

NUEVAS ESTRATEGIAS PARA LA VISUALIZACION Y DIFUSION DEL PATRIMONIO DESCONTEXTUALIZADO. EL CASO DE LA SILLERÍA DE LA CATEDRAL DE OVIEDO

NEW STRATEGIES FOR THE VISUALIZATION AND INTERPRETATION OF DECONTEXTUALIZED HERITAGE. THE CASE OF THE OVIEDO CATHEDRAL

Alberto Sánchez Riera, Carles Pàmies Sauret, Isidro Navarro Delgado

doi: 10.4995/ega.2022.15960

Partiendo del caso de la sillería del coro de la catedral de Oviedo, desmantelada y reconstruida parcialmente en la sala Capitular del mismo edificio, este artículo describe el proceso de reconstrucción virtual y posterior visualización interactiva del conjunto original en su contexto. Para ello se integran geoméricamente imágenes equirectangulares del edificio actual con el modelo virtual de la sillería reconstruida en su totalidad a partir del levantamiento fotogramétrico de parte de ella, todavía existente. La técnica permite combinar de forma hiperrealista imágenes reales y virtuales, ofreciendo al espectador, de forma interactiva e inmersiva, un recorrido virtual "mixto" de la nave central de la catedral que incorpora el modelo virtual

reconstruido en la ubicación para el que fue originalmente diseñado. La metodología propuesta supone una nueva estrategia de visualización que, de forma económica, interactiva, ubicua y universal, ha de permitir un avance en la difusión del patrimonio descontextualizado.

PALABRAS CLAVE: FOTOGRAMETRÍA, ARTE GÓTICO, MODELOS 3D, REALIDAD VIRTUAL, PATRIMONIO DESCONTEXTUALIZADO

Starting from the case of the choirstalls in the Oviedo Cathedral, that were dismantled and partially rebuilt in the chapterhouse of the same building, this article describes the process of virtual reconstruction and subsequent interactive visualization of the original set in its context. To do that, equirectangular images of the current building are geometrically integrated with the virtual model of the stalls completely rebuilt from the photogrammetric survey of part of it, still preserved. The technique allows to combine real and virtual images in a hyper-realistic, interactive, and immersive way. It offers the viewer a "mixed" virtual tour of the cathedral central nave that incorporates the reconstructed virtual model in its originally designed location. The proposed methodology supposes a new visualization strategy that, in an economic, interactive, ubiquitous, and universal way, must allow progress in the dissemination of decontextualized heritage.

KEYWORDS: PHOTOGRAMMETRY, GOTHIC ART, 3D MODELS, VIRTUAL REALITY, CULTURAL HERITAGE



El desmantelamiento y traslado de la sillería del coro de la Catedral de Oviedo y la posterior reconstrucción parcial en la sala Capitular del mismo edificio es un claro ejemplo de la descontextualización, y consecuente pérdida, del patrimonio cultural y arquitectónico. La obra, una vez fuera del lugar para el que fue originalmente concebida, queda completamente desvirtuada, impidiendo al historiador, científico, o mero espectador, contemplarla en su totalidad y establecer cualquier hipótesis sobre su origen y configuración original. Las recientes técnicas de restauración fotogramétrica combinadas con técnicas de visualización inmersivas podrían volver a mostrar, de forma muy asequible, este tipo de creaciones en su contexto, devolviéndoles, virtualmente, su esplendor original. El presente escrito toma el caso de Oviedo para mostrar un ejemplo de restauración virtual, a partir de los estallos originales que se conservan en la actualidad, y expone el conjunto en su ubicación inicial utilizando técnicas inmersivas e interactivas. Para ello, previa a una descripción del contexto histórico, el artículo plantea la técnica a utilizar y describe la metodología seguida. Finalmente se extraen conclusiones que han de servir de base para futuros trabajos.

Contexto histórico

Es sabido que las sillerías góticas del coro de las Catedrales se situaban generalmente en la nave central enfrente del altar mayor, donde, a cada lado se sentaban de manera jerárquica los miembros del clero. Los coros góticos españoles, dados entre las últimas décadas del siglo xv y a lo largo del xvi, tuvieron

gran influencia artística alemana y de los Países Bajos justo cuando las grandes catedrales se habían terminado de construir (Vaz and Bote, 2020). A mediados del siglo xvi se ordenó el cambio de los coros de las iglesias monásticas, que fueron desmantelados por razones estéticas y destruidos fríamente en la mayoría de los casos (Navascués Palacio, 1998). De manera que, estos conjuntos corales ya no pueden contemplarse en el espacio para el que fueron concebidos originalmente, se encuentran descontextualizados y en la mayoría de los casos tan solo conservados parcialmente.

La construcción de la sillería que nos ocupa se fecha normalmente en las dos últimas décadas del siglo xv. La falta de documentación impide una datación más concreta. Coincide con el episcopado de don Juan Arias del Villar, que ocupa la sede asturiana entre los años 1487 y 1498. Durante su episcopado se cerraron los últimos tramos del templo, y se construyó la sillería del coro. Algunas fuentes atribuyen su autoría a Juan de Malinas, aunque hay hipótesis recientes que sitúan artesanos que intervinieron en la Catedral de León también en la construcción del coro de Oviedo (Teijeira Pablos, 1998, 1999). También se baraja la posibilidad de la intervención de Alejo de Vahía en muchas de las tallas, pero parece clara la influencia de artistas de los Países Bajos (Kraus and Kraus, 1986).

