ámbito de estudio. Cuenca. RUIZ-CRISTINI, 2009

Del análisis morfológico de estas torres podemos indicar que siguen idénticos patrones de asentamiento sobre la topografía del sitio, es decir, aprovechamiento de una pequeña elevación rocosa, dentro de un pequeño valle en las proximidades de un arroyo o río. Siempre acompañadas de vías, caminos o sendas que bajo sus pies siguen un trazado Norte – Sur.

La orientación de las mismas no se rige a un patrón determinado. Más bien al contrario, su orientación se relaciona con elementos próximos: trazado del arroyo, vías próximas, etc.. (Figura 2).

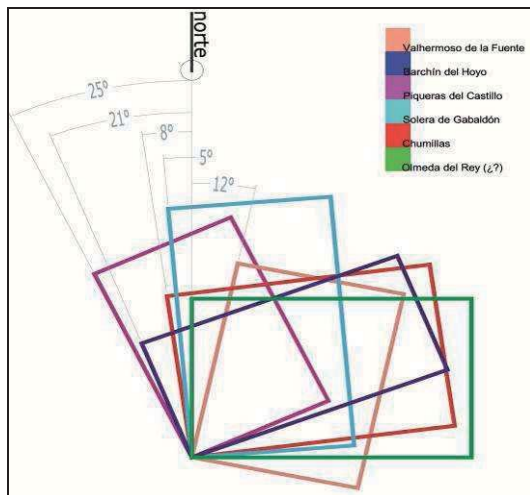


Figura 2. Estudio orientaciones y modulación. RUIZ, 2006

Atienden por tanto a una tipología de torre exenta, con base rectangular (con pequeños descuadres debidos a errores de replanteo o bien adaptación a la topografía). Las alturas son diversas según el estado de conservación de cada una de ellas.

El aparejo empleado en los paramentos es a base de *Opus Vittatum* (ESPOSITO, D., 1997). Los muros se conforman con dos hiladas en ambos lados, con un espesor de 40 cm empleando mortero de cal con cenizas, fragmentos cerámicos y árido de granulometría diversa. Se rellenan con la técnica del “muro a saco”. En las esquinas y recerco de huecos, se emplean mampuestos careados de diferente factura. Los muros, tienen un espesor de aproximadamente 2.40 metros en la base (6 codos), reduciendo su espesor 45 cm (1 codo) en cada uno de los niveles que forman las torres. Las dimensiones en planta varían ligeramente, 8 x 10 metros (Piqueras del Castillo), 9.10 x 7.60 metros (Valhermoso de la Fuente), 8 x 9.70 metros (Chumillas), 7.50 x 9.80 (Solera de Gabaldón) y 7 x 7 (Barchín, en este caso, solo se conserva el relleno). La altura actual, como se ha indicado anteriormente, va desde los 17 m (Piqueras del Castillo), 11 metros (Chumillas), 10 m (Solera y Valhermoso) y 2 m (Barchín). La única que mantiene su altura original es la de Piqueras del Castillo. (Figura 3)

En cuanto a los huecos, su permanencia depende del estado de conservación de la torre. Todas ellas tienen un componente común, su acceso se sitúa a 4-5 metros de altura sobre la base y un dintel abovedado a base de piezas de mampostería. Sólo en la torre de Piqueras y Solera se conservan las trazas originales de la

bóveda de acceso. En el segundo caso incluso se puede apreciar un cierto despiece estereométrico de la bóveda. (Figura 17)



Figura 3. Imágenes de las torres estudiadas. RUIZ- CRISTINI, 2009

La única que conserva un hueco en el segundo nivel es, la torre de Piqueras del Castillo. Del mismo modo, la única que mantiene parte de sus almenas es esta torre, pudiendo apreciarse pasamuros (mechinales) que se supone, corresponderían a una hipotética estructura de madera en el último nivel.

Su estado de conservación se debe fundamentalmente al expolio y reaprovechamiento de sus materiales. Este expolio, sigue una constante: se aprovechan las piezas de mayor calidad, mampuestos careados de esquina y huecos.

En ningún caso, se conservan restos de forjados ni elementos decorativos, aunque todavía se conservan fragmentos de enlucidos en interiores.

