

T U T

S O S

M O D

HAR2016-78113-R

**TUTELA SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO CULTURAL
A TRAVÉS DE MODELOS DIGITALES BIM Y SIG.
CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN SOCIAL**

EXPOSICIÓN DE RESULTADOS DEL PROYECTO

ORGANIZA:



ESTRATEGIAS DE
CONOCIMIENTO
PATRIMONIAL
HUM 799



INSTITUTO ANDALUZ DEL
PATRIMONIO HISTÓRICO
Consejería de Cultura
y Patrimonio Histórico

COLABORA:

universidad de sevilla
escuela técnica superior

arquitectura



FINANCIA:



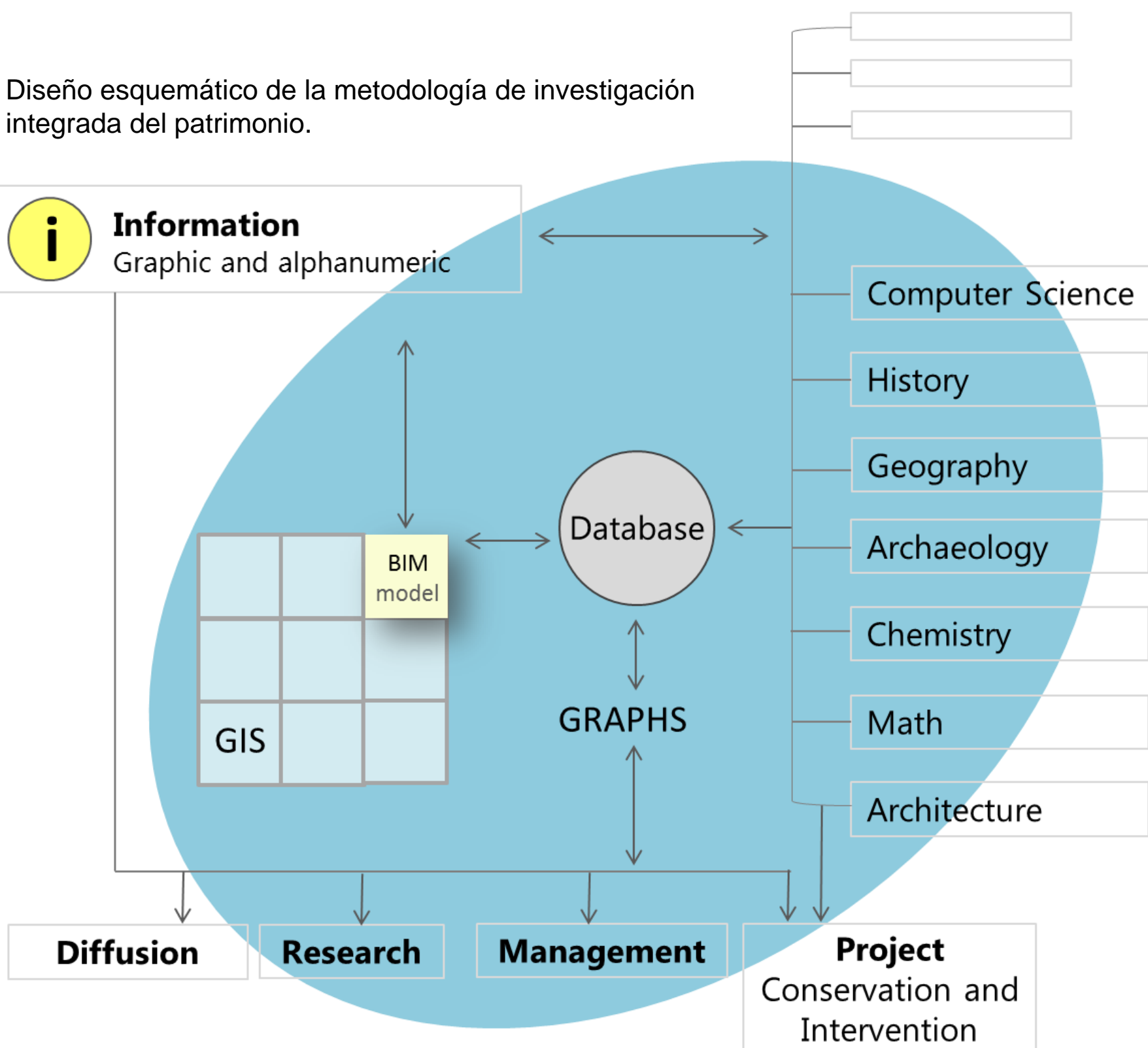
HAR2016-78113-R



Unión Europea
Fondo Europeo
de Desarrollo Regional

PRESENTACIÓN DEL PROYECTO I+D+i

El objetivo del proyecto HAR2016-78113-Retos es explorar el uso de estos modelos digitales - principalmente BIM (Building Information Modeling) y GIS (Geographic Information Systems) - para la gestión integral y sostenible de la custodia del patrimonio: desde un solo elemento o conjunto a figuras a escala territorial. A partir de este enfoque integral, centraremos nuestra atención en el campo del conocimiento del patrimonio, como semilla de todas las demás acciones de tutela, y su transferencia a las distintas disciplinas involucradas. Los modelos generados a partir de este conocimiento deben entenderse como vehículos, más que como un fin en sí mismos, porque no solo constituyen un constructo gráfico formal sino, lo que es más importante, una estructura de información con insumos de varias disciplinas (arquitectura, arqueología, historia). , geografía ...) que debe atender la demanda social de racionalización de los procesos y recursos desplegados en la custodia del patrimonio, explorando formas de favorecer la transversalidad de los agentes implicados. Algunos de los resultados obtenidos han servido de apoyo al Plan Director Arqueológico de Itálica, al Registro Documental y al Plan Director de la Cartuja de Jerez de la Frontera. A escala de detalle, los modelos digitales se han aplicado a la observación y registro del proceso de restauración del atril de la Catedral de Sevilla y también a la puerta renacentista del extinto Monasterio de San Agustín de Sevilla.



