

Museo Marítimo de Drassanes: levantamiento con escáner láser terrestre, planimetría y modelo 3D

Alejandro Marambio, Juan Corso y Pilar Garcia-Almirall
 Universidad Politécnica de Cataluña.
 Centro de Políticas del Suelo y Valoraciones.
 Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad (LMVC)
 Av. Diagonal, 649, nivel -1. 08028
 Barcelona (España)



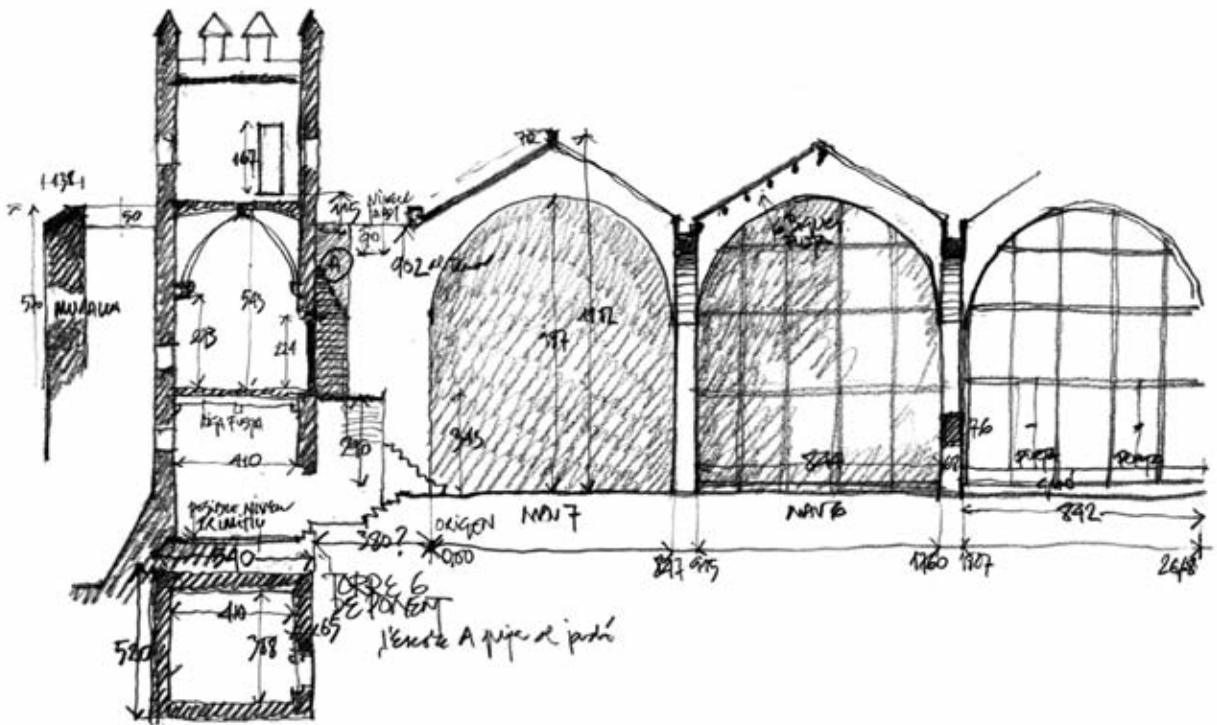
■ 1. INTRODUCCIÓN

La forma en que se recopila, se sintetiza y se proyecta la información de la realidad en los procesos de documentación del patrimonio es muy diversa. Un ejemplo de ello es la tesis doctoral de Robert Terradas i Montañola,¹ la cual realiza una recopilación desde el punto de vista histórico y constructivo del Museo Marítimo de Drassanes, mostrando lo extensa y compleja que puede llegar a ser toda la información que rodea a un edificio histórico de carácter patrimonial. Así, se toman trozos de diversos registros pictóricos, fotográficos y narrativos, entre otros, para llegar a tener una lectura clara del elemento analizado. Como ejemplo de ello, vemos la figura 1, la necesidad de entender las relaciones entre las partes del edificio y entrever zonas poco conocidas del mismo, las cuales, en la actualidad, están en proceso de excavación y restauración, lo que ha replanteado los conocimientos que se tienen de este edificio emblemático.

Una de las dificultades más grandes a la que este tipo de edificios se enfrenta es que no están apropiadamente documentados, ya sea por las constantes transformaciones que van sufriendo o por la complejidad que tiene la actualización de la información. El escáner láser terrestre (TLS), en combinación con otras técnicas de documentación digital y tradicional, ofrece una solución útil para la documentación de todas las características espaciales y geométricas del edificio. Esta información no es sólo un registro de alta precisión del lugar, que puede servir como archivo histórico para la posteridad, sino que proporciona una amplia base de datos para los administradores de estas edificaciones (arqueólogos y conservadores), permite la supervisión de aquéllos donde es necesario realizar trabajos de restauración para garantizar su integridad física y, además, facilita el acceso de manera virtual a una audiencia más amplia a través de un medio digital como puede ser Internet.

