

RESTITUCIÓN 3D DE LA TOPOGRAFÍA DE LA ANTIGUA CIUDAD DE TARRACO EN UN ENTORNO SIG: PROPUESTAS METODOLÓGICAS Y PRIMEROS RESULTADOS

POR

HÉCTOR A. ORENDO*, J. IGNACIO FIZ FERNÁNDEZ* y ** y JOSEP M. MACIAS*

RESUMEN

Durante los últimos años el *Institut Català d'Arqueologia Clàssica*, el *Museu d'Història* de Tarragona, contando con la colaboración de la *Generalitat de Catalunya*, han desarrollado el proyecto Planimetría Arqueológica de Tarraco, destinado a la elaboración de una planta arqueológica global en la cual se recogieran intervenciones y noticias referentes a los hallazgos arqueológicos existentes. Este trabajo fue publicado utilizando como plataforma de trabajo un SIG construido para tal fin (Macias *et al.* 2007).

Sin embargo, un problema de difícil solución arqueológica venía dado por las transformaciones urbanísticas de la ciudad, sufridas en su mayor parte a lo largo de los siglos XIX y XX. Éstas habían provocado la pérdida irremediable de gran parte de la elevación que acogiera la ciudad romana, cambiando substancialmente su aspecto original. Ante esta situación y como proyecto paralelo a la realización de la Planimetría Arqueológica de Tarragona se plantearon formas de cubrir este vacío.

Se presenta en esta comunicación una propuesta metodológica para la reconstrucción de los grandes «vacíos topográficos» originados por la evolución urbanística de Tarragona mediante la obtención e integración en un SIG de diversos tipos de información documental. En estas zonas rebajadas no resulta posible la obtención de información estratigráfica y arqueológica, por lo que es imprescindible la definición de vías metodológicas alternativas basadas en la extrapolación de datos extraídos de la cartografía histórica, panorámicas del XVI o fotografías tomadas en los siglos XIX y XX. Esta técnica permite aplicar los resultados obtenidos en los nuevos análisis interpretativos, complementando así la interpretación arqueológica de la topografía urbana de la ciudad romana. A partir de esta información, y aplicando funciones y técnicas de interpolación propias de un GIS, se propone aquí un modelo de relieve de la ciudad de *Tarraco*.

SUMMARY

The widespread implementation of GIS-based 3D topographical models has been a great aid in the development and testing of archaeological hypotheses. In this paper, a topograph-

ical reconstruction of the ancient city of Tarraco, the Roman capital of the Tarraconensis province, is presented. This model is based on topographical data obtained through archaeological excavations, old photographic documentation, georeferenced archive maps depicting the pre-modern city topography, modern detailed topographical maps and differential GPS measurements.

The addition of the Roman urban architectural features to the model will offer the possibility to test hypotheses concerning the ideological background manifested in the city shape. This is accomplished mainly through the use of 3D views from the main city accesses.

These techniques ultimately demonstrate the 'theatre-shaped' layout of the city (to quote Vitruvius) as well as its Southwest oriented architecture, whose monumental character was conceived to present a striking aspect to visitors, particularly those arriving from the sea.

PALABRAS CLAVE: Tarragona, carta arqueológica, Museu d'Història de Tarragona, Institut Català de Arqueologia Clàssica, cartografía histórica, planimetría arqueológica.

KEY-WORDS: Tarragona, archaeological map, Museu d'Història de Tarragona, Institut Català de Arqueologia Clàssica, historical cartography, archaeological planimetry.

1. INTRODUCCIÓN

Los modelos topográficos 3D han resultado de gran utilidad en la recreación de entornos antiguos, tanto a nivel ilustrativo como analítico. Muchos de estos modelos han sido desarrollados a partir de topografías modernas asumiendo que los cambios del medio acaecidos desde época antigua no han resultado significativos. No en vano, el desarrollo de modelos topográficos de recreación del entorno antiguo presenta serias dificultades en cuanto a la restitución de elementos desaparecidos o sedimentados. También resulta problemático el determinar, sin el apoyo de información estratigráfica, cada una de las fases significativas de cambio paisajístico y adscribir cronologías a cada una de ellas.

* Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC). Plaça Rovellat s/n. 43003 Tarragona. E-mail: horengo@icac.net; jmmacias@icac.net

** Universitat Rovira i Virgili. Plaça Imperial Tarraco, 1. 43005 Tarragona. E-mail: ifiz@icac.net

En este trabajo presentamos diferentes aproximaciones metodológicas a la reconstrucción de las topografías desaparecidas en entornos urbanos y, en concreto, intentaremos reconstruir la topografía preindustrial de Tarragona. Creemos que los grandes cambios topográficos en esta ciudad se dieron a partir de la construcción del puerto de época moderna, para la cual gran parte de la fachada marítima fue utilizada como cantera afectando a unas 7 ha de la ciudad romana. Otros cambios significativos pueden deberse a la construcción de los fortines modernos en diversos puntos de la ciudad y la colmatación sedimentaria que estos comportaron.

Planteamos como justificación epistemológica previa que si podemos llegar a atenuar tales transformaciones urbanas contemporáneas, mediante los datos proporcionados por la arqueología urbana, podremos plantear así un modelo topográfico muy aproximado a la orografía de la antigua *Tarraco*. Una vez desarrollado este modelo teórico, podrá ser empleado para contrastar hipótesis sobre la planificación de la ciudad, la distribución de sus edificios y el trasfondo ideológico que estos reflejaban.

