

# Usos de un SIG, Sistema de Información Geográfico, en la construcción de una Planimetría Arqueológica para Tarragona (I)

## Resumen

El presente artículo sintetiza los trabajos realizados en el marco del Seminario de Topografía Antiga<sup>1</sup> de la Universitat Rovira i Virgili, URV, para construir un SIG que recoja la información arqueológica obtenida en el curso de todas las intervenciones realizadas sobre la ciudad de Tarragona. El artículo se centra en los aspectos referentes a la vectorización de la información planimétrica y topológica.

**Palabras clave:** Tarragona, SIG, SGBD, MDT, CAD.

## 1.0 Introducción

Desde los años 80 se ha invertido un gran esfuerzo en compendiar, con medios informáticos, la información arqueológica conocida de Tarragona<sup>2</sup>. La gran expansión de la informática en los años ochenta y noventa permitió que los primeros SGBD para PC fueran usados en los trabajos del SICAUT<sup>3</sup>, y posteriormente de Ángel Rifa<sup>4</sup>, auspiciado por el *Museu d'Historia de Tarragona*, consistentes en la creación de una base de datos que recogiera todas las intervenciones arqueológicas realizadas en nuestra ciudad. El primero padeció uno de los problemas que ha generado la informática, la frenética expansión tecnológica que dio lugar a la irremediable obsolescencia prematura de la tecnología usada. El segundo no sólo se centró en la recogida de la información alfanumérica, sino que incorporaba plantas y secciones digitalizadas y una ubicación topográfica de cada una de las intervenciones. Este proyecto, desarrollado por los mismos integrantes del Seminario de Topografía Antiga de la URV, nos ha servido como punto de partida.

Estos proyectos, debido a que la tecnología SIG aún no se había difundido lo suficiente en nuestro país, adolecían de una carencia, la de una planimetría en la cual estuvieran incorporadas todas las estructuras arqueológicas identificadas en las diferentes intervenciones realizadas en la ciudad e integradas en la red urbana. La utilidad de un trabajo de esta índole es evidente en una ciudad que sólo en los últimos sesenta años ha alcanzado las dimensiones que tuviera en el siglo II d.C. Para comprender el problema bastaría con citar textualmente la siguiente frase<sup>5</sup>:

“...la información arqueológica se recoge a partir de la distribución de los solares, con la consecuente fragmentación de los datos”.

Precedentes a nuestro trabajo en otras ciudades existen, más en el resto de Europa<sup>6</sup>, aunque ya en España están, entre otras, las investigaciones realizadas por el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla, realizados en el sector de Santa Paula como estudio piloto<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Sobre el Seminario de Topografía Antiga consúltese la página web:  
<http://www.urv.es/centres/sta/home1.htm>

<sup>2</sup> Véase Cortes y Gabriel 1995, estudio consistente en la recopilación de noticias sobre restos arqueológicos, en su localización topográfica en la ciudad y en la definición de zonas de protección. Para una visión global de las excavaciones realizadas en Tarragona véase Ruiz de Arbulo y Mar 1999, 133-146.

<sup>3</sup> Ruiz de Arbulo y Mar 1999, 142-143.

<sup>4</sup> Rifa 2000.