En el análisis dimensional y modular, se ha identificado el empleo sistemático del codo (módulo=codo=47 cm, codo MA'MUIN) (ALMAGRO GORBEA, A., 1975), como medida antropométrica. (Figura 4) La dimensión de los espesores de los muros responde perfectamente a la medida del codo. El espesor de los muros va reduciendo un codo a medida que se va ascendiendo. De igual modo, el hueco de acceso, tiene una anchura de dos codos, al menos en los ejemplos que se han conservado. La altura de cada uno de los niveles responde a módulos enteros. Sin embargo, se aprecia como en planta, debido a la facilidad en el replanteo a pie de tajo, se emplean fracciones de módulo. En alzado y sección, las dimensiones se replantearían tirando “de lienza”, es decir, empleando módulos enteros. (Figura 5)

El deterioro de estas torres se inicia con su reaprovechamiento, pero nacen por el reaprovechamiento de materiales.

Durante el levantamiento gráfico, se pudo detectar al menos dos inscripciones. Una, en la parte superior del acceso de la torre de Piqueras, y otra inscripción, en una de las esquinas de la torre de Valhermoso de la Fuente. Probablemente, las dos de origen romano.



De igual modo, se realizó un estudio comparativo entre los aparejos empleados en estas torres y aparejos empleados en diferentes construcciones de la provincia de Cuenca correspondientes a los s. XIII-XIV.

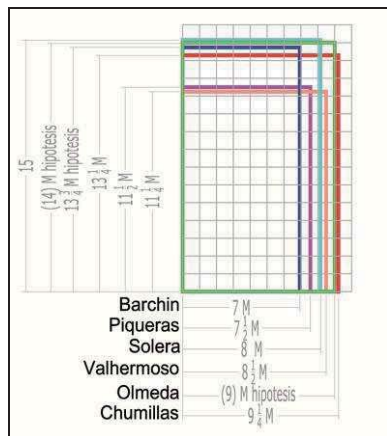


Figura 4. Estudio modulación en planta. RUIZ, 2006

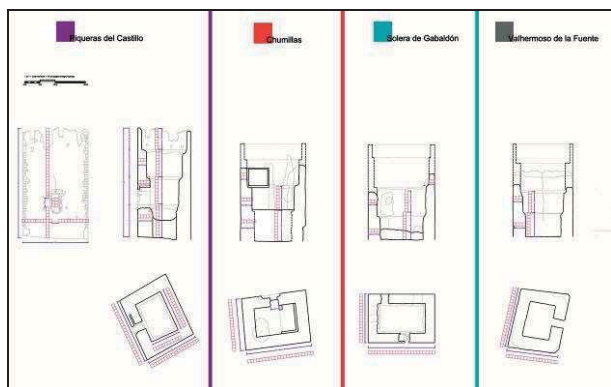


Figura 5. Estudio modulación en alzado y sección. RUIZ, 2006

Para finalizar este recorrido constructivo, se tomaron muestras de mortero en cinco torres. Para su análisis se emplearon técnicas diversas como: MO (microscopía óptica), SEM (Microscopía electrónica de barrido), FT-IR (Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier) y separación de árido y de ligante granulométricamente.

Los resultados, aportaron datos referentes a la similitud de morteros de cal empleados en todas estas torres.

Desde el punto de vista cronológico, hay un dato que ha permitido plantear una hipótesis en cuanto a la datación de estas construcciones.

*“La presencia de la Orden de Santiago es casi simultánea a la conquista de Alarcón, con una decidida, aunque fracasada, apuesta por señorializar la villa. ....el método empleado fue la creación y dotación de un hospital de redención de cautivos dirigido por caballeros santiaguistas y convertido en encomienda de la Orden con sede en Alarcón.,.....Y en 1234, el mismo concejo de Alarcón les otorga la cuarta parte de la heredad de Valhermoso, con el derecho a exigir a los posibles pobladores de la aldea ciertas rentas señoriales, que luego se concretarían en los diezmos del lugar y un pecho para reparos en la torre”.* (PRETEL, 1998)

Es decir, se constata que transcurridos los primeros años de ocupación cristiana en la zona, la torre de Valhermoso ya estaba en pie. (Figura 6)

Siguiendo con el proceso, se plantean diversas interrogantes, ¿cómo se produce la relación entre estas torres y el territorio que ocupan?, o mejor, ¿está relación Torres-Territorio podría aportar algo al conocimiento de las mismas?

