



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

3D VIRTUAL RECONSTRUCTION OF THE CHOIR OF THE CONVENT OF SANTA CLARA IN TORO (ZAMORA): RECOVERING A MEDIEVAL SPACE OF FEMALE DEVOTION THROUGH PHOTOGRAMMETRIC RECORDING AND RENDERING TECHNIQUES

Fernando Gutiérrez Baños^{a,*}, Francisco M. Morillo Rodríguez^b, Jesús I. San José Alonso^b, Juan José Fernández Martín^b

^a Departamento de Historia del Arte, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Valladolid, Plaza Campus Universitario, s/n, 47011 Valladolid, España. fbanos@fyl.uva.es

^b Laboratorio de Fotogrametría Arquitectónica, E.T.S. Arquitectura, Universidad de Valladolid, Av. de Salamanca 18, 47014 Valladolid, España. francisco.morillo@alumnos.uva.es; lfa@ega.uva.es; juanjo@ega.uva.es

Resumen:

El convento de Santa Clara de Toro (Zamora) fue fundado a mediados del siglo XIII. Tras su destrucción durante las luchas intestinas que distinguieron a Castilla a finales de esta centuria, su fábrica fue reconstruida, de manera que fue habitado de nuevo por las monjas clarisas, quienes aún lo ocupan. Su arquitectura corresponde, fundamentalmente, a la reconstrucción llevada a cabo a principios del siglo XIV, pero se encuentra oculta por las obras efectuadas entre los siglos XVI y XVIII que le confieren una apariencia barroca. En el coro de esta estructura medieval enmascarada se descubrió, en la década de 1950, un conjunto de pinturas murales de mediados del siglo XIV, uno de los conjuntos más importantes de su clase jamás recuperados en Castilla, pero, de inmediato, estas pinturas murales fueron arrancadas y vendidas. Tras una serie de circunstancias, regresaron a Toro para ser instaladas en otro edificio, la iglesia de San Sebastián de los Caballeros, convertida en museo. Como consecuencia de todas estas vicisitudes, se perdió para siempre la disposición y el sentido originarios de estas pinturas murales. La reconstrucción virtual tridimensional (3D), basada en unos rigurosos análisis y crítica de las fuentes históricas y en un examen minucioso del espacio donde una vez se dispusieron las pinturas murales, asistido por el registro fotogramétrico, nos permite retornarlas a su contexto original mediante el uso de técnicas de renderización, recuperando, de esta manera, uno de los espacios de devoción femenina más estimulantes del siglo XIV castellano.

Palabras clave: pintura gótica, Toro (Zamora), museografía, patrimonio cultural, documentación, reconstrucción virtual 3D

Abstract:

The Convent of Santa Clara in Toro (Zamora) was founded in the mid-13th century. After destruction during the Castilian civil struggles of the last years of this century, its fabric was rebuilt and it was inhabited again by the Clarissan nuns, who still occupy it. Its architecture corresponds for the most part to its early-14th century rebuilding, even though it is concealed by works carried out from the 16th to the 18th centuries, so that it is apparently a Baroque complex. In the 1950s, in the choir of this Medieval hidden structure, a set of wall paintings of the mid-14th century was brought to light (one of the most important set of wall paintings of the early Gothic period ever found in Castile), but they were immediately detached from the walls and sold. It was only after a combination of circumstances that they came back to Toro to be installed in another building, the church of San Sebastián de los Caballeros, transformed into a museum. As a consequence of all these operations, the arrangement and sense of these wall paintings was lost. The virtual three-dimensional (3D) reconstruction, based on a deep analysis and criticism of historical sources and on a close inspection and photogrammetric recording of the original room once occupied by the wall paintings, enables us to place them back in their original context through the use of rendering techniques, so recovering one of the most exciting spaces of female devotion of the Castilian 14th century.

Key words: Gothic painting, Toro (Zamora), museography, cultural heritage, documentation, virtual 3D reconstruction

* Corresponding Author: Fernando Gutiérrez Baños, fbanos@fyl.uva.es



1. Antecedentes

El convento de Santa Clara de Toro fue fundado a mediados del siglo XIII por un grupo de religiosas procedentes del convento de Santa Clara de Salamanca. Finalizando ese siglo, la inestabilidad política y social condujo a su destrucción, pero el apoyo de la reina regente doña María de Molina, junto con el apoyo, probablemente, de su cuñada la infanta doña Berenguela (hija primogénita de Alfonso X), a quien la tradición de la casa recordará como su “fundadora”, hicieron posible que el convento subsistiera, dotándolo de un nuevo complejo edilicio erigido en los primeros años del siglo XIV. Este nuevo complejo edilicio es el que ha llegado hasta nuestros días, si bien profundamente transformado en la Edad Moderna, como ponen de manifiesto Navarro Talegón (1980, pp. 222-228), y Vasallo Toranzo (1994, pp. 291-294).

El convento de Santa Clara de Toro responde a un modelo arquitectónico especialmente característico de la arquitectura conventual femenina de la Baja Edad Media castellana, en el que, bajo la influencia, acaso, de la arquitectura doméstica de raigambre mudéjar, el conjunto se concibe a partir un gran salón de planta rectangular cuya mitad oriental se dedica a iglesia y cuya mitad occidental se dedica a coro, adosándose, a lo largo de uno de sus costados principales, el claustro que articula el resto de dependencias conventuales. En la misma ciudad de Toro el convento de *Sancti Spiritus*, de la orden dominicana, proporciona un paralelo apenas transformado de similar cronología.