El objetivo es siempre encontrar una manera de crear un modelo informático de un objeto que sirva como una herramienta útil para procesos ya establecidos. Así, en algunos casos, una nube de puntos de color densa puede satisfacer por completo el objetivo de un proyecto en el

Figura 1. Croquis a mano alzada de la muralla y la torre de Poniente (estado actual).²



cual las prioridades son las siguientes: la preservación de características métricas, la generación de planos arquitectónicos a escalas determinadas en un entorno CAD y, finalmente, la reproducción virtual de la realidad en un modelo de alta resolución que se pueda examinar en 3D, en tiempo real y del cual se pueda extraer cualquier información métrica, con un posproceso de datos rápido, controlable y sencillo.

A continuación se describe un resumen del proceso completo que se siguió para contar con una documentación sólida y precisa: desde la toma de datos hasta la generación de planos vectoriales y cómo éstos, apoyados sobre mallas de baja resolución provenientes de la información del TLS, ayudaron a la construcción de un modelo virtual preciso para poder ser visualizado en tiempo real en un módulo de realidad virtual. En este modelo se reduce al mínimo el número de polígonos, el tamaño en *bytes* del archivo y el número de texturas para poder ser visualizado en una plataforma móvil. Finalmente, se explica la interacción de este modelo con *hardware* externo para la creación de una experiencia de realidad aumentada en una futura exposición.

■ 2. EL EDIFICIO Y SU COMPLEJIDAD ARQUITECTÓNICA

El Museo Marítimo de Drassanes presenta un área total de 34.295 m. Existen diferencias de altura entre salas de hasta 12 metros, así como cambios de espacios administrativos pequeños a salas medievales de más de 50 metros de longitud. El factor de la escala es sumamente importante, ya que existe un constante cambio de escalas entre espacios, tanto en planta como en altura. Existen diferencias de altura entre salas de hasta 12 m, así como cambios de espacios administrativos pequeños a salas medievales de más de 50 m de longitud.

El manejo de esta escala y su complejidad condicionan la fusión del espacio y el potencial que tiene para determinadas actividades. Por ello, comprender sus características es vital para su máximo aprovechamiento y para utilizar los espacios sin que éstos pierdan su carácter, resaltando su importancia patrimonial y permitiendo que,

en el futuro, sea más accesible el entendimiento de este edificio para el público en general como edificio patrimonial ligado a la historia de Cataluña.

■ 3. LEVANTAMIENTO CON ESCÁNER LÁSER TERRESTRE (TLS)

El uso del TLS en el Museo Marítimo de Drassanes se presenta como la única herramienta capaz de realizar un levantamiento preciso en un tiempo razonable (entre 2 y 3 meses) para la generación de planos, alzados y secciones para la construcción de un modelo teórico. Actualmente, el TLS se utiliza para la creación de modelos en 3D de objetos históricos, reproduciendo la realidad directamente como puntos espaciales con alta densidad, en tiempo real y en un entorno digital, suministrando información métrica y radiométrica.

□ 3.1. TOMA DE DATOS

El edificio se documentó con un TLS RIEGL z420i y una cámara réflex digital Nikon D100 de forma intensiva, donde se realizaron 507 posiciones en 20 días y se tomaron 5.070 imágenes, obteniendo un modelo final de 782.542.182 puntos (XYZ+i+RGB). En este proceso, uno de los mayores problemas fue el de minimizar las ocultaciones de un edificio de características complejas y elementos museísticos que obstruían el alcance del TLS.

Para este modelo de puntos, se precisó una metodología³ que comprendiera dos modelos. El primero, de baja resolución de puntos, con un ángulo de 0,2°, en panoramas de 360° x 80°, que permitieron el control de la unión entre posiciones distantes, cerrando la nube de puntos de las fachadas exteriores del Museo con las naves del interior, en un modelo manipulable completo, con errores fácilmente identificables en la alineación entre posiciones. Complementario a este modelo de nubes de puntos, se generó otro de mayor densidad de puntos, con posiciones con un ángulo de escaneo de 0,08°, en panoramas sectorizados, usualmente de 90° x 80° o menores, alineados a la nube de baja resolución, con el objetivo de restringir en esta segunda to-

Figura 2. Planta
primera.