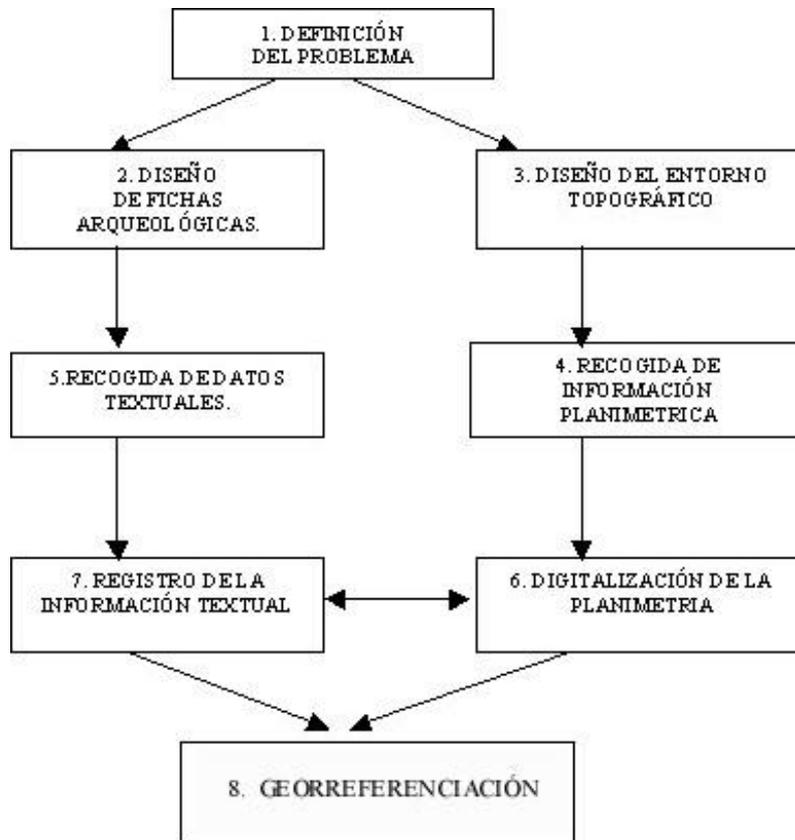
<sup>5</sup> Ruiz de Arbulo y Mar 1999, 147.

<sup>6</sup> Ver para el caso italiano Aloia, Gualandri y Ricci. A 1986; Bianchimani y Parra 1991, y D'Andria 1997. Para Francia Guillot y Leroy 1995; Suecia Burenhult 1999, y Portugal Martins y Bernardes 2000.

<sup>7</sup> Amores et alii 1999, 355. Un compendio de aplicaciones SIG en España puede verse en Baena, Blasco y Quesada 1997. Sobre un Sistema de Información Arqueológico, SIA, leer González 1997.

## 1.1 Metodología

Para obtener una restitución de la planimetría arqueológica de Tarragona, es preciso seguir una metodología de trabajo aplicada sobre un grupo de programas informáticos. Esta metodología se presenta en la figura anexa<sup>8</sup>.



En el transcurso del año 2001 se ha seguido esta metodología para iniciar los procesos de creación de una planimetría arqueológica. En concreto se siguieron los puntos 3,4,6 y 8 para comprobar la eficacia del método y se hizo no con la totalidad del enorme caudal planimétrico generado, sino con una pequeña muestra. Los pasos 2,5 y 7 referentes al tratamiento de la Base de Datos que soportara la información alfanumérica necesaria no han sido tratados aquí debido a su propia complejidad y se dejan para un futuro artículo. El objetivo de este trabajo es pues presentar unos primeros resultados que tendrán su continuidad a lo largo de los siguientes años y en el que se cubrirán las fases restantes no desarrolladas aún.

## 1.2. Definición del problema.

En primer lugar hay que plantearse cuales son nuestros objetivos, cuales son las fuentes de información a las que podemos tener acceso y qué programas informáticos nos van a permitir el seguimiento de cada uno de los pasos establecidos en el esquema antes citado.

### Objetivos

- ? Reconstruir la planimetría arqueológica de Tarragona.  
O al menos dar con un método iterativo que permita la recogida, digitalización y contextualización de la información planimétrica referida a la ciudad de Tarragona .
- ? Crear un entorno de trabajo, fácil e intuitivo, para la consulta de la información recogida.
- ? La información arqueológica recogida ha de centrarse en una visión funcional y temporal, dejando un espacio reservado a la inferencia estadística.

<sup>8</sup> Para más información sobre el diseño de un SIG en arqueología ver Baena e alii, 1999, 39-41. Sobre SIG en Arqueología puede verse en Barceló, Briz y Vila 1999 y en Andrea y Niccolucci 2000.

- ? Las intervenciones arqueológicas son también una información susceptible de ser formalizada y ubicada en la red topográfica de Tarragona.
- ? Otra información que no ha de quedar fuera del estudio es aquella que corresponde a la topología de la ciudad
- ? Estudiar cuales serán las herramientas informáticas que nos permitieran la recogida, digitalización y presentación de los datos.