2. METODOLOGÍA

A pesar de que el enfoque metodológico presentado a continuación es parte de un proyecto en curso el estado actual del trabajo permite ofrecer algunas conclusiones preliminares. En primer lugar, nuestro estudio reconstitutivo partió de los datos e ideas aportados por el trabajo de R. Gabriel (2001). Para tal estudio fue empleado como base un plano de 1883 con curvas isométricas a tres metros. El empleo de perfiles topográficos realizados en 1800, 1852 y 1876, así como de vistas panorámicas del siglo XVI y fotografías antiguas de Tarragona (tomadas durante los trabajos de desmonte del frente marítimo), han resultado igualmente importantes en la planificación inicial del trabajo. Por otro lado la propuesta metodológica de I. Fiz (2001) y primeras aplicaciones concretas (Fiz y Macias 2004 y 2007) proveyeron el marco metodológico de incorporación de la cartografía y la creación de la *geodatabase* inicial a partir de la cual se pudo desarrollar este proyecto.

Así se integraron documentos de diversa índole en la restitución de la topografía pre-industrial de Tarragona. Cada una de estas fuentes aporta un tipo de información diferente (línea de costa, cotas antiguas, localización de elementos arqueológicos, etc.) que requiere, consiguientemente, una metodología propia para su tratamiento. Realizaremos en este

apartado una descripción de las diversas fuentes empleadas, y de las tecnologías utilizadas para su integración en un entorno SIG dentro del cual podrán ser analizadas.

2.1. ANÁLISIS DE MAPAS ANTIGUOS

El análisis de mapas antiguos puede aportar restituciones de gran relevancia para el conocimiento de la antigua topografía de la ciudad y otros elementos de interés arqueológico. La creación de una base cartográfica diacrónica georeferenciada resultó, por tanto uno de los apartados más importantes del proyecto y es la base sobre la que otros tipos de análisis futuros deberán ser realizados. Para la realización de esta base cartográfica se recopiló una serie de treinta mapas cubriendo los últimos cinco siglos. Estos fueron escaneados a alta resolución a fin de mantener una resolución superior a un metro por píxel en cada caso.

La incorporación de estos mapas en un SIG requería necesariamente su georeferenciación. El gran cambio sufrido en la forma y topografía urbana desde finales del siglo XVIII impidió la elección de puntos de control de suelo (GCP) apropiados para la referenciación de aquellos mapas anteriores al siglo XIX. Para paliar en alguna medida esta problemática fue aplicada una metodología de georeferenciación regresiva (figura 1). Este método implicaba partir de los mapas más modernos para localizar los elementos de referenciación o GCPs que permitiesen la georeferenciación de los mapas del siglo XIX. Una vez georeferenciados, permitieron a su vez la obtención de los GCPs necesarios para la georeferenciación de mapas aún más antiguos. El uso de mapas de cronología

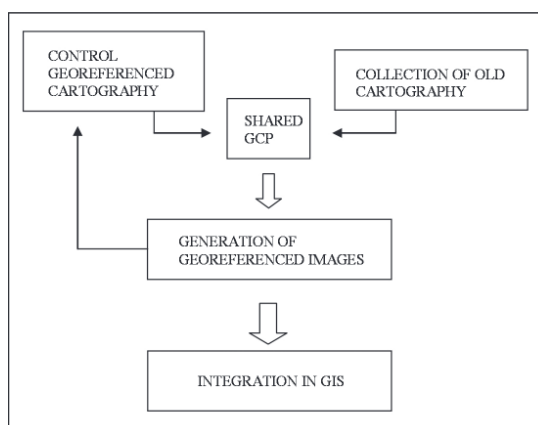


Fig. 1. Diagrama mostrando los pasos seguidos en el proceso de georeferenciación.

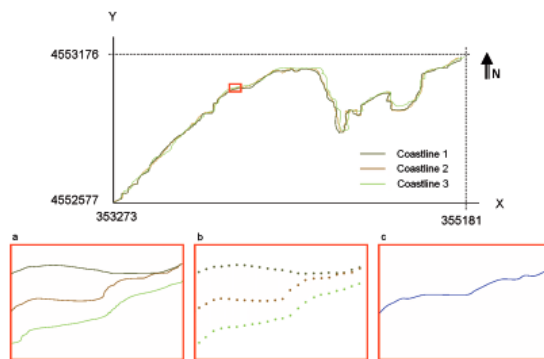


Fig. 2. Metodología seguida para la obtención de una línea de costa media.

intermedia ha resultado imprescindible para establecer una conexión entre los mapas más modernos con aquellos de mayor antigüedad. Dichos GPCs se incluyeron en una capa de nodos ligándolos a una base de datos en la que se incluía información referente a su ubicación, cronología y mapas en los que podían ser localizados. Esta capa resultará de gran utilidad para la posterior incorporación de nuevas planimetrías históricas a la base cartográfica del proyecto.

Los valores RMSE resultantes del proceso de georeferenciación de los diversos mapas fueron interpretados como una indicación de la exactitud planimétrica de cada uno de los mapas incorporados.

Una vez desarrollada la base cartográfica fueron vectorizados aquellos elementos de interés arqueológico representados. Entre estos cabe destacar, por ejemplo, la antigua línea de costa y el antiguo muelle de pilares romano pero también otros elementos arquitectónicos, parcelas, caminos o canales. A pesar del empleo del máximo número posible de GPC para la georeferenciación de los mapas, éstos no coincidían completamente dada la falta de una relación matemática entre sus diversos elementos. Para conseguir una adecuada restitución de los elementos de interés se desarrolló una metodología restitutiva propia. En primer lugar se seleccionaban aquellos mapas georeferenciados con un menor valor RMSE, es decir, los de mayor exactitud en el proceso de georeferenciación. Luego se vectorizaron aquellos elementos de mayor interés transformándolos después en puntos y asignando a cada uno un identificador único. A partir de los puntos de las distintas vectorizaciones se realizó una interpolación para conseguir una ubicación media del elemento (figura 2). La interpolación utilizada (IDW) permitía incluir los valores RMSE de cada uno como factor de peso, y de esta forma los elementos digitalizados a partir

de los mapas con mayor exactitud geográfica tenían una mayor peso en la interpolación.