En 1894 se inicia el traslado parcial del coro al presbiterio, pero no totalmente, se conservan la silla del obispo y 24 más para los canónigos y 22 para los beneficiados. Tras numerosas disputas entre el cabildo y el obispo, en 1901 empiezan las obras de desmantelamiento. La

The dismantling and transfer of the choir stalls in the Oviedo Cathedral and its partial reconstruction in the Chapter House is a clear example of the decontextualization, and consequent loss, of the cultural and architectural heritage. The artwork, once out of the place for which it was originally conceived, is completely distorted, preventing the historian, scientist, or mere spectator, to contemplate it comprehensively or to establish any hypothesis about its origin and original configuration. Recent photogrammetric restoration techniques combined with immersive visualization techniques could very affordably re-display these types of creations in its original context. It would virtually restore them to their original magnificence. This writing takes the case of Oviedo to show an example of virtual restoration. From the original stalls that are preserved today, it exposes the complex in its initial location using immersive and interactive techniques. To do this, prior to a description of the historical context, the article outlines the technique to be used and describes the methodology followed. Finally, conclusions are drawn that will serve as the basis for future work.

Historic Context

It is known that the Gothic stalls of the Cathedral choir were generally located in the central nave, in front of the main altar, where the members of the clergy sat hierarchically on each side. Spanish Gothic choirs, dating from the last decades of the 15th century and throughout the 16th, had great German and Dutch artistic influence just when the great cathedrals had been completed (Vaz and Bote, 2020). In the middle of the 16th century, the change of the choirs of the monastic churches was ordered. They were dismantled for aesthetic reasons and coldly destroyed in most cases (Navascués Palacio, 1998). Thus, these coral assemblages can no longer be seen in the space for which they were originally conceived, they are decontextualized and, in most cases, only partially conserved.

The construction of the mentioned stalls is normally dated to the last two



1

decades of the 15th century. The lack of documentation prevents a more specific dating. It coincides with the episcopate of Don Juan Arias del Villar, who occupies the Asturian see between the years 1487 and 1498. During his episcopate the last sections of the temple were closed, and the choir stalls were built. Some sources attribute its authorship to Juan de Malinas, although there are recent hypotheses that place artisans who intervened in the León Cathedral also in the construction of the Oviedo choir (Teijeira Pablos, 1998, 1999). The possibility of Alejo de Vahía's intervention in many of the carvings is also being considered, but the influence of artists from the Netherlands seems clear (Kraus and Kraus, 1986).

In 1894 the partial transfer of the choir to the presbytery began, but not completely. The bishop's chair and 24 more for the canons and 22 for the beneficiaries were preserved. After numerous disputes between the council and the bishop, in 1901 the dismantling works began. The old stalls were moved to the chapter house and the Santa Bárbara chapel, while the retrochoir is demolished. In 1934, with the revolutionary incidents, the chapter house was blown up with the destruction of the upper-level stalls and a large part of the lower stalls. The remains of the Chapel of Santa Bárbara were stored in a storage room, although they also suffered some minor damage during the Civil War. Finally, in October 1976 the Kraus couple began the restoration of the stalls in various stages, until its conclusion in 1980. In 1982 the restored set was inaugurated in the Chapter room, where it is currently located (Fig. 1).

According to (Teijeira Pablos, 1998), the original complex consisted of 45 high and 35 low stalls, with a couple of accesses for circulation (Fig. 2). This set was located

sillería vieja se traslada a la sala capitular y a la capilla de Santa Bárbara, mientras que el trascoro es demolido. En 1934, con los incidentes revolucionarios, se voló la sala capitular con la destrucción de los estalos del nivel alto y gran parte de la sillería baja. Los restos de la Capilla de Santa Bárbara fueron almacenados en un trastero, aunque también sufrieron algunos daños menores durante la Guerra Civil. Finalmente, en octubre de 1976 el matrimonio Kraus inicia la restauración de la sillería en varias etapas, hasta su conclusión en 1980. En 1982 se inaugura el conjunto restaurado en la sala Capitular, donde se encuentra actualmente (Fig. 1).

De acuerdo con (Teijeira Pablos, 1998) El conjunto original estaba compuesto por 45 estalos altos y 35 estalos bajos, con un par de accesos para la circulación (Fig. 2). El conjunto se ubicaba en la cuarta y quinta crujía de la nave central, y aunque existen pocas imágenes de la sillería en su configuración original, parecía disponer de un cerramiento de forja en su lado contiguo al altar.

La disposición de los temas tallados en la sillería respondía a un programa iconográfico preciso, similar a otros dispuestos en conjuntos similares como los modelos iconográficos de León, Zamora y Astorga, que juntamente con el de Oviedo han venido a denominarse 'Grupo del Norte', por las numerosas similitudes e influencias. En la sillería baja, los respaldos se agru-

parían en un lado los Apóstoles y en el opuesto los profetas, además de santos y personajes veterotestamentarios. En el nivel superior, se representarían personajes del Nuevo Testamento junto a algunos del Antiguo Testamento. En la reconstrucción virtual realizada, debido a las pocas piezas de que se dispone, se ha mantenido la representación por niveles. Si bien la iconografía no corresponde exactamente a la original, esta podría establecerse mediante respaldos de otros coros en una segunda reconstrucción.

