

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN ARQUEOLÓGICA Y REALIDAD VIRTUAL: VISARQ. 1.0.

1. UN NUEVO CONCEPTO DE TRABAJO Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN ARQUEOLÓGICA

La necesidad de crear un sistema homogéneo e interactivo para la gestión e implementación de la información arqueológica de la provincia de Zaragoza era una cuestión recurrente en los últimos años. Desde otros países e, incluso, desde algunas provincias españolas, se comenzaba a poner en marcha diferentes soluciones, con mayor o menor éxito, precisamente para paliar esta necesidad. Sin embargo, la provincia de Zaragoza permanecía anclada al pasado con toneladas de trabajos y publicaciones en formato papel que, por desgracia, tenían poca salida más allá de los límites provinciales y, sobre todo, un acceso limitado para el público no especializado. La constante ausencia de material gráfico era un mal importante para una disciplina, como la arqueológica, donde la visualización de la información es fundamental para la teoría y práctica. Nada nuevo si pensamos que la complejidad de la representación e identificación del dato arqueológico se ha intentado subsanar acompañando siempre la información, ya desde el siglo XIX, de un repertorio de imágenes que, en las primeras publicaciones e informes, eran simples ilustraciones en dos dimensiones, después substituidas o acompañadas con las técnicas fotogramétricas actuales o, incluso, con representaciones tridimensionales tan en boga.

Lo cierto es que las soluciones que se ofrecían normalmente venían determinadas desde la geografía, en relación casi siempre con los Sistemas de Información Geográficos (GIS), o desde la propia disciplina a través de la llamada Arqueología Virtual. La creación de interfaces útiles y ambientes 3D generaban una importante retroalimentación, en palabras de M. Forte, entre el usuario, el científico y el ecosistema. Por ese motivo, nos pareció apropiado la creación de un interface particular e intuitivo que apoyado por las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) cubriese nuestras necesidades.

Desde la Carta Arqueológica de Aragón de F. Burillo Mozota (BURILLO MOZOTA, IBAÑEZ, GONZÁLES 1991) la provincia de Zaragoza no había sido sometida a un repaso sistemático de los yacimientos existentes y, mucho menos, de la información disponible sobre estos. Es cierto que la publicación de la Diputación General de Aragón, Arqueología Aragonesa, intentaba subsanar la situación pero, pese a los esfuerzos, desde el trabajo que Burillo publicó en 1991 no se había llevado a cabo una actualización de los yacimientos existentes en esta provincia y, mucho menos, una recopilación exhaustiva de los nuevos hallazgos arqueológicos.

El proyecto VisArq.1.0. nació consciente de que la complejidad de cualquier intervención arqueológica y el volumen de datos que una excavación produce han provocado la necesidad de aplicar nuevas herramientas – casi siempre, hoy, derivadas de la informática – para ofrecer una gestión de datos satisfactoria. En los últimos diez años, de hecho, las nuevas tecnologías aplicadas a los Bienes Culturales se han revelado como parte fundamental en el desarrollo de la investigación arqueológica, siendo fundamentales en la gestión de datos pero también, en el acceso del gran público a la información arqueológica. En este sentido, se quiso conjugar los beneficios, como decíamos antes, de los GIS con técnicas más cercanas a la realidad virtual. Estos beneficios son de sobra conocidos desde los mediados de los años 80, cuando se desarrollaron los primeros estudios de aplicaciones arqueológicas de los GIS en los Estados Unidos, donde estos programas se orientaron principalmente a la gestión de los recursos culturales y al desarrollo de modelos predictivos de localización de asentamientos (KOHLE, PARKER 1986).

A partir de estos primeros trabajos, las aplicaciones se desarrollaron muy rápidamente (KVAMME, KOHLER 1988; KVAMME 1990) ampliándose los campos principalmente hacia la reconstrucción paleoambiental y la relación de la sociedad con el medio ambiente (ALLEN 1990), en consonancia con la tradición procesualista predominante en el entorno académico. La incorporación de los SIG en arqueología era ya imparable con la publicación de algunos libros monográficos como *Interpreting Space: GIS and Archaeology* (ALLEN, GREEN, ZUBROW 1990), *Anthropology, Space and Geographic Information Systems* (ALDENDERFER, MASCHNER 1996) o la conferencia de Carbondale (Illinois) de 1993 editada bajo el título *New Methods, Old Problems: Geographic Information Systems in Modern Archeological Research* (MASCHNER 1996). Estas publicaciones pronto se convirtieron en obras de referencia básica, con gran influencia para la investigación arqueológica de nuestro país, que se vio enormemente fortalecida, sobre todo en lo que se refiere a las posibilidades de interpretación del registro arqueológico en su faceta espacial (GIESTAL 1988; NEDOVIC-BUDIC, PINTO 2001).

La implantación dentro de nuestro campo de esta metodología de investigación, aunque no exenta de los riesgos propios de la simulación informática y de la percepción excesivamente determinista de las causas que establecen los patrones de asentamiento, ha supuesto una verdadera revolución tanto en el campo de la presentación de los resultados, aspecto que ya los sistemas de diseño asistido por ordenador habían permitido obtener, como en relación con la propia investigación. Esto ha sido en gran medida consecuencia de la creación y aplicación de modelos geográficos como vía exploratoria en el conocimiento del comportamiento de comunidades del pasado. De la mano de esta nueva apreciación del “espacio vivido y percibido” por las comunidades pasadas surge la llamada “arqueología del paisaje”, la cual plantea un

acercamiento a los problemas históricos que no se puede completar a través de una reconstrucción de los hechos, sino que requiere la contratación de hipótesis.

La aplicación de los GIS solucionaba gran parte de nuestras necesidades, sin embargo, quedaba siempre pendiente la cuestión de la visualización del dato que, como es lógico, en Arqueología tiene unas particularidades diferentes a las de otras disciplinas. Por ese motivo, decidimos aprovecharnos de las ayudas de las reconstrucciones gráficas y los ambientes de Realidad Virtual que, siempre con mayor énfasis, se han utilizado en proyectos científicos de muy diversa índole. El monumento o/y objeto arqueológico queda perfectamente reflejado gracias a la modelización 3D y los ambientes virtuales interactivos (Interactive Virtual Enviroments).

La interpretación del arqueólogo y los datos tridimensionales se conjugan en un producto gráfico que admite la exploración del modelo sin alterar su forma. De este modo, la “realidad” queda representada en el modelo, permitiéndonos realizar análisis sobre dicha base visual, mejorando y consolidando nuestro espectro cognitivo. El cerebro humano está acostumbrado a percibir datos en 3D, por ese motivo, la información resultante de esta base de datos se comprende mejor que las antiguas planimetrías bidimensionales.

El proyecto que aquí presentamos abarca el territorio desde sus diferentes puntos e intereses históricos y geográficos. La aplicación de las Nuevas Tecnologías de la Información permite además poner en relación yacimientos que aunque disgregados territorialmente, se pueden interconectar y estudiar conjuntamente. Se incluye además una visión multiterritorial y una multisectorialidad de los campos de interés, que permiten un enfoque integral de la realidad histórica y actual de la zona, proponiendo además una red de espacios expositivos y de investigación que deja atrás la vieja idea de museo, para entrar en el ciberespacio y articularse a la emergente sociedad de la información. Sin duda alguna, la incontestable implantación de Internet como una herramienta fundamental y cotidiana ha sido el factor determinante en este proceso y en nuestra elección metodológica que, como ya veremos, ha estado determinada por la creación de ficheros de tipo .html que, en caso de estimarlo oportuno, podría permitir la subida de datos a Internet.

La elección parte del hecho de que la *Red de Redes* permite superar las barreras físico-temporales, conocer los fondos de los museos e incluso visitar páginas de yacimientos y pasear por ellos sin salir de casa, perdiendo así el elitismo característico de la Cultura y el Arte que, durante el siglo XIX y de inicios del siglo XX, imperó. Se llega, de este modo, a algo así como lo que Paul MATHIAS (1998) denomina «ciberdemocracia», al acercamiento de la cultura a la población, a la idea de un patrimonio cultural, en este caso arqueológico, más accesible y popular.