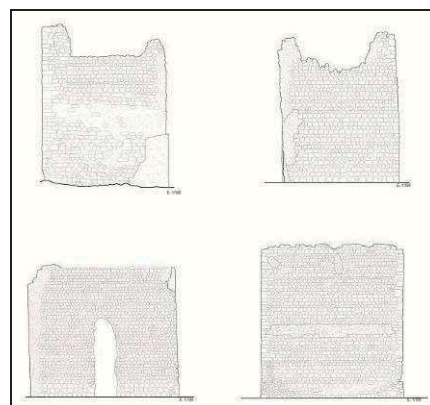


Figura 6. Levantamiento gráfico torre Valhermoso. RUIZ - CRISTINI, 2009

## 2. MODELO TERRITORIAL 3D

El monumento ha de ser leído en su conjunto, no de la construcción en exclusiva. Por tanto hay que incluir cualquier relación de esté con el territorio, con el lugar donde se asienta. El “genus loci” incorporado a la lectura del Patrimonio.

El estudio se enfoca con una visión de conjunto, solapándola a la lectura tradicional del monumento, del objeto exclusivamente. (Figura 7)

Se considera necesario, estudiar las relaciones entre estas torres y su vasto territorio de implantación (40.000 hectáreas).

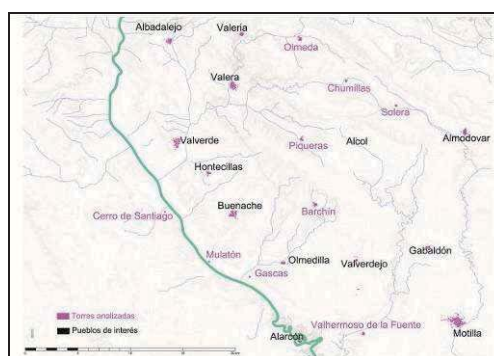


Figura 7. Situación de las torres (rojo) en la comarca. RUIZ - CRISTINI, 2009

Se propone el empleo de técnicas propias del análisis cartográfico, territorial o paisajístico. Es decir, a partir de bases de datos cartográficas actuales e históricas rigurosas, que posteriormente serán gestionadas con herramientas informáticas, extraer el mayor número de información del territorio y de su relación con las torres.

Concretamente, las bases de datos cartográficas empleadas son entre otras:

Cartografía base

- Cartografía 1:200.000 del Instituto Geográfico Nacional
- Cartografía 1:100.000 de la Confederación Hidrográfica del Júcar
- Cartografía 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional

Cartografía temática

- Unidades geológicas a escala 1:400.000 del Ministerio de Medio Ambiente
- Unidades edafológicas a escala 1:200.000 del Ministerio de Medio Ambiente
- Usos del suelo obtenidos del CORINE2000 a escala 1:100.000
- Vías pecuarias obtenidas de la cartografía 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional

Ortofotos

- Ortofotos a escala 1:5.000 obtenidas del P.N.O.A. (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

Modelo Digital del Terreno

Modelo Digital del Terreno de 20 metros de ancho de celda, calculado a partir del curvado y puntos de cota de la cartografía 1:25.000 del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar

Cartas Arqueológicas

Recopilación información catastral 1905

A partir de esta información, se genera el modelo tridimensional del ámbito (modelado Nurbs mediante Rhinoceros).

Una vez generado este modelo tridimensional, se incorpora la información más relevante. (Figura 8)

En nuestro caso:

- Cartas arqueológicas, trazados históricos de vías de comunicación (vías romanas, cañadas, veredas, cordeles, etc..)
- Ubicación de los elementos estudiados u otros que sirvan de referencia (torre de Campo de Alarcón, yacimiento Valeria)
- Usos del suelo, vegetación, geología, etc..
- Red de carreteras, red caminos, vías pecuarias, cauces de ríos y arroyos.

Una vez introducida la información, se trata de analizar las pautas de implantación de las torres en el territorio.

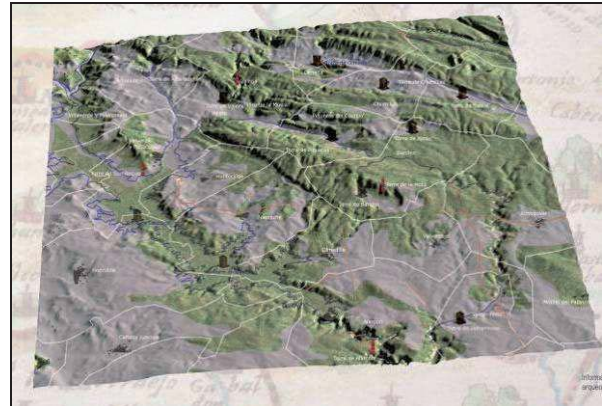


Figura 8. Modelo territorial 3D. Ubicación torres. Uso del suelo. RUIZ - CRISTINI, 2009

### 3. CARTAS ARQUEOLÓGICAS

La primera información que se decide incorporar al modelo tridimensional es la contenida en las cartas arqueológicas de los municipios incluidos en el ámbito de estudio, en concreto: Piqueras del Castillo, Barchín del Hoyo, Olmeda del Rey, Chumillas, Solera, Valeria, Valera de Abajo, Buenache de Alarcón, Olmedilla de Alarcón, Honrubia, Tebar, Alarcón, Hontecillas y Valverdejo.