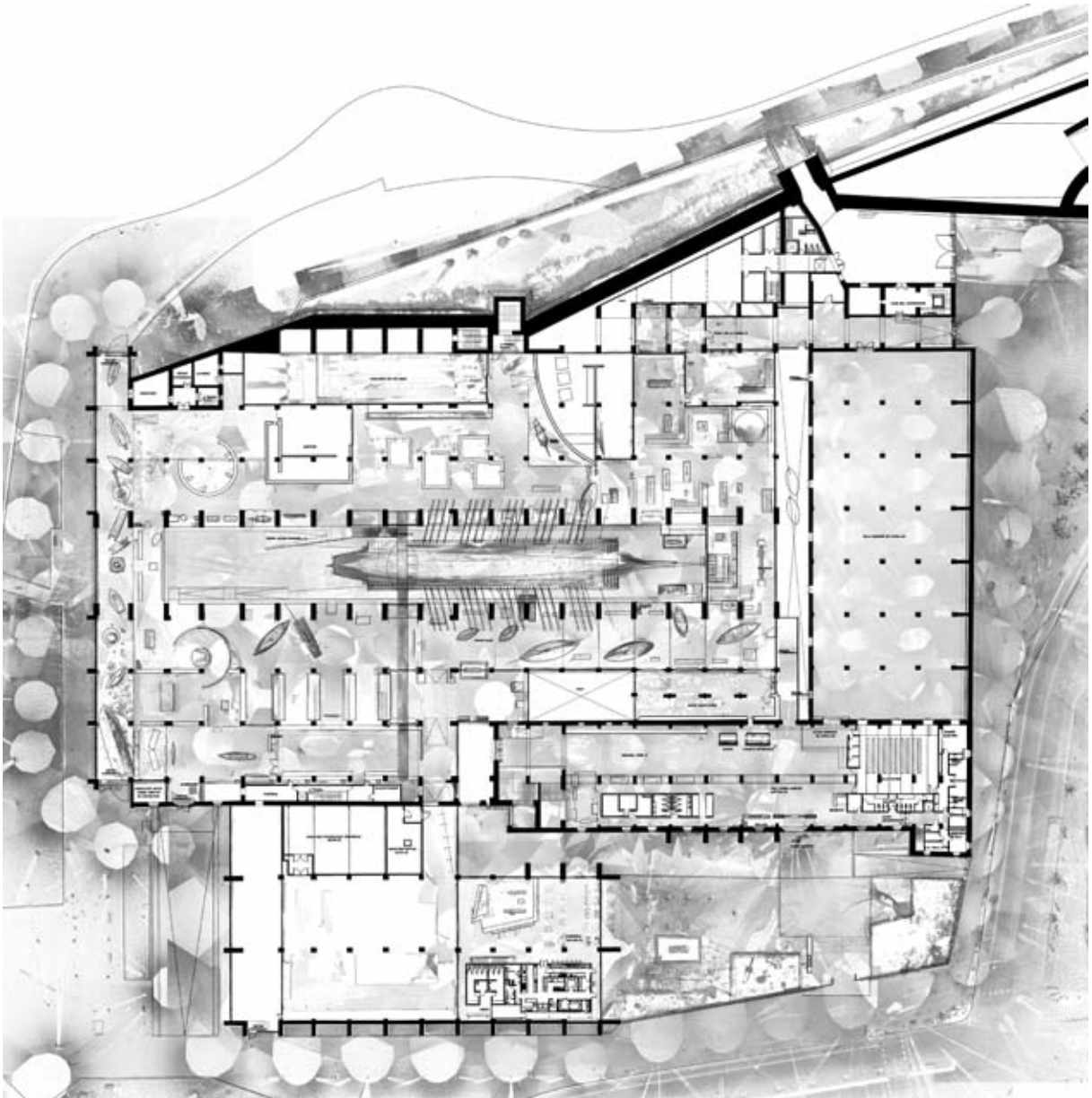


Figura 3. Arriba, el modelo de nube de puntos.



Figura 4. Abajo, ortomagen de la nube de puntos a escala.



ma de datos la duplicidad de la información entre posiciones.

Con esta metodología de escaneo, fue posible reducir el «ruido» en el color de los puntos, como se muestra en la figura 3, al evitar cruzar información de color lejana con la cercana, debido a la profundidad de campo, factores ambientales y, sobre todo, los cambios bruscos de iluminación entre posiciones del interior del edificio, debido a las diferentes fuentes de luz existentes. Paralelamente a ello, en casos específicos, se utilizó la técnica de renderizado de alto rango dinámico HDR para que el color de la imagen fuera uniforme.

Esta sectorización del proceso de escaneo permitió, a su vez, corregir el error generado por la diferencia de posición entre el sensor de la cámara y del escáner, evitando los elementos cercanos, ya que éstos tienden a proyectarse a elementos lejanos por esta diferencia y porque la cámara toma los datos con un mayor punto de fuga que el TLS. Con ello se enfatizó la toma de datos de los elementos del edificio, como muros, arcos y techo, reduciendo al mínimo la afectación de los visitantes del Museo como elementos ajenos al edificio, facilitando, a su vez, la eliminación de la información no deseada en las nubes de puntos.

A partir de este modelo, se generaron (a través del visualizador para modelos de puntos Pointools Pro 1.8), plantas, secciones y alzados, así como ortoimágenes JPG (figura 4) de alta resolución a una escala determinada como base para la creación del modelo en 3D poligonal. A estas imágenes a escala 1:100 se les correspondió una resolución de 100 píxeles por centímetro para facilitar la extracción vectorial de información.

Dada la complejidad del edificio, fue necesario un total de 122 secciones verticales al modelo de nube de puntos, 97 secciones interiores y 25 fachadas, al igual que una planta independiente por espacio, techo y conjunto del edificio, registrando la información planimétrica que permite una clara comprensión de los espacios, identificando los cambios que se producen en cada uno de los muros, arcos y componentes del edificio.