2. UN PROYECTO INTERDISCIPLINAR: SISTEMATIZACIÓN Y GESTIÓN

La creación de un protocolo para la sistematización y gestión la información arqueológica supone un paso importante en el desarrollo y consolidación de la investigación arqueológica. Como sabemos, la aleatoriedad y heterogeneidad de estos datos dificulta la realización de análisis conjuntos y globales del territorio y sus yacimientos. De hecho, uno de los principales déficits de la Arqueología es la visión sesgada que ofrece el estudio exhaustivo de un yacimiento frente, en la mayor parte de los casos, el escaso conocimiento de la relación de éste con sus yacimientos vecinos o no tan cercanos. La posibilidad de contextualizar – geográfica y arqueológicamente – los yacimientos estudiados facilitará de modo considerable la labor del arqueólogo. Si además esta base de datos potencia una mayor difusión de la información arqueológica el objetivo fundamental estará cumplido. En pocas palabras, el proyecto pretendía realizar una base de datos arqueológicos de la provincia de Zaragoza coherente en su forma y contenido, que además sirviese como visualizador de datos 3D ó 2D (según necesidades de la zona) de todo el territorio estudiado. El resultado final es una geodatabase que presentará de manera visual y dinámica la riqueza arqueológica de la provincia de Zaragoza.

No solo eso sino que, asimismo, pretende:

- a) fortalecer la revalorización visual del Patrimonio Arqueológico de la provincia de Zaragoza;
- b) potenciar el conocimiento del Patrimonio Histórico de los municipios de Zaragoza para promover en el ciudadano una mayor responsabilidad con dicho patrimonio;
- c) realizar una base de datos arqueológicos siguiendo el protocolo de las IDEES (directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 14 de marzo de 2007), de manera que dichos datos puedan ser compartidos entre distintos usuarios y aplicaciones, metadatando toda la información que dicha base contenga;
- d) consolidar un sistema de investigación y desarrollo como plataforma de acción, creando un protocolo de actuación para la gestión de la información arqueológica de Zaragoza.

2.1 Zona de estudio y escalas de trabajo

Para llevar a cabo todos estos objetivos es imprescindible que existan unos datos unificados que permitan tanto la generación de esquemas argumentales explícitos como la comparación de variables entre sí. Por este motivo, VisArq.1.0. ha sido planificado en tres grupos de actividades experimentales, asociadas a los requisitos de los datos y a los objetivos concretos de la investigación: conocimiento del territorio y su patrimonio arqueológico,

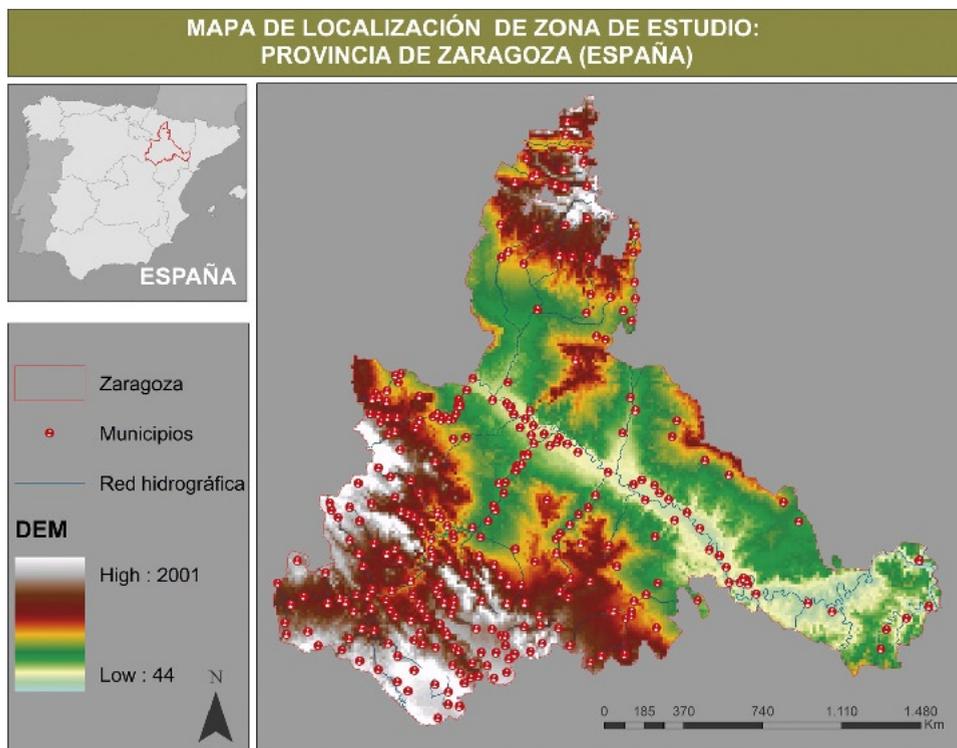


Fig. 1 – Mapa de localización espacial de la provincia de Zaragoza.

implementación en una base de datos interactiva y revalorización de la información arqueológica.

La zona de estudio que comprende este proyecto es de 17.194 kilómetros cuadrados, o lo que es igual, toda la provincia de Zaragoza (Fig. 1). Ésta se caracteriza por estar situada al Norte de la Península Ibérica, dentro de la comunidad autónoma de Aragón, ocupando su franja central y en contacto al Norte con la provincia de Huesca y al Sur con la de Teruel. Además, limita con las tierras navarras, riojanas, castellanas y catalanas. Paisajísticamente se trata de un área heterogénea y variada, constituida por sierras, atravesadas por valles y barrancos que conforman un “triángulo” cuyos vértices rozan los Pirineos, al Norte; las Sierras Ibéricas con el Moncayo, al Oeste y la cordillera Costero-Catalana, al oriente. El río Ebro corta su superficie a modo de bisagra sobre la que se articula buena parte de la actividad provincial, tanto actualmente como a lo largo de la historia, dicha actividad se prolonga sustancialmente por los cauces de sus afluentes: Arba, Gállego, y Cinca por la izquierda y Queiles, Huecha, Jalón, Huerva, Aguas, Martín, Guadalope y Matarraña por la derecha.

ESCALA	UNIDAD	VARIABLE
MACRO	Zaragoza Provincia	Localización geográfica de los municipios: - Características topográficas - Información paisajística
SEMI MACRO	Municipio	Información arqueológica ubicada en el término municipal: - Número de yacimientos - Ocupación crono cultural
MICRO	Yacimiento arqueológico	Unidad máxima de información: - Imágenes - Fuentes bibliográficas - Tipo de yacimiento y función - Reconstrucción virtual

Tab. 1 – Tabla de referencia de las escalas de trabajo, en la que se distinguen los diferentes objetos de estudio de acuerdo con la superficie analizada.

Tal y como se puede apreciar, tras la breve descripción geográfica general, el proyecto abarca una zona amplia territorialmente hablando y con importantes contrastes geográficos, por tanto, la escala de los datos originales no es la misma en todos los casos, obligándonos a trabajar a la vez a diferentes escalas para cubrir nuestras necesidades específicas. Se optó por la utilización de una base de datos interactiva que nos permite abordar las diferentes escalas de trabajo: desde la escala macro espacial de toda la provincia, pasando por escalas menores (comarca, término municipal) hasta llegar a una escala de detalle (yacimiento arqueológico). En Tabla 1 se intenta sintetizar las diferentes escalas de trabajo y sus variables representadas.

2.2 El dato geográfico y histórico-arqueológico

2.2.1 Dato geográfico

A partir de los años Ochenta, se reinterpreta el concepto de espacio geográfico, pasando de ser un contenedor sin valor intrínseco a una entidad que posee significado y ejerce un papel activo en el estudio arqueológico. Desde esta perspectiva ha sido abordado este proyecto, entendiendo que toda información arqueológica que estamos documentando y analizando está contextualizada en un ámbito geográfico concreto. Por tanto, se ha procedido a la documentación de los diferentes datos geográficos para la construcción de un modelo o “representación informatizada de la realidad analizada”, que no pretende reflejar toda la realidad, demasiado compleja, sino sólo una parte útil y comprensible de la misma que pueda ser relevante para un primer análisis de la dinámica poblacional histórica.

La información de carácter “primario” es necesaria para la correcta sistematización de las variables. El territorio nacional español se encuentra dividido administrativamente en comunidades autónomas, provincias, municipios y otras entidades locales de ámbito territorial inferior al municipal, cuya deli-

mitación, denominación, organización y competencias se describen y regulan con detalle en la legislación vigente en materia de régimen local. Se entiende por “entidad singular de población o municipio” a cualquier área habitable del término municipal, habitada o excepcionalmente deshabitada, claramente diferenciada dentro del mismo, y que es conocida por una denominación específica (código INE) que la identifica sin posibilidad de confusión. De acuerdo a esta definición nuestra área de estudio está compuesta por 292 municipios, de los cuales 179 tienen información arqueológica asociada y claramente reconocible. Dicha información ha sido estandarizada mediante el empleo del código INE como clave externa (Tabla 2), de tal modo que cada una de las entidades que integran nuestra base de datos es única e inconfundible y está perfectamente delimitada la pertenencia a su Comunidad Autónoma y Provincia.