Del coro del convento de Santa Clara de Toro procede uno de los conjuntos más importantes de pinturas murales del periodo gótico que se han podido recuperar en Castilla y León y, en general, en España (Fig. 1), estudiadas, entre otros, por Navarro Talegón (1980, pp. 169-175, 228), por Fernández Somoza (2001), por Grau Lobo (2001, pp. 9-10, 18-19, 47-50, nº 11), por Gutiérrez Baños (2005, Vol. 2, pp. 298-318, nº 107), y por Sedano Martín (2013, pp. 36-64). Desde finales de la década de 1970, estos murales se exhiben, fuera de contexto, en la



Figura 1: Fragmento del mural del Juicio final perteneciente al conjunto descubierto a mediados del siglo XX.

iglesia de San Sebastián de los Caballeros de la misma ciudad de Toro. Estos murales, localizados, en origen, a lo largo de los muros septentrional y meridional del coro del convento de Santa Clara de Toro, (denominaremos, convencionalmente, a estos paramentos septentrional y meridional de acuerdo con la orientación este-oeste que es recurrente en cualquier templo cristiano, si bien, en este caso particular, la orientación es, más bien, nortesur), fueron realizados, en su mayor parte, a mediados del siglo XIV, siguiendo el estilo gótico lineal. Son obra, acaso, de esa Teresa Díez cuya firma (“TERESA DÍEZ ME FECIT”), extraordinariamente controvertida, aparece junto a la representación de San Cristóbal (Barral i Altet, 2015). Con posterioridad (dentro, aún, del periodo medieval), se añadió un mural dedicado a San Bernardino de Siena. Los murales de mediados del siglo XIV desarrollan varios ciclos iconográficos: relatos de las vidas de Santa Catalina, de San Juan Bautista y de Cristo (con una peculiar selección de escenas), representaciones de santas y de santos (entre ellos, el popular San Cristóbal) y un rico y complejo *Juicio final*, apenas conservado, por desgracia. No responden, aparentemente, a un programa iconográfico único, coherente y articulado, sino, más bien, a iniciativas e intereses devocionales diferentes y particulares, manifiestos en los escudos que señalan a quienes encargaron cada uno de ellos. Exornando las paredes del espacio en el que las religiosas clarisas se congregaban varias veces a lo largo del día en torno al sepulcro de su recordada fundadora para el seguimiento de la liturgia y para el rezo del oficio, tendrían, para ellas, un especial carácter aleccionador que hace que la comprensión de los murales sea inherente a la comprensión del espacio en que se ubicaron.

El objetivo del presente trabajo de investigación es restituir virtualmente las pinturas murales a su contexto originario mediante el empleo de tecnologías digitales, planteándolo, además, no como un mero ejercicio de erudición, sino como una aportación a su más adecuada musealización y difusión.

2. ¿Cómo pudo ocurrir? De Toro a Toro pasando por Madrid

Las pinturas murales se descubrieron de manera casual en la década de 1950 (Navarro Talegón, 1980, p. 169), aunque, al parecer, una pequeña porción de las mismas permaneció siempre a la vista, sirviendo de fondo al relicario habilitado en el muro septentrional del coro cuando, en el siglo XVIII, se fabricó la tribuna del órgano (Navarro Talegón, 1994, p. 312). En la década de 1950, un desprendimiento parcial del enlucido del muro en la zona comprendida entre el mencionado relicario y el acceso al coro desde el claustro, provocado de manera fortuita por una religiosa mientras limpiaba, dejó al descubierto parte del mural de *Santa Catalina*. Enseguida se amplió su superficie, pudiéndose comprobar la calidad y la antigüedad de las pinturas murales. En 1959 el restaurador Antonio Llopart Castells presentó a la Comisaría de la Primera Zona del Patrimonio Artístico Nacional, a cuyo frente se encontraba Manuel Chamoso Lamas, un presupuesto para el arranque de las pinturas murales, cuya superficie, una vez examinado el espacio del coro conventual, estimó en 87 m². El presupuesto preveía un coste de 260153 pesetas y un periodo de ejecución de

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 FOTOGRAFÉMICO Y TÉCNICAS DE RENDERIZACIÓN

siete meses, ampliables a doce meses por razón de los compromisos insoslayables que, a buen seguro, tendría que atender entre medias el restaurador (Instituto del Patrimonio Cultural de España –en lo sucesivo IPCE–, Archivo de la Guerra, caja 258). Poco después, Victoriano Velasco Rodríguez, que, por su condición de Apoderado Provincial del Patrimonio Artístico en Zamora, estaba al tanto del proyecto de Llopart Castells, ofrecía, en su guía turística de la provincia de Zamora, una primera valoración de las pinturas murales (viciada por lo poco que entonces se podía apreciar, así como por su estado de conservación, afectado por groseros repintes): “un magnífico conjunto de pinturas murales, de la época de los Reyes Católicos, muy sueltas y graciosas, aunque no de gran calidad artística, constituyen una interesante serie iconográfica, por representar múltiples pasajes evangélicos o vidas de santos, distribuidos a la manera de los compartimientos de un retablo, hallándose pendientes cuando estas notas se redactan, de levantar con las consiguientes precauciones la capa de cal que las oculta” (Velasco Rodríguez, 1960, p. 126). En 1962, el mismo Velasco Rodríguez, en la segunda edición de su libro, nos proporcionaba las únicas imágenes que conocemos de estas pinturas murales con anterioridad a su arranque (Velasco Rodríguez, 1962, grabados nº 207-208). Entonces los sucesos se precipitaron: los trabajos de mantenimiento de los muros del coro condujeron a desmontar la sillería del coro y los retablos que se encontraban bajo la tribuna del órgano, quedando, finalmente, al descubierto las grandes extensiones de pinturas murales cuya presencia había sido detectada por Llopart Castells. La necesidad, por parte de las religiosas, de encontrar financiación para los trabajos de mantenimiento del vasto complejo conventual condujo a un acuerdo con la Dirección General de Arquitectura, que, para disgusto de responsables políticos y de eruditos toresanos, que, desde el principio de esta historia, habían mostrado tanto interés por las pinturas como escasa capacidad de actuación (a pesar de que en 1963 el municipio ofrecería, sin éxito, la colegiata o cualquier otro monumento toresano para su adecuada exhibición), consistió en que la Dirección General de Arquitectura adquiriría las pinturas murales por un importe de 500000 pesetas con el que las religiosas tendrían que pagar a Llopart Castells el coste de su arranque. El restaurador terminó su trabajo en noviembre de 1962 y las pinturas murales, extraídas en veinte fragmentos (doce correspondientes al muro septentrional y ocho correspondientes al muro meridional), partieron para Madrid, abandonando, para siempre, su lugar y su contexto de origen.