Este proceso permitió identificar tanto los elementos que no eran registrables por su altura como las irregula-

ridades y la relación entre espacios internos y el exterior, en un modelo complejo pero manejable dividido según su programa arquitectónico.

□ 3.2. ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como se ha comentado antes, el Museo Marítimo de Drassanes ha sufrido a lo largo de la historia extensas modificaciones, pero dichas modificaciones no son estáticas, ya que existe el deseo de preservar, mantener y recuperar la importancia de este edificio patrimonial (figura 5). En la actualidad, se continúan realizando modificaciones de este edificio. Un ejemplo de ello es la recuperación de la cara oculta de la muralla medieval, permitiendo su fácil integración a los planos actuales del edificio.

Desde el punto de vista de la toma de datos, existe una complejidad en el proceso de unión de las nubes de puntos, ya que la información con la cual se unen los dos modelos (toma de datos de 2008 y toma de datos de 2010) ha cambiado significativamente, ya que el suelo se ha excavado y los techos se han retirado o se han cambiado, necesitando la unión con puntos de control (figura 6). Luego de ello, se fijan por lo menos tres posiciones y con ello se terminan de unir todas las tomas de datos capturadas en esta segunda etapa de unión de los modelos, desde la zona que menos se ha alterado con respecto a las excavaciones hasta llegar a las zonas nuevas.

■ 4. PLANOS VECTORIALES CAD

La generación de planos vectoriales CAD a partir de un modelo de nubes de puntos denso proveniente del TLS es un tema de discusión y de estudio hoy en día. Una de las dificultades más grandes que tienen los modelos del TLS es el hecho que contienen «toda» la información en un mismo formato, es decir, en forma de una coordenada espacial XYZ. Por ejemplo, un modelo de la Sala Comillas contiene no sólo los elementos estructurales, como columnas y muros, sino que aparecen igualmente lámparas, cables, mobiliario, cortinas, etc. Esto impide el proceso semiautomático para la generación de un modelo de polígonos a partir de los puntos y ofrece dos posibilidades: o bien eliminar de forma manual todos estos elementos pa-

Figura 5. Arriba, detalle de la recuperación de la muralla. Izquierda: imagen vectorial teórica. Derecha: imagen de la nube de puntos TLS en la fase de obras.

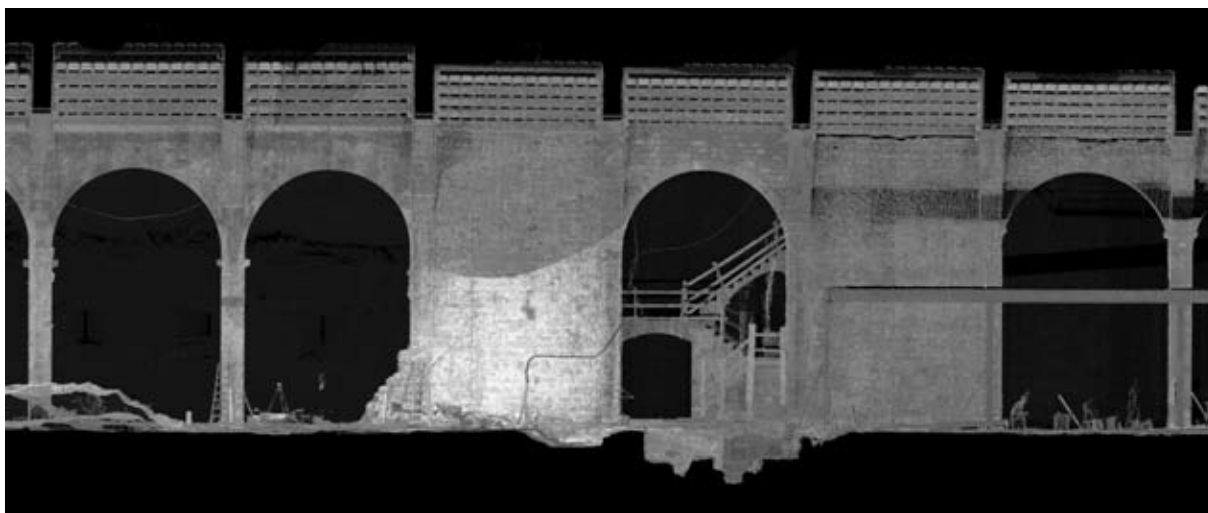
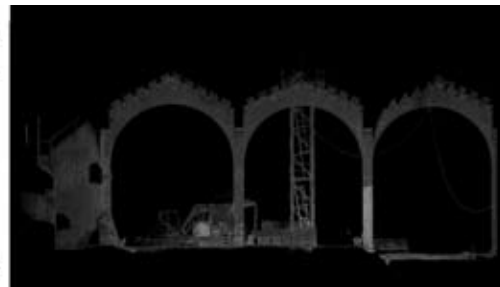
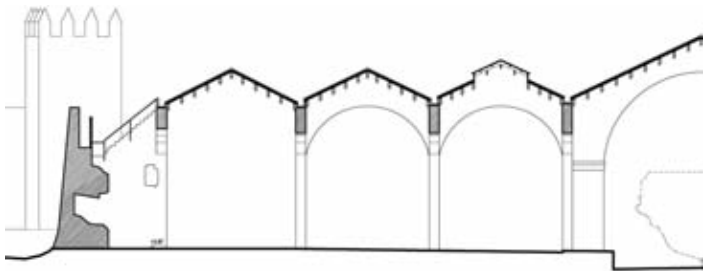


Figura 6. Abajo, sección transversal de la nueva excavación.