Dicha información es agrupada por tipos y por épocas. Así, por tipos, se establecen: Vías, poblados, torres, puentes. Y por épocas: bronce, hierro, romano, visigodo, islámico, cristiano. (Figura 9)

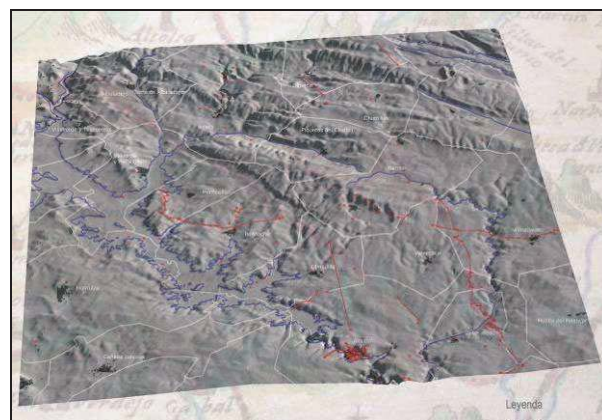


Figura 9. Información cartas arqueológicas. Edad Media. RUIZ - CRISTINI, 2009

En la gestión de la información contenida en las cartas arqueológicas, destaca la localización de referencias de gran valor para el estudio. Así se constata la presencia bajo las aguas del

pantano de varias torres, vías de comunicación o puentes históricos. Toda esta información, es incorporada al modelo tridimensional.

#### 4. INFORMACIÓN DEL TERRITORIO

Otro aspecto relevante para establecer las relaciones entre torres y territorio, es la incorporación de información relativa a las características físicas del ámbito. De este modo, se diferencian las zonas boscosas de las zonas cultivadas (Figura 8).

Como se apuntará más adelante, aparece una estrecha relación entre las vías, sobre todo las pecuarias, y estas franjas de monte.

La información geológica, constata el empleo de material pétreo en cada una de las torres. De hecho, durante el estudio mineralógico de los materiales de las torres, se evidencia dicha relación. Otro aspecto importante en el conocimiento del medio es, la fuerza dinamizadora que produce la red de caminos en el territorio. Los cauces de los arroyos y ríos que forman una maraña de accidentes naturales, son aprovechados como elemento de apoyo en la implantación de estas torres. Las torres, de hecho, se erigen en los vados de algunos ríos.

En definitiva, apreciar en tres dimensiones los accidentes y textura del territorio, permite comprender mejor el modo de implantación de estas torres.

#### 5. VÍAS DE COMUNICACIÓN

En las propias cartas arqueológicas, se incorpora gran parte de la información relativa a vías y puentes a lo largo de las diferentes épocas. Esto se refiere tanto a vías de comunicación convencional (caminos) como a vías pecuarias. En el caso de la provincia de Cuenca, el trazado de estas últimas, ha supuesto un factor determinante para el desarrollo del ámbito en las diversas épocas. De hecho, la actividad ganadera ha sido durante siglos la principal actividad económica de la provincia. Así, aparecen al menos tres cañadas cruzando la provincia: Cañada Real de Andalucía, la Cañada Real de los Serranos o el Cordel de Extremadura.

Pero, la localización de información de estas vías pecuarias en la provincia de Cuenca, está llena de incertidumbres, datos perdidos o contradicciones.

Por eso en la elaboración de la información relativa a vías pecuarias se ha recurrido a diversas fuentes:

- “Una cuadrilla mesteña: La de Cuenca”, de Martínez Fronce.
- Base de datos de vías pecuarias del Ministerio de Medio Ambiente (Figura 10)
- Información gráfica de la Junta Provincial de Fomento agropecuario.(Figura 11)
- Vías de comunicación en las cartas arqueológicas

Los trazados contenidos en estas fuentes, son convertidos en información vectorial e incorporados al modelo tridimensional del territorio, junto al resto de información.