Restauración virtual

El modelado virtual y la reconstrucción 3D son técnicas ampliamente utilizadas en el campo del patrimonio cultural para recrear escenarios de manera precisa y fotorrealista, cuya metodología de trabajo está ampliamente desarrollada (Luis *et al.*, 2011). El continuo desarrollo de nuevos sensores y metodologías de captura y representación de datos en múltiples resoluciones, ha contribuido significativamente a la documentación, cartografía, conservación y difusión del patrimonio con el consiguiente crecimiento en este campo (Remondino, 2011; Puyuelo Cazorla *et al.*, 2015). Por su parte el uso de código abierto cada vez más fiable, ha permitido que la adquisición, grabación y manipulación de datos virtuales sea más cada vez más asequible y universal permitiendo satisfacer las necesi-



1. Izquierda: Levantamiento fotogramétrico. Derecha: Remanente de la sillería conservada en la actualidad
 2. Reconstrucción de la ordenación original de las sillerías alta (Izq.) y baja (Dcha.) (Teijera Pablos, 1998)

1. Left: Photogrammetric survey. Right: Remnant of the chairs preserved today
 2. Reconstruction of the original arrangement of the high (left) and low (right) stalls (Teijera Pablos, 1998)

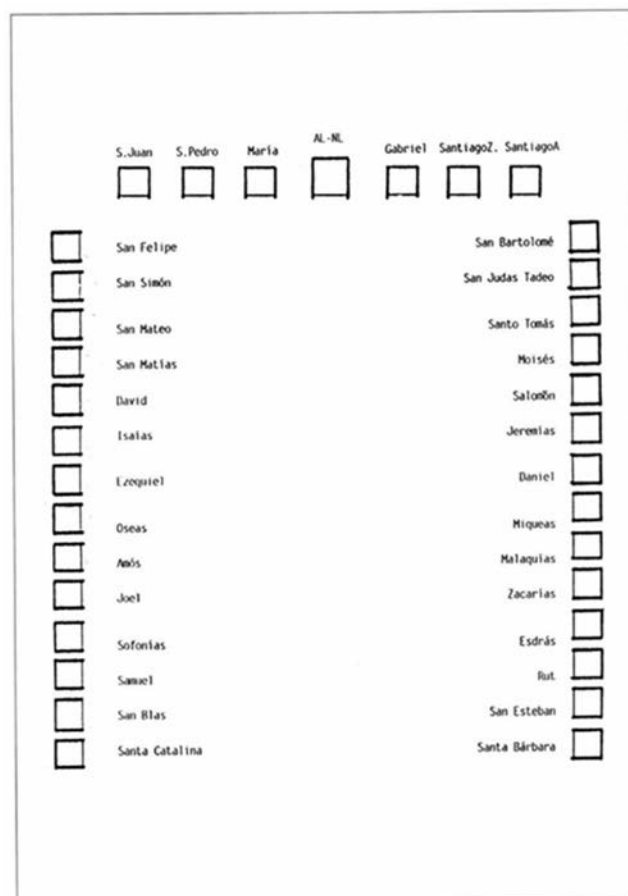
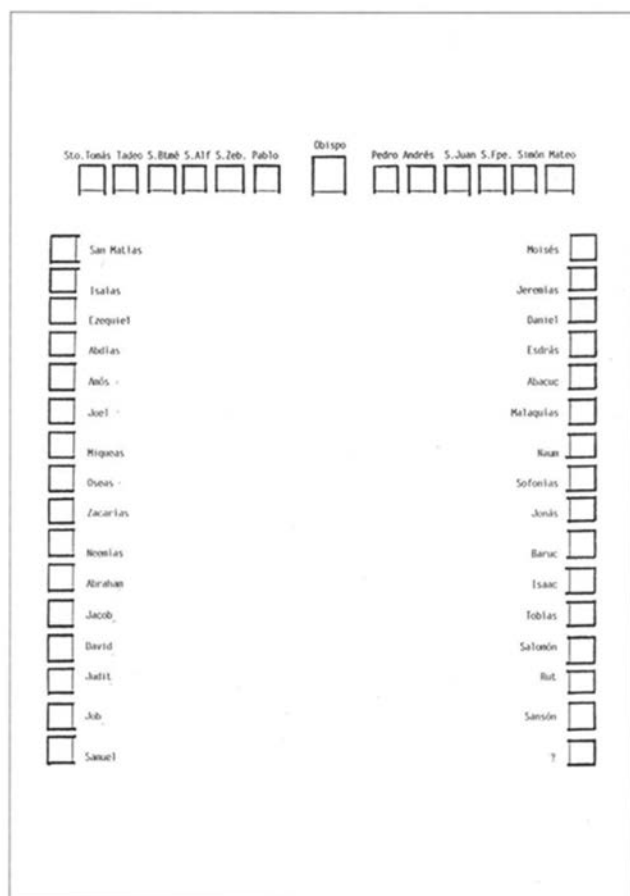
dades de preservación, gestión y protección propias del patrimonio cultural a través de herramientas digitales (Karachaliou *et al.*, 2019).

En la mayoría de los casos, los procesos de digitalización se basan en técnicas de escaneo láser de alto rango y/o fotogrametría digital que posibilitan un modelo geométricamente preciso con una textura fotográfica fotorrealista de alta calidad cromática (Piemonte *et al.*, 2018). El escaneo láser aporta una precisión consistente para cualquier rango de superficie, independientemente de la textura de la superficie del objeto, pero en general, para completar la representación es necesario combinar esta técnica con

una toma de datos fotogramétrica, que aporta información documental adicional y detalla zonas específicas de la densa nube de puntos generada (Yastikli, 2007; Gutiérrez Baños *et al.*, 2016a). Son muchos los ejemplos de levantamientos de edificios o espacios interiores de carácter patrimonial que utilizan estas técnicas con el fin de promover la conservación (Gutiérrez Baños *et al.*, 2016b), estudio (Aita *et al.*, 2017) y difusión del legado histórico (Yılmaz *et al.*, 2007; Portalés, Lerma and Pérez, 2009). Sin embargo, el proceso de superposición de los modelos no siempre es sencillo, su visualización en muchos casos requiere de software especializado,

in the fourth and fifth bay of the central nave. Although there are few images of the gothic stalls in its original configuration, it seemed to have a wrought-iron enclosure on its side adjacent to the altar.