2.2. ANÁLISIS DE FOTOGRAFÍAS DE ARCHIVO

La utilización de fotografías antiguas permite cálculos aproximados del antiguo nivel del suelo, así como las instantáneas de finales del siglo XIX testifican el uso de la antigua fachada marítima como cantera para la construcción del nuevo puerto (figura 3). Este proceso, iniciado en la última década del siglo XVIII, fue fundamental, no sólo en el cambio de la topografía urbana, sino también en la modificación de la línea de costa. Los puntos de cota obtenidos mediante este análisis por Gabriel (2001: 316-317) fueron empleados para la generación del modelo 3D.

En algunos casos pudo aplicarse el uso de *inverse viewsheds* (Orengo y Fiz 2008) para la localización del punto desde donde se realizó la fotografía. Esta metodología está basada en el principio de correspondencia visual entre observador y observado. Aquellos elementos arquitectónicos que fueron registrados en una panorámica y que permanecen en la actualidad son proyectados y registrados sobre una cartografía actual. Desde estos puntos se realiza un *cumulative viewshed* donde la zona o zonas con el mayor número de celdas visibles equivalen a los puntos candidatos desde los cuales fue realizada la panorámica. Estos puntos, junto a la localización de aquellos obtenidos gracias a la cartografía georeferenciada permitió la obtención de cotas desaparecidas mediante aproximaciones trigonométricas.

2.3. REVISIÓN DE EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS

Las excavaciones arqueológicas pueden proporcionar evidencias de gran fiabilidad en la reconstrucción de antiguas topografías. Dada la existencia de un registro de excavación adecuado, no resulta difícil identificar los niveles de circulación ya que las cotas, plantas y secciones incorporan esta información de forma estandarizada. Las ventajas de este tipo de información resultan incontestables: son la única fuente, junto con las estructuras de época romana que todavía se conservan, que proporcionan una evidencia directa del nivel del suelo. Además, su precisión es muy superior a la que se puede obtener a partir del estudio de fotografías o mapas antiguos. En este caso se revisaron las cotas de roca y de pavimentación registradas en las excavaciones arqueológicas incorporándolas en la geodatabase creada.

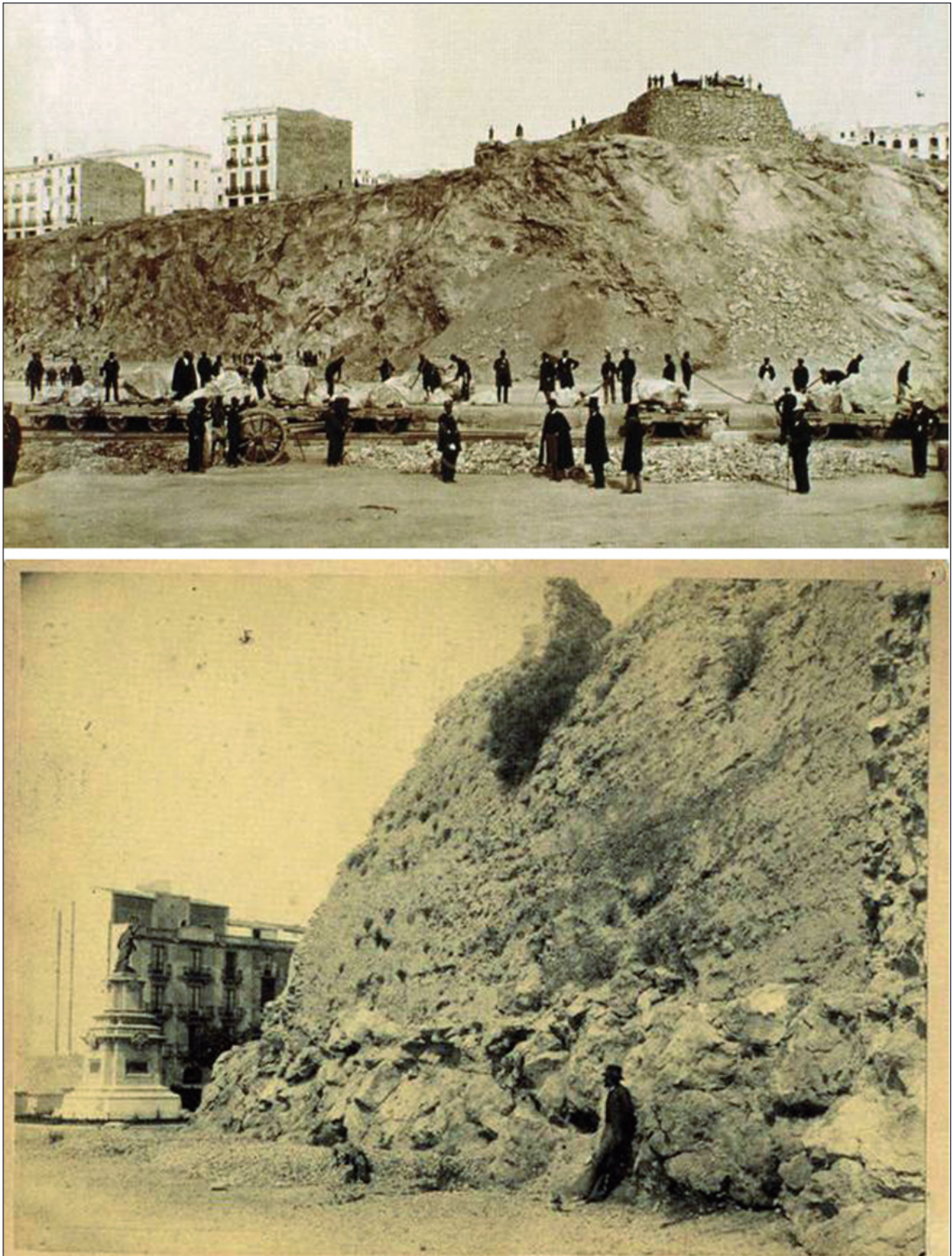


Fig. 3. Fotografías antiguas mostrando niveles de suelo actualmente desaparecidos.