Esto, permite determinar múltiples canales de lectura: torres con vías, vías con cartas arqueológicas, torre, vías y cartas, evolución del uso del suelo y cartas arqueológicas, etc..

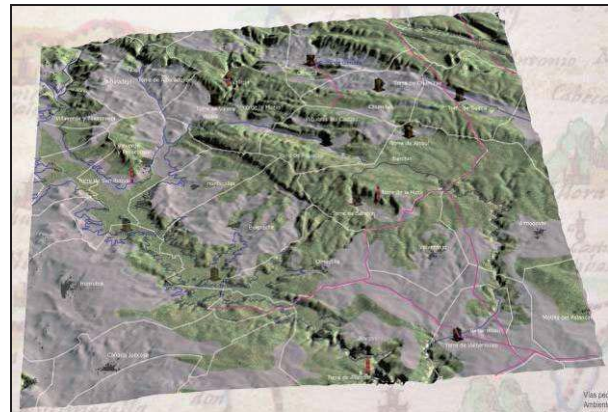


Figura 10. Información de las vías pecuarias en el modelo territorial 3D según el Ministerio Medio Ambiente. RUIZ - CRISTINI, 2009



Figura 11. Información de las vías pecuarias en el modelo territorial 3D según Junta Provincial de fomento agropecuario 1980. RUIZ - CRISTINI, 2009

#### 6. TORRES Y VISUALES

Pero, el aspecto más destacable en el empleo del modelo tridimensional del territorio, se refiere al estudio visual e integración de las torres en el territorio.

Esto se establece, generando cuencas visuales desde diversos puntos.

Cada cuenca visual, se calcula empleando el software de ESRI ArcView 3.2 y se establece la ubicación de las mismas sobre el Modelo Digital del Terreno de 20m de ancho de celda (MDT-20).



Cada punto emisor (Torre) se supone a una altura equivalente a una torre en su estado inicial

(15-20 m). Se establecen dos hipótesis visuales: diurna y nocturna. El límite de percepción visual considerado en el caso de visibilidad diurna es de 15 Km ( la distancia suficiente para apreciar un volumen como la propia torre) y visibilidad nocturna es de 30 Km ( la distancia suficiente para apreciar la luz de una hoguera). En el estudio, se han considerado las distorsiones que pudieran producir los árboles de hoja caduca.

Los perfiles de las visuales se obtienen a partir de la intersección de dichas visuales con el terreno definido en el MDT-20, empleando para ello el software ArcGIS8.3 de ESRI, y representándolo en AutoCAD con una exageración vertical de 1:5.

Un aspecto a destacar del ámbito de estudio, es la presencia del pantano de Alarcón. Este, produce una considerable distorsión en el análisis. Por ello, como se indicará más adelante, el empleo de estos modelos tridimensionales se complementa con otras técnicas (estudio de cartografía histórica, fuentes escritas, etc.).

De cara a determinar un estudio comparativo con otros modos de implantación. Se generan agrupaciones de visuales correspondientes a diferentes momentos históricos o culturales:

- Visuales desde yacimientos prerromanos (Cerro de la Mota, Cerro de San Roque). (Figura 12)
- Visual desde el yacimiento romano de Valeria.
- Visuales desde cada una de las torres estudiadas.(siglo XIII). (Figura 13)
- Visuales desde la torre de Campo de Alarcón (siglo XV-XVI). (Figura 14)

De esta manera se establecen lecturas transversales sumamente interesantes en cuanto al modo de implantación de cada grupo indicado.

Desde la implantación de control visual extensiva (torre Campo de Alarcón o yacimientos prerromanos), el control puntual ceñido al ámbito más próximo (yacimiento de Valeria) hasta un “control-mosaico”, esto es, cada cuenca representa un ámbito concreto de control visual (torres objeto de estudio) formando una especie de “teselas”. Estas teselas, superficies de aproximadamente 1.000 hectáreas, las podemos relacionar con los “términos redondos”, (IRADIEL, P., 1978) empleados por la Orden de Santiago en la zona de Moya.