En Madrid se dieron a conocer en el Ministerio de Vivienda en 1967-68 en una exposición titulada *Exposición de murales góticos castellanos* (Pons Sorolla, 1968), que, aunque visitada apenas por un millar de personas, sirvió, cuando menos, para que historiadores del arte de prestigio se interesaran por ellas (Camón Aznar, 1968; Gaya Nuño, 1968; José Gudiol Ricart realizó entonces una amplia serie de fotografías que sirvió para su posterior difusión y comentario en Cook & Gudiol Ricart, 1980, pp. 246-247). En ella los murales se exhibieron tal cual habían sido arrancados en 1962, esto es, sin restaurar y sin intentar recomponer no ya su disposición original, sino ni siquiera sus distintas unidades iconográficas, como se pudo apreciar en las fotografías de la exposición que

publican Pons Sorolla y Camón Aznar. Por entonces se albergaba el proyecto de instalarlas definitivamente en el convento de San Juan de los Reyes de Toledo, pero Gaya Nuño reclamaba “que alguna de las escenas más bellas y mejor conservadas, y pienso en la de la Epifanía, pasase al Museo del Prado, llenando un sensible hueco en la historia de la pintura castellana, el que media entre las pinturas murales de Maderuelo y Casillas de Berlanga y las tablas cuatrocentistas” (Gaya Nuño, 1968).

Finalmente, el proyecto de instalarlas definitivamente en el convento de San Juan de los Reyes de Toledo se frustró y, entre tanto, la propiedad de las pinturas murales fue transferida de la Dirección General de Arquitectura a la Dirección General de Bellas Artes, que las trasladó al Instituto y Restauración de Obras de Arte –en lo sucesivo ICROA–. Por entonces se albergaba ya el proyecto de que las pinturas murales regresaran a Toro, a la antigua iglesia parroquial de San Sebastián de los Caballeros, desafectada al culto, en la que se iniciaron trabajos de restauración, pero en 1973 el anuncio de su traslado a Cuenca causó una alarma que hizo que las cosas, de nuevo, se precipitaran (en este caso, para bien): entre 1975 y 1977 las pinturas murales fueron restauradas en el ICROA y el 29 de julio de 1977 regresaron, finalmente, a Toro. Se depositaron provisionalmente en el convento de *Sancti Spiritus*, a la espera de la conclusión de los trabajos de restauración de la iglesia de San Sebastián de los Caballeros, donde se instalaron de inmediato (Navarro Talegón, 1977). La cuidada restauración efectuada en el ICROA permitió no solo la recuperación, en la medida de lo posible, de la superficie pictórica original de las pinturas murales, sino también la restitución de sus distintas unidades iconográficas (IPCE, Obras Restauradas, reg. gral. nos. 1324-1343), pues, en el momento de su arranque, esta no pudo ser respetada por las discontinuidades causadas en los paramentos medievales por la intrusión, en el siglo XVIII, de los elementos correspondientes a la fábrica de la tribuna del órgano.

En 1988-89 la exposición *Las Edades del Hombre. El arte en la iglesia de Castilla y León*, cabeza de serie del conocido fenómeno patrimonial, cultural y turístico, brindó la oportunidad de dar, de nuevo, visibilidad a este conjunto, con una repercusión infinitamente superior a la de 1967-68 (se pasó de 1000 visitantes a 1,000,000 de visitantes), pues hasta la catedral de Valladolid se trasladaron sus porciones más significativas: murales de *Santa Catalina*, de *San Juan Bautista*, de la *vida de Cristo* y de *San Cristóbal* (Exhibition 1988-89, pp. 85-86, nº 36, y 197-205, nº 110-112). De regreso a la iglesia toresana que ha de ser su emplazamiento definitivo, se efectuó un montaje permanente que es el que se puede disfrutar en la actualidad (Fig. 2).

La iglesia de San Sebastián de los Caballeros, documentada por vez primera en 1294, corresponde, en su fábrica actual, a la reconstrucción promovida en 1516 por el prelado dominicano toresano fray Diego de Deza (Navarro Talegón, 1980, pp. 164-166). Consiste en un amplio espacio de nave única de noble, aunque discreta, arquitectura gótica en el que las pinturas murales procedentes del coro del convento de Santa Clara de Toro se han instalado a lo largo de sus muros septentrional (de este a oeste, murales de *Santa Catalina*, de *Santa Águeda*, *Santa Lucía* y otros santos y



Figura 2: Vista general de la musealización actual del conjunto pictórico en la iglesia de San Sebastián de los Caballeros, Toro (Zamora).

de la *vida de Cristo*) y meridional (de este a oeste, murales de *San Juan Bautista*, de *San Cristóbal*, del *Juicio final* y de *San Bernardino de Siena*). El proyecto museográfico no atiende a la disposición original de las pinturas murales en el coro del convento de Santa Clara, ni en lo que se refiere a su ubicación en uno o en otro muro, ni en lo que se refiere a su sucesión, pues, con un criterio plausible, se ha atendido a la mejor adecuación de los distintos murales al espacio museístico (así, los murales más grandes se han colocado, enfrentados, en el espacio del presbiterio, más amplio, y los murales más pequeños se han colocado, enfrentados, igualmente, en el espacio de la nave, perturbado por la presencia de puertas y del coro en alto a los pies), pero esto no hace sino agudizar la descontextualización de las pinturas murales, producida, de entrada, por el hecho traumático de su arranque en 1962, llegándose, en casos extremos, a disponer por separado elementos correspondientes a un único mural (ocurre así, especialmente, en el caso del muy fragmentado mural del *Juicio final*, Fig. 1).

No consideramos oportuno replantear la disposición de los murales en su espacio museístico, pues, según se ha indicado, esta está hecha con criterio, pero sí creemos necesario aprovechar las posibilidades que ofrecen las tecnologías de recreación digital de entornos virtuales para completar el proyecto museográfico desde la perspectiva del siglo XXI, añadiendo la posibilidad de dar al visitante la experiencia derivada del empleo de la realidad aumentada o la fotografía inmersiva.

Estas tecnologías permiten restituir las pinturas murales a su contexto original, atendiendo a un orden manifiesto por vez primera de manera explícita en [Gutiérrez Baños \(2005, Vol. 2, pp. 301-302\)](#), según el cual en el muro septentrional del coro del convento de las clarisas toresanas se disponían, de este a oeste, los murales de *Santa Catalina*, de *San Juan Bautista* y de *San Bernardino de Siena* y en el muro meridional del coro del convento de las clarisas toresanas se disponían, de este a oeste, los murales del *Juicio final*, de *San Cristóbal* (que, de esta manera, quedaba enfrentado a la puerta de acceso al coro desde el claustro, según la disposición habitual de este santo, acorde con su devoción), de *Santa Águeda*, *Santa Lucía* y *otros santos* y de la *vida de Cristo*.