De igual modo, todos los datos que componen el proyecto, tanto vectoriales como ráster se han referenciado utilizando un mismo sistema de proyección – UTM. Europeam Datum 1950, zona 30 Norte – requisito obviamente imprescindible, que ha obligado a transformar conjuntos de datos para evitar una posible pérdida de calidad de los mismo. Los municipios quedan definidos por las coordenadas x, y, z, no así los yacimientos arqueológicos, que por cuestión de seguridad y preservación del patrimonio se optó por asociarlos a las coordenadas del término municipal al que pertenecen.

2.2.2 Dato histórico-arqueológico

Una vez que el dato geográfico queda precisado, el dato histórico arqueológico se convierte en la información temática imprescindible de este proyecto. La amplitud de campo que abarca la Historia, en lo que a extensión en el tiempo se refiere, resulta inabarcable para llevar cabo un análisis histórico detallado, por ese motivo historiadores y arqueólogos se ven obligados a precisar épocas o periodos diferentes que comparten rasgos comunes, suficientemente importantes y definitorios como para hacerlos cualitativamente distintos a otros.

La historiografía tradicional divide el tiempo pasado en edades, donde existen dos periodos básicos, la Prehistoria y la Historia, que como sabemos son la división fundamental que marca el tiempo desde que aparece el hombre hasta la aparición de la escritura y desde ésta hasta nuestros días. La Prehistoria, asu vez, queda dividida por consenso en Paleolítico, Neolítico y en la Edad de los Metales que, a su vez, se divide en Eneolítico Edad del Hierro y Edad del Bronce.

La Historia, como ya señalamos, se dividirá en Protohistoria, Edad Antigua, Media, Moderna y Contemporánea. Esta periodización, junto con la prehistórica, es la que nosotras tomamos en nuestro trabajo para catalogar los yacimientos de la provincia, excluyendo desde el inicio los recursos patrimoniales pertenecientes a la Edad Moderna y Contemporánea. Sin embargo, hemos debido acompañar esta división de la específica propia de la Península Ibérica, ya que conceptos como Protohistoria o Mundo Antiguo

COD_CCAA	COD_PROV	Nombre COMARCA	COD_INE	Nombre MUNICIPIO	TOPÓNIMO	ADSCRIPCIÓN CULTURAL	FUNCIÓN	TIPO
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Hallazgo suelto	Romano	Hábitat	Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Castillo Obano	Medieval	Hábitat	Castillo
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Los Arcos	Medieval	Culto	Templo
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	La Ruta	Medieval	Hábitat	Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Las Barreras	Medieval	Hábitat	Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Hispanies	Medieval	Hábitat	Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Cornal de Bandrés	Neolítico-Eneolítico/Bronce	Actividad económica	Taller
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Sora	Neolítico-Eneolítico/Bronce	Actividad económica	Taller
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Cuartero	Romano	Hábitat	Villa
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Calinaque	Romano	Hábitat	Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Los Romerales	Romano	Hábitat	Villa
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Cornal de Ladebán	Hierro-Ibérico	Hábitat	Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Villa Palomar	Romano	Hábitat	Villa
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Cornal de Martiño	Ibérico	Hábitat	Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Yáquera-Yebra	Medieval	Hábitat	Castillo
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Santa Bárbara	Neolítico-Eneolítico	Actividad económica	Taller
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Cornales de Pérez Iy II	Neolítico-Eneolítico/Romano	Actividad económica/Hábitat	Taller/Poblado
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Pañera del Regano	Neolítico-Eneolítico/Bronce-Hierro	Actividad económica	Taller
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Pataca	Neolítico-Eneolítico	Actividad económica	Taller
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Tínica del Rojo	Bronce-Hierro	Enterramiento	Incineración
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Planas de la Ruta	Neolítico-Eneolítico	Actividad económica	Taller
62	50	CINCO VILLAS	50151	Luna	Valdeana	Neolítico-Eneolítico	Actividad económica	Taller

Tab. 2 – Atributos principales de la entidad municipal.

resultaban un tanto imprecisos para nuestra zona. De este modo, el concepto de Protohistoria se sustituyó por Ibérico, que agruparía tanto a las sociedades íberas como las celtíberas que, aunque diferentes, coincidirían en el mismo arco cronológico y además tendrían en el mismo signario para escribir sus lenguas. El Mundo Antiguo peninsular, y más concretamente en esta zona, se reduciría fundamentalmente al periodo Romano y Visigodo.

Estas divisiones, lógicamente, no son tan netas y definidas como las planteamos en este momento, pero para realizar una correcta catalogación de los yacimientos y recursos patrimoniales de la provincia necesitábamos marcar unos parámetros fijos que permitiesen tipificar de modo correcto y facilitasen, no sólo nuestra labor, sino la comprensión del usuario del contexto cronocultural de los yacimientos arqueológicos del municipio o municipios de su interés.

Para facilitar la identificación de los periodos se crearon unos iconos alusivos a cada periodo histórico. Estos iconos, siete en total, eran: Paleolítico-Epipaleolítico, Neolítico-Eneolítico, Bronce-Hierro, Ibérico, Romano, Visigodo y Medieval. Como era previsible, la mayor parte de los yacimientos no se adscribían a un solo periodo, sino que podían incluirse en dos o varios de éstos. Ante esta situación, y aunque en la base de datos (Excel) quedaba especificado cada uno de los periodos históricos presentes en el yacimiento, en la representación gráfica se optó por representar el periodo más antiguo y el más moderno de



Fig. 2 – Iconos crono-culturales.

los existentes en el yacimiento. Así, un yacimiento adscribible, por ejemplo, al Neolítico-Eneolítico, Bronce-Hierro, Ibérico y Romano quedaría representado con un icono doble formado por Neolítico-Eneolítico y Romano (Fig. 2).

3. VISARQ. 1.0.: PROCESAMIENTO, GESTIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA INFORMACIÓN ARQUEOLÓGICA

3.1 Sistematización e interconexión de la información

Toda la información alfanumérica que contiene este proyecto está asociada a cada municipio y a su vez a los diferentes yacimientos arqueológicos. Así, datos como cronología, bibliografía, función, entre otros campos, son necesarios para su correcta identificación. Esta información sólo puede ser recogida a través de un SGBD (Sistema Gestor de Base de Datos). Los SIG son capaces de generar este tipo de base de datos que contienen información espacial, temática y temporal, pero es necesaria una correcta organización de la información para su buen funcionamiento. Al igual que una base de datos relacional hemos dividido la información en tablas separas que se relacionan con un identificador común, en este caso el Código INE que permite relacionar las diferentes tablas sin problema. Tal y como vemos en la Fig. 3, el objetivo del diseño de una base de datos relacional es generar un conjunto de esquemas de relaciones que permitan almacenar la información con el mínimo de redundancia, pero que a la vez, faciliten la recuperación de la información. Una de las técnicas para lograrlo consiste en diseñar esquemas que tengan una forma normal adecuada.

De este modo, los datos han sido estructurado en: elementos – entidades más simples, definidas según nuestras escalas de trabajo – y atributos o propiedades – características de los elementos. La información de la que disponemos, se ordena de tal forma que cada entidad, única e inconfundible, se define en función de los valores de sus propiedades (atributos), sus relaciones con otras entidades (topología) y los procedimientos matemáticos que describen a la entidad. Nuestros elementos poseen características espaciales como localización (coordenadas x, y, z de cada municipio), propiedades geométricas y topológicas, así como temáticas (cultura, función, tipo, referencia bibliográfica e información fotográfica) que los definen, combinándose ambos tipos de datos en el análisis y visualización de dicha información.

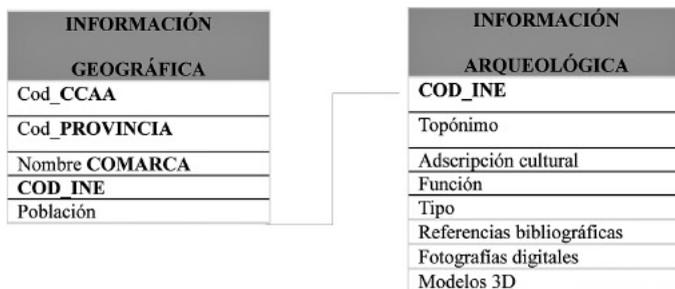


Fig. 3 – Ejemplo de relación entre tablas empleando el código INE como clave externa.