The arrangement of the themes carved in the stalls responded to a precise iconographic program, like others arranged in similar sets, such as the iconographic models of León, Zamora and Astorga. These, together with Oviedo, have come to be called 'Grupo del Norte', for the many similarities and influences. In the low stalls, the backs would be grouped on one side the Apostles and on the opposite the prophets, as well as saints and Old Testament characters. At the top level, characters from the New Testament would be represented alongside some from the Old Testament. In the virtual reconstruction carried out, due to the few pieces





3. Levantamiento fotogramétrico de Diferentes fragmentos de la sillería descontextualizada
 4. Imagen actual del conjunto de la catedral en proyección equirectangular (superior) e imagen con el modelo virtual del conjunto de la sillería reconstruido (inferior)

3. Photogrammetric survey of different fragments of the decontextualized gothic choir
 4. Current image of the cathedral ensemble in equirectangular projection (upper) and image with the virtual model of the reconstructed Choir stalls (lower)

available, the representation by levels has been maintained. Although the iconography does not correspond exactly to the original, it could be established by backing up other choirs in a second reconstruction.

Virtual restoration

Virtual modeling and 3D reconstruction are techniques widely used in the field of cultural heritage to recreate scenarios in a precise and photorealistic way. Their work methodology is widely developed (Luis et al., 2011). The continuous development of new sensors and data capture and representation methodologies in multiple resolutions has contributed significantly to the documentation, mapping, conservation,

la experiencia no es interactiva, y el elevado coste de los escáneres laser, hacen que estas herramientas estén al alcance de muy pocos.

Una alternativa más asequible y asimismo precisa, especialmente en casos de difusión y documentación patrimonial, resulta de la combinación de imágenes en 360° con modelos fotogramétricos 3D. La facilidad de generación y su bajo coste ofrecen nuevas oportunidades para mostrar un entorno patrimonial de forma interactiva e inmersiva. En nuestro caso proponemos aprovechar este potencial para mostrar un recorrido virtual “mixto”. El interés de estos recorridos virtuales, completados con modelos virtuales es evidente, especialmente en tareas de preservación del patrimonio (Guttentag, 2010; Castagnetti, Giannini and Rivola, 2017). La imagen plana, de proyección equirectangular que generan las fotosferas, o fotos de 360°, permiten una vista interactiva del espacio real (Cabezos Bernal and Cisneros Vivó, 2016). Trabajos en esta línea pueden consultarse en (Koeva, Luleva and Maldjanski, 2017; Monna *et al.*, 2019), aunque ninguno de ellos plantea la superposición en

perspectiva del elemento patrimonial reconstruido virtualmente, que ha de permitir la visualización de todo el conjunto.

Metodología

El proceso seguido para la reconstrucción virtual de la sillería se resume en 4 pasos: Documentación; Trabajo de campo; Procesado; y resultados.

La documentación previa del contexto arquitectónico original es fundamental para definir y reconocer los valores del patrimonio cultural del elemento a reconstruir. Ayuda a su protección y futura restauración, contribuyendo activamente a una conservación y preservación adecuada, ayudando además a sensibilizar a la población. En nuestro caso, se ha consultado Kraus and Kraus, (1986) y Teijeira Pablos, (1998, 1999) que nos ha permitido establecer el número y disposición de los estalos, así como su ubicación exacta dentro de la catedral.

El trabajo de campo para el levantamiento fotogramétrico se ha realizado durante 2 días. Disparando un total de 799 fotografías