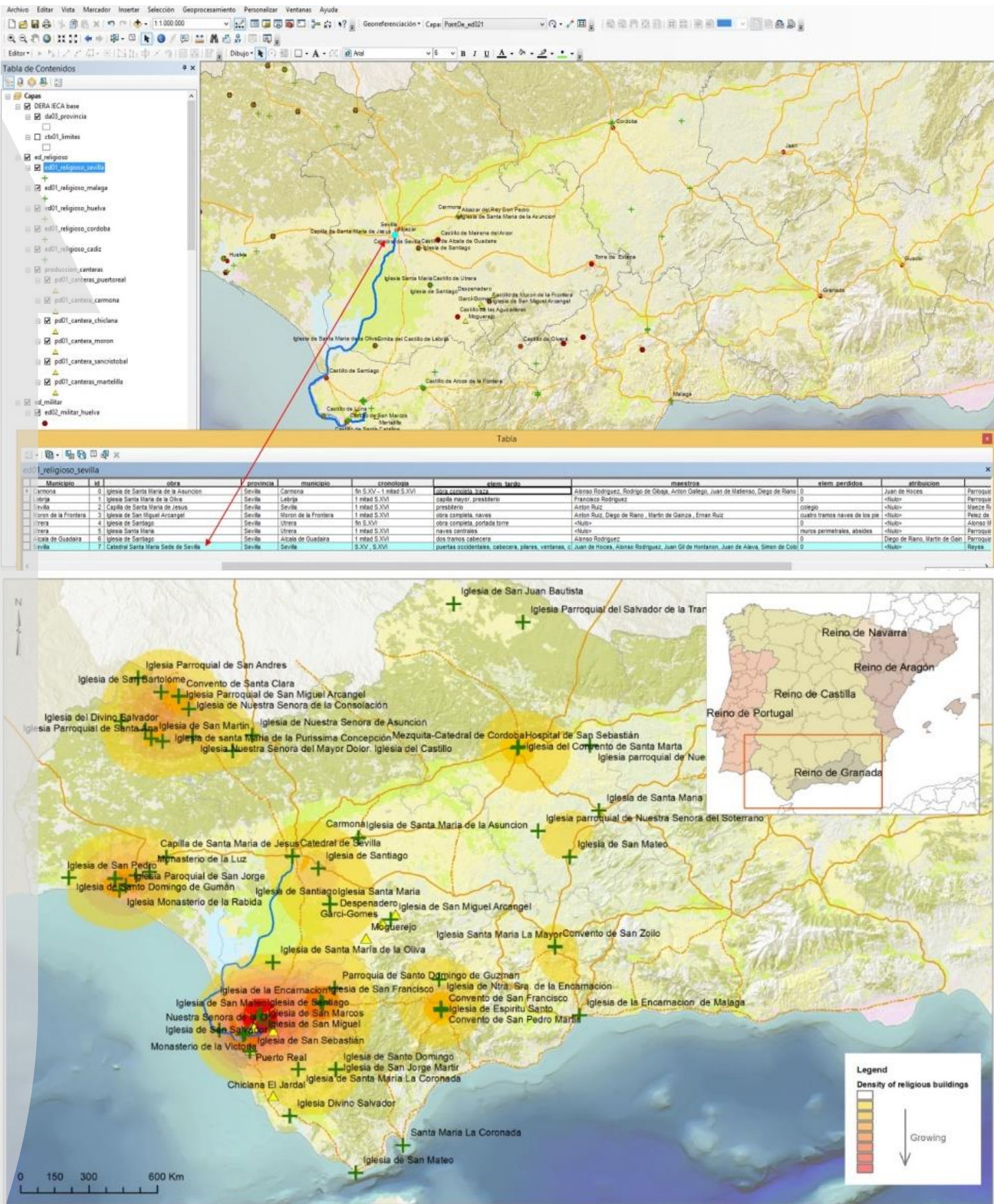