Figura 7. Arriba, fachada y sección del acceso.

Figura 8. Abajo, detalle de la sección arquitectónica.

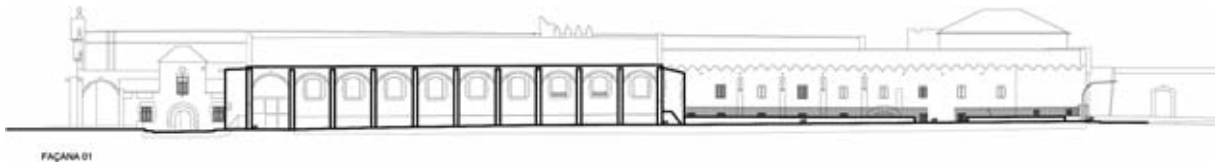
ra intentar modelizar de forma directa o bien pasar a otra etapa intermedia, como lo son las ortoimágenes, para, a partir de ellas, digitalizar los planos de forma tradicional. Esta forma permite un mayor control en el modelo y siempre se tiene como referencia la información a partir de la cual la persona que digitaliza interpreta la información para futuras revisiones. A continuación se presenta de forma detallada este proceso.

Una vez realizadas las secciones vectoriales básicas,

- 31 de la nave medieval.
- 25 fachadas.

Estas secciones y plantas se generaron como entidades cerradas, en cuanto a la unión de los vértices, permitiendo convertirlas posteriormente en planos y ser extruidas o unidas como mallas en la etapa posterior de modelado.

Como elemento de unión y rectificación de las sec-



con estrictamente lo necesario para el levantamiento del modelo en 3D, como son los arcos, puertas, ventanas, columnas, vigas y techos de las diferentes secciones anteriormente explicadas, como en la figura 9 de la zona del vestíbulo y las oficinas, se realizaron:

- 42 secciones del acceso y zonas administrativas.
- 11 de la cafetería y la nave de la Generalitat.
- 13 de la Sala Comillas.

ciones tanto de imágenes detalladas como las vectoriales interpretadas, se utilizó un modelo de malla decimado⁴ por cada uno de los espacios, permitiendo la correcta relación de las secciones internas, previamente ubicadas al intersectar las secciones longitudinales con las trasversales, alineándolas con el exterior y con la planta, siendo un elemento de control para la construcción de la malla con un nivel de precisión óptimo para tal objetivo (figura 7 y 8).

■ 5. MODELO EN 3D Y REALIDAD VIRTUAL

La precisión del modelo parte de la información base de la que se dispone: por una parte, la extraída de los datos del TLS y, por otra parte, la extraída de la documentación complementaria, como imágenes aéreas, fotografías y planos vectoriales, entre otros, que cubre las zonas que no se lograron escanear. Para ello fue imprescindible la georreferenciación de estos datos, que, al mismo tiempo, permitió otro punto de verificación del modelo.

Se tomaron para ello las bases cartográficas del Catastro y del Instituto Cartográfico de Catalunya (de su base 1:25.000), con una diferencia significativa entre vectores, requiriendo de una comprobación con una base topográfica de puntos, acercando el modelo a una posición más fiable. Esta información tomó como referencia el sistema UTM 31N, ED 1950, correspondiente a Cataluña.

La tecnología del TLS ha permitido desarrollar y elaborar dos componentes importantes de los contenidos en el módulo de realidad virtual y aumentada:

- Elaboración del modelo en 3D, que permitirá la interacción de diferentes escenarios y complementar la realidad.

- Elaboración del modelo en 3D interactivo, el cual, a través de la realidad virtual (sistema tecnológico donde se utilizan ordenadores con otros dispositivos para reproducir el aspecto de la realidad) y la realidad aumentada (sistema tecnológico que combina elementos visuales reales con virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real), pretende, por medio de unas gafas que poseen una cámara de video y del *software* Quest3D, hacer que la experiencia y la interacción del usuario con el entorno del Museo Marítimo de Drassanes sea atractiva, clara y accesible.

La elaboración de un modelo en 3D válido para una aplicación en tiempo real no es una tarea sencilla. Es necesario que el modelo cumpla con una serie de requisitos para su correcta visualización y manipulación en la aplicación.

El primer requisito se refiere a la precisión del modelo,

ya que éste se combinará con la realidad (por medio de la realidad aumentada) haciendo coincidir la información virtual con la que se visualiza en los trayectos predeterminados, sin dejar margen al error métrico, dada la superposición de la información real y la virtual.

El segundo requisito parte de las limitaciones del sistema en que correrá la aplicación, refiriéndose al procesamiento y la interacción con otras aplicaciones, teniendo también en cuenta el tamaño y la gestión de los archivos complementarios, como son las texturas, permitiendo, si su caso lo requiriese, ejecutar el demostrador desde un móvil, dada su portabilidad y los alcances tecnológicos que permite en la actualidad.