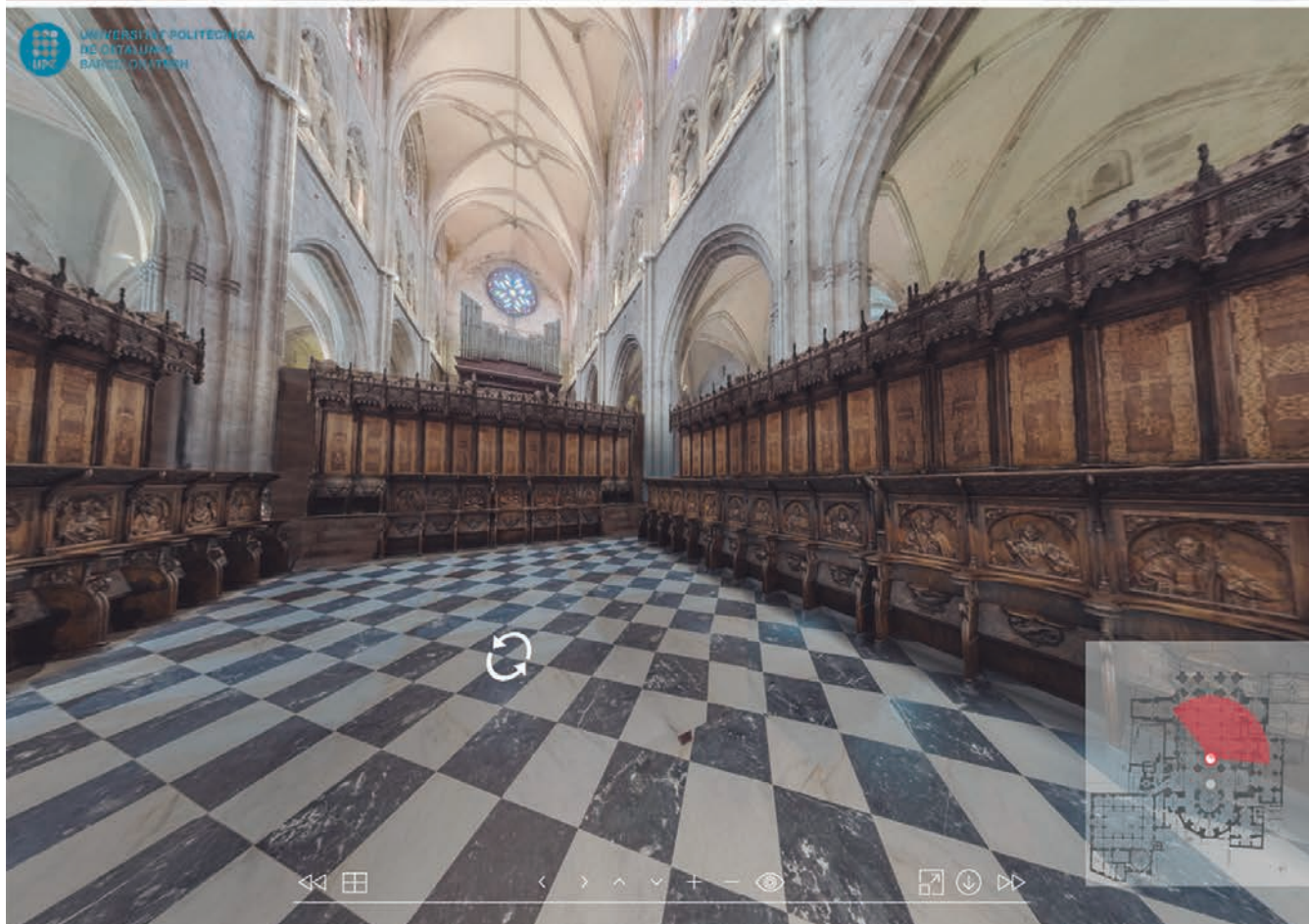
4

con una cámara NIKON D5200. La resolución de las imágenes ha sido de 6000x4000px, Sensibilidad (ISO) 100ASA, distancia focal de 18mm y apertura $f/8$. Los tiempos de exposición varían entre 4 y 8 segundos en función de las condiciones de iluminación del modelo. Para una mayor operabilidad, el conjunto actual se ha dividido en 4 grandes áreas que corresponden a las zonas que se reconstruyen posteriormente mediante el pro-

grama de modelado. En relación con la captura de imágenes equi-rectangulares de alta resolución, se han realizado seis fotografías para cada uno de los cinco puntos señalados, su posterior ensamblaje en proyección se ha realizado mediante el programa PTgui12

El procesado y ajustes previos de las imágenes se ha realizado con el programa Lightroom 6. Para la construcción de la nube de puntos se utilizó el programa Reality

and dissemination of heritage with the consequent growth in this field (Remondino, 2011; Puyuelo Cazorla et al., 2015). On the other hand, the use of increasingly reliable open source, has allowed the acquisition, recording and manipulation of virtual data to be more and more affordable and universal, allowing to satisfy the preservation, management and protection needs of cultural heritage through digital tools (Karachaliou et al., 2019). In most cases, the digitization processes are based on high-range laser scanning techniques and / or digital photogrammetry.





5. Recorrido virtual. Arriba: imagen estado actual. Abajo: incorporación del conjunto de la sillería reconstruido virtualmente

5. Virtual tour. Above: current state image. Bottom: incorporation of the virtually reconstructed choir stalls

Capture 1.1 formando un modelo resultante del remanente de la sillería de Oviedo que consta de 8,4 millones de polígonos con un tamaño total de 3Gb. Las hileras inferiores tienen los paneles tallados como respaldo, mientras que la única hilera superior existente tiene respaldos altos de marquetería que terminan en unos doseles de filigrana gótica (Fig. 3). Para la construcción del modelo virtual definitivo se ha utilizado el programa gratuito Blender 2.92, fragmentando la nube de puntos en cuatro grandes zonas: Hilera 1 – 380Mb, 1,63 millones de polígonos; Hilera 2 – 424Mb, 1,82 millones de polígonos; Hilera 3 – 325Mb, 1,39 millones de polígonos; Hilera Superior – 383Mb, 1,62 millones de polígonos. Conocidas las dimensiones y posición del conjunto original se ha procedido al renderizado del modelo virtual en proyección equirectangular y resolución de 8K, utilizando como fuente de iluminación la propia fotografía de alto rango dinámico.

Para la visualización del resultado final se ha procedido al fotomontaje del modelo virtual desde distintas localizaciones y puntos de vista correspondientes a las fotografías equirectangulares tomadas durante el trabajo de campo (Fig. 4).

