

Construcción de una base cartográfica activa para el Conjunto Arqueológico de Itálica

Francisco Pinto Puerto, Roque Angulo Fornos, Manuel Castellano Román, Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Sevilla;
José María Guerrero Vega, Francisco Pastor Gil, arquitectos. Grupo de investigación Estrategias de Conocimiento Patrimonial, Universidad de Sevilla

ANTECEDENTES

Han transcurrido veinte años desde la declaración de las ruinas de Itálica como Conjunto Arqueológico bajo la tutela de la Junta de Andalucía. Trabajos de investigación, exhumaciones y la puesta en uso para las visitas culturales han supuesto la acumulación de un gran material documental, así como la sistematización de experiencias sobre su mantenimiento, conservación y difusión. En el año 2009 el Conjunto Arqueológico de Itálica (CAI) se enfrentó a la redacción de su plan director, lo que suponía diseñar una gestión de los escasos recursos disponibles, la ordenación de todas las actividades destinadas a la investigación, su difusión y el uso del Conjunto. La elaboración de esta planificación requería de una gran cantidad de información sobre el estado de conservación de los restos existentes, motivo por el que se encarga, al equipo que presenta este artículo, un inventario exhaustivo, un levantamiento gráfico de algunos edificios y un estudio de los problemas y afecciones de los restos existentes. Ante esta solicitud creímos insuficiente aportar un informe técnico de su estado actual, que quedaría obsoleto en el mismo instante de su finalización, planteando la necesidad de construir un instrumento que mantuviera viva toda la información a elaborar, esto es, que pudiera actualizarse y gestionarse de forma flexible ante futuros requerimientos. Era imprescindible contar con un sistema de gestión de esa información que abarcara desde el mantenimiento de los restos exhumados de una ciudad completa hasta el inventario y localización de infinidad de fragmentos de restos arqueológicos dispersos en almacenes y fondos de museos.

Dada la urgencia que suponía contar con una información actualizada para la redacción del plan director, apostamos por un sistema de información que unificara bases de datos alfanuméricas y gráficas, planteando inicialmente un soporte SIG, que pronto demostraría numerosas limitaciones al abordar temas arquitectónicos, es decir, entidades volumétricas con cualidades constructivas, masivas y espaciales, con afecciones y patologías que se expresan en todas las direcciones del espacio (asientos, hundimientos, desplomes, etc.), complejas de definir sobre el plano.

Entendíamos imprescindible, además de la referencia geográfica de cada elemento y problema detectado, contar con herramientas que

nos permitieran visualizar y editar estos volúmenes masivos y espaciales. Es decir, pretendíamos que la cartografía que elaboráramos no fuese sólo un soporte de información, sino una herramienta de análisis, comprensión y gestión. Planteamos, por ello, la posibilidad de construir este sistema sobre la base de modelos tridimensionales de gestión de la información que, por otra parte, son cada vez más usuales en la elaboración de proyectos arquitectónicos de nueva planta, los conocidos como BIM (*Building Information Modeling*), muy aplicados en el campo de la Arquitectura pero con escaso desarrollo en la conservación del patrimonio. El CAI, representado en su anterior directora, Sandra Rodríguez de Guzmán, y la Dirección General de Bienes Culturales, tras varias reuniones, apostó claramente por este trabajo, que fue vehiculado a través de un contrato de investigación con la Universidad de Sevilla.

DISEÑO DEL PROCESO

La gestión de un conjunto arqueológico precisa del manejo de gran cantidad de información, entre la cual presenta especial dificultad la relativa a la conservación de edificios e instalaciones generales (restos arqueológicos de geometría muy variable, estructuras subterráneas, etc.). Se trata de paquetes de datos a escala arquitectónica insertos en un ámbito a escala territorial, dos escalas complementarias pero muy distintas en nivel de información. Mientras que para la escala territorial y de conjunto bastaría un SIG, para los restos arquitectónicos es necesaria la consideración específica de su espacialidad y materialidad, tanto para el proceso de obtención como para el análisis y la gestión de la información. Siguiendo una línea de optimización de recursos, la dirección del Conjunto Arqueológico se planteó la adopción de algunas medidas, entre las que están:

- Trasvasar a soporte digital la información existente.
- Usar para su tratamiento herramientas informáticas más eficaces.
- Avanzar en la implantación de procesos de sistematización y normalización.