3. Premisas para la restitución virtual de la disposición original de las pinturas murales del coro del convento de Santa Clara de Toro

La hipótesis planteada en 2005 se fundamentaba en varios elementos de juicio que a continuación se detallan, incrementados, significativamente, en el transcurso del desarrollo del presente trabajo de investigación, por el análisis directo y minucioso del espacio del coro conventual, al cual no tuvimos acceso con anterioridad dada su condición de clausura monástica (Fig. 3).

- Croquis elaborados en 1959 por Antonio Llopart Castells para la elaboración del presupuesto de arranque de las pinturas murales (IPCE, Archivo de la Guerra, caja 258): en ellos, aunque de manera sumaria e imprecisa, se detalla hasta qué altura se conservaban pinturas murales en cada uno de los dos paramentos, septentrional y meridional, del coro conventual de Santa Clara de Toro y se detalla, así mismo, en qué condición se encontraban estas pinturas murales (encaladas u ocultas, simplemente, por muebles), lo cual permite, de entrada, asignar los murales, una vez restituidos en sus correspondientes unidades iconográficas, al muro septentrional (si es que conservan en su integridad su altura) o al muro meridional (si es que se encuentran mutilados por su parte superior) y da pistas para determinar, posteriormente, con la ayuda de fotografías previas a su restauración, a qué altura se encontraban las pinturas murales.



Figura 3: Vista general del estado actual del coro del convento de Santa Clara, Toro (Zamora).

- Fotografías tomadas en 1968 por José Gudiol Ricart a raíz de la *Exposición de murales góticos castellanos* (Institut Amatller d'Art Hispànic, Arxiu Mas, G-51655-51683): en ellas las pinturas murales están aún sin restaurar, mostrándose de acuerdo con el arranque efectuado por Llopert Castells, lo cual permite, de entrada, efectuar un inventario completo de los fragmentos arrancados y determinar, posteriormente, en virtud del deterioro diferencial que manifieste la superficie de los distintos fragmentos, a qué altura se encontraban (los que estaban encajados estarán más deteriorados, con su superficie piqueteada para el mejor agarre de los enlucidos superpuestos, mientras que los que estaban ocultos, simplemente, por muebles estarán sucios en la altura y forma que corresponda a los muebles). Estas fotografías permiten, además, empezar a “jugar” con los distintos fragmentos como si de piezas de un puzle se tratase, tratando de restituir no solo sus distintas unidades iconográficas, sino también su sucesiva yuxtaposición.
- Documentación escrita y fotográfica elaborada en 1975-77 por el ICROA con ocasión de la restauración de las pinturas murales (IPCE, Obras Restauradas, reg. gral. nos. 1324-1343): en ella se facilitan las medidas de los distintos fragmentos, lo cual permite, de entrada, confirmar el inventario completo de los fragmentos arrancados, comprobando, además, que no falta ninguno (lo cual no sería extraño, pues cierto tipo de prácticas que podríamos considerar “pago en especie” no fueron inusuales en los años en que se procedió al arranque de estas pinturas murales): la suma de las longitudes parciales de los distintos fragmentos se corresponde con la suma de las longitudes totales de los paramentos septentrional y meridional del coro conventual de Santa Clara de Toro. Proporciona, así mismo, una restitución de sus distintas unidades iconográficas basada en el trabajo directo sobre los distintos fragmentos, por lo que se reduce significativamente el número de piezas del puzle, que ya solo hay que encajar en sus bordes y en su relación con la configuración de los paramentos (huecos, intrusiones...).
- Testimonio de Navarro TALEGÓN (1980, pp. 170-175), testigo y protagonista privilegiado de las vicisitudes del patrimonio cultural toresano y Comisionado Provincial de Patrimonio en Zamora entre 1979 y 2007, que, en su análisis de estas pinturas murales en el catálogo monumental de Toro, sigue, en realidad, el orden de su primitiva disposición, aunque no lo declare explícitamente.
- Recuerdos de algunas religiosas que vivieron el descubrimiento y el arranque de las pinturas murales en las décadas de 1950 y de 1960. Estos recuerdos pudieron ser registrados en 1999 y permitieron confirmar la localización de algunos murales (especialmente del mural de San Bernardino de Siena, que es el que ofrece menos referencias por sí mismo).
- Examen minucioso del espacio del coro conventual de Santa Clara de Toro, efectuado en 2015 en el transcurso del desarrollo del presente trabajo de

investigación merced a la aquiescencia de las religiosas y del sacerdote responsable, que ha permitido, finalmente, documentar con absoluta precisión las características de cada uno de los dos paramentos, septentrional y meridional, de dicho espacio, permitiendo, de esta manera, encajar al milímetro las pinturas murales cuya disposición y sucesión resultaban ya claras por los testimonios anteriores. Este examen es el que permitirá, además, la restitución virtual del conjunto del coro.

4. Trabajos de documentación efectuados en 2015/16

Para realizar la toma de datos se desplazó hasta la localidad de Toro un equipo del Laboratorio de Fotogrametría Arquitectónica de la Universidad de Valladolid junto al investigador del que había partido la idea inicial del proyecto, el Doctor en Historia del Arte y Profesor Titular de Universidad de dicha institución D. Fernando Gutiérrez Baños. El instrumental utilizado para esta labor fue una cámara réflex digital Nikon D700 y un escáner laser FARO Focus3D.