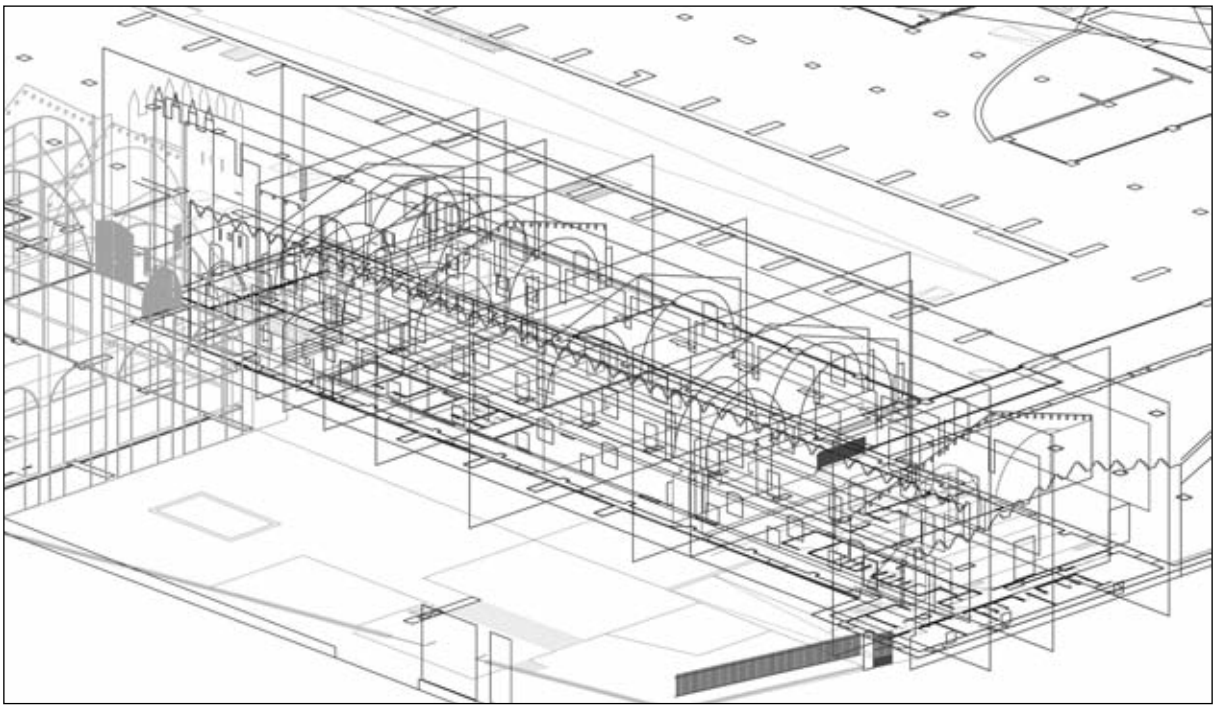
Con la información base anteriormente descrita, se comenzó el proceso de mallado partiendo de un principio, el de menor número de polígonos,⁹ sin considerar los elementos del edificio como elementos aislados, sino como una única superficie, interpretando las columnas y los muros, entre otros, como parte de una única superficie que posteriormente se seccionaría, logrando así reducir el número de polígonos y describiendo sólo las superficies visibles, a la vez que convirtiendo los espacios en volúmenes con la normal hacia el interior para ser posteriormente extruidos, recortados o simplemente para mover sus vértices a las posiciones en las que coincidan con la información base.

La construcción de estos volúmenes partió de la planta vectorial, complementada con entidades cerradas de regiones que constituirían el espacio interior de cada zona a modelar, pasando a ser transformadas a planos poligonales, en que su perímetro describe los elementos del espacio, como son las columnas y muros.

Se rectificaron las alturas de cada una de las arcadas entre columnas mediante las secciones vectoriales, realizadas en todos los arcos y columnas del modelo, lo que permitió la construcción de un modelo con referencia métrica precisa en puntos determinantes, siendo protagonista la malla decimada para afrontar las irregularidades del suelo y de los techos.

Es un modelo donde los bordes y vértices tienen una continuidad lineal entre superficies, permitiendo que los cambios de las superficies horizontales tengan su homó-

Figura 9. Secciones vectoriales del modelo.



logo en las superficies verticales, optimizando el proceso de modelado, lo que, a su vez, facilita el procesamiento de la iluminación y la visualización del modelo en la plataforma móvil.

El exterior del modelo partió también de estas entidades cerradas de planta y de fachada unidas, generando elementos de fachadas con un nivel de precisión y detalle mayor que a partir del modelado de pieza individual. Ello busca en todo momento un modelo organizado y fácilmente manipulable que permita aumentar el detalle



del mismo en etapas posteriores sin cambiar la estructura del proyecto, aumentando el grado de detalle de cada elemento mediante su subdivisión y modelado y alcanzando un gran detalle.