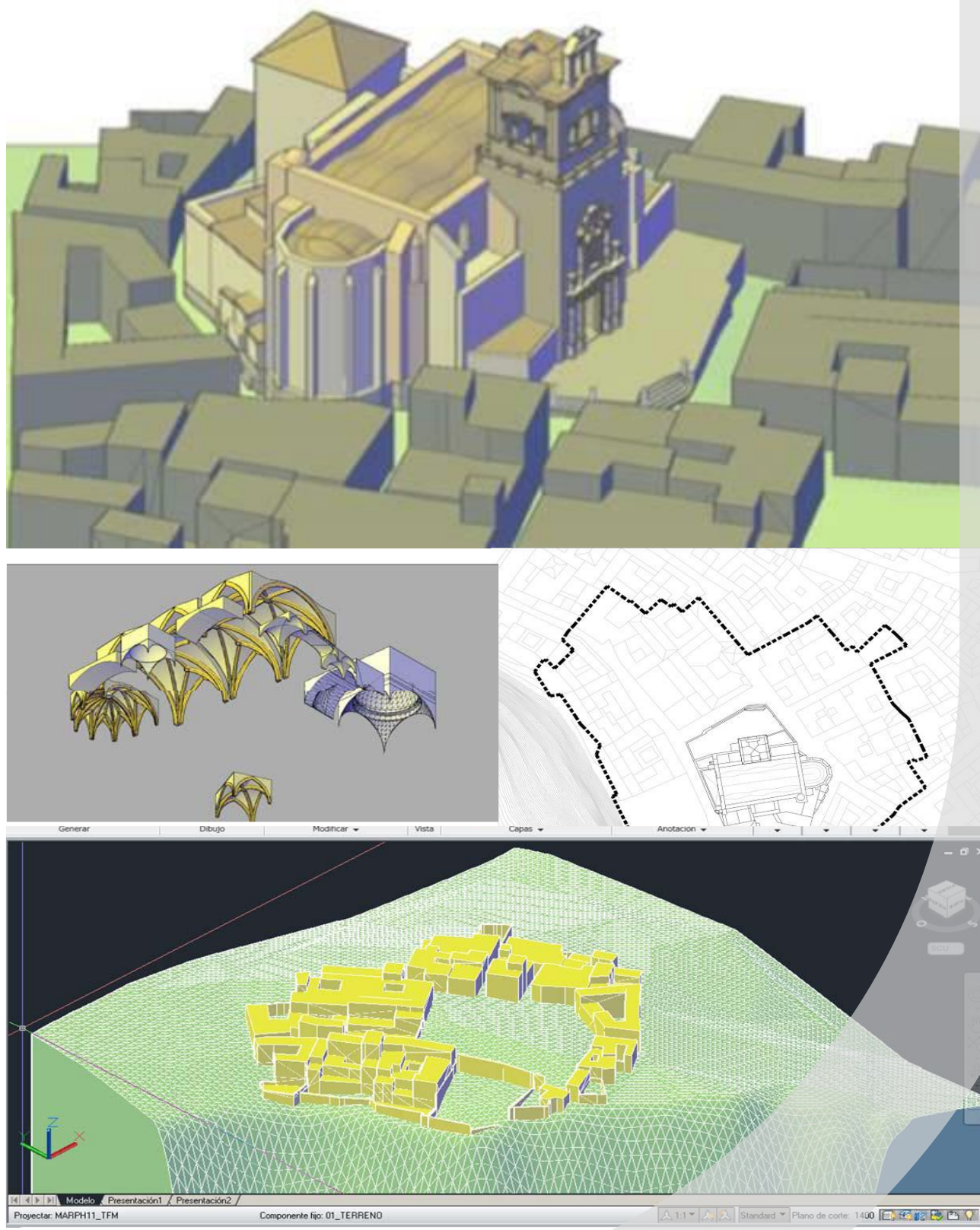
Objetivos