En el trabajo previo de preparación del proyecto se había contemplado la necesidad de utilizar dos métodos para la obtención de los datos. Por un lado, se diseñó una toma de datos fotogramétrica para el conjunto de las pinturas murales en su localización actual en la iglesia de San Sebastián de los Caballeros, mientras que, por otro lado, se consideró necesario recurrir a la información obtenida del escáner láser para registrar el espacio de su localización original en el coro del convento de Santa Clara. Por ello para la documentación de las pinturas se procedió a la realización de un barrido fotográfico completo de detalle que obtuvo 101 tomas fotográficas realizadas con un objetivo Nikon 85-150 que permitiría recomponer los paños completos mediante la fusión digital de los diferentes archivos (Fig. 4). De este proceso resultaron 8 archivos de fotografía panorámica, uno por cada panel actual expuesto. Así mismo, para asegurar la precisión métrica del documento final, se procedió a realizar diversas tomas con escáner laser que permitirían crear un modelo virtual del espacio museístico actual completo, incluyendo los paramentos en los que están situadas las pinturas. A propósito de la integración de la digitalización láser e imágenes JPG, se puede consultar el trabajo de [Lerma et al. \(2011\)](#).

A continuación, el equipo al completo se desplazó al convento de Santa Clara, donde se realizaron 5 barridos de escaner (dos desde la tribuna del órgano y tres en el espacio inferior) para poder obtener un modelo completo del espacio en el que originalmente estuvieron ubicadas las pinturas (el coro conventual).

El modelo fotogramétrico ha sido generado con el programa PhotoScan de Agisoft Professional 64 bit, facilitado por cortesía de GEOBIT para el presente trabajo. PhotoScan nos ofrece total garantía en el control de los parámetros de cálculo y en la gestión y verificación de resultados. Se ha montado un modelo empleando 83 fotos, y se estima que el proceso completo de cálculo (orientar cámaras, crear nube densa, hacer malla, y crear textura) ha sido de 180 minutos. Para el procesado previo de enmascarado e



Figura 4: Proceso de toma de datos del conjunto de pinturas murales en su actual ubicación en la iglesia de San Sebastián de los Caballeros, Toro (Zamora).

inserción del apoyo topográfico se han invertido 240 minutos. Sobre la generación de Modelos 3D Con imágenes terrestres se puede consultar el trabajo de Remondino (2011).

En la metodología actual del LFA, el modelo fotogramétrico final, es siempre testado por el modelo láser resultante de la fusión de la nube de puntos obtenida con el escáner Faro Focus3D, que consideramos adecuado para este trabajo dentro de los equipos disponibles en el LFA.

La fusión de las nubes se realiza con el software FARO SCENE v 5.4 y se procesa posteriormente con UVACAD v 3.1C, programa de software desarrollado por el grupo LFA de la Universidad de Valladolid, para facilitar la explotación de modelos en nube de puntos. La metodología de trabajo está ampliamente desarrollada en la literatura (Lerma, Cabrelles, Navarro, & Seguí, 2011; San José Alonso, Martínez Rubio, Fernández Martín, & García Fernández, 2011).

Para explicar de modo sencillo el proceso de testeo, digamos que cuando la nube densa fotogramétrica nos presenta errores que no podemos entender de modo visible, acudimos a la nube de puntos láser quien nos aporta una explicación clara o bien nos ofrece datos para la corrección geométrica.

Así mismo se documentaron fotográficamente diferentes elementos relacionados con el mismo, como la puerta de acceso al coro desde el claustro, la reja que, en origen, estuvo en el muro de separación entre el coro y la iglesia (que se conserva, en la actualidad, en la nave de la iglesia), la sillería, etc. También se aprovechó la visita para indagar "in situ" algunos aspectos problemáticos de la fábrica original del convento, ya que el edificio había sufrido una profunda modificación en el siglo XVIII que había alterado su aspecto original y que, posteriormente, diferentes reparaciones efectuadas en el siglo XX habían terminado de desnaturalizarlo. Era, por tanto, necesario comprobar si las dimensiones

actuales correspondían con el espacio original para poder tener en cuenta las posibles variaciones en la creación del modelo 3D.

5. Metodología empleada para la restitución virtual de la disposición original de las pinturas murales del coro del convento de Santa Clara de Toro en su espacio arquitectónico de origen

Tras la toma de datos se procedió al procesado digital de toda la información. Se obtuvo una nube de puntos para cada uno de los dos espacios, así como ocho imágenes panorámicas de alta resolución (una por cada uno de los paneles en que actualmente están organizadas las pinturas murales). Estas panorámicas se realizaron con el software PTGui pro10, obteniendo imágenes finales de 20000 x 20000 píxeles. La geometría ha sido aportada desde la nube láser, que nos aporta un grado de precisión mayor, que el obtenido en nuestro modelo fotogramétrico.

La nube de puntos de la iglesia de San Sebastián de los Caballeros sirvió para generar los ortoalzados de los dos paramentos en los que se encuentran las pinturas. Estos ortoalzados sirvieron para poner en escala los ocho panoramas generados con las 101 fotografías obtenidas de los diferentes barridos que se realizaron a cada uno de los paños (Fig. 5).

De la nube del coro se extrajeron los diferentes ortoalzados y plantas necesarios para documentar dicho espacio en su estado actual y poder recrear su estado primigenio. Los datos actuales sirvieron para poder determinar con precisión el lugar exacto en el que se localizaban algunos de los restos más conflictivos de situar. Los dos paneles pertenecientes al tema iconográfico del Juicio final habían de armonizarse con las hornacinas excavadas en el muro meridional en el momento de instalar el pequeño retablo que hoy se encuentra en esa zona bajo la tribuna del órgano, por lo que la traza de esas hornacinas fue esencial a la hora de encontrar el lugar exacto en el que estaban previamente. El resto de paneles del muro meridional tuvieron que ser colocados siguiendo la altura de la sillería que los ocultó durante siglos y algunos indicadores tales como la conexión entre lagunas pictóricas. A su vez, en el muro norte la traza de los arcos que muestran las pinturas del panel dedicado a Santa Catalina nos permitían encajar la primera de las piezas, al conservarse, aunque reformado con posterioridad al arranque de las pinturas, la vitrina expositora con función de relicario que causó esta huella en el mural. Así mismo las trazas de la puerta y de una intervención en su dintel nos marcaban el lugar que ocupaba el otro gran panel, dedicado a San Juan Bautista. El panel dedicado a San Bernardino de Siena pudo ubicarse en el espacio restante a partir de los recuerdos de las religiosas y a partir del tipo de deterioro que presentaba en las imágenes previas a su restauración, que indicaban que este mural estuvo oculto por la sillería.