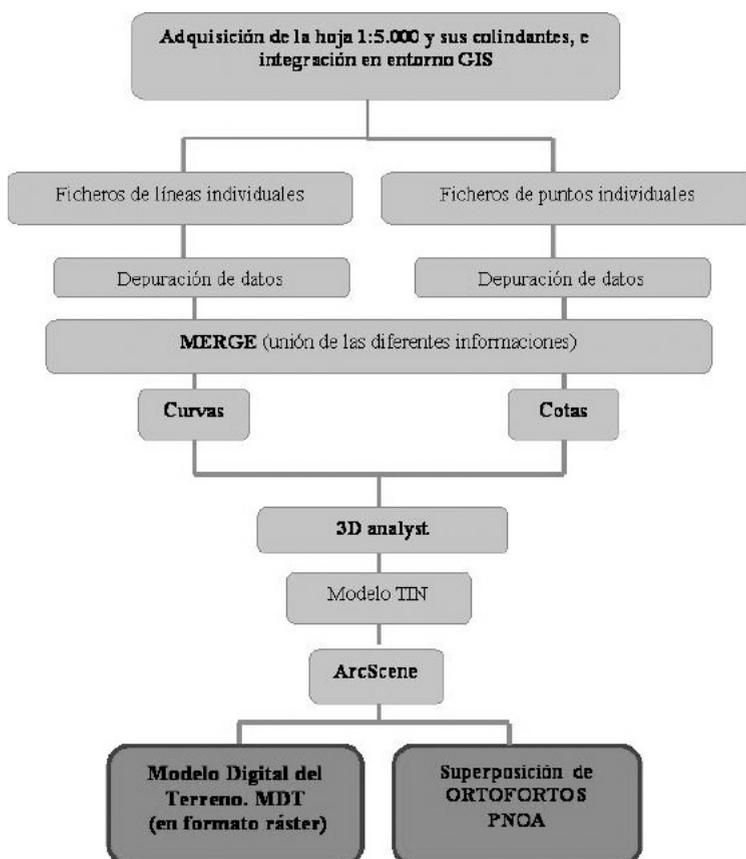


Fig. 4 – Diagramas de flujo que representa el protocolo adoptado para la generación del Modelo Digital del Terreno.

3.2 Modelo Digital del Terreno

La representación cartográfica del relieve ha sido considerada como un factor muy importante dentro de la elaboración de este proyecto, pues de este modo interconectábamos – de manera dinámica y visual – la realidad geográfica de la provincia y toda su información arqueológica asociada. Se procedió a la obtención de toda la información necesaria (altimetría, cotas e hidrografía, mapas topográficos) en formato digital y en caso de no existir en dicho formato, se digitalizaron los elementos más importantes para la generación del Modelo Digital del Terreno. El principal programa empleado fue ArcGis 9.3 más concretamente sus extensiones Spatial Analyst y 3D Analyst.

En nuestro modelo la unidad básica de información es un valor de altitud, z, al que acompañan los valores correspondientes de x e y, expresados en un sistema de proyección geográfica (especificado anteriormente) para una precisa georeferenciación espacial. El método de interpolación elegido ha sido el kriging, el cual hace énfasis en el tratamiento de la componente z mediante el análisis de la correlación espacial entre los datos, asumiendo que su valor es dependiente de la distancia entre los mismos. El kriging estima esta dependencia en función de la distancia mediante la medida de la covarianza entre los datos separados por distancias diferentes. Para ello utiliza la semivarianza de las diferencias que son comprobadas en los valores del variograma para corregir supuestos errores.

Una vez desarrollado y corregido el Modelo Digital del Terreno con el que se iba a trabajar creímos oportuno superponer las ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), ya que consideramos que aportaban al territorio mayor información paisajística y acercaban al lector a la realidad analizada (Figs. 4-5).

3.3 La solución adoptada: interconexión de la información

La conexión de nuestra base de datos – donde teníamos archivos de tipo .pdf, .jpg, .xls y .avi – con el Modelo Digital del Terreno hacía necesario la creación de un interfaz útil e intuitivo que permitiese un fácil acceso a toda la información. La elección del lenguaje de programación HTML estuvo justificada, en primer lugar, por su ligereza y, sobre todo, por la posibilidad de subir a un servidor de Internet el proyecto final y, de este modo, hacerlo accesible para todo usuario interesado.

La información relativa a los municipios y sus yacimientos se programó en un lenguaje HTML, a excepción de las imágenes de sustitución referentes a los iconos crono-culturales que se realizaron con un Java-Script de sustitución de imágenes. Por otro lado, la galería de imágenes fue configurada con Java-Script y diseñada por CSS (código en cascada) (Fig. 6).

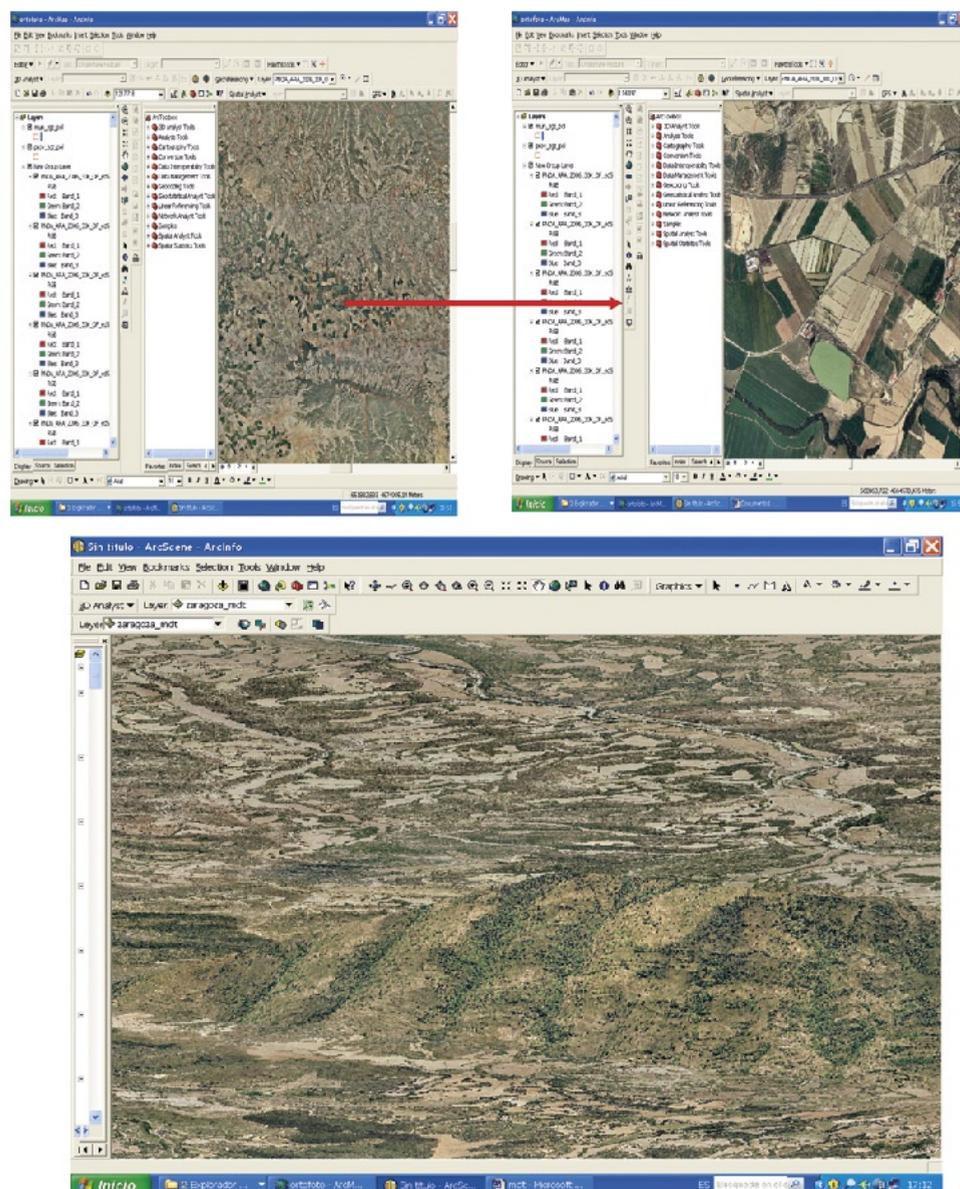


Fig. 5 – Ortofotos del PNOA. La imagen de la derecha hace referencia a una escala de mayor detalle que la de la izquierda. Obsérvese el grado de resolución.