### 1.2.1. Los pasos del método.

En el diagrama anterior hemos visto el esquema que describe el método de trabajo; vamos a definir, aunque sea brevemente cada uno de ellos:

- ? 1. Definición del problema. Se trata de identificar cuales son las necesidades que permitirán la obtención de la planimetría arqueológica de Tarragona y como vamos a alcanzarlas, qué información será necesaria y qué información será complementaria.
- ? 2. Diseño de fichas arqueológicas. Es preciso diseñar las fichas arqueológicas que definirán cada elemento arqueológico. Para estas fichas habrá que tener en cuenta campos como datación, fases, función, descripción etc; campos que son necesarios para una carta arqueológica y sobre los que existe una extensa bibliografía<sup>9</sup>. También será necesario la creación de una base de datos que permita la recogida y almacenamiento de estas fichas.
- ? 3. Diseño del entorno topográfico. Hemos de ver cual es el entorno topográfico que ha de contextualizar nuestros elementos arqueológicos, ese contexto arqueológico, en el caso de la orografía puede ser modelizado y podemos recuperar su disposición en un momento determinado en el tiempo.
- ? 4. Recogida de Información planimétrica. Las intervenciones arqueológicas generan un caudal planimétrico útil para crear nuestra trama arqueológica de la ciudad, pero requiere un trabajo de vaciado, sobre todo de memorias de excavación.
- ? 5. Recogida de datos alfanuméricos. Cada elemento arqueológico lleva en sí una información que no es espacial, pero que lo identifica unívocamente. Por esa razón es necesario realizar un trabajo paralelo de vaciado y clasificación de esa información.
- ? 6. Digitalización de la planimetría. Cada planta que en el paso 4 fue recogida ha de ser digitalizada y vectorizada como paso previo a su incorporación en la planimetría.
- ? 7. Registro de la información alfanumérica. Una vez recogida la información de cada elemento arqueológico ésta ha de ser registrada en la base de datos creada al uso en el paso 2.
- ? 8. Georreferenciación. Se ha visto en el esquema que hay una flecha que une los pasos 6 y 7, esta flecha implica que cada elemento arqueológico digitalizado ha de ser enlazado con la información que lo identifica unívocamente. Para ello, si la base de datos no está incorporada al SIG que recoge la información planimétrica se han de crear los mecanismos necesarios para que ese enlace unívoco se produzca. Una vez establecida esa identificación es necesario georreferenciar cada elemento arqueológico, entendiendo por georreferenciar la función de ubicarlo en sus coordenadas correspondientes.

Una vez definidos y descritos los pasos que componen nuestro método, hemos de prever cuál será el instrumental necesario. Ese instrumental se divide en:

- Elección del Software
- Elección del Hardware
- Cartografía digital.

### 1.2.2. Elección del Software.

Es un punto delicado la correcta elección del Software. Pero podemos dividirlo en los siguientes apartados:

- ? SIG<sup>10</sup>.

El SIG es el que nos permitirá ubicar en el espacio los diferentes elementos arqueológicos de interés, el que nos permitirá el estudio del territorio, la integración de unidades arqueológicas y la interrelación entre los datos alfanuméricos y los datos espaciales. Existen varios SIG comerciales:

<sup>9</sup> Sobre este tema ver: Lafuente y Ruiz de Arbulo 1996; Carandini 1997; Parcero, Méndez y Blanco 1999.

<sup>10</sup> Sobre SIG lease Bosque 1992, Gutierrez y Gould 1994 y Maguire 1991

ArcView, IDRISI, MapInfo. Los primeros trabajos se han realizado con ArcView 3.2, pero recientemente se pudo acceder a través de Internet al SIG de distribución gratuita SPRING<sup>11</sup>, software diseñado por el INPE, Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil.

? CAD.

La herramienta de CAD es el software que permite la digitalización de las planimetrías recogidas; con ella podemos redibujar las estructuras, dimensionarlas a la escala del total y ubicarlas en su sitio correcto. También existen diferentes CAD comerciales, AUTOCAD o MICROSTATION. En nuestro caso se trabaja con Microstation 95, pero no se descarta el continuar la labor con AutoCad 2000.

? Tratamiento de imágenes.