De la visita al espacio se pudo comprobar que la techumbre también había sido intervenida y no conservaba el artesonado original. Por lo que, para que

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



(a)



(b)

Figura 5: Ortoalzados de los paramentos interiores de la iglesia de San Sebastián de los Caballeros con los paneles del conjunto pictórico estudiado, Toro (Zamora): a) ortoalzado sur; b) ortoalzado norte.

la recreación fuera lo más fiel posible a la época, se documentó fotográficamente un artesanado perteneciente al mismo horizonte cronológico y estilístico. En la misma localidad de Toro se encuentra el convento dominicano de *Sancti Spiritus*, que es prácticamente coetáneo del que nos ocupa. Con la particularidad de que mientras que en Santa Clara se transformó en época barroca la iglesia, en el convento dominicano se intervino en este momento en el coro, pero la iglesia conservaba restaurado en el siglo XX un magnífico ejemplo de artesanado original de la primera mitad del siglo XIV (Fig. 6). Así mismo, existe un tercer espacio conventual femenino, el convento de Santa Sofía, (Vicente Pradas, 2016, Vol. II, pp. 303-312 documentación gráfica de Morillo Rodríguez), que nos confirmaba la hipótesis tipológica espacial. De la visita al convento de *Sancti Spiritus* también se pudo establecer que ambos espacios –coro e iglesia– debieron de ser,

en origen, un único espacio dividido por un muro que no llegaría a alcanzar la altura completa del mismo y que dicho muro tan solo tendría un pequeño hueco cerrado por una reja de clausura como comunicación física entre ambos espacios.

Con todos estos datos en la mano ya se podía construir un modelo 3D del espacio al que posteriormente se le aplicaron como texturas los diferentes alzados obtenidos con los paneles, la puerta de acceso desde el claustro, la reja de clausura y el artesanado. A la escena se le añadió un sarcófago en el centro que fuese evocador del sepulcro de la infanta doña Berenguela, que sabemos que estuvo ubicado aquí. El sepulcro que actualmente contiene los restos de esta señora en una hornacina en el muro septentrional de la iglesia, junto al presbiterio, es relativamente moderno, por lo que se optó por situar en el coro la recreación del sepulcro de la infanta doña Leonor –hija de Alfonso X y hermana de



Figura 6: Modelo fotogramétrico del artesanado de la iglesia del convento de *Sancti Spiritus*, Toro (Zamora).

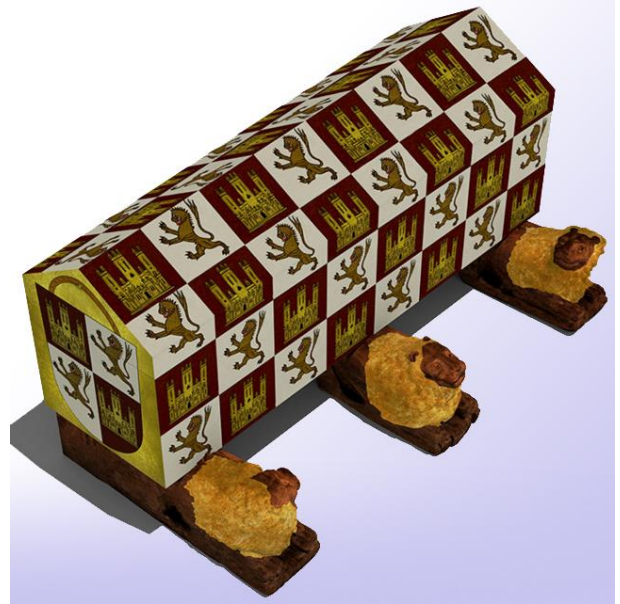
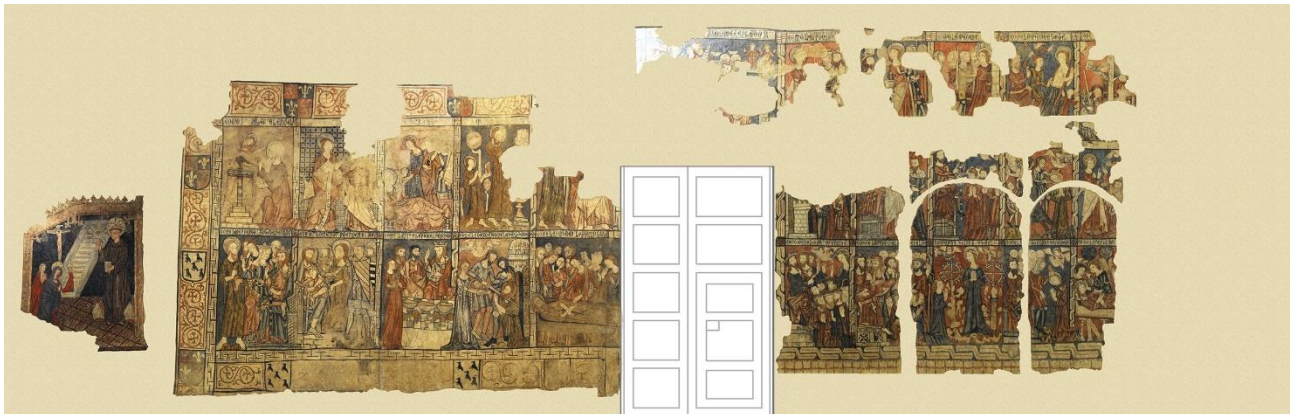
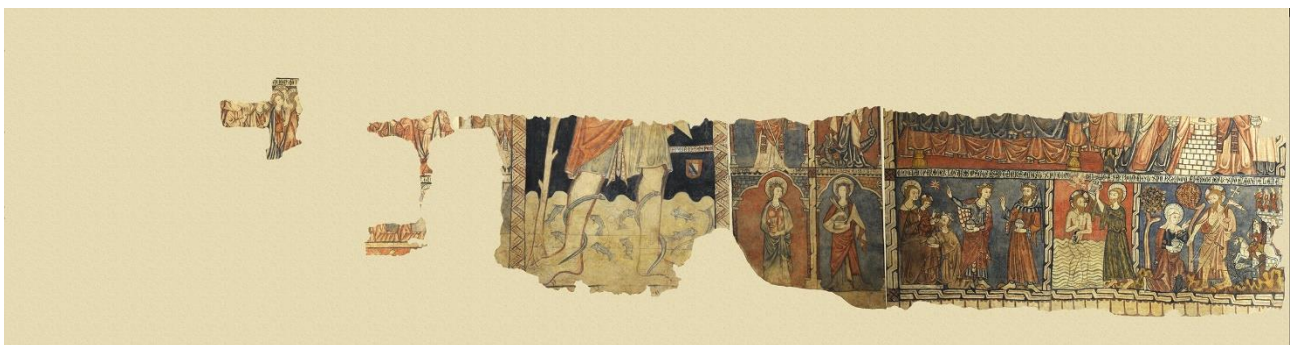


Figura 7: Modelo de la reconstrucción virtual del sepulcro de la infanta doña Leonor de Castilla († 1275), convento de monjas dominicas de Caleruega (Burgos).