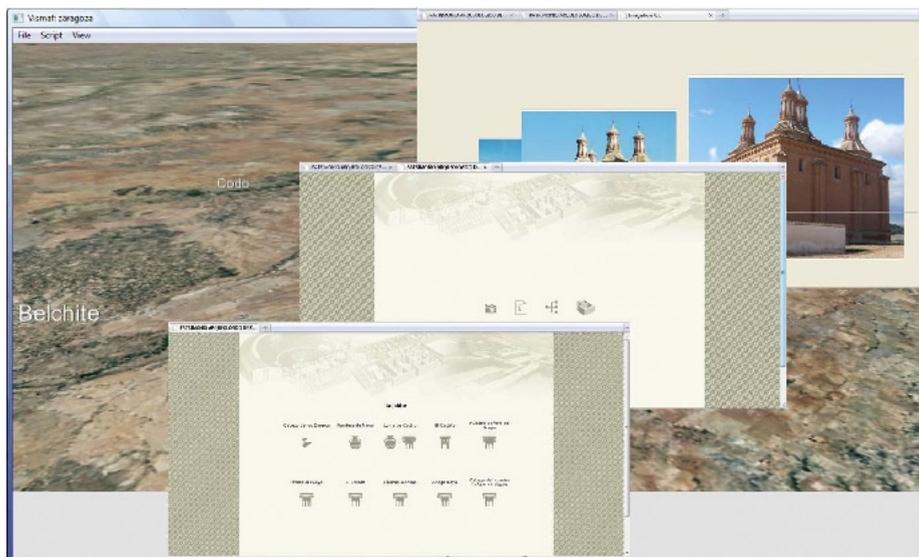


Fig. 6 – Cada una de las diferentes “ventanas” HTML, de las que se compone el proyecto. A excepción de la última (galería de imágenes) que fue programada con Java-Script.

3.4 *Visman*

Difundir la perspectiva de los códigos abiertos en el mundo de la cultura se convierte cada vez más importante día a día. Hoy en día, los open source están penetrando en muchos sectores, lo que ha provocado una renovación y redefinición de las prácticas de las grandes empresas privadas e instituciones de investigación importantes en el nombre de un uso menos jerárquico y más innovador del conocimiento. En este sentido, la investigación arqueológica se ha visto beneficiada de modo considerable, pues adoptar un modelo open source permite varias ventajas como un menor costo de aplicaciones y tecnologías, la sostenibilidad de los proyectos compartiendo recursos con otras entidades e instituciones, facilitar la reutilización de los datos ya procesados e integrados con una metodología sólida, bien concebida y, además, aumentar la inversión en recursos humanos en lugar de en el hardware o software.

Para el uso de proyectos de visualización en el patrimonio cultural, en cooperación con el Consorcio CINECA, Spinner Visman ha desarrollado un marco basado en OpenSceneGraph ya bibliotecas wxWidgets (OpenGL Performer y antes Borland), escrito enteramente en C++ y disponible en plataformas Windows y Linux (32 y 64 bits). Visman se desarrolló teniendo en cuenta la flexibilidad y facilidad de uso en la que se inspiran los juegos para ordenadores. En la actualidad tres proyectos diferentes con necesidades diferentes explotación de ese recurso están haciendo uso de Visman:

- a) el proyecto Sonnenberg (Ayuntamiento de Bolonia), dedicada a la guerra de liberación y la matanza de Marzabotto durante la Segunda Guerra Mundial, con una vista del paisaje histórico, con capas que pertenecen a diferentes épocas históricas y los temas;
- b) el proyecto ARCUS (Politecnico di Milano, Università di Bologna y Scuola Normale di Pisa), que es un punto de partida para la elaboración de directrices metodológica para el estudio y excavación del Foro de Pompeya;
- c) las reconstrucciones en 3D para el apoyo a proyectos de comprensión de datos MUVI – Museo virtual de la vida cotidiana en Bolonia (Bologna Comité para la historia del Risorgimento) con, en la actualidad, los interiores domésticos de tres períodos históricos, para ser mostradas en diferentes plataformas, incluido Internet, y funcionando con sistemas de inmersión.

Gracias a Visman los entornos 3D ponen en relación los entornos inmersivos con la geometría a partir de la cual se conectan las bases de datos relacionales con pestañas, páginas HTML u otros factores externos. La misma geometría, con un sistema de shaders, es el suministro de información, donde es fácilmente discernible la presencia o ausencia de datos. Además, a través de un acuerdo de investigación firmado en 2005 entre CINECA y ITABC CNR se han desarrollado flexibles y potentes plug-ins open, osg4web. Este es un software original, basada en librerías OpenSceneGraph de visualización en tiempo real, que permite que los modelos de interacción en el paisaje y web queden integrados para Mozilla Firefox y Microsoft Internet Explorer. La arquitectura del sistema tiene el plug-in multiplataforma y un código abierto multi-navegador que permite una integración perfecta de diseño web en HTML, con el apoyo de Ajax. El software se caracteriza por una cubierta externa (instalado por el cliente) que se encarga de llamar el núcleo (o núcleos) requerido para varias aplicaciones. La interacción entre el navegador y el plug-in se realiza a través de directivas de JavaScript, tales como el funcionamiento de los botones y enlaces.

3.5 *VisArq. 1.0.: el resultado final*

La posibilidad de contextualizar –geográficamente y arqueológicamente– los yacimientos estudiados facilitará de modo considerable la labor del arqueólogo. Si además esta base de datos potencia una mayor difusión de la información arqueológica, el objetivo fundamental estará cumplido. Como ya se ha señalado, el objetivo del presente trabajo de investigación era realizar una base de datos arqueológicos de la provincia de Zaragoza coherente en su forma y contenido, sirviendo además como visualizador de datos 3D ó 2D (según necesidades de la zona) de todo el territorio estudiado. El resultado final es una geodatabase que presentará de manera visual y dinámica la riqueza arqueológica de la provincia de Zaragoza (Fig. 7).

VisArq.1.0. es capaz de poner en relación yacimientos alejados y disgregados por el territorio. Frente a la tendencia habitual a promocionar y publicitar los yacimientos de forma individual sin tener en cuenta a otros próximos, o incluso de la misma comarca, las nuevas tecnologías de la información aquí aplicadas permiten dar una idea de conjunto del territorio, de vertebración absoluta, porque el internauta lo sobrevuela constantemente, por lo que los yacimientos aparecen formando parte de un espacio común (Fig. 8).

Otra de las ventajas que implica esta aplicación de realidad virtual es que el ciudadano además de poder consultar en una “única ventana” toda este patrimonio arqueológico es que ahora puede verlo, una cuestión importante para una disciplina como la arqueológica, donde la visualización de la información es fundamental para la teoría y práctica arqueológica. Esto supone superar y subsanar el tipo de imágenes que tradicionalmente han acompañado a la información arqueológica, primero con simples ilustraciones en dos dimensiones y posteriormente con fotografías. De esta forma, el monumento o/y objeto arqueológico queda perfectamente reflejado gracias a la modelización 3D y los ambientes virtuales interactivos (Interactive Virtual Enviroments) (Figs. 9-14).

Esta herramienta propone además una red de espacios expositivos y de investigación que deja atrás la vieja idea de museo, para entrar en el ciberespacio y articularse a la emergente sociedad de la información, y supone un ejemplo de cooperación científica entre ingeniería, arqueología y geografía.

4. CONCLUSIONES

Ante el creciente volumen de la información arqueológica y el incremento en el uso de las nuevas tecnologías en este tipo de intervenciones se ha considerado oportuno realizar un protocolo de actuación para la gestión y el posterior tratamiento de dicha información. La elaboración de una base de datos homogénea y normalizada con su correspondiente visualizador es el fin último de un proyecto que nació tanto para cubrir las necesidades del mundo académico-científico como las del público menos especializado. Beneficiarse de la innovación informática y de la realidad virtual, con interfaces cada vez más “reales” e intuitivas, significa mejorar la accesibilidad y comprensión de los estudios arqueológicos. Así, las bases de datos interactivas que permitan un uso tanto científico como divulgativo fomentarán la revalorización de los yacimientos. VisArq.1.0. ofrece precisamente eso, un visualizador de información arqueológica y un protocolo de actuación que se recoge en la primera versión de y que pretende ser el inicio de un método de trabajo, dónde la estandarización, unificación y visualización del dato es el fin último.

Los proyectos culturales-patrimoniales tienden a realizarse por individuos o pequeños grupos de trabajo, que tienen acceso exclusivo a la información y difusión – si lo creen conveniente – de los datos obtenidos.