Dada la necesidad de concretar datos suficientemente precisos para la redacción del plan director, se diseñaron varias etapas cuyos resultados pudieran ser útiles a corto, medio y largo plazo. A corto plazo se pretendía configurar un conjunto de archivos grá-

ficos ordenados y sistematizados donde quedaran recogidos todos los documentos existentes, con una serie de salidas preparadas para su uso. Esta base gráfica debía servir para las elaboraciones de las fichas diagnósticas y de intervención previstas en el Plan Director. A medio plazo se elaborarían levantamientos gráficos de los inmuebles que carecían de ellos, aprovechando para desarrollar una nueva metodología. En este caso se trata de levantamientos fotogramétricos que aproximan el resultado gráfico a las exigencias del análisis arqueológico y arquitectónico. Este trabajo es muy meticuloso y requería de un plazo algo mayor. A largo plazo apostamos por que el material gráfico reelaborado pasara a convertirse en una base de datos gráfica tridimensional basada en los sistemas tipo BIM adaptada a los requerimientos del CAI y un sistema accesible de transferencia jerarquizada de toda esta información a los diversos usuarios. A espera de que se desarrolle en un futuro un sistema de información específico para lo patrimonial a escala arquitectónica, encontramos en los soportes BIM un medio sumamente útil de experimentación en el que introducir gran cantidad de registros (documentos, datos generales, históricos) y visualizar numerosos datos mediante consultas sistematizadas (superficies, volúmenes por áreas temáticas homogéneas, etc.).

CONSTRUCCIÓN DE LA BASE CARTOGRÁFICA ACTIVA

Condiciones de partida

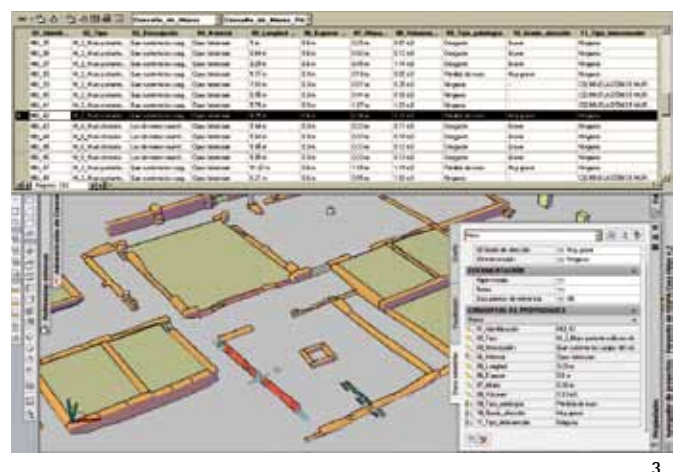
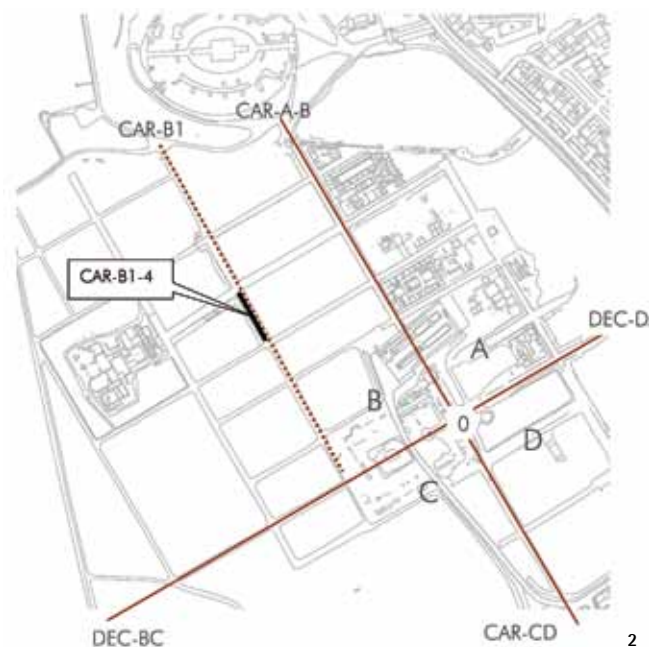
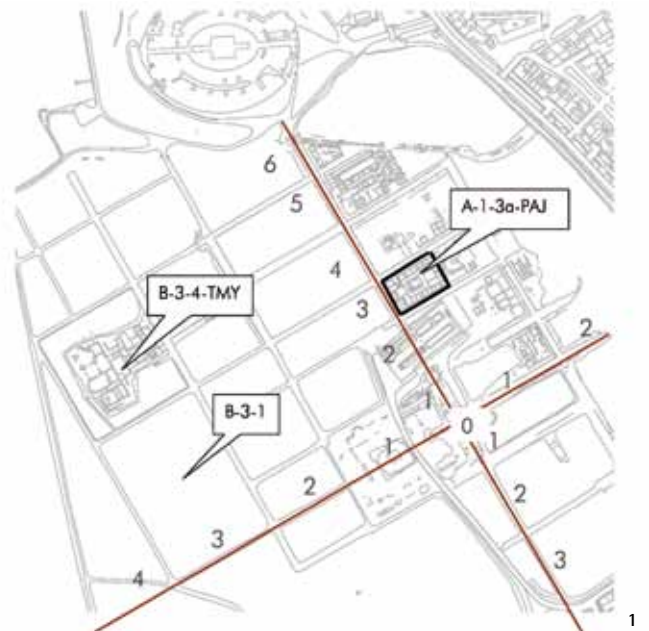
Con anterioridad a la toma de decisiones sobre el tipo de sistema organizativo y la plataforma en la que se asentara el procesado de la información recabada, era conveniente considerar una serie de condiciones previas, que fueron las obvias en estos casos: evitar la redundancia de datos, una codificación lógica para los archivos, una organización de contenido de la información por archivos y la ubicación física de la información.