Sin embargo y a pesar de las ventajas de este tipo de información, es necesario tener en cuenta la imposibilidad de comprobar, en la mayoría de los casos, la exactitud de las cotas tomadas durante la excavación, dado el carácter destructivo de las intervenciones arqueológicas. Además en muchos casos éstas son tomadas en relación a otros puntos de cota o a estaciones bases arbitrarias. Cuando este es el caso, el cálculo de cotas absolutas puede ser complicado e incorporar errores significativos. Finalmente, y como sucede en otras ciudades con substrato estratigráfico romano, en Tarragona se conservan en superficie excepcionales restos de estructuras arqueológicas de época romana de las que, mediante el uso de un DGPS, se obtuvieron cotas absolutas de gran precisión y fiabilidad.

Las características arquitectónicas de estas fuentes permiten que en algunos casos las cotas puedan ser fácilmente extrapolables, particularmente cuando se trata de extensiones que fueron sujetas a trabajos de nivelación del terreno, como es el caso del circo de la ciudad o de las plazas públicas. En el caso del *Concilium Prouvinciae*, por ejemplo, podemos hablar de una extensión aproximada de 4,5 ha de suelo nivelado.

2.4. NIVELES DE SUELO ANTIGUO CONSERVADOS

Los niveles de suelo antiguo conservados resultan difíciles de identificar. Las cotas tomadas se centran en superficies de roca descubiertas, localizadas en la parte exterior de las antiguas murallas de la ciudad formando fuertes pendientes. Para intentar evitar la toma de cotas en superficies rebajadas se han empleado mapas antiguos. Estos mapas ayudan a localizar las áreas donde se realizaron los rebajes de roca durante el siglo XIX para la construcción del puerto. Es probable, pues, que las superficies rocosas existentes en fechas anteriores a 1792 estuviesen también presentes en época romana (Gabriel 2001).

La correcta localización de estos niveles de roca antiguos resulta de importancia para la reconstrucción de las zonas periurbanas de *Tarraco*, principalmente éstas formando parte de la fachada marítima, elemento destacado dentro de la concepción escenográfica de la ciudad.

2.5. MAPAS TOPOGRÁFICOS MODERNOS

Se emplearon también mapas topográficos modernos en formato digital. En primer lugar se introdujo la información de la última edición del mapa topo-

gráfico de Catalunya 1: 5.000 publicado por el *Institut Cartogràfic de Catalunya* (ICC). También se empleó la información de los mapas topográficos municipales de Tarragona a escala 1:500. A partir de estas informaciones topográficas se desarrolló un modelo digital de la topografía actual de Tarragona que permitió extraer interpolaciones de aquellas áreas de la ciudad en las que las cotas de suelo antiguas resultaban insuficientes.

2.6. CREACIÓN DE UN MODELO TOPOGRÁFICO 3D DE LA TARRACO ROMANA

Una vez obtenido el máximo posible de cotas antiguas se desarrolló, a partir de éstas, una red triangulada irregular (TIN). Se eligió este método porque no requiere ninguna interpolación y mantiene la información altimétrica sin modificaciones. Asimismo, la visualización de los vértices de las facetas triangulares resulta clara y su análisis en un entorno 3D resulta rápida y sin necesidad de emplear grandes recursos del sistema.

La capacidad de análisis resulta esencial ya que se trata un modelo en continuo desarrollo al que se le han de incorporar nuevas cotas a medida que se realizan excavaciones o se obtienen nuevas fuentes.

Para completar el modelo este fue recortado en función a la información obtenida a partir de la línea de costa antigua. Se añadió también una restitución del antiguo puerto romano. Por último, y a partir de la información planimétrica de época romana recopilada (Macías *et al.*, 2007) se desarrollaron modelos 3D en un entorno CAD y se exportaron en un formato compatible con ArcGIS 9.2, programa con el que se desarrolló el modelo final 3D (figura 4).

3. ANÁLISIS VISUAL 3D A PARTIR DEL MODELADO TOPOGRÁFICO

Las capacidades de visualización que el llamado 3D SIG ofrece van más allá de la generación de mapas *raster booleanos* en los que la única información aportada consiste en determinar si una celda del *raster* es visible desde un punto determinado o no lo es. La visualización en 3D permite reconstruir visualizaciones del entorno tridimensional facilitando la generación de hipótesis basadas en la percepción visual del medio. En este apartado se intentará explorar alguna de las posibilidades que este tipo de modelados ofrecen para el análisis de visibilidades en un entorno 3D.