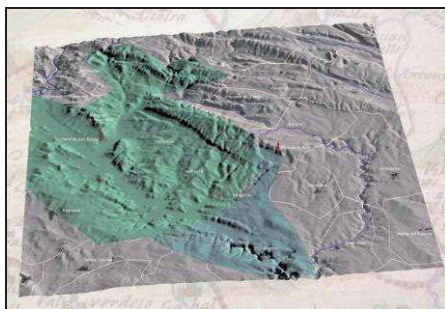


Figura 12. Cuenca visual, yacimientos prerromanos cerro de la Mota (Barchín) y cerro San Roque (Valverde). RUIZ - CRISTINI, 2009

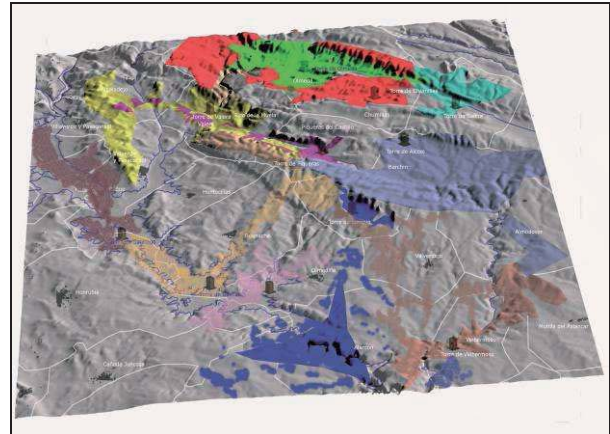


Figura 13. Cuenca visual, torres exentas (s. XIII). RUIZ - CRISTINI, 2009

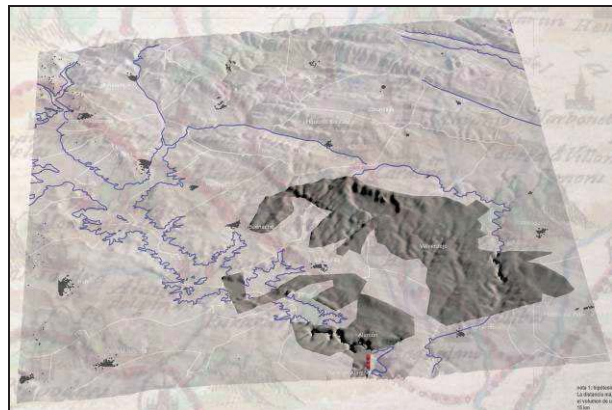


Figura 14. Cuenca visual, Torre de Campo – Alarcón (s. XV). RUIZ - CRISTINI, 2009

El estudio de visuales, se inicia con la generación de cuencas visuales desde las torres conservadas en pie: Piqueras del Castillo, Chumillas, Valhermoso, Solera y Barchín.

Estas cuencas visuales, son proyectadas en el modelo 3D. Cada cuenca, se graña de un color diferente para analizar el alcance o la relación entre ellas. Todas ellas, cubren vaguadas y en ningún caso se establece relación visual entre ellas.

Como se ha indicado anteriormente, la superficie ocupada por el pantano Alarcón produce un “vacío” en la visualización completa de las visuales. Por ello, se recurre a la información de las cartas arqueológicas y a la información histórica del catastro de 1905. De esta modo, se llegan a localizar, tres torres en el propio cauce del río. Estas torres, se ubican junto al paso de vías pecuarias sobre el río: Torre de Cerro de Santiago (Honrubia), Torre Mulatón (Buenache de Alarcón) y Torre de Gascas (Figura 15).

Repitiendo la sistemática inicial, se generan las correspondientes cuencas visuales de las torres sumergidas. Las cuencas visuales son insertadas en el modelo 3D, tal como se hacía con las primeras.



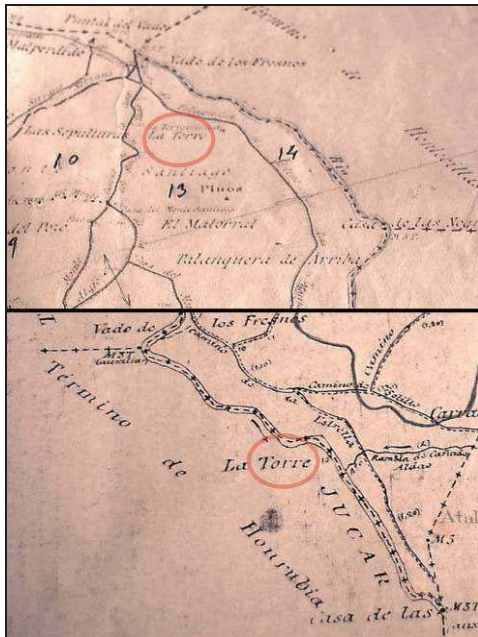


Figura 15. Extracto Catastro 1905. Honrubia. Torre Cerro Santiago. "CATASTRÓN"

Comprobando que, entre ellas tampoco hay relación visual aparente y sus manchas visuales también cubren zonas de paso, vaguadas.