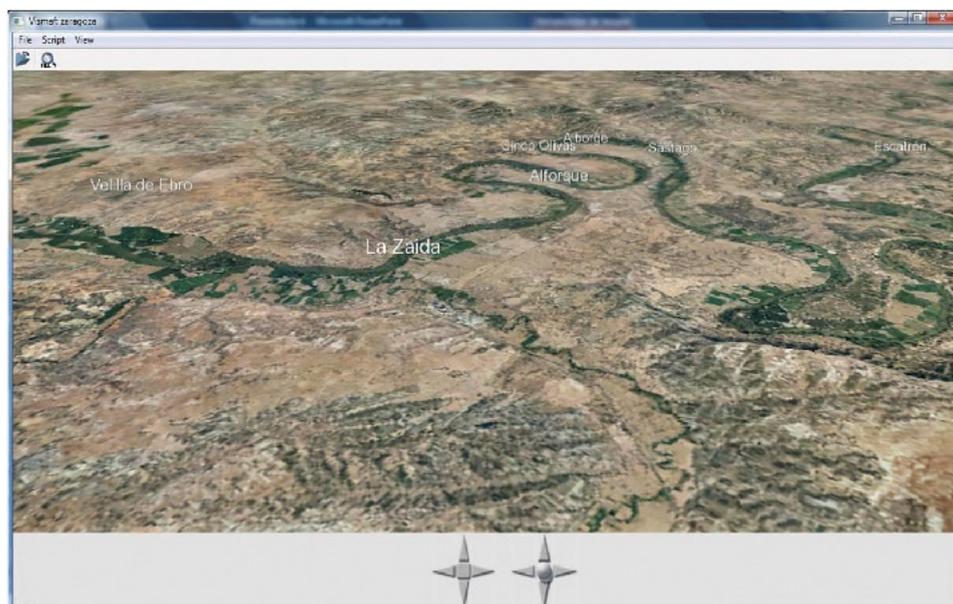


Fig. 7 – Vista de pájaro de una parte de la provincia de Zaragoza.

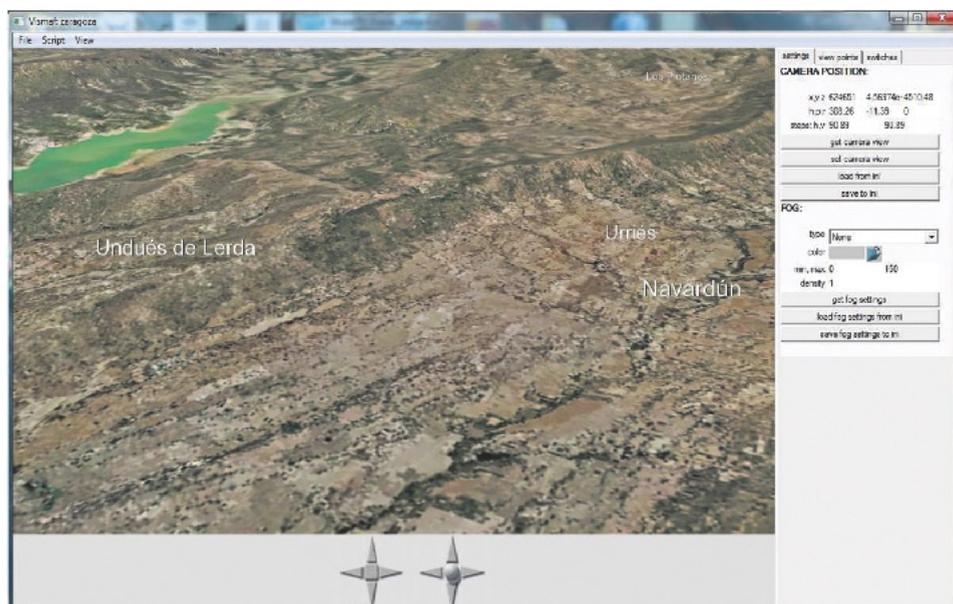


Fig. 8 – VisArq.1.0. Modelo tridimensional. A la derecha, barra de herramientas con la posición precisa de cada punto del territorio.

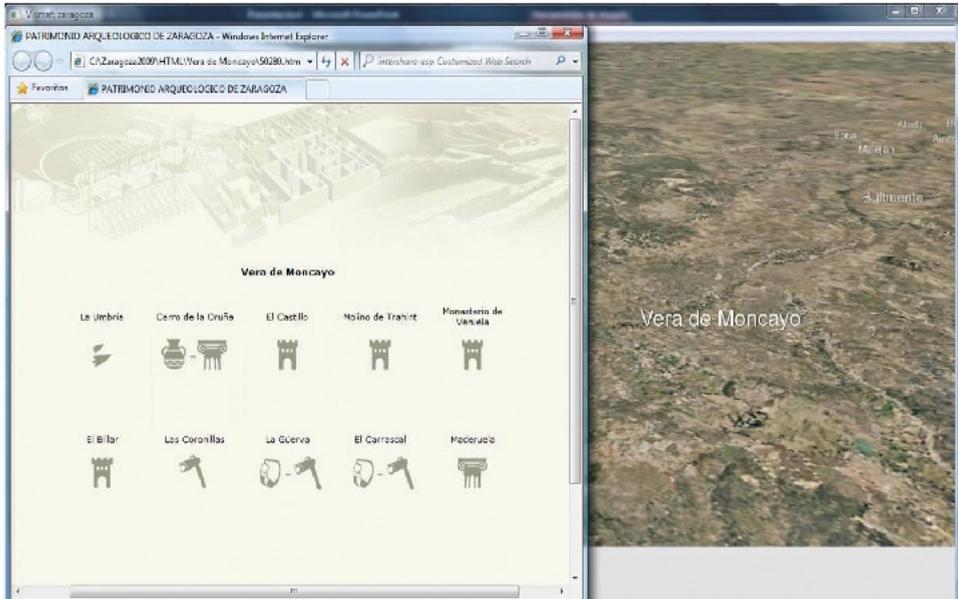


Fig. 9 – HTML con la información arqueológica asociada al municipio de Vera del Moncayo.

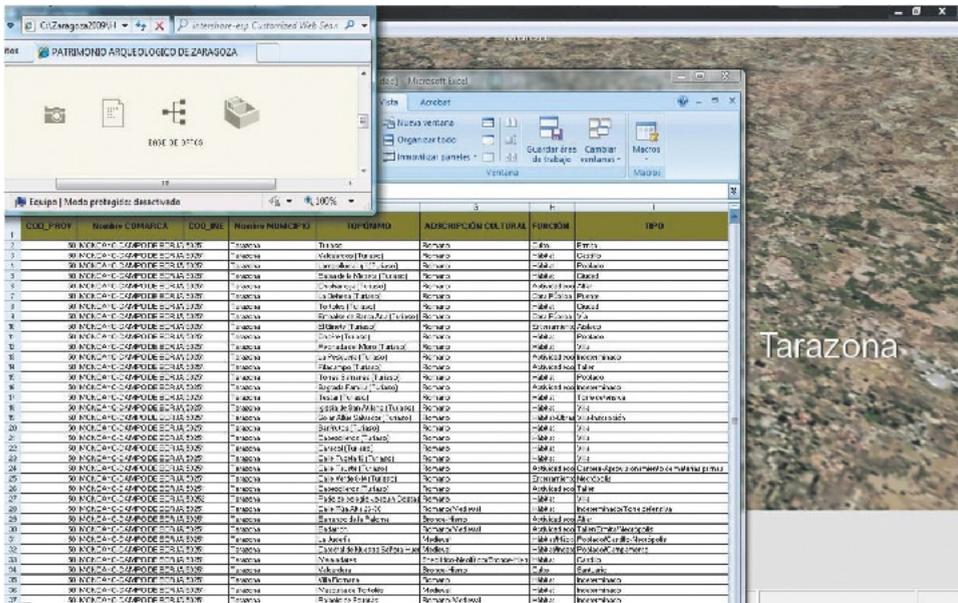


Fig. 10 – Base de datos arqueológicos asociados al municipio de Tarazona.