El modelo final cuenta con un total de 1.199.170 caras, de las cuales 937.132 son de elementos que no son parte del edificio patrimonial, pero que ayudan a entender su función actual.

Una vez obtenido dicho modelo, comienza a plantearse qué ejemplos permiten comprender la importancia

de un levantamiento preciso, y se encontró que uno de los fuertes es la interacción en el lugar en que el usuario puede ver la realidad y el mundo virtual al mismo tiempo, siendo este modelo complementario a la información que el usuario ve al transmitirse posiciones o contenidos específicos. Otro planteamiento es navegar por dos escenarios al mismo tiempo, permitiendo comparar y ampliar el conocimiento de determinado punto. Un ejemplo de ello es la galera real, la cual podemos ver en la figura 11, en toda su extensión en el mar, y en

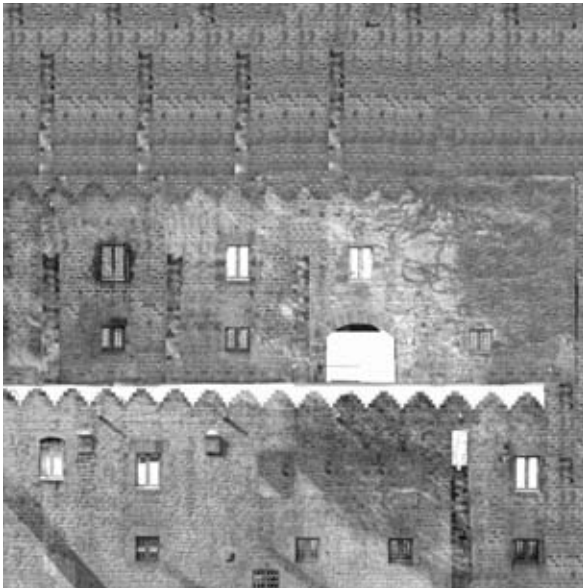


cuya parte superior derecha vemos un recuadro que se mueve al mismo tiempo que se mueve el usuario en el espacio museístico, generando así un punto de comparación que nos permite entender las dimensiones y las características de este elemento contenido por la arquitectura.

A partir de aquí se realizarán diversas pruebas para la validación del uso del sistema desde un punto de vista dinámico. Para ello se seleccionarán diferentes usuarios potenciales, generando una serie de tareas a realizar en

la aplicación, monitorizando el proceso de aprendizaje desde de la complejidad del sistema y de la adaptación de la respuesta motora de los usuarios. Paralelamente, se valorará la accesibilidad de las aplicaciones desarrolladas.

Los volúmenes generados en la etapa de modelado se reorganizaron en base a las texturas aplicadas, manteniendo su zonificación por espacios, dividiéndolos en cuatro categorías: suelo, techo, muros y elementos. Estas categorías, a su vez, corresponden a un material es-



pecífico, en el que las texturas de los materiales juegan un papel importante en la organización del modelo, ya que, dependiendo de si son texturas repetitivas, imágenes fotográficas, texturas de iluminación o de detalle, cambian las características de un modelo que busca el menor número de archivos para su procesamiento correcto en tiempo real.

En esta disposición de aplicar información sobre la superficie del objeto, surge la necesidad de estructurar los mapas que se aplican sobre ella, entendiendo que,

complementando a los ejes X, Y, Z (que son las coordenadas del objeto en 3D en el espacio del modelo), están las coordenadas U, V, W de la transformación del objeto (que corresponden a la información en 2D de la superficie de éste). Ver figura 10.

El proceso de organizar esta información U, V, W se considerada como una técnica de mapeado, usada sobre todo en geometrías complejas, ya que las superficies platónicas, solidas, primitivas o formas regulares pueden tener mapas proyectados automáticamente gracias a parámetros preestablecidos. Esta técnica de reorganización de información es aplicada por cara y no por vértice, lo que significa que un mismo vértice puede tener coordenadas UV separadas para cada polígono, en que sus polígonos adyacentes pueden dividirse y posicionarse en diferentes partes del mapa, permitiendo así un mayor aprovechamiento del espacio del mapa y evitando no desperdiciar memoria en espacios vacíos en el mapa UV.

De este aprovechamiento del espacio del mapa depende la división o adición de determinadas mallas, manteniendo una escala uniforme entre elementos del mismo material. En los casos en que esto no se logra, la malla tiene que subdividirse, reordenando sus mapas UV y manteniendo la proporcionalidad en cuanto al área de superficie entre ellas.

También se aplican otros mapas para aumentar el realismo del modelo,⁶ como es el llamado *falso relieve* (*bumpmap*), que permite aparentar un mayor detalle mediante una técnica de iluminación en el renderizado en tiempo real sin modificar la superficie de la malla, y el proceso de renderizar la iluminación a la textura, que permite aplicar cálculos de iluminación complejos y ejecutarlos como una textura, reduciendo el procesamiento por iluminación en tiempo real.

Por último, el modelo se exporta cumpliendo las características de la plataforma que se requiere para su visualización (Windows, iOS, Android), siendo el formato de exportación del nuevo estándar de intercambio, como polígonos triangulares, y las imágenes de la iluminación y los materiales, en formato JPG, en una proporción de 1.024 x 1.024 píxeles (figura 12).