Uniendo todas las cuencas visuales generadas, aparece una zona en sombra, coincidente con el municipio de Olmeda del Rey. En dicho municipio, no hay presencia de torre.

Tras la consulta de las Relaciones cartográficas (TOMÁS LÓPEZ, 1785), en la ficha correspondiente al municipio de Olmeda del Rey, se recoge un pequeño croquis realizado por el párroco del pueblo, Tomas de Valencia, donde grafía la presencia de una torre en un cerro junto al núcleo de población.

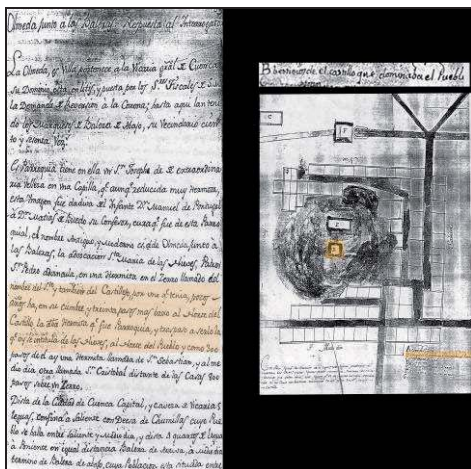


Figura 16. Localización torre según párroco de Olmeda 1780. TOMAS LOPEZ

Partiendo de dicha hipótesis, se genera su correspondiente cuenca visual desde la parte alta del cerro. (Figura 16)

De esta manera se comprueba que la mancha generada desde la hipotética torre de Olmeda, cubre un espacio que coincide aproximadamente con la zona en sombra que se produce con el resto de cuencas visuales. Y sigue las mismas pautas que el resto de torres



Figura 17. Imagen virtual reconstrucción de la intervención en la torre de Piqueras del Castillo. RUIZ – CRISTINI. 2009

### 7. CONCLUSIONES

Cuando tratamos de conocer un monumento construido, en la mayoría de ocasiones, nuestra mirada se reduce al marco meramente epidérmico del edificio.

En el presente estudio, se han empleado herramientas convencionales como el levantamiento geométrico, el análisis estratigráfico, el análisis químico de sus materiales, etc. También, se han empleado otras herramientas, encaminadas a establecer una mirada que vaya más allá del propio edificio.

En concreto, las herramientas empleadas han sido las propias de la gestión cartográfica. Con ellas, se

ha generado un modelo tridimensional territorial, en el que de manera sistemática, se han ido vertiendo diversas fuentes de información.

Se propone emplear herramientas (software gestión cartográfica), que en principio pudieran parecer ajenas al estudio del Patrimonio, para tratar de comprender mejor las relaciones espaciales con Patrimonio-Territorio. En definitiva, profundizar más en el conocimiento del monumento, en este caso, las torres exentas en el ámbito del río Júcar, a través de su ubicación en el espacio.

**AGRADECIMIENTOS:**

Este trabajo ha sido realizado gracias al programa de ayudas a la investigación del Patrimonio histórico de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha 2009.

Agradecer la colaboración de Rafael Gabaldón (cartógrafo).

**BIBLIOGRAFÍA:**

- ALMAGRO GORBEA, M., LORRIO, A., (1989): *Segobriga III, La muralla Norte y la puerta principal*, Excma. Diputación de Cuenca, Cuenca
- CANOREA HUETE, J., POYATO HOLGADO, M.C. (2000); *La economía conquense en perspectiva histórica*, colección humanidades, Ediciones UCLM, Cuenca
- CASTRO VILLALBA, A., (1996): *Historia de la construcción arquitectónica*, Quaderns d'arquitectes, edicions UPC, Barcelona
- ESPOILLE DE ROIZ, M.E., (1977): *Repoblación de la tierra de Cuenca, siglos XII a XVI*, Actas el I Simposio Internacional de historia de Cuenca, CSIC, Cuenca
- ESPOSITO, D. (1997): *murature "a tufelli" in area romana*, *Tecniche Costruttive murarie medievali, storia della tecnica edilizia e restauro dei monumenti*, Roma
- FIORANA, D. (1996); *Il Lazio meridionale, Tecniche Costruttive murarie medievali, storia della tecnica edilizia e restauro dei monumenti*, Roma
- GIULIANI, C.F. (2007); *L'edilizia nell'antichità*, edic.Carocci, Roma
- LANER, F. (2001); *Accabadora, tecnologia delle costruzioni nuragiche*, Franco Agnelli, Milano
- RUIZ CHECA, J.R. – CRISTINI, V. (2010): *Mapping of mortars and asblars in watchtowers of Reconquest Ages in Cuenca District, Spain. 2nd Historic Mortars conference & RILEM TC 203-RHM (Repair mortars for historic Masonry)*, Praga
- VV.AA. (2001): *Ercávica, la muralla y la topografía de la ciudad*, Real Academia de la historia, Madrid