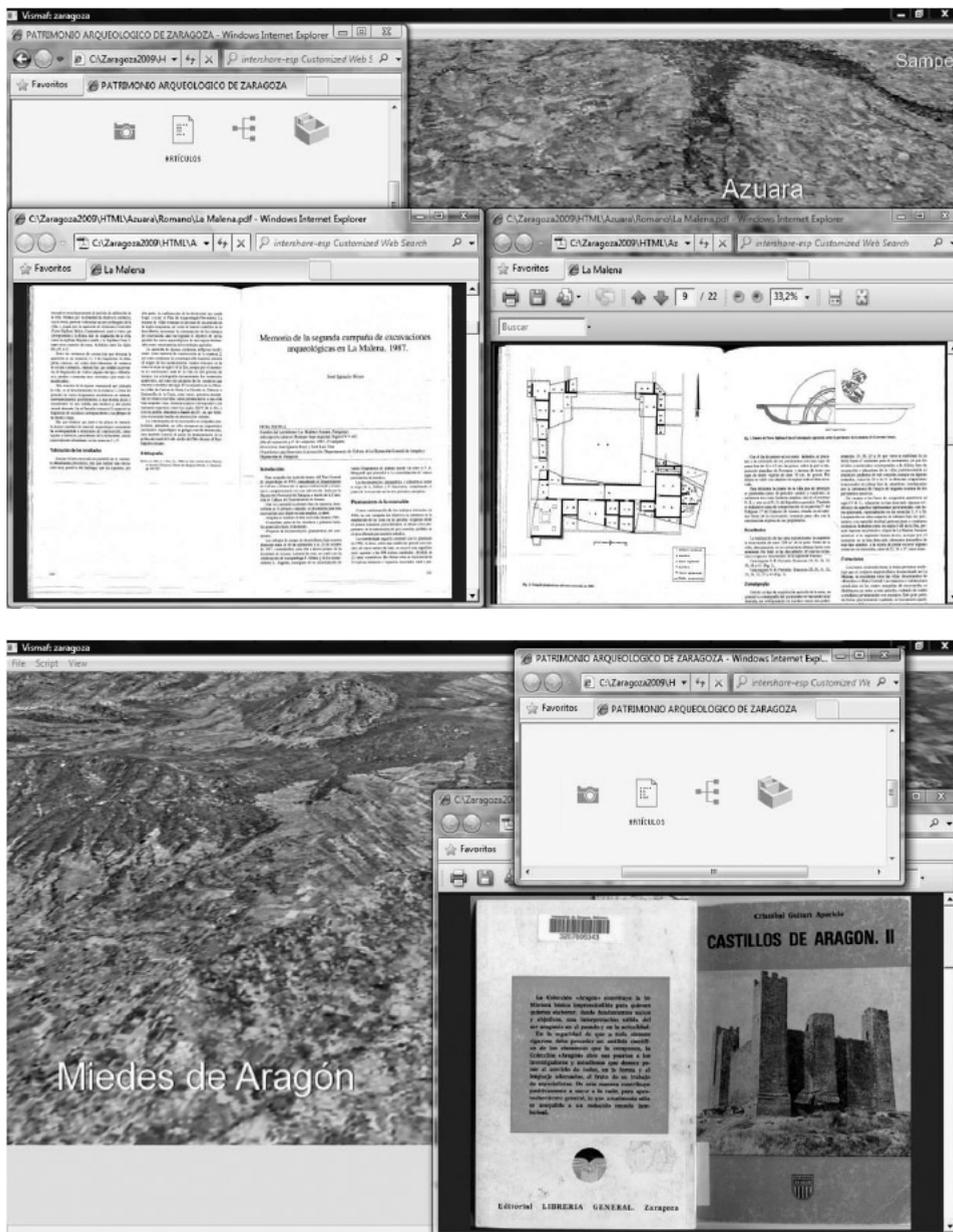


Fig. 11 a, b – Ejemplo de información bibliográfica que se puede obtener en VisArq.1.0. Imagen superior, artículos del yacimiento “La Malena” en el término municipal de Azuara. Imagen inferior, referencia bibliográfica al Castillo de Miedes de Aragón.

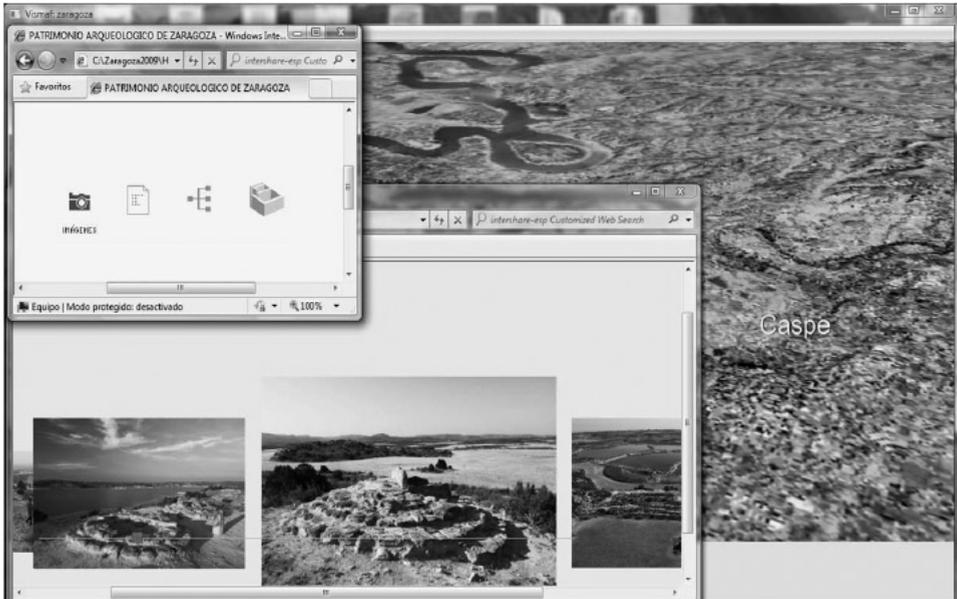


Fig. 12 – Galería fotográfica del yacimiento de “La Loma de los Brunos” en el municipio de Caspe.

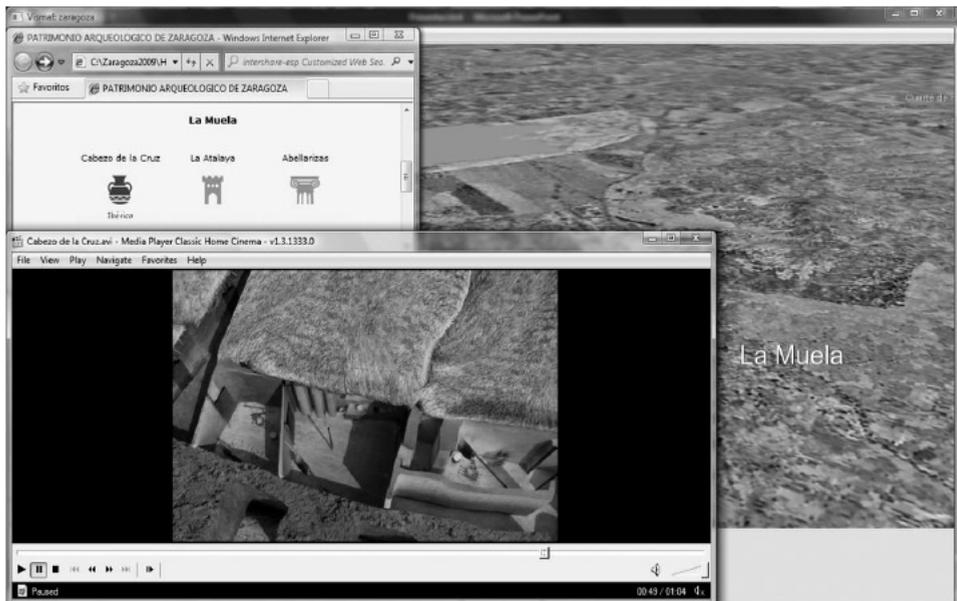


Fig. 13 – Reconstrucción virtual del yacimiento ibérico del Cabezo de la Cruz en el municipio de Tauste.

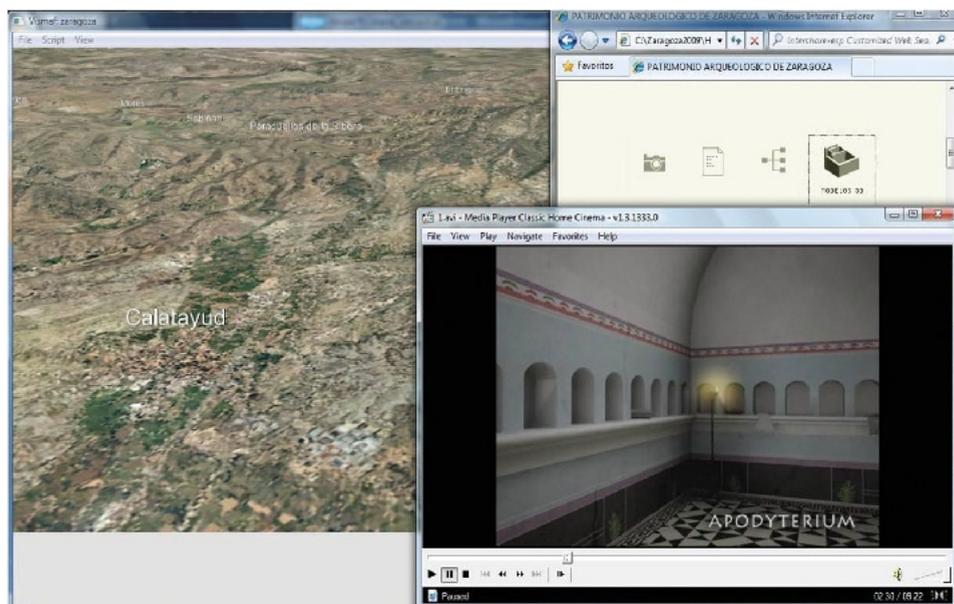


Fig. 14 – Reconstrucción virtual del yacimiento Bilbilis en Calatayud, con la imagen el *apodyterium* dentro de las termas.