La recogida y tratamiento de imágenes es uno de los elementos clave del proceso, sobre todo si no existe una digitalización previa de las planimetrías en que podamos basarnos. Generalmente las memorias de excavación sólo presentan su información en formato papel. Esto hace que este software sea indispensable. Es necesario que el soft sea capaz de fusionar diferentes partes de una misma planimetría que no pueda ser escaneada en un solo paso. La elección fue de Adobe Photoshop 5.5.

? Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD).

La información alfanumérica está asociada a cada elemento arqueológico. Así, datos como la datación y las fases de cada unidad arqueológica, entre otros campos, son necesarios para su correcta identificación. Esta información sólo puede ser recogida a través de un SGBD. El número de SGBD comerciales es inmenso, e incluso el propio SIG dispone de un gestor de datos autónomo. Sin embargo se hicieron pruebas con Filemaker 5.5, dada la óptima ratio entre facilidad de uso y acceso a otros SGBD vía ODBC<sup>12</sup>.

### 1.2.3. Elección del Hardware

Para poder cubrir todas las fases de la metodología de trabajo se ha necesitado el hardware siguiente:

<i>Tipo</i>	<i>Características</i>
<b>PC</b>	Pentium III, 700 mHz, 10GB, 128 Mb Ram.
<b>Scanner</b>	Resolución óptica 1200x2400 ppp
<b>Impresora</b>	
<b>Plotter</b>	

### 1.2.4. La cartografía digital.

La existencia de una cartografía digital facilita la ubicación, localización y contextualización de los elementos espaciales arqueológicos. Actualmente existen bastantes digitalizaciones de mapas para la Península Ibérica<sup>13</sup>:

- Planos del Servicio Geográfico del Ejército, escalas 1:50.000, 1:250.000 y Modelos Digitales del Terreno de 25x25, 100x100, 200x200 Km celda, (figura 1).
- Cartografías del ING, Instituto Nacional Geográfico, series con escalas 1:25.000, 1:20.000 y DTM.
- Cartografía de las Comunidades Autónomas. En nuestro caso, l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) existen:
  - o Mapa topogràfic de Catalunya, 1:250.000 3.0, formato Raster.
  - o Series del Mapa Comarcal de Catalunya, 1:50.000, Tarragonés, (figura 2).

La utilidad de estos mapas está en la importación al SIG sobre el cual trabajemos o en el CAD sobre el cual digitalicemos los elementos espaciales destacables: curvas de nivel, cotas, localidades y cualquier otro elemento topográfico. Los mapas topográficos, formato Raster, del ICC son ficheros que pueden ser integrados, por ejemplo, en el SIG ArcView. Una vez allí, podemos digitalizar, en formato vectorial, los diferentes elementos topográficos (figura 3). Sin embargo, la Carta Militar Digital, adolece del defecto

<sup>11</sup> Vease la página web: <http://www.dpi.inpe.br/spring/>

<sup>12</sup> Podemos avanzar que durante las pruebas fue posible establecer una comunicación directa entre el SIG, representado por las estructuras arqueológicas, y las tablas de la base de datos construidas con Filemaker, donde se almacenaba la información alfanumérica.

<sup>13</sup> Baena et alii 1999, 137-138.

que no es integrable en el SIG, excesivamente autónoma obliga al uso de sus propias herramientas y la importación de nuevos datos espaciales, por ejemplo yacimientos arqueológicos, queda muy limitado.

Para el caso de Tarragona, era necesaria una cartografía en la que se destacara la red urbana, el parcelario y los edificios singulares de la ciudad. El servicio cartográfico del ayuntamiento de Tarragona proporcionó en el año 1997 al Seminario de Topografía Antiga, un mapa catastral de la ciudad, en escala 1:500, más de ochenta hojas digitalizadas donde está recogida la información geográfica de la ciudad (figura 4). Su integración en el SIG consistía en preparar diferentes capas, red urbana, líneas de costa o edificios singulares.

Otro elemento de clara importancia es la reconstrucción de la altimetría de la ciudad de Tarragona. El relieve original pasa por la recogida y creación de las curvas de nivel actuales, sólo así, y a través de informaciones adicionales, planos antiguos de la ciudad, es posible la creación de modelos hipotéticos del terreno.