# 3D Reconstruction of the Poggio Sommavilla Territory (Sabina Tiberina, Rieti- Italy) A new approach to the knowledge of the archeological evidences

Flaminia Verga y Federica Fabbri

CNR ITABC. Roma. Italy

## Resumen

*El área objeto de este artículo está localizada en el Valle Medio del Tevere y comprende una amplia extensión de tierra dentro del meandro del río Tevere entre las municipalidades de Magliano Sabina y Ponzano. Un estudio sobre esta región fue publicado en el volumen 44 de la Serie Forma Italiae, y ha jugado un importante papel en la reconstrucción de los aspectos culturales e históricos del Valle Sabina Tiberina en la antigüedad. Su estructura geológica ha producido un paisaje ondulado característico el cual ha determinado la vida del país de vez en vez. Por lo tanto, la reconstrucción 3D de esta área parece una importante ayuda para el conocimiento de la forma del territorio y su evolución. De hecho el modelo 3D de esta área ha sido desarrollado con el fin de entender mejor su conformación hidrográfica y antropológica.*

**Palabras Clave:** SABINA TIBERINA, POGGIO SOMMAVILLA, PAISAJE, MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL,

## Abstract

*The area object of this paper is located in the Middle Tiber Valley and comprises a wide stretch of land within the loop of the river Tiber between the municipalities of Magliano Sabina and Ponzano. A study about this region was published in the volume 44 of the Series Forma Italiae, as it has played an important role in the reconstruction of the cultural and historical aspects of the Sabine Tiber Valley in ancient time. Its geological structure has produced a characteristic wavy landscape which has determined the country life from time to time. Therefore, the 3D reconstruction of this area appears an important aid to the knowledge of the territory shape and its evolution. In fact the 3D model of this area has been developed in order to better understand its geological, hydrographical and anthropological conformation.*

**Key words:** SABINA TIBERINA, POGGIO SOMMAVILLA, LANDSCAPE, DIGITAL ELEVATION MODEL.

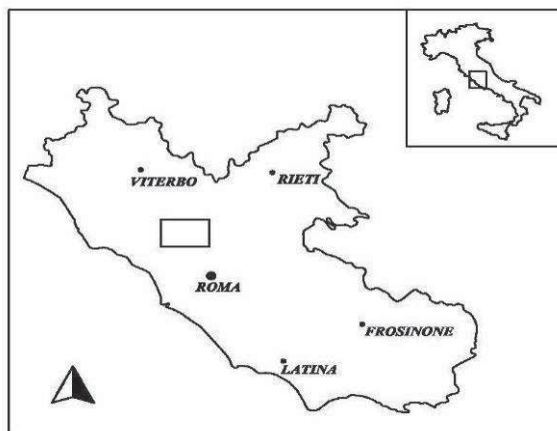


Fig 1: Schematic map of Lazio (Italy). Localisation of the analyzed area.

1. The area, which is the object of this 3D reconstruction, is located in the Middle Tiber Valley. During the Archaic Period it was the territory belonging to the Sabine settlement of Poggio Sommavilla in the Sabine Tiber Valley. From the End of the Republican Period up to the Late Antique Period it was part of the territory belonging to the Roman Municipality of Forum Novum .

A study concerning this territory was published in the volume 44 of the Series “Forma Italiae”, as this region, though its archaeological-topographical evidence has been fragmentary, has nonetheless played an important role in the reconstruction of the cultural and historical aspects of the Sabine Tiber Valley in ancient time. (VERGA, 2002, 2006).

During the Ancient Period it was a frontier territory subjected to different cultures. At the beginning of the Middle Iron Age it shared the Latial Culture with all the Latial region. (BARTOLONI, 1986, 1991; BARTOLONI et al. 1987). During the Archaic Period it was influenced by the Etruscan-Faliscan-