La visualización de forma interactiva se ha configurado con el programa Krpano 1.20.9. Se han añadido ciertas funcionalidades con el objeto de que el usuario pueda modificar a voluntad la visualización del conjunto actual y la visualización de la reconstrucción de la sillería en su contexto original (Fig. 5). El resultado en su versión inicial puede consultarse en: <http://kilovatiohora.site/vtours/CatedralOviedo/tour.html>

Conclusiones

La descontextualización de elementos artísticos desvirtúa y adultera sus orígenes, impidiendo al historiador, científico, o mero espectador, contemplarlos en su totalidad y establecer cualquier hipótesis sobre su origen y configuración original. El caso de los coros góticos es un claro ejemplo de ello, pues se trata de un bien mueble de uso diario por el cabildo catedralicio, ubicado en el centro de la nave de las catedrales góticas, y que modifica, por tanto, sustancialmente, la percepción del espacio que cualquier visitante pueda tener en la actualidad. Su traslado impide la comprensión del uso del conjunto coral, las jerarquías que se establecían en los sitialos y las relaciones iconográficas que se establecieron en su construcción y ordenación. La técnica utilizada en el presente artículo permite comprender y admirar el valor del conjunto coral en su contexto original. La integración geométrica de imágenes equirectangulares con elementos reconstruidos virtualmente a partir de fragmentos originales, ha permitido combinar de forma hiperrealista imágenes reales y virtuales, ofreciendo al espectador, de forma interactiva e inmersiva, un recorrido virtual “mixto” de la nave central de la catedral que incorpora el modelo virtual en la ubicación para la que fue originalmente diseñada. El resultado de la metodología aplicada supone una nueva estrategia de visualización del patrimonio descontextualizado que, de forma interactiva, ubicua y universal, avanza en la difusión de elementos patrimoniales descontextualizados. Su aplicación en otros elementos patrimoniales desubicados ofrece nuevas perspectivas para su implementación, de forma asequible y económica. ■

It allows a geometrically precise model with a photo-realistic photographic texture of high chromatic quality (Piemonte et al., 2018). Laser scanning provides consistent precision for any surface range, regardless of the object's surface texture, but in general, to complete the representation it is necessary to combine this technique with a photogrammetric data collection, which provides additional documentary information and details for specific areas of the dense point cloud generated (Yastikli, 2007; Gutiérrez Baños et al., 2016a). There are many examples of heritage buildings or interior spaces that use these techniques in order to promote conservation (Gutiérrez Baños et al., 2016b), study (Aita et al., 2017) and dissemination of the historical legacy (Yilmaz et al., 2007; Portalés, Lerma and Pérez, 2009). However, the process of superimposing the models is not always easy, their visualization in many cases requires specialized software, the experience is not interactive, and the high cost of laser scanners makes these tools available to very few.

A more affordable and also accurate alternative, especially in cases of dissemination and heritage documentation, results from the combination of 360° images with 3D photogrammetric models. The ease of generation and its low cost offer new opportunities to show a heritage environment in an interactive and immersive way. In our case, we propose to take advantage of this potential to show a “mixed” virtual tour. The interest of these virtual tours, completed with virtual models, is evident, especially in heritage preservation tasks (Guttentag, 2010; Castagnetti, Giannini and Rivola, 2017). The flat equirectangular projection image, generated by photospheres, or 360° photos, allows an interactive view of real space (Cabezas Bernal and Cisneros Vivó, 2016). Works in this line can be consulted in (Koeva, Luleva and Maldjanski, 2017; Monna et al., 2019), although none of them raises the superposition in perspective of the virtually reconstructed patrimonial element, which should allow the entire complex visualization.

Methodology

The process followed for the virtual reconstruction can be summarized in 4 steps: Documentation; Field work; Image processing; and results.

Previous documentation of the original architectural context is essential to define and recognize the cultural heritage values of the element to be rebuilt. It helps its protection and future restoration. It actively contributes to proper conservation and preservation, and also helps to sensitize the population. In our case, Kraus and Kraus, (1986) and Teijeira Pablos, (1998, 1999) have been consulted, which has allowed us to establish the number and arrangement of the stalls, as well as their exact location within the cathedral.

The field work for the photogrammetric survey has been carried out for 2 days. Shooting a total of 799 pictures with a NIKON D5200 camera. The resolution of the images has been 6000x4000px, Sensitivity (ISO) 100ASA, focal length of 18mm and aperture $f/8$. Exposure times vary between 4 and 8 seconds depending on the lighting conditions of the model. For greater operability, the current set has been divided into 4 large areas that correspond to the areas that are subsequently rebuilt by the modeling program. In relation to the capture of high resolution equirectangular images, six photographs have been taken for each of the five points indicated, their subsequent assembly in equirectangular projection has been made using the PTgui12 software. The image processing and their previous adjustments has been carried out with the program Lightroom 6. For the point cloud construction, the Reality Capture 1.1 program was used, forming a model resulting from the remnant of the Oviedo ashlar that consists of 8.4 million polygons with a total size of 3Gb. The lower rows have the carved panels as backs, while the only existing upper row has high marquetry backs that end in Gothic filigree canopies (Fig. 3). For the construction of the definitive virtual model, the free software Blender 2.92 has been used. The point cloud was divided into four large areas: Row 1 - 380Mb, 1.63 million polygons; Row 2 - 424Mb, 1.82 million polygons;