Para reconstruir la altimetría actual se usó el mapa cartográfico de Tarragona, escala 1:5000, elaborado por el ICC, donde están situadas las cotas. Más adelante veremos como ubicar esas cotas en el SIG SPRING, como construir las curvas de nivel automáticamente y como crear un Modelo Digital del Terreno<sup>14</sup>.

### 1.3. Diseño del entorno topográfico.

Vimos en la descripción de la metodología de trabajo que una de las fases básicas era la de la creación del entorno topográfico, paso 3 del método. Ese entorno topográfico parte de reunir aquellos elementos que cubrirán nuestros propósitos, cada uno estará formado por una o varias capas sobre las que al final iremos ubicando nuestros elementos arqueológicos. Estos elementos son:

- La topología urbana
  - ? La trama urbana de la ciudad actual.
  - ? La red parcelaria actual.
  - ? Los elementos singulares
- La orografía
  - ? Las cotas de relieve.
  - ? Las curvas de nivel
  - ? El MDT de la ciudad.
  - ? La línea de costa.
  - ? La hidrografía, de momento concentrada en el río Francolí.

#### 1.3.1 Topología urbana.

En este caso los trabajos se realizaron mediante el SIG ArcView. Decíamos con anterioridad que podíamos partir de un mapa digitalizado de Tarragona, en escala 1:500. Ese mapa estaba compuesto por más de 80 planos CAD en formato Microstation 95. No todos los mapas son necesarios, en concreto nos concentramos en 60. Después incorporamos los sesenta planos, vía importación, a nuestro SIG. A partir de aquí fue necesario, por cada uno de estos planos, el eliminar aquellos elementos que en principio no formaban parte de nuestro entorno de trabajo, por ejemplo las isolíneas incompletas en algunos los planos o las líneas de circulación de las calles. El objetivo era obtener tres elementos: red urbana, parcelas y elementos singulares. El plano original digitalizado con Microstation, ya preveía la diferenciación de cada tipo de elemento singular, mediante el concepto de *niveles*. Una vez realizada esta labor de filtrado, habíamos generado un total de 60 temas diferentes, que era necesario fusionar en uno solo. Esto se consiguió mediante las funciones proporcionadas por ArcView. Por último, la capa resultado se copió dos veces para crear una capa por cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

Los resultados pueden verse en la figura 5. En ella se presenta la capa de red urbana que combinada con las otras dos da como resultado una vista como la que puede verse en la figura 6.

Podemos ver de inmediato que los resultados son mucho más intuitivos en un SIG planificado como tal, caso del ArcView, que no en un CAD al que se le incorporan funciones de SIG como puede ser

---

<sup>14</sup> Sobre Modelos Digitales del Terreno léase Bosque 1992, 319-420.

Microstation 95. Es uno de esos casos en el que la multitud de herramientas que proporciona el CAD no nos deja ver los “árboles” de nuestro trabajo.

### 1.3.2 Orografía.

Para este caso combinamos los resultados obtenidos al trabajar con ArcView, y usamos las herramientas que nos proporcionaba SPRING para la creación de curvas de nivel y de modelos digitales del terreno, MDT.

- Línea de costa.

En este caso se siguió el mismo procedimiento visto para la topografía urbana que en el caso anterior. Se tomaron aquellos planos en los que aparecía la línea de costa. Estos se importaron al SIG, convirtiéndolos en capas. Para cada capa se eliminaron aquellos elementos que no eran útiles, dejando sólo los que correspondían a la línea de costa. Posteriormente se procedió a fusionar todas las capas en una única. En algún caso el mapa en CAD no proporcionaba toda la línea de costa, por esa razón fue necesario incorporar el mapa digitalizado del Tarragonés, escala 1:50.000, del ICC, al entorno de trabajo y sobre el digitalizar la línea de costa que nos faltaba.

-Hidrografía.

En este caso se procedió a crear una capa, y a dibujarla sobre el plano digitalizado del Tarragonés, escala 1:50.000, del ICC.