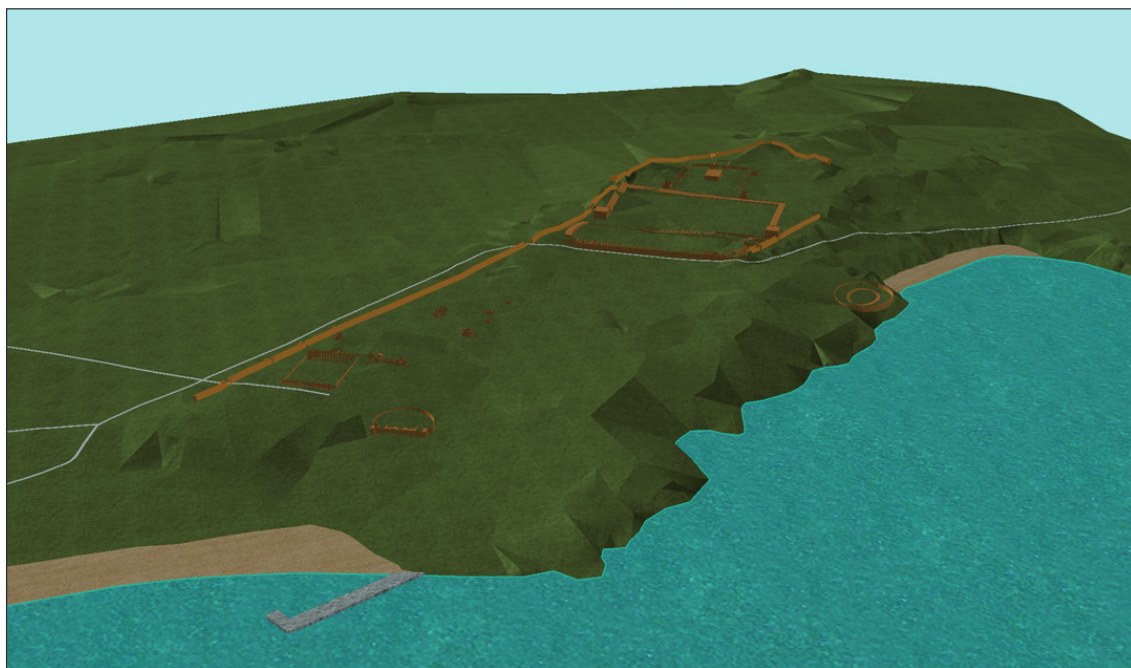


Fig. 4. Modelo 3D que incluye los caminos de acceso a la ciudad, el puerto romano, la antigua línea de costa y los edificios públicos.

La integración de representaciones artísticas en entornos SIG ha sido hasta el momento largamente desechada por la falta de relaciones matemáticas entre los elementos representados en las mismas (Orengo y Fiz, 2008). Pero, a pesar de la dificultad de su integración, las representaciones artísticas ofrecen información de gran utilidad para los análisis de los espacios antiguos; dado que las vistas, panorámicas y paisajes que un autor representa, de forma más o menos fidedigna, reflejan la visión del entorno desde un lugar determinado.

Este es el caso de uno de los dibujos más representativos de Tarragona: la vista efectuada desde la torre de Sant Fructuós realizada por Anton Van den Wyngaerde en 1563. Este artista flamenco recibió de Felipe II el encargo de realizar panorámicas de varias ciudades españolas. Durante un largo periplo interrumpido por su muerte (1561-1571), efectuó dibujos de más de cincuenta ciudades y villas. El artista recaló en Tarragona en 1563 y realizó dos vistas panorámicas de la ciudad, una desde el interior y otra desde el mar mirando hacia la vertiente oriental de la montaña (Platja del Miracle). Contagiado por la fascinación renacentista hacia la cultura clásica y las antigüedades, no dudó en esbozar las ruinas del anfiteatro, el arco de Berà o la Torre de los Escipiones (Sada y Remolà 2003).

La panorámica de mayor interés en el marco de este estudio es la que Wyngaerde realizó desde la torre de la iglesia del convento de Sant Fructuós en la que se representan varios elementos de interés arqueológico, actualmente desaparecidos, que no han podido ser localizados por la investigación arqueológica reciente (figura 5). La torre sólo aparece representada en un plano de 1643, siendo poco después derruida durante la Guerra *dels Segadors*. La georeferenciación de dicho plano ha permitido la ubicación de la torre, de igual forma ha sido posible localizar otros elementos visibles en la representación de Wyngaerde. Utilizando el modelo 3D se produjo una vista del entorno desde el punto desde donde fue realizado el dibujo para así recrear la visión del artista. Partiendo de los elementos localizados en el plano de 1643 como referencia pudo restituirse aproximadamente la situación de un tramo de la antigua muralla romana reseñada en el dibujo de Wyngaerde (figura 6 1/3 columna).

El modelo 3D también puede ser utilizado para la generación de hipótesis en relación a la ordenación y planificación urbana. En este caso, se generaron una serie de vistas en 3D desde los diversos caminos conocidos de acceso a la ciudad. La mayoría de estas vistas no produjo una visualización comprensiva de la ciudad y sus monumentos. Muchos de los edi-



Fig. 5. Fragmento del dibujo de Wyngaerde mostrando las antiguas murallas. Obtenido en Remolà (2004: 69, fig. 16).