Era también necesario normalizar las referencias a las partes integrantes del conjunto mediante una codificación de sectores, edificios, zonas y elementos, así como los procesos y formatos de entrada de información en el sistema. En este sentido planteamos:

- Organización de planimetrías digitalizadas (referencia geográfica) e incorporación de planimetrías especializadas.
- Incorporación de información constructiva y espacial.
- Enlace con información ajena al sistema.
- Proceso eficaz en gestión de la información y adecuados mecanismos de seguridad.
- Manejo diferencial según tipo de usuario.
- Compatibilidad con un SIG a escala territorial.

Definición de una referencia espacial para el conjunto

Actualmente la localización de los distintos inmuebles se realiza a partir de topónimos provenientes de su adscripción a una tipología arquitectónica (casa, anfiteatro, teatro, terma, etc.)



1. Estructura de referencia espacial de los inmuebles de la nova urbs de Itálica. Identificación de manzanas desde el centro (*traianaeum*) hacia la periferia.
 2. Estructura de referencia espacial del viario y espacios públicos de la nova urbs de Itálica.
 3. Imagen parcial de la elaboración de un modelo BIM de la casa de Hylas. Las tablas están asociadas al volumen resaltado en rojo en el modelo 3D.
 Fuente: elaboración propia

acompañado de un indicativo específico que hace referencia a algún valor iconográfico presente en los pavimentos descubiertos (casa de Neptuno, Planetario, Pájaros, etc.), a su ubicación (casa de Cañada Honda) o a algún elemento arquitectónico curioso o significativo existente (casa de la Exedra, de las Columnas, del Emparrado, etc.).

Sin perder estas referencias ya históricas, debíamos crear un sistema más racional, con cabida para nuevos hallazgos. Como criterio general adoptamos el sistema de registro catastral de los inmuebles de una ciudad cualquiera, orientando la numeración de una forma progresiva por áreas o zonas, manzana y parcelas que mantuvieran cierta relación con la tradición. No queríamos implantar un sistema absolutamente abstracto y descontextualizado respecto al conjunto, haciendo que el modo de identificar informara, ya en su propia signatura, del ámbito al que pertenece el objeto. Para ello propusimos un análisis previo de la estructura urbana de la ciudad romana y de la ciudad actual, diferenciando distintas áreas y zonas de ocupación en función de su realidad administrativa y geográfica actual (término municipal de Santiponce, la ciudad consolidada), y a otro nivel, que podemos considerar superpuesto al anterior, el CAI (en su mayor parte la *nova urbs*).

Definimos como unidad básica la manzana, conteniendo las edificaciones existentes en ella así como el acerado que la rodea, y por otro lado el sistema viario, entendiendo como tal el elemento longitudinal entre los bordillos y las dos esquinas del acerado. En este último incluimos los numerosos elementos que se conservan de la infraestructura subterránea.