Para la creación del resto de capas vimos que la versión 3.2 de ArcView no permite funciones de MDT para ello son necesarias varias extensiones al programa. Por razones de coste económico se pensó en buscar otros programas alternativos que cubrieran estas funciones a un coste menor. La búsqueda nos llevó a SPRING, accesible y gratuito. La información que hasta ese momento había sido recogida podía incorporarse al nuevo programa mediante funciones de importación.

Así las capas que habían sido creadas en Arcview se importaron al SIG SPRING (figura 7).

- Cotas de relieve

Para las cotas de relieve se partió del mapa de Tarragona, escala 1:5000, del ICC en el que están posicionadas.

Siguiendo el método de trabajo del SIG SPRING se creó una categoría, llamada altimetría y un plano de información en el cual se registraron las cotas del mapa. Se tomaron aproximadamente unas 780 cotas, ubicándolas en su lugar apropiado. Teníamos cada cota sobre mapa y teníamos sobre el SIG la red urbana de Tarragona, así que no era complicada la labor de ubicación. Los resultados se pueden ver en la figura 8.

-MDT

Para crear un MDT del área de Tarragona es necesario seguir los siguientes pasos usando las funciones que SPRING proporciona:

- Crear una retícula triangular.

A partir de los datos de muestra tomados de la capa de cotas se generaron los resultados que se pueden ver en la figura 9.

- Crear una retícula rectangular.

En este caso, para generar esta retícula, se partió no de la información inicial, las cotas, sino de la que se había generado en la retícula triangular. Se generó una retícula con una distancia entre puntos de un metro.

- Crear curvas de nivel.

Una vez tomadas las cotas, y creadas las retículas es posible crear las curvas de nivel (figura 10). El proceso es automático, con lo cual podemos obviar el paso de digitalizarlas y ubicarlas en nuestro plano, operación que se había realizado antes de adquirir el programa SPRING.

-Generar una imagen

Una vez generada la retícula rectangular se genera una primera imagen, en la que se representa el relieve en una imagen a través de diferentes tonalidades de grises, más oscuras representan alturas menores, más claras alturas mayores, figura 11.

A partir de la información generada con las dos primeras retículas es posible también la creación de la llamada imagen sombreada, cuyo resultado puede verse en la figuras 12.

- Generar una imagen 3D.

En último lugar es posible crear una imagen en 3D del área de trabajo, ya que otra de las funciones de SPRING así nos lo permite, tomando como textura la segunda imagen generada en el paso anterior ( figura 13).

#### **1.4. Recogida y digitalización de la planimetría arqueológica.**

En este punto se hicieron ensayos para comprobar la validez del modelo de trabajo visto al inicio de este estudio. Estos ensayos correspondieron a los puntos 4, 6 y 8, es decir, recogida de planimetrías, digitalización y georreferenciación

##### **1.4.1. Recogida de planimetrías.**

El proceso consistía en seleccionar varias planimetrías de excavaciones y planos usados en algunas publicaciones. Tenían que cumplir una serie de requisitos:

- Tener una escala de referencia, entendiendo esa escala como un valor gráfico y no numérico, ya que sobre publicación la escala podrá ser alterada, y de tener sólo el valor numérico, ésta no nos sería útil.
- En la planimetría tenía que estar dibujada algún elemento de referencia que permitiera su ubicación y orientación en la red urbana actual. Entendiendo como puntos de referencia elementos como el trazado de una parcela, el trazado de una manzana o una edificación conocida y ubicada en el entramado actual.
- Las coordenadas de georreferenciación. No es un valor estrictamente necesario, pero para evitar errores de precisión a la hora de ubicar y orientar las estructuras arqueológicas, es muy recomendable que las planimetrías de las excavaciones hicieran constar las coordenadas y las ubicaran en puntos de referencia.
- La orientación de las estructuras.