Referencias

- AITA, D. *et al.* (2017) '3-Dimensional geometric survey and structural modelling of the dome of Pisa cathedral', in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 39–46. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-39-2017.
- CABEZOS BERNAL, P. M. and Cisneros Vivó, J. J. (2016) 'Panoramas esféricos estereoscópicos', *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, Vol. 21, N. doi: 10.4995/ega.2016.6264.
- CASTAGNETTI, C., GIANNINI, M. y RIVOLA, R. (2017) 'Image-based virtual tours and 3d modeling of past and current ages for the enhancement of archaeological parks: The visualversilia 3d project', *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(5W1), pp. 639–645. doi: 10.5194/isprs-Archives-XLII-5-W1-639-2017.
- GUTIÉRREZ BAÑOS, F. *et al.* (2016a) 'Reconstrucción virtual 3D del coro del Convento de Santa Clara de Toro (Zamora): la recuperación de un ámbito medieval de devoción femenina mediante el registro fotogramétrico y técnicas de renderización', *Virtual Archaeology Review*, 7(15), p. 123. doi: 10.4995/var.2016.5983.
- GUTIÉRREZ BAÑOS, F. *et al.* (2016b) 'Reconstrucción virtual 3D del coro del Convento de Santa Clara de Toro (Zamora): la recuperación de un ámbito medieval de devoción femenina mediante el registro fotogramétrico y técnicas de renderización', *Virtual Archaeology Review*, 7(15), p. 123. doi: 10.4995/var.2016.5983.
- GUTTENTAG, D. A. (2010) 'Virtual reality: Applications and implications for tourism', *Tourism Management*, 31(5), pp. 637–651. doi: 10.1016/j.tourman.2009.07.003.
- KARACHALIOU, E. *et al.* (2019) 'UAV for mapping historic buildings: from 3d modelling to bim', in *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Copernicus GmbH, pp. 397–402. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-397-2019.
- KOEVA, M., LULEVA, M. y MALDJANSKI, P. (2017) 'Integrating spherical panoramas and maps for visualization of cultural heritage objects using virtual reality technology', *Sensors (Switzerland)*, 17(4), pp. 1–15. doi: 10.3390/s17040829.
- KRAUS, D. y KRAUS, H. (1986) *The Gothic Choirstalls of Spain*. Routledge & Kegan Paul. Available at: <https://books.google.es/books?id=QLwNAAAAQAAJ>.
- LUIS, J. *et al.* (2011) 'Integration of Laser Scanning and Imagery for Photorealistic 3D Architectural Documentation', *Laser Scanning, Theory and Applications*, (May 2014), pp. 413–430. doi: 10.5772/14534.
- MONNA, F. *et al.* (2019) 'Contextualization of archaeological information using augmented photospheres, viewed with head-mounted displays', *Sustainability (Switzerland)*, 11(14). doi: 10.3390/su11143894.
- NAVASCUÉS PALACIO, P. (1998) *Teoría del coro en las Catedrales españolas. Discurso del académico electo Excmo. Sr. D. Pedro Navascués Palacio*.
- PIEMONTE, A. *et al.* (2018) 'A methodology for planar representation of frescoed oval domes: Formulation and testing on pisa cathedral', *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(8). doi: 10.3390/ijgi7080318.
- PORTALÉS, C., LERMA, J. L. y PÉREZ, C. (2009) 'Photogrammetry and augmented reality for cultural heritage applications', *The Photogrammetric Record*, 24(128), pp. 316–331. doi: 10.1111/j.1477-9730.2009.00549.x.
- PUYUELO CAZORLA, M. *et al.* (2015) 'De la representación a la experiencia. Realidad Aumentada para la interpretación del patrimonio monumental de la Lonja de Valencia', *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, Núm. 26 (2). doi: 10.4995/ega.2015.4051.
- REMONDINO, F. (2011) 'Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning', *Remote Sensing*, 3(6), pp. 1104–1138. doi: 10.3390/rs3061104.
- TEIJEIRA PABLOS, M. D. (1998) 'La sillería de coro de la catedral de oviedo', in *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*. Oviedo: REAL INSTITUTO DE ESTUDIOS ASTURIANOS, pp. 467–468.
- TEIJEIRA PABLOS, M. D. (1999) *Las sillerías de coro en la escultura tardogótica española*. León: Universidad de León.
- VAZ, A. M. y BOTE, M. T. R. (2020) 'La aportación de los entalladores septentrionales a los coros españoles de finales del gótico y comienzos del renacimiento', *digitAR - Revista Digital de Arqueología, Arquitectura e Artes*, (EX2). doi: 10.14195/2182-844X_EX2_3.
- YASTIKLI, N. (2007) 'Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning', *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), pp. 423–427. doi: 10.1016/j.culher.2007.06.003.
- YILMAZ, H. M. *et al.* (2007) 'Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage', *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), pp. 428–433. doi: 10.1016/j.culher.2007.07.004



Row 3 - 325Mb, 1.39 million polygons;
Top Row - 383Mb, 1.62 million polygons.
Knowing the dimensions and position of
the original set, the virtual model was
rendered in equirectangular projection and
8K resolution. The high dynamic range (hdr)
photograph from the environment was used
as the lighting source.

To visualize the final result, a
photomontage of the virtual model has
been carried out from different locations
and points of view. They correspond to the
equirectangular photographs taken during
the field work (Fig. 4).

The interactive experience has been
configured with the Krpano 1.20.9 program.
Certain functionalities have been added so
that the user can switch views and choose
between the visualization of the current
set, and the visualization of the original
choir reconstructed in its original context
(Fig. 5). The result in its initial release can
be consulted at: <http://kilovatiohora.site/vtours/CatedralOviedo/tour.html>

Conclusions

The decontextualization of artistic elements
distorts and corrupts their origins. It
prevents the historians, scientists, or
spectators from contemplating them in
their entirety and from establishing any
hypothesis about their origin and original
configuration. The case of the Gothic choirs
is a clear example of this since it is a
movable asset for daily use by the cathedral
chapter. It was in the centre of the nave
of the Gothic cathedrals, and therefore
substantially modifies the perception of the
space that any visitor may have today.
Their removal prevents from understanding
the use of the choral ensemble, the
hierarchies that were established in the
seats and the iconographic relationships
that were established in their construction
and arrangement. The technique used in
this article allows us to understand and
admire the value of the choral ensemble
in its original context. The geometric
integration of equirectangular images
with elements virtually reconstructed from
original fragments, has allowed to combine
real and virtual images in a hyper-realistic
way, offering the viewer, in an interactive

and immersive way, a “mixed” virtual
tour of the central nave of the cathedral
that incorporates the virtual model in
the location for which it was originally
designed. The result of the applied
methodology supposes a new strategy for
displaying decontextualized heritage that,
in an interactive, ubiquitous, and universal
way, advances in the dissemination of
decontextualized heritage elements. Its
application in other misplaced heritage
elements offers new perspectives for
its implementation, in an affordable and
economical way. ■