El papel de los modelos de información como medios para la **generación y gestión del conocimiento** es el eje central de este proyecto, en concreto : **SIG** y **BIM**. El primero tiene ya un cierto recorrido en el desarrollo de modelos territoriales de información patrimonial, si bien orientados a fines distintos de los de la generación de conocimiento.

En relación a los objetivos de este congreso, estos sistemas digitales permiten aproximarnos a los hechos históricos, en este caso el TARDOGÓTICO, procesando una ingente cantidad de información. La capacidad de relacionar esa información y permitir visualizaciones esquemáticas puede ser de gran utilidad para la verificación de hipótesis, para el apoyo a análisis o simplemente para facilitar la difusión, haciéndola accesible a un público más amplio. Estos sistemas son activos y abiertos, es decir, permiten introducir datos que van a modificar las visualizaciones e incluso las relaciones. Del mismo modo, este sistema de trabajo puede permitir el acceso a la información por parte de diversas disciplinas, facilitando el trabajo interdisciplinar. Otro factor importante, es la posibilidad de trasladar la investigación historiográfica a los procesos de gestión del patrimonio, y a las acciones que estos desarrollan, que suelen demandar un CONOCIMIENTO CIENTÍFICO. Estos sistemas, permiten la trazabilidad de los procesos de investigación, desde las fuentes originales a las propuestas interpretativas. Resulta por tanto pertinente plantearse la necesidad del desarrollo de una metodología que aborde la consideración de estos **bienes patrimoniales en un entorno BIM**, más allá del etiquetado como “estado actual” a los efectos de un proyecto de rehabilitación, y que incorpore el bagaje científico, teórico y empírico, que sobre la intervención y conservación del patrimonio inmueble se ha venido desarrollando en las últimas décadas para poder proyectarlo hacia el futuro.

MACRO

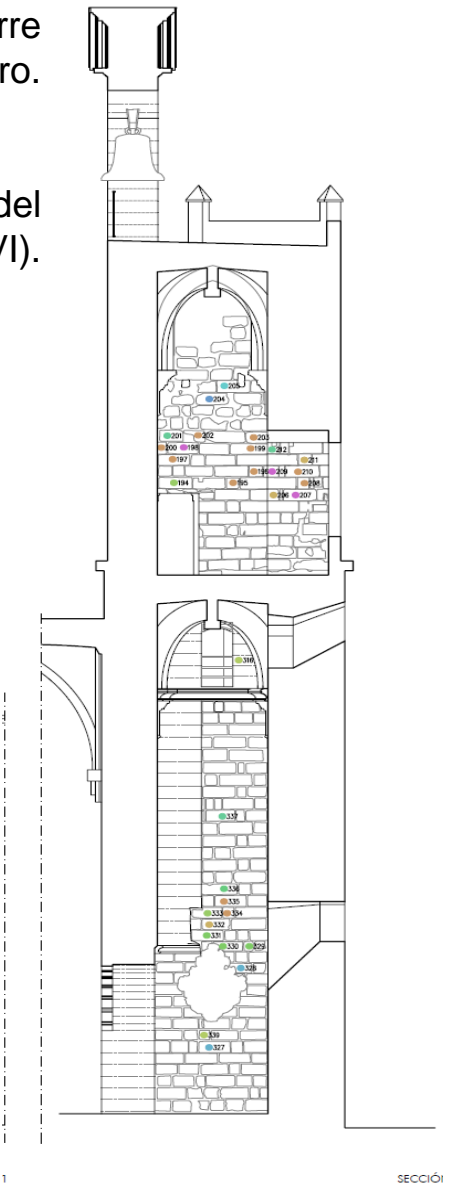
Varias visualizaciones del modelo HBIM de la iglesia tardogótica de San Pedro en Arcos de la Frontera (Cádiz).
Fuente: Castellano, M. 2015.