A continuación se presenta una lista de las estructuras arqueológicas seleccionadas:

<b>Planimetría</b>	
<b>Foro local</b>	<b>Murallas</b>
<b>Circo</b>	<b>Teatro</b>
<b>Foro provincial</b>	<b>Templo del foro local</b>
<b>Amfiteatro</b>	<b>Trama viaria</b>
<b>Basílica visigoda</b>	<b>Excavaciones en Pere Martell 21.</b>
<b>Termas del carrer S.Miquel</b>	<b>Excavaciones PERI parcela 22 a</b>
<b>Viviendas del foro local</b>	

##### **1.4.2. Digitalización de las planimetrías.**

Mediante Scanner, se digitalizaron las planimetrías seleccionadas y se archivaron en archivos con formato GIF, usando el programa de tratamiento de imágenes Adobe Photoshop 5.5. Para ser lo más fiables en cuanto a definición de la imagen, se dejó en torno a 1 Mb el tamaño de cada fichero.

##### **1.4.3. Vectorización de la planimetría.**

Una vez digitalizadas las planimetrías se había de seguir con la vectorización de cada uno de los ficheros digitalizados. Para ello se usó el programa CAD Microstation 95. La imagen digitalizada era importada al fichero de trabajo y sobre el mismo se repasaban las líneas y curvas que compusieran las estructuras arqueológicas.

### 1.4.3. Escalado y Georreferenciación de las estructuras.

La representación vectorizada de la imagen registrada ha de ser escalada y georreferenciada en la trama urbana de la ciudad. Microstation 95 proporciona funciones de escalado y rotación de objetos. Estas se aplican para que la estructura arqueológica se sitúe en el lugar de la red urbana que le corresponde. Para el escalado se usa la escala gráfica o una edificación de referencia. Estas operaciones se han de realizar con el máximo cuidado para evitar una progresiva acumulación de errores. La ubicación se hace tomando como fondo el mapa de Tarragona, digitalizado, en escala 1:500. Ese mapa está georreferenciado en coordenadas UTM, con lo cual, al situar nuestra estructura arqueológica, quedará ubicada y orientada correctamente, véase la figura 14.

### 1.4.4. Importación e integración en una capa de estructuras arqueológicas.

El siguiente paso, último del proceso, consiste en tomar el fichero CAD e importarlo al SIG con el objetivo de integrarlo en una capa que incorpore todas las estructuras arqueológicas estudiadas. ArcView, ya lo vimos al hablar de la creación de las capas dedicadas a la topografía de la ciudad, permite usar funciones para importar ficheros CAD. Una vez importado es necesario fusionar este fichero con la capa creada para identificar las estructuras arqueológicas. De esta manera, las estructuras arqueológicas se convierten en una nueva capa de trabajo que podemos manipular igual que las que se crearon hasta ahora (figuras 15 y 16).

Por último, una vez creada esta capa, hemos de pensar que es posible incorporarla como una capa más al SIG SPRING, de tal forma que todos los estudios de MNT que hemos realizado pueden integrar esta capa de estructuras arqueológicas, véase la figura 17.

## Conclusiones

Hemos visto la fiabilidad del método de trabajo y se ha podido comprobar, en un proceso que podríamos llamar de prototipado cuales son las posibilidades que nos permite el uso del SIG. Por otro lado, se ha visto la importancia de tener cada planimetría, generada en los trabajos arqueológicos, georreferenciada adecuadamente. En el caso de intervenciones arqueológicas anteriores a los noventa esto se hace altamente complicado, ya que un plano de las estructuras encontradas, no reflejaba, en algunos casos, más información que esta, lo cual dificulta el trabajo de localización.

En un futuro próximo estaremos en situación de proporcionar unos primeros resultados sobre datos obtenidos directamente de las memorias de excavación.

José Ignacio Fiz  
STA, Seminari de Topografia Antiga,  
Universitat Rovira i Virgili.

## Bibliografía

- Aloia.M, Gualandi.M, Ricci.A, 1986: *Argo, uno strumento per la gestione dei dati nella ricerca archeologica sul campo*, Quaderni di Informatica e Beni culturali, 19, Siena, 1986.
- Amores.F, Garcia.L, Hurtado.V, Rodríguez-Bobada.M.C: *Geographic Information Systems and Archaeological Resource Management in Andalusia (Spain)*, en *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference (Barcelona, March 1998)*, Oxford, 351-357.
- Andrea.A, Niccoluci.F 2000: *Atti del I Workshop Nazionale di Archeologia Computazionale (Napoli-Firenze 1999)* en *Archaeologia e Calcolatori, 11, Firenze*
- Baena.J, Blasco.C., Quesada.F (Eds) 1997: *Los Sistemas de Información Geográfica y el análisis espacial en arqueología*, Madrid.
- Baena.J, Álvarez.J, Bermúdez.J, Blasco.C, Sánchez.E 1999: *Digital Cartographical Databases and their Application Archaeology*, en *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology.Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference (Barcelona, March 1998)*, Oxford, 137-143.