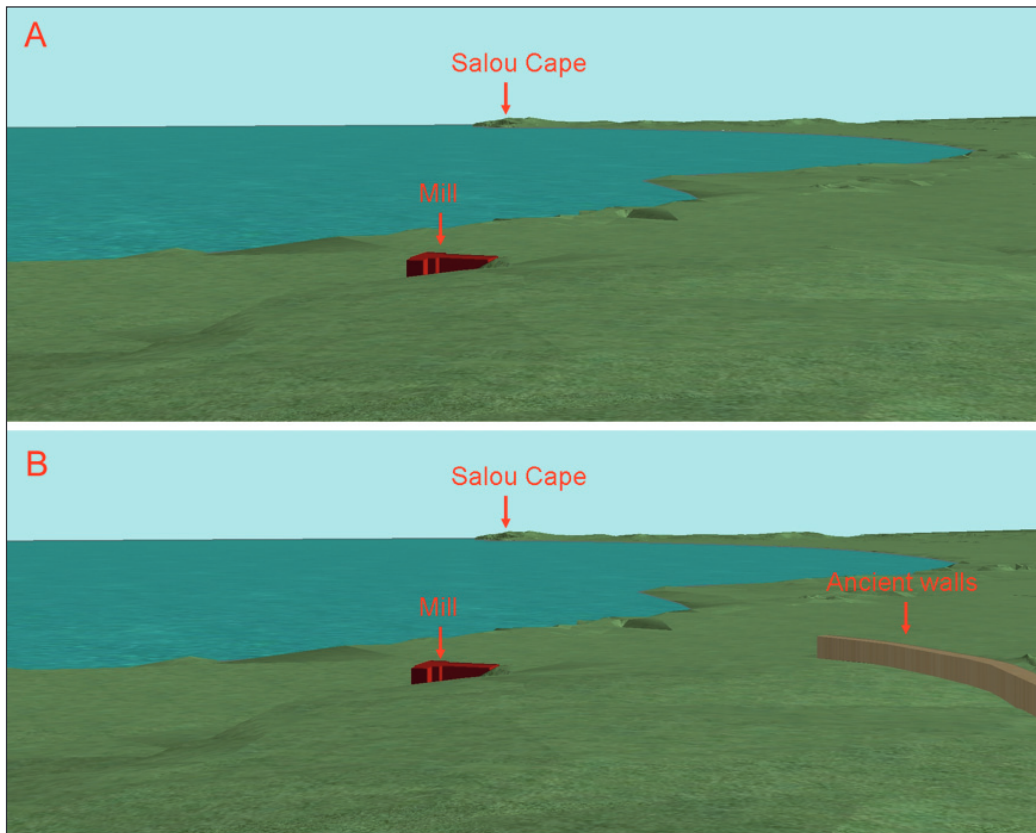


Fig. 6. Vista 3D desde la torre de la iglesia de San Fructuós orientada siguiendo el dibujo de Wyngaerde.

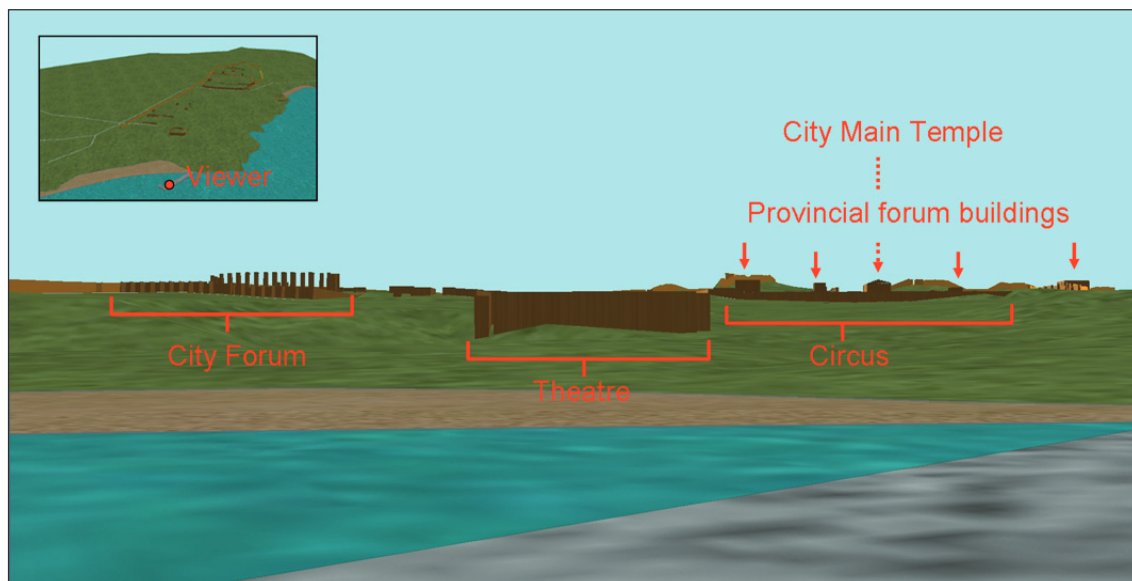


Fig. 7. Vista 3D desde el puerto romano desde donde se pueden apreciar los edificios representativos de la ciudad.

ficios de representación pública resultaban ocultos por la topografía, las murallas u otros elementos arquitectónicos. Únicamente desde el puerto era posible obtener una visualización de todos los edificios representativos de la ciudad, si exceptuamos el anfiteatro (figura 7).

Este aspecto es un elemento más que valida la percepción que el posicionamiento topográfico de los edificios públicos fue concebido para que estos pudieran ser vistos desde el puerto, acentuado la función propagandística de la fachada portuaria de *Tarraco*. Esta vista sugiere claramente que la ciudad se desarrolla visualmente desde el puerto romano, con una disposición urbanística en terrazas coherente con la pendiente de la orografía natural del enclave. Este planteamiento pretendió maximizar el impacto visual en esta escenografía aplicando conceptos helenísticos característicos de ciudades escalonadas como Pérgamo y, en el caso de Táraco, estableció una clara jerarquía urbana entre una zona residencial inferior, que había evolucionado a partir de la antigua *Kese* ibérica, y el *forum coloniae* construido en torno al 100 a. C. y presidido por un imponente templo capitolino. A sus pies una planicie portuaria que en época augusta acogió el teatro estableciendo una fachada monumental portuaria a dos niveles (cf. el contexto arqueológico en Ruiz de Arbulo 2003; Macias 2004; Díaz *et al.* 2005; Ruiz de Arbulo *et al.* 2006).