(a)



(b)

Figura 8: Alzados de la disposición original de las pinturas en los paramentos del coro del convento de Santa Clara, Toro (Zamora): a) alzado norte; b) alzado sur.

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



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 9: Vistas de la recreación de la disposición original de las pinturas en los muros del coro del convento de Santa Clara: a) alzado norte; b) vista hacia el muro de clausura; c) vista hacia la capilla mayor; y d) vista desde el muro de clausura.

doña Berenguela— que ya había sido objeto de estudio por parte del mismo equipo en colaboración con el Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Castilla y León un par de años atrás y presentado en la jornada técnica sobre su restauración en AR&PA 2014 (Fig. 7). Un caso parecido de recreación de ambiente completo se puede observar en el trabajo de [Capurro, Nollet, & Pletinckx \(2014\)](#).

La referencia de las partes parciales, como por ejemplo la cubierta, siempre es posible gracias a que existe un modelo topográfico-láser obtenido desde la nube de puntos láser. Resumiendo en una frase el sentido de la metodología empleada podemos afirmar que “tomamos lo mejor de cada sistema”. Es decir, los panoramas digitales ofrecen la posibilidad de la visualización al mayor detalle posible, la nube de puntos, obtenida por el escáner láser, nos aporta la mayor precisión geométrica, y el modelo fotogramétrico nos combina una visualización 3D suficiente, ágil y completa. La combinación y comparación de sistemas ya está contemplada en el trabajo de [Díaz Gómez, Jiménez Peiró, Barreda Benavent, Asensi Recuenco, & Hervás Juan \(2015\)](#).

6. Conclusiones: una propuesta y varias perspectivas

El proceso documental descrito conlleva la obtención de unos resultados razonados, cuya presentación, a través de las nuevas tecnologías informáticas, hace posible la recreación virtual de lo que fue el escenario histórico original en el que fueron contemplados los murales con la articulación que tuvieron en origen (Fig. 8).

En definitiva lo que se pretende es que, más allá de una representación convencional, “técnica”, expresada a través de planimetrías y “dibujos” en perspectiva cónica, el espectador pueda percibir el espacio y el ambiente del contenedor que albergaba las pinturas, ambientado con los elementos que estableció su uso (Fig. 9) de acuerdo con las diferentes formas de acercarse de forma didáctica los contenidos patrimoniales gracias a las tecnologías digitales planteados por [Santacana Maestre & López Benito \(2014\)](#).

La última fase del proyecto pasa por la generación de los diferentes productos divulgativos que acerquen al público general o al especializado en los diversos campos que participan de esta investigación (historiadores del arte, restauradores, gestores y educadores especializados en patrimonio cultural, etc.).

Para ello se proponen las siguientes acciones, cuya materialización dependerá del interés y de la disponibilidad económica que pueda haber por parte de los diferentes actores implicados en la conservación y en la difusión de este legado patrimonial.

“In situ virtual”

Audiovisual que explique las diferentes peripecias del conjunto pictórico, así como sus iconografías y la importancia que tienen en el panorama pictórico medieval de la Corona de Castilla. Este audiovisual está pensado para que sea posible visionarlo en la propia iglesia de San Sebastián de los Caballeros, bien sea en una gran pantalla situada en el coro en alto de la iglesia (opción poco recomendable dada la imposibilidad de acceso a personas con movilidad

reducida), bien sea en un monitor situado en un tótem a la entrada del espacio (opción más recomendable por sus costes, por su accesibilidad al público en general y por la posibilidad de mantener la función actual del espacio).

Como complemento de este audiovisual se plantea la creación de una imagen inmersiva que sea posible visitar desde teléfonos inteligentes y otros dispositivos móviles o dispositivos de realidad virtual (RV) mediante la lectura de un código QR. La ventaja de esta visita inmersiva es que permite la colocación del código QR tanto en la iglesia de San Sebastián de los Caballeros como en la iglesia de Santa Clara (ya que el coro, al ser un espacio de clausura, no es visitable para el gran público).

“In situ editorial”

Edición de una pequeña guía de mano que explique el conjunto de las pinturas, así como sus avatares y presente los resultados de este trabajo en formato papel acompañado de los códigos QR que permitan la navegación por los modelos virtuales subidos a las plataformas correspondientes.

“In situ educacional”

Edición de unas láminas en formato A3 (o A2) que sirvan como base para un programa docente en los institutos de la zona toresana (o extensivo a otros emplazamientos) en el que, tras la explicación en clase, los alumnos puedan “dibujar” lo que ellos creen que podría haber en las lagunas que presenta el conjunto.

“In situ congresual”

Preparación de los materiales necesarios y presentación del proyecto en diferentes foros especializados ([Gutiérrez, Morillo, San José, & Fernández, 2016](#)). Así mismo nos planteamos la creación de los materiales necesarios para su publicación en revistas especializadas de impacto académico.

Agradecimientos

Este trabajo es parte de la actividad de investigación del G.I.R. de la Universidad de Valladolid IDINTAR: Identidad e Intercambios Artísticos. De la Edad Media al Mundo contemporáneo. Los autores están en deuda con D. Roberto Castaño Joaquín, sacerdote a cargo de las iglesias parroquiales de Toro, por permitirnos documentar las pinturas murales que ahora se encuentran en la iglesia de San Sebastián de los Caballeros, y con las comunidades de clarisas del convento de Santa Clara y de dominicas del convento de *Sancti Spiritus* por darnos acceso a sus hogares con el fin de documentar las estructuras arquitectónicas necesarias para este trabajo. Así mismo hacemos extensivo nuestro agradecimiento al Laboratorio de Fotogrametría Arquitectónica de Valladolid, y en especial a David Marcos y Natalia Redero por su trabajo y entusiasmo a la hora de llevar a cabo la reconstrucción virtual de este conjunto de pinturas y a la empresa GEOBIT por la cesión de licencias del software empleado.