Organización de la información de partida

Hasta el momento el CAI disponía de una serie de archivos gráficos de distinta procedencia, formato, nivel de definición, autores, etc., de los que sólo los últimos levantamientos realizados se conservaban en soporte digital. Además de una evidente falta de homogeneidad, el criterio seguido en la elaboración de la información cartográfica se caracterizaba por el entendimiento del objeto representado como un accidente más del terreno, primando una descripción topográfica frente a su identidad arquitectónica o arqueológica.

El proceso seguido pasó por una selección de aquella información más útil y la edición de su contenido con objeto de homogeneizar sus criterios de representación y la clasificación de entidades. Tanto la planimetría en soporte digital, como los archivos fotográficos y documentales se han incorporado en una estructura provisional de carpetas, creándose una sistemática para que pudiera seguir incorporándose contenido. Este contenido entendemos que estará depositado en otras bases de datos con las que habrá que establecer los necesarios vínculos. Mientras tanto, fuimos ordenando las fuentes documentales con las que contábamos respecto a un criterio simple y tradicional: documentos escritos, gráficos e iconográficos.

Elaboración de levantamientos complementarios

La experiencia adquirida a lo largo de los últimos años en la elaboración de levantamientos gráficos fue determinante para entender que los sistemas que más se adaptaban a los requerimientos exigidos en este trabajo eran la topografía y la fotogrametría. Se recurrió a sistemas topográficos para la toma de datos de estructuras de poca complejidad, principalmente elementos de infraestructura, urbanización, verificación de niveles de solería en interior del inmueble y otros elementos puntuales, así como el registro de los puntos de control necesarios para un posterior levantamiento fotogramétrico. Para el resto de estructuras arquitectónicas, compuestas principalmente de elementos murales y piezas aisladas, se optó por la fotogrametría, reduciendo así al máximo el trabajo de campo. Los modelos tridimensionales de las casas sin documentar se realizaron, en este caso, mediante un *software* de fotogrametría digital con el cual se orientaron y restituyeron fotografías tomadas previamente, utilizando como referencia los puntos de control topográfico. Se obtuvo así un único modelo alámbrico tridimensional de cada inmueble restituído referenciado geográficamente dentro de la base gráfica del CAI.

Una vez constituida esta base gráfica se proporcionó al CAI una serie de protocolos para su óptima gestión y ampliación. Se desarrollaron sólo los procedimientos más básicos a seguir para la cesión de información gráfica, la impresión directa de planos y la actualización de los levantamientos existentes, ya que los restantes trabajos deberán esperar a contar con sistemas de transferencias más eficaces que permitan eludir la complejidad de uso de estos *software* de dibujo asistido, sólo accesibles a especialistas.

Esta información contenía la descripción morfológica de la ruina, la caracterización de los problemas de conservación y el grado de afección de los inmuebles, así como las intervenciones necesarias, su grado de urgencia y su estimación económica. Esta compleja información procesada sobre un BIM permite una gran versatilidad en su uso y análisis. Permitirá a los gestores del conjunto de partida, al igual que un SIG, la obtención de informes para el diseño de un plan general de intervención o la cuantificación de las acciones destinadas a la conservación, prevención, mantenimiento y musealización del yacimiento, pero también el trabajo de evaluación más directa de los problemas, el diseño de soluciones de intervención sobre el modelo 3D, una visualización óptima para el análisis y su conocimiento, así como la edición de imágenes de los resultados para su difusión.

El abordar el conjunto arqueológico de forma global y la necesidad de contar en breve con esta información para la elaboración del plan director obligaron a una valoración global de las categorías de conocimiento analizadas. Tanto los datos relativos a las patologías y su grado de afección como las propuestas de intervención y su grado de urgencia se codificaron en la base gráfica como objetos paramétricos propios del sistema BIM (puntuales, lineales, superficiales o volumétricos), asignándoles atributos en

función de las diversas categorías. De momento a estos elementos paramétricos queda asociado un valor de superficie, una descripción de su contenido y una asignación de tramado o coloreado para poder visualizarlos y modificarlos en tiempo real, al igual que las tablas e informes alfanuméricos que vamos construyendo. Es decir, todos los elementos así creados están relacionados entre sí como una base de datos, de forma semejante a un SIG, lo que permite obtener informes automatizados sobre cualquier extremo relacionados con ellos que además pueden ser cuantificados y visualizados en 3D.

EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN SOBRE LA CASA DE HYLAS

Como parte de los trabajos de investigación del grupo PAI de la Universidad de Sevilla HUM-799, se propuso indagar en las nuevas posibilidades que podía ofrecer la aplicación del sistema BIM para la gestión del conjunto. La utilización de los objetos paramétricos propios de este tipo de *software* permitía convertir el modelo tridimensional en una potente base de datos con la que caracterizar los elementos arquitectónicos desde cualquier perspectiva de su dimensión patrimonial: desde la conservación a la difusión. Así mismo posibilitaba su vinculación a otras bases de datos o a sistemas SIG promovidos desde la Administración (programa MOSAICO).

La experiencia propuesta partió de la información base obtenida en los procesos anteriores y se desarrolló en tres fases principales: levantamiento gráfico, modelado de elementos masivos e interrelación de información clasificada en categorías. La fase de levantamiento fotogramétrico sirvió para capturar los datos de forma y dimensión necesarios para su utilización en un proceso posterior: la modelización masiva del edificio. Así, la novedad de este levantamiento radicó en un cambio de objetivo. La captura morfológica y dimensional no consistió en realizar un calco de la realidad física de los restos en proyecciones ortogonales concretas que dieran lugar a alzados o secciones (verticales u horizontales), finalidad habitual de este tipo de trabajos, sino en un análisis de su morfología encaminado a sintetizar sus líneas generadoras. De esta forma, la planimetría convencional posteriormente obtenida no se supeditaba a decisiones iniciales condicionadas por unas circunstancias o finalidades concretas (documentación general del edificio, investigaciones temáticas, intervenciones parciales, etc.), sino que se flexibilizaba y adaptaba a las necesidades de información de cada momento.

La etapa de modelización consistió en transformar la estructura alámbrica obtenida en el levantamiento fotogramétrico en un conjunto de elementos masivos genéricos directamente a través de las herramientas proporcionadas por el *software* BIM, en el caso de los elementos dotados de cierta regularidad, o en el caso de estructuras muy devastadas o irregulares, mediante un paso previo a través de un *software* especializado en modelización de entidades tridimensionales que posteriormente se exportaron al

BIM. De esta forma, el modelo infográfico generado no era una reproducción de la "cáscara" del edificio sino una abstracción de su materialidad capaz no sólo de volcar datos físicos y geométricos de sus elementos constructivos, sino también de permitir analizar una realidad unitaria morfológicamente compleja. El hecho de constituir un modelo masivo llevaba implícito el concepto del lleno y el vacío, como herramienta esencial del posible análisis de arquitecturas patrimoniales no arruinadas.

Las entidades genéricas resultantes, una vez convertidas en elementos constructivos específicos, se clasificaron en capas en función del tipo de objeto arquitectónico (para facilitar su edición), se marcaron con una identificación alfanumérica que hacía referencia al tipo de objeto arquitectónico y se le asociaron propiedades físicas (tipo de fábrica y material) y otras relativas a su estado de conservación (tipo de patología y su gravedad, tipo de intervención, etc.), lo cual nos permitió posteriormente llegar a una serie de objetivos marcados:

- Generar de forma semiautomática planos convencionales en planta, alzados y secciones.
- Obtener información clasificada de cada una de los restos.
- Clasificar los distintos elementos en función de diversas categorías.
- Vincular cada elemento a determinados documentos gráficos o escritos que ampliaran la información contenida en la base gráfica generada.
- Vincular cada elemento con los registros de una base de datos externa que contuviera información adicional obtenida a partir de otros análisis o investigaciones paralelas.

Así, en la última fase del proceso, la utilidad de la interrelación de datos radicó en la posibilidad de jerarquizar, clasificar, extraer y documentar cualquier tipo de información a partir de un entorno gráfico que servía de guía en todo el proceso. Este entorno gráfico no sólo hacía las funciones de índice de contenidos sino que, a su vez, constituía por sí mismo parte de la información, de forma que su vinculación con el resto de datos posibilitaba la actualización en tiempo real de toda la información contenida. A partir de esta herramienta pudimos generar información gráfica en forma de planos, o crear informes, mediciones o valoraciones mediante la manipulación de la base de datos externa o incluso la exportación de sus datos a distintas aplicaciones.