Vitruvio (II, 8, 11), refiriéndose a Halicarnaso, afirma *Is autem locus est theatri curvature similis*;

mientras que Diodoro (XIX 45.3 y XX 83.2) utiliza el mismo término para describir la ciudad de Rodas. Estos autores sin embargo no hacían referencia a una disposición radial como cabría esperar a partir del uso del término *theatroide*. En realidad se está hablando de una composición escenográfica compuesta a partir de la sucesión de terrazas «adornadas» con edificios públicos y religiosos. Según R. Mar (1993: 107), este urbanismo escenográfico fue aplicado en *Tarraco*, donde los condicionantes orográficos no fueron obstáculo debido a la coincidencia de recursos económicos e intereses políticos de la casa imperial y las elites provinciales. *Tarraco* se aposentó sobre una elevación costera que asciende hasta los 80 msnm y presenta una longitud de más de 1 km. El *forum coloniae* republicano representa el primer planteamiento urbanístico de cariz *theatroide* y, la posterior sede del *Concilium Prouvinciae* (s. I d. C.), incidió en este desarrollo a partir de un gran proyecto impulsado por Roma que en la parte superior de la cima monumentalizó una superficie de 12 ha. Asimismo, Ruiz de Arbulo (1999: 55) incide, en relación a la sede conciliar, en la realización de increíbles obras de nivelación de la pendiente como grandes rebajes en la roca, muros de contención y transporte de tierra para poder mantener una visión axial y asegurar así la superposición sucesiva de terrazas, culminando el conjunto con el templo situado en la terraza superior y dedicado a Augusto. Lo que resulta una impresionante metáfora del poder imperial incidiendo

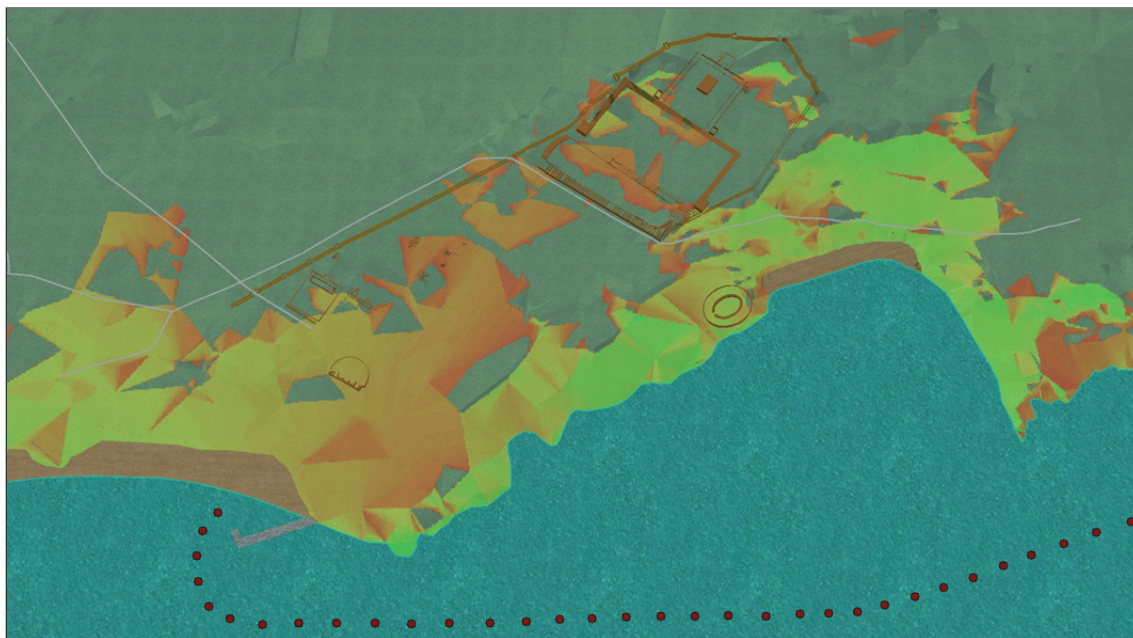


Fig. 8. Visibilidades acumuladas desde el trayecto a seguir por un barco para acceder al puerto desde el noreste.

en la imponente vista escenográfica que este conjunto supondría al llegar a la ciudad en barco.

A fin de comprobar estas hipótesis se desarrolló un plano de visibilidades acumuladas a partir de 32 puntos distribuidos en la ruta de acceso al puerto desde el noreste (figura 8). Los resultados muestran que la vista de la ciudad se encuentra restringida por el frente marítimo y la muralla de la ciudad, sin permitir una visión del conjunto monumental.¹ Una vez el barco alcanza el puerto, las visibilidades se expanden súbitamente abarcando la ciudad en su conjunto y permitiendo la visión estratificada y alineada de todos los edificios representativos intramuros de la ciudad. Los conjuntos arquitectónicos de *Tarraco* como el teatro y las termas monumentales, sobre los que se elevaría el foro local y el templo capitolino y sobre ellos a su vez el conjunto del *Concilium Provinciae*, se presentarían a la vista del llegado por mar de una forma axial y estratificada provocando un gran impacto escenográfico.