Esta situación crea un empobrecimiento en el análisis y la transferencia de conocimiento. Qué debe cambiar en los proyectos de investigación cultural y en que medida la arqueología virtual puede contribuir a ello? La transferencia de las fuentes, la propagación de la información crítica y el compromiso hacia una estandarización del dato serán fundamentales para la creación de una nueva condición en la producción de conocimiento, a través de los procesos de desarrollo compartido y el análisis conjunto.

En la actualidad, además, la difusión de los sistemas open source en el mundo de la cultura facilita precisamente la renovación de la metodología de investigación. La preparación e introducción de los datos de la realidad al mundo digital es una labor tediosa y complicada como consecuencia de la gran cantidad de información que se genera. Con el progresivo desarrollo de las técnicas informáticas estas dificultades se van suavizando, aunque todavía no lo suficiente. Este trabajo representa el 90% del total de cualquier proyecto de investigación, un hecho que no se suele valorar y que de su precisión y calidad dependerán en gran medida los resultados. Con iniciativas de este tipo, apoyadas desde la Administración Pública, sería lógico pensar que en un futuro la estandarización en la recogida de la información facilitaría la documentación y el análisis de los sitios arqueológicos, potenciando además una necesaria visión de globalidad de la riqueza arqueológica del territorio. En

este sentido, VisArq 1.0. cree haber contribuido en un proceso fundamental y necesario para el desarrollo de la investigación arqueológica de la provincia de Zaragoza, en particular, y de España en general.

PILAR DIARTE BLASCO

Grupo URBS, Área de Arqueología
Departamento de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza

MARÍA SEBASTIÁN LÓPEZ

Grupo PPVE, Área de Prehistoria
Departamento de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza

Agradecimientos

Este artículo ha sido elaborado a partir del proyecto: “Zaragoza y su patrimonio arqueológico: escenarios virtuales interactivos y datos tridimensionales” premiado dentro de la convocatoria de los Premios a la Investigación 2009 de “Zaragoza Provincia, Cuarto Espacio” de la Diputación Provincial de Zaragoza. Quisiéramos desde aquí agradecer la inestimable colaboración de los miembros del laboratorio Vis.I.T. Lab (CINECA), a Tiziano Diamanti y Francesca Delli Ponti y muy especialmente a Antonella Guidazzoli por su apoyo científico y por haber puesto a nuestra disposición todos los medios técnicos posibles.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDENDERFER M.S., MASCHNER H.D.G. 1996, *Anthropology, Space, and Geographic Information Systems*, New York, Oxford University.
- ALLEN K.M.S. 1990, *Manipulating space: A commentary on GIS applications*, in ALLEN, GREEN, ZUBROW 1990, 197-200.
- ALLEN K.M.S., GREEN S.W., ZUBROW E.B.W. (eds.) 1990, *Intepreting Space: GIS and Archaeology*, London, Taylor and Francis.
- ALVISI C., DIARTE BLASCO P., GUIDAZZOLI A., VENTURA M. en prensa, *Sistemi integrati di visualizzazione e fruizione dei dati: verso il corpus degli apparati decorativi di Ercolano*, in X Congreso Internazionale di pittura murale antica (Napoli 2007).
- BELLIDO GANT M.L. 2001, *Museos virtuales y digitales*, «RdM. Revista de Museología», 21, 41-47.
- BURILLO MOZOTA F., IBAÑEZ GONZÁLEZ E.J. 1991, *Configuración de la base de datos y ficha informatizada del Proyecto Carta Arqueológica de Aragón, 1990*, Cuadernos del Instituto Aragonés de Arqueología, 1, Teruel.
- COFÁN F. 1994, *La revolución informática: cómo los avances tecnológicos están cambiando los museos*, «RdM. Revista de Museología», 3, 32-36.
- DIARTE BLASCO P. 2007, *The DHER project-Domus Herculaniensis Rationes and Virtual Archeology*, in *Science and Supercomputing in Europe. Report 2007*, Bologna, Cineca, 728-731.
- DIARTE BLASCO P., SEBASTIÁN LÓPEZ M. 2010, *Hacia un nuevo concepto de gestión de datos arqueológicos: tratamiento de la información y visualización*, «Salduie», 9, 123-138.
- FORTE M. 2008, *Virtual Archaeology: Communication in 3D and ecological thinking*, in FRISCHER, DAKOURI HILD 2008, 20-34.
- FRISCHER B., DAKOURI-HILD (eds.) 2008, *Beyond Illustration: 2D and 3D Digital Technologies as Tools for Discovery in Archaeology*, BAR International Series 1805, Oxford, Archaeopress.

- GAIANI M., MICOLI L.L. 2005, *A framework to build and visualize 3D models from real world data for historical architecture and archaeology as a base for a 3D information system*, in M. FORTE (ed.), *The Reconstruction of Archaeological Landscapes through Digital Technologies. Proceedings of the 2nd Italy-United States Workshop*, Berkeley, BAR International Series 1379, 103-125.
- GARCIA BENITO C., SEBASTIÁN LÓPEZ M. en prensa, *Methodology of analysis and modelling of the sound for the study of the acoustic relation of the stations of rock art in Aragón*, Oxford, BAR International Series.
- GIESTAL C.D. 1988, *Sistema de Informação Geográfica para a Arqueologia Urbana: o caso de Bracara Augusta*, Mestrado em Arqueologia, Universidade do Minho, Braga.
- GRANDE LEON A. 2002, *Itálica virtual. Un proyecto educativo que hace historia*, «Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico», 40/41, 241-247.
- GUIDAZZOLI A., DIARTE BLASCO P. 2009, *Escenarios virtuales interactivos y su aplicación a la Arqueología. El Proyecto DHER: una propuesta de trabajo*, «Salduie», 7, 113-120.
- HERMON S. 2008, *Reasoning in 3D: A critical appraisal of the role of 3D modelling and virtual reconstructions in archaeology*, in FRISCHER, DAKOURI-HILD 2008, 36-45.
- KOHLER T.A., PARKER S.C. 1986, *Predictive models for archaeological resource location*, «Advances in Archaeological Method and Theory», 9, 397-452.
- KVAMME K.L. 1990, *GIS algorithms and their effects on regional archaeological analysis*, in ALLEN, GREEN, ZUBROW 1990, 112-126.
- KVAMME K.L., KOHLER T.A. 1988, *Geographic Information Systems: Technical aids for data collection, analysis and display*, in W.J. JUDGE, L. SEBASTIA (eds.), *Quantifying the Present and Predicting the Past: Theory, Method and Application of Archaeological Predictive Modelling*, Denver, U.S., Department of the Interior, Bureau of Land Management, 493-548.
- MARTINS M., BERNARDES P., *A Multidisciplinary approach for research and presentation of Bracara Augusta's Archaeological Heritage*, «Archeologia e Calcolatori», 11, 347-357.
- MASCHNER H.D.G. (ed.) 1996, *New Methods, Old Problems: Geographic Information Systems in Modern Archaeological Research*, Occasional Paper 23, Carbondale, Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University.
- MATHIAS P. 1998, *La ciudad de Internet*, Barcelona, Ediciones Bellaterra.
- NEDORIC-BUDIC Z., PINTO J.K. 2001, *Organizational (soft) GIS interoperability: Lessons from the U.S.*, «International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation», 3, 290-298.
- PLETINCKX D. et al. 2004, *Telling the local story: An interactive cultural presentation system for community and regional settings*, in Y. CHRYSANTHOU, K. CAIN, N. SILBERMAN, F. NICCOLUCCI (eds.), *Proceedings of the 5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage*, VAST 2004, Bruxelles, 233-239.

ABSTRACT

The creation of a homogeneous and normalized database with a 3D viewer is the ultimate aim of a project that was created to meet the needs of the archaeological, academic and scientific community, but also of the less specialized public. Benefiting from computer innovation and virtual reality, with increasingly “real” and intuitive interfaces, only improves the accessibility and comprehension of archaeological studies. Thus, interactive databases, used scientifically and for the dissemination of culture and information, will promote the importance of sites. VisArq. 1.0 offers precisely this, a visualization of archaeological information of the province of Zaragoza (Spain) and a protocol of action which, in its first version, attempts to offer a modus operandi, in which the standardization, unification, and display of data is the ultimate aim.