References

- AITA, D. *et al.* (2017) ‘3-Dimensional geometric survey and structural modelling of the dome of Pisa cathedral’, in *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 39–46. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-39-2017.
- CABEZOS BERNAL, P. M. and CISNEROS VIVÓ, J. J. (2016) ‘Panoramas esféricos estereoscópicos’, *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, Vol. 21, N. doi: 10.4995/ega.2016.6264.
- CASTAGNETTI, C., GIANNINI, M. and RIVOLA, R. (2017) ‘Image-based virtual tours and 3d modeling of past and current ages for the enhancement of archaeological parks: The visualversilia 3d project’, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(5W1), pp. 639–645. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-639-2017.
- GUTIÉRREZ BAÑOS, F. *et al.* (2016a) ‘Reconstrucción virtual 3D del coro del Convento de Santa Clara de Toro (Zamora): la recuperación de un ámbito medieval de devoción femenina mediante el registro fotogramétrico y técnicas de renderización’, *Virtual Archaeology Review*, 7(15), p. 123. doi: 10.4995/var.2016.5983.
- GUTIÉRREZ BAÑOS, F. *et al.* (2016b) ‘Reconstrucción virtual 3D del coro del Convento de Santa Clara de Toro (Zamora): la recuperación de un ámbito medieval de devoción femenina mediante el registro fotogramétrico y técnicas de renderización’, *Virtual Archaeology Review*, 7(15), p. 123. doi: 10.4995/var.2016.5983.
- GUTTENTAG, D. A. (2010) ‘Virtual reality: Applications and implications for tourism’, *Tourism Management*, 31(5), pp. 637–651. doi: 10.1016/j.tourman.2009.07.003.
- KARACHALIOU, E. *et al.* (2019) ‘UAV for mapping historic buildings: from 3d modelling to bim’, in *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Copernicus GmbH, pp. 397–402. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-397-2019.
- KOEVA, M., LULEVA, M. and MALDJANSKI, P. (2017) ‘Integrating spherical panoramas and maps for visualization of cultural heritage objects using virtual reality technology’, *Sensors (Switzerland)*, 17(4), pp. 1–15. doi: 10.3390/s17040829.
- KRAUS, D. and KRAUS, H. (1986) *The Gothic Choirstalls of Spain*. Routledge & Kegan Paul. Available at: <https://books.google.es/books?id=QLwNAAAAQAAJ>.
- LUIS, J. *et al.* (2011) ‘Integration of Laser Scanning and Imagery for Photorealistic 3D Architectural Documentation’, *Laser Scanning, Theory and Applications*, (May 2014), pp. 413–430. doi: 10.5772/14534.
- MONNA, F. *et al.* (2019) ‘Contextualization of archaeological information using augmented photospheres, viewed with head-mounted displays’, *Sustainability (Switzerland)*, 11(14). doi: 10.3390/su11143894.
- NAVASCUÉS PALACIO, P. (1998) *Teoría del coro en las Catedrales españolas. Discurso del académico electo Excmo. Sr. D. Pedro Navascués Palacio*.
- PIEMONTE, A. *et al.* (2018) ‘A methodology for planar representation of frescoed oval domes: Formulation and testing on pisa cathedral’, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(8). doi: 10.3390/ijgi7080318.
- PORTALÉS, C., LERMA, J. L. and PÉREZ, C. (2009) ‘Photogrammetry and augmented reality for cultural heritage applications’, *The Photogrammetric Record*, 24(128), pp. 316–331. doi: 10.1111/j.1477-9730.2009.00549.x.
- PUYUELO CAZORLA, M. *et al.* (2015) ‘De la representación a la experiencia. Realidad Aumentada para la interpretación del patrimonio monumental de la Lonja de Valencia’, *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, Núm. 26 (2. doi: 10.4995/ega.2015.4051.
- REMONDINO, F. (2011) ‘Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning’, *Remote Sensing*, 3(6), pp. 1104–1138. doi: 10.3390/rs3061104.
- TEJEIRA PABLOS, M. D. (1998) ‘La sillería de coro de la catedral de oviedo’, in *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*. Oviedo: REAL INSTITUTO DE ESTUDIOS ASTURIANOS, pp. 467–468.
- TEJEIRA PABLOS, M. D. (1999) *Las sillerías de coro en la escultura tardogótica española*. León: Universidad de León.
- VAZ, A. M. and BOTE, M. T. R. (2020) ‘La aportación de los entalladores septentrionales a los coros españoles de finales del gótico y comienzos del renacimiento’, *digitAR - Revista Digital de Arqueología, Arquitectura e Artes*, (EX2). doi: 10.14195/2182-844X_EX2_3.
- YASTIKLI, N. (2007) ‘Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning’, *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), pp. 423–427. doi: 10.1016/j.culher.2007.06.003.
- YILMAZ, H. M. *et al.* (2007) ‘Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage’, *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), pp. 428–433. doi: 10.1016/j.culher.2007.07.004.