- Barceló. J.A, Briz.I, Vila.A (eds) 1999: *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference, Barcelona, March 1998*, Oxford.
- Bianchimani.A, Parra.M.C 1991: *NIKE.Progetto di una base di dati archeologica*, Acalc, 2,179-203.
- Bosque.J 1992: *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid.
- Burenhult.G 1999: Kartago as a viewer of GIS and Multivariate Archaeological Data in the Ajvide and Carrowmore projects- The full concept, en *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology.Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference (Barcelona, March 1998)*, Oxford, 97-101.
- Carandini.A 1997: *Historias en la tierra. Manual de Excavación Arqueológica*, Barcelona.
- Cortes.R, Gabriel.R 1985: *Tarraco: Recull de dades arqueològiques*, Barcelona.
- D'Andria.F (ed.) 1997: *Metodologie di Catalogazione dei beni archeologici*, Beni Archeologici – Conoscenza e Tecnologie, Quaderno 1.1, Lecce-Bari.
- Gonzalez.C.A 1997: *SIA+: Manual del Usuario*, CAPA,3, Santiago de Compostela.
- Gutierrez.J, Gould.M 1994: *SIG: Sistemas de Información Geográfica*, Madrid.
- Lafuente.A, Ruiz de Arbulo.J 1996, *Arqueología Urbana y Registro Arqueológico en Lleida. La colaboración entre instituciones como apuesta de futuro*, Revista de Arqueología, Madrid.
- Guillot.D, Leroy.G 1995: *The use of GIS for archaeological resource management in France. The SCALA project, with a case in Picardie*, Archaeology and Information Systems. A European Perspective, London.
- Maguire.D.J 1991: *An overview and definition of GIS*. En Maguire.D.J,GoodChild.M.J y Rhind.D.W: *Geographical Information Systems*, Harlow,Longman.
- Martins.M, Bernardes.P 2000: *A multidisciplinary approach for research and presentation of Bracara Augusta's Archaeological Heritage*, *Archeologia e Calcolatori*, 11, 2000, 347-357.
- Rifà. A 2000: El Plà arqueològic de Tarragona. La Base de Dades, en *Tarraco 99:Arqueología d'una capital provincial Romana (Tarragona 1999)*, Tarragona,287-290.
- Ruiz de Arbulo. J 1992: El registre de dades en l'arqueologia urbana: l'experiencia del TED'A, en *Harris Matrix. Sistemes de Registre en Arqueología*, Lleida, 42-83.
- Ruiz de Arbulo.J, Mar.R 1999: Arqueología y planificación urbana en Tarragona. Tradición historiográfica y realidad actual, en *Recuperar la memoria urbana. La Arqueología en la rehabilitación de las ciudades históricas (Tarragona 1997)*, URV / Fund. La Caixa, Tarragona.
- Parcero.C, Méndez.F, Blanco.R 1999: *El registro de la información en intervenciones arqueológicas*, CAPA, 9, Santiago de Compostela.
- Star.J, Estes.J 1991: *Geographic Information Systems. An Introduction*, Nueva Jersey,Englewood Cliffs.

## **CD Cartografia**

- Ministerio de Defensa, Secretaria General Técnica 2000: *Carta Militar Digital de España*, Madrid.
- ICG 1999: *Mapa Comarcal de Catalunya 1:50.000. Tarragonès*, 36, Barcelona.
- ICG: *Mapa topogràfic de Catalunya 1:250.000*, Barcelona, 2000.

## **Manuales**

- ESRI (eds), 1996: *Using ArcView GIS*, New York.
- Bentley (eds), 1995: *Microstation 95, user's guide*.
- Bouton.B, Bouton.G 1999: *Edición Especial Adobe Photoshop 5*, Madrid.