Figura 11. Visualización entre la posición del usuario en el Museo y su representación virtual en tiempo real.



Figura 12. Detalle alcanzado en el modelo interactivo.



■ 6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo del módulo de realidad virtual y aumentada ha permitido probar distintas tecnologías disponibles, sin grandes inversiones, en un dispositivo fácilmente transportable y capaz de interpolarse en cualquier otro entorno de carácter patrimonial. En la metodología propuesta para la elaboración de este módulo, podemos destacar que la elección del TLS se presenta como la mejor herramienta para un levantamiento rápido y preciso de un edificio complejo, aunque es necesaria la generación de información tradicional: plantas, secciones y alzados para la creación de un archivo en 3D de polígonos con el menor número posible de superficies. Resulta imposible reducir en tiempos razonables modelos poligonales provenientes del TLS en modelos poligonales útiles. Dada la cantidad de información que registran, existe un proceso de reducción de ésta a través de procesos de filtrado, generando una base fiable sobre la cual se procedió a construir un modelo interpretado que utilizó el mínimo número de polígonos, dadas las exigencias del proyecto, y, al mismo tiempo, conservando un alto grado de precisión respecto al edificio original.

BIBLIOGRAFÍA

- BOEHLER, Wolfgang. «Investigating laser scanner accuracy». En: *Sixth Cipa Symposium (2003, Antalya, Turkey)*. Turquía, Antalya, 2003, pág. 189-195.
- CIGNONI, Paolo; MONTANI, Claudio; SCOPIGNO, Roberto. «A comparison of mesh simplification algorithms». *Computer and Graphics*, 22(1), 1998, pág. 37-54.
- ÖHRN, Tina. *Different mapping techniques for realistic surfaces*. Tesis doctoral. Gävle, University of Gävle. Department of Mathematics, Natural and Computer Science, 2008, pág. 6-13.
- ROCA, Josep; MARAMBIO, Alejandro. «Modelos digitales de nubes de puntos de la Habana Vieja, Cuba». En: *Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual (2006, Bilbao, España)*. Trabajos. Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña. Centro de Políticas del Suelo y Valoraciones, 2006, pág. 1-7.
- TERRADAS I MUNTAÑOLA, Robert. *Les drassanes de Barcelona: la geometria, la traça i l'estructura com a garants de la identitat de l'edifici*. Tesis doctoral. Barcelona, Universitat Ramon Llull. Escola Tècnica i Superior d'Arquitectura La Salle, 2008.
- VOSSelman, George; MAAS, Hans-Gerd. *Airborne and terrestrial laser scanning*. Letvija, Whittles Publishing, 2010, pág. 182-186.

NOTAS

- 1 TERRADAS I MUNTAÑOLA, Robert. *Les drassanes de Barcelona: la geometria, la traça i l'estructura com a garants de la identitat de l'edifici*. Tesis doctoral. Barcelona, Universitat Ramon Llull. Escola Tècnica i Superior d'Arquitectura La Salle, 2008.
- 2 Ídem.
- 3 ROCA, Josep; MARAMBIO, Alejandro. «Modelos digitales de nubes de puntos de la Habana Vieja, Cuba». En: *Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual (2006, Bilbao, España)*. Trabajos. Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña. Centro de Políticas del Suelo y Valoraciones, 2006.
- 4 CIGNONI, Paolo; MONTANI, Claudio; SCOPIGNO, Roberto. «A comparison of mesh simplification algorithms». *Computer and Graphics*, 22(1), 1998.
- 5 VOSSelman, George; MAAS, Hans-Gerd. *Airborne and terrestrial laser scanning*. Letvija, Whittles Publishing, 2010, pág. 182-186.
- 6 Término que hace referencia a una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y la representación de un modelo en 3D en tiempo real.
- 7 <http://www-cpsv.upc.es/lmvc/Unity/Estereo/WebPlayer/WebPlayer.html>.

RESUM

Actualment, la tecnologia de l'escàner làser terrestre (TLS) és una de les revolucions més importants de la topografia: és un mètode ràpid, precís i eficient per a la recollida de dades tridimensionals per al registre arquitectònic. L'exemple presentat en aquest document, el Museu Marítim de Barcelona, és un entorn ideal per provar i desenvolupar aplicacions interactives en un model a escala urbana complexa. S'hi descriu la metodologia de treball desenvolupada en tres fases:

- Aixecament amb TLS: va ser necessària una campanya de 20 dies, 507 posicions, per tal d'adquirir les dades de l'escàner làser en brut (núvols de punts).
- Generació de plans vectorials a partir d'ortoimatges de núvols de punts.
- Generació d'un model en 3D precís i la seva incorporació a un motor 3D per a la seva visualització en temps real.

El resultat final és un model tridimensional precís que permetrà estudiar d'una manera més detallada l'edifici, a més de facilitar a qualsevol usuari la interacció en temps real amb la reconstrucció virtual d'un dels edificis més representatius de la història de Barcelona des de qualsevol plataforma.⁷ ●