Por último debemos agradecer a la Fundación “Las Edades del Hombre” su interés y apoyo para hacer realidad la difusión de este trabajo.

Referencias

- Barral i Altet, X. (2015). "Teresa Dieç me fecit". Una pittrice (laica?) per un monastero di clarisse a Toro nella Castiglia del primo Trecento. In A. C. Quintavalle (Ed.), *Medioevo: natura e figura. La raffigurazione dell'uomo e della natura nell'arte medievale* (pp. 665–674). Milan, Italy: Skira.
- Camón Aznar, J. (1968). Los murales góticos de Santa Clara de Toro. *Goya*, 82, 214–219.
- Capurro, C., Nollet, D., & Pletinckx, D. (2014). Reconstruction of the interior of the Saint Salvator abbey of Ename around 1290. *Virtual Archaeology Review*, 5(11), 34–41. <http://dx.doi.org/10.4995/var.2014.4174>
- Cathedral of Nuestra Señora de la Asunción, Valladolid. (1988-89). *Las Edades del Hombre. El arte en la iglesia de Castilla y León* [Exhibition catalogue]. Salamanca, Spain.
- Cook, W. W. S., & Gudiol Ricart, J. (1980). *Pintura e imaginería románicas* (2nd ed.). Madrid, Spain: Editorial Plus-Ultra.
- Díaz Gómez, F., Jiménez Peiró, J., Barreda Benavent, A., Asensi Recuenco, B., & Hervás Juan, J. (2015). 3D modeling for the generation of virtual heritage. *Virtual Archaeology Review*, 6(12), 29–37. <http://dx.doi.org/10.4995/var.2015.4150>
- Fernández Somoza, G. (2001). *Las pinturas murales del coro del convento de Santa Clara de Toro (Zamora). Un marco para la nueva devoción franciscana*. Zamora, Spain: Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo".
- Gaya Nuño, J. A. (1968, January 21). Pintura gótica castellana. Un descubrimiento capital. *Diario de Barcelona*.
- Grau Lobo, L. A. (2001). *Pinturas murales de la Edad Media en la provincia de Zamora*. Zamora, Spain: Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo".
- Gutiérrez, F., Morillo, F. M., San José, J. I., & Fernández, J. J. (2016). Un regreso virtual: recreación de la apariencia original del coro del convento de Santa Clara de Toro (Zamora) con sus pinturas murales medievales, en la actualidad arrancadas y desplazadas. In Lerma, J. L., & Cabrelles, M. (Eds.), *Proceedings of the ARQUEOLÓGICA 2.0 - 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation* (pp. 305–307). Valencia, Spain: Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/arqueologica8.2016.4479>
- Gutiérrez Baños, F. (2005). *Aportación al estudio de la pintura de estilo gótico lineal en Castilla y León: precisiones cronológicas y corpus de pintura mural y sobre tabla* (Vols. 1-2). Madrid, Spain: Fundación Universitaria Española.
- Lerma, J. L., Cabrelles, M., Navarro, S., & Seguí, A. E. (2011). La documentación patrimonial mediante sensores de imagen o de barrido láser. In Domingo Fominaya, M. & Sánchez Luengo, A. J. (Eds.), *Documentación gráfica del Patrimonio* (pp. 108–117). Madrid, España: Ministerio de Cultura. Retrieved from <http://es.calameo.com/read/0000753358b142b1c934c>
- Lerma, J. L., Navarro, S., Cabrelles, M., Seguí, A. E., Haddad, N., & Akasheh, T. (2011). Integration of laser scanning and imagery for photorealistic 3D architectural documentation. In Chau-Chang Wang (Ed.), *Laser scanning, theory and applications* (pp. 414–430). Rijeka, Croatia: InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/630>
- Navarro Talegón, J. (1977, August, 2). Retornan a Toro los valiosísimos murales góticos de Santa Clara. *El Correo de Zamora*, pp. 5–6.
- Navarro Talegón, J. (1980). *Catálogo monumental de Toro y su alfoz*. Zamora, Spain: Caja de Ahorros Provincial de Zamora.
- Navarro Talegón, J. (1994). La fundación del Real Monasterio de Santa Clara de Toro. *Archivo Ibero-Americano*, 213–214, 301–316.
- Pons Sorolla, F. (1968). Murales góticos castellanos. La integración de las artes. *Arquitectura*, 109, 45–48.
- Remondino, F. (2011). Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing*, 3, 1104–1138. <http://doi.org/10.3390/rs3061104>
- San José Alonso, J. I., Martínez Rubio, J., Fernández Martín, J. J., & García Fernández, J. (2011). Comparing time-of-flight and phase-shift. The survey of the royal pantheon in the basilica of San Isidoro (León). *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 38(5/W16), 377–385. <http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXVIII-5-W16-377-2011>
- Santacana Maestre, J., & López Benito, V. (Eds.). (2014). *Educación, tecnología digital y patrimonio cultural. Para una educación inclusiva*. Gijón, Spain: Ediciones TREA.

- Sedano Martín, T. (2013). *La idea y el sentimiento de la muerte en la Edad Media en Toro (Zamora)*. Zamora, Spain: Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo".
- Vasallo Toranzo, L. (1994). *Arquitectura en Toro (1500-1650)*. Zamora, Spain: Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo".
- Velasco Rodríguez, V. (1960). *Guía turística de la provincia de Zamora*. Zamora, Spain: Cámara Oficial de Comercio e Industria de Zamora.
- Velasco Rodríguez, V. (1962). *Guía turística de la provincia de Zamora* (2nd ed.). Zamora, Spain.
- Vicente Pradas, J. M. (2016). *Arquitectura gótica en Zamora y su provincia* (Doctoral thesis, Universidad de Valladolid, Spain). Retrieved from <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/16846>