Así pues, podemos confirmar que la adecuación de la topografía urbana y la distribución de los edificios públicos proporcionaban una visión súbita e

impactante de la colonia en toda su magnificencia a las naves que se aproximaran por el norte. La navegación hacia la ciudad desde el sur no ofrecía una imagen súbita de la fachada monumental de la ciudad pero sí igualmente impactante ya que esta trayectoria, al estar alineada con el eje visual de la ciudad, permitía la emergencia gradual del conjunto arquitectónico a medida que los navegantes se acercaban.

4. CONCLUSIONES

A pesar de que los métodos y resultados presentados en este artículo son todavía preliminares, en espera de la introducción de nuevos datos en el modelo, podemos presentar algunas conclusiones. Como hemos visto en los casos expuestos, el desarrollo de modelos topográficos 3D permite la generación y exploración de hipótesis concernientes a la conceptualización y ordenación del entorno. Asimismo, mediante la generación de visualizaciones 3D posicionadas y orientadas y la utilización de elementos de referencia, pueden ayudar en la ubicación de elementos de interés arqueológico presentes en representaciones artísticas históricas. Entendemos que en un entorno urbano la información con la que alimentar las *geodatabases* del GIS ha de ir más allá de la obtenida exclusivamente a través de la excavación

¹ La existencia de un cierre meridional de la muralla como elemento de protección tiene una clara lógica en el contexto del s. II a. C. No obstante, no se ha documentado arqueológicamente dicha evidencia y cabe la posibilidad que, dentro de las obras de monumentalización altoimperiales y en el contexto de la Pax Augusta, este cierre fuera desmontado.

arqueológica. El uso combinado de cartografía histórica y representaciones artísticas aporta nuevos tipos de información que, salvando posibles errores de precisión y fiabilidad de las fuentes, son absolutamente necesarios en la reconstrucción de la ciudad histórica.

La combinación del modelo topográfico con reconstrucciones 3D de la planimetría urbana no sólo resulta de utilidad para el análisis de la distribución de los edificios públicos y su relación con la topografía urbana, sino que también contribuye a la comprensión de los conceptos ideológicos subyacentes en la planificación de la forma urbana.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer los comentarios y sugerencias proporcionados por el Dr. Mark Gillings y Ana Ejarque que han contribuido sensiblemente a la mejora del presente texto.

BIBLIOGRAFÍA

- DÍAZ, M.; MACÍAS, J. M. y TEIXELL, I. (2005): «Intervencions al carrer Sevilla núms. 12-14. Noves dades per a l'evolució urbana del *Casc Antic* de Tàrraco». *Bulletí Arqueològic*, 27: 7-103.
- FIZ, I. (2001): «Usos de un SIG, Sistema de Información Geogràfic, en la construcció de una Planimetria Arqueològica para Tarragona (I)». *Revista d'Arqueologia de Ponent* 11-12: 111-121.
- FIZ, I.; MACÍAS, J. M. (2004): «El port modern i la nova població de la marina», en MACÍAS, J. M. (ed.): *Les termes públiques de l'àrea portuària de Tàrraco. Carrer Sant Miquel de Tarragona, Documenta 2*: 11-20, Tarragona.
- FIZ, I.; MACÍAS, J. M. (2007): «Forma Tarraconis? GIS use for urban archaeology», en FIGUEIREDO, A. y VELHO, G. (eds.): *The World is in your eyes, Proceedings of the XXXIII Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology Conference*. Tomar: 423-427.
- GABRIEL, R. (2001): «Aproximació a la topografia antiga de Tarragona». *Bulletí Arqueològic*, 23: 281-345.
- MACÍAS, J. M. (2004): «L'àrea portuària de Tàrraco: noves aportacions i estat de la qüestió», en MACÍAS, J.M. (ed): *Les termes Públiques de l'àrea portuària de Tàrraco, Sèrie Documenta 2*. Tarragona: 161-171.
- MACÍAS, J. M.; FIZ, I.; PIÑOL, L.; MIRÓ, M. T. y GUITART, J. (2007): *Planimetria Arqueològica de Tàrraco, Atles d'Arqueologia Urbana de Catalunya 2 - Treballs d'Arqueologia Urbana 1 - Documenta 5*, Tarragona.
- MAR, R. (1993): «Els Monuments Provincials de Tàrraco. Noves aportacions al seu coneixement». *Documents d'Arqueologia Clàssica* 1, Tarragona.
- ORENGO, H. A.; FIZ, J. I. (2008): «Integrating artistic representations into a GIS-managed environment». Ponencia presentada en el congreso CAA2008. Budapest
- REMOLÀ, J. A. (2004): «*Tarraco quanta fuit ipsa ruina docet*». En Ruiz de Arbuló, J. (ed.): *Simulacra Romae: Roma y las capitales provinciales del Occidente Europeo: estudios arqueológicos*. Tarragona: 49-72.
- RUIZ DE ARBULO, J. (1999): «Tàrraco. escenografia del poder, administració y justicia en una capital provincial romana (s. II a. C.-II d. C.)». *Empuréis*, 51, 31-61.
- RUIZ DE ARBULO, J. (2003): «Eratóstenes, Artemidoro y el puerto de Tàrraco. Razones de una polémica». *Revista d'Arqueologia de Ponent* 11-12: 87-107.
- RUIZ DE ARBULO, J.; VIVÓ, D. y MAR, R. (2006): «El capitolio de Tàrraco. Identificación y primeras observaciones», en Vaquerizo, D. y Murillo, J.F. (eds.): *El Concepto de lo provincial en el mundo antiguo. Homenaje a Pilar León*. Córdoba: 391-418.
- SADA, P. y REMOLÀ, J. A. (coords.) (2003): *El reinaxement de Tàrraco 1563. Lluís Ponç d'Icart i Antón Van der Wyngaerde*, Museu Nacional Arqueològic de Tarragona, Tarragona.