(Arriba) Creación de la IDE histórica del fenómeno del tardogótico en el Antiguo Reino de Sevilla mediante SIG. Ver en esta imagen la vinculación de las entidades geométricas espaciales con sus atributos correspondientes. (Abajo) Análisis de la densidad de la producción de edificios religiosos en el Reino de Sevilla (entre mediados del S.XV y S.XVI) realizada mediante SIG. Fuente: Patricia Ferreira Lopes et al., 2016.

(Derecha) Sección a partir del modelo gráfico de la torre Atalaya de Jerez con localización de marcas de cantero.
Fuente: Guerrero Vega, J.M. 2010.

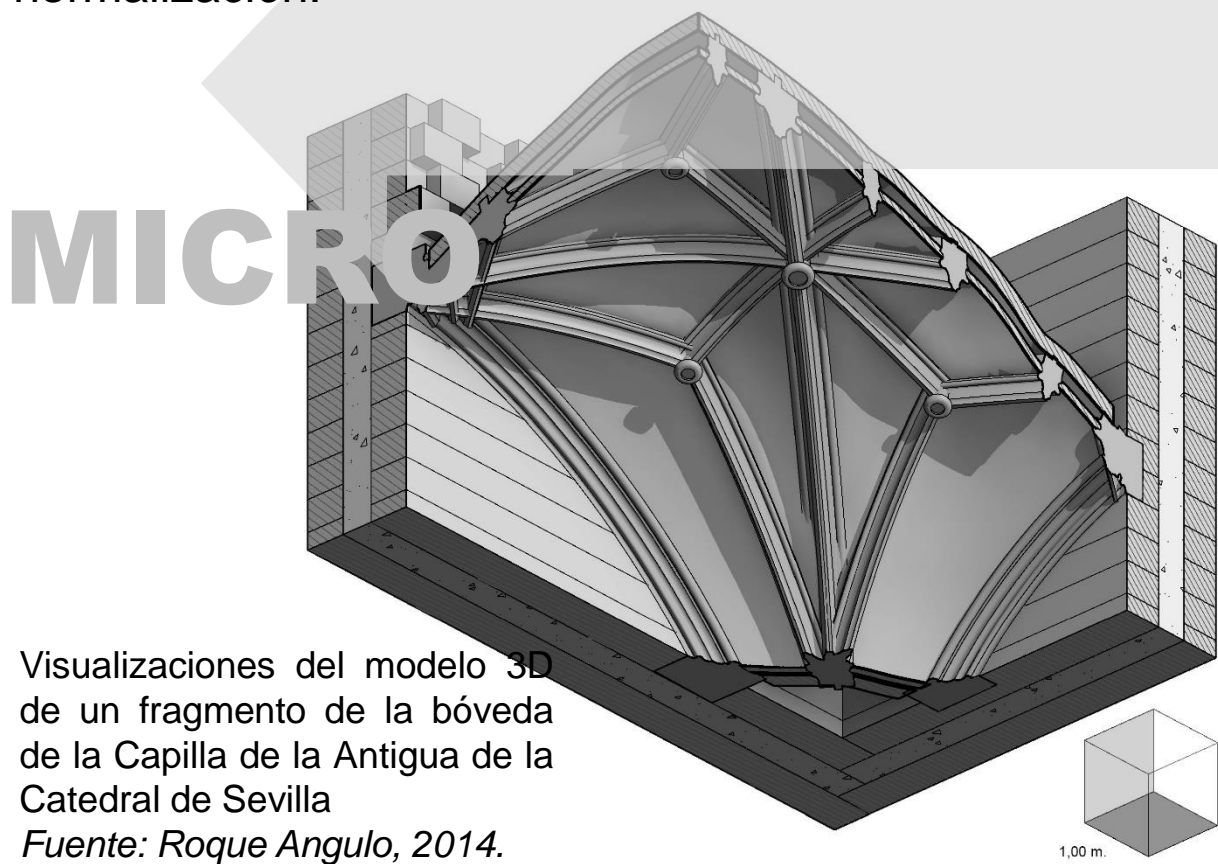
(Abajo) Visualizaciones de dos etapas constructivas del modelo digital de la Cartuja de Jerez (s. XV y XVI).
Fuente: Castellano Román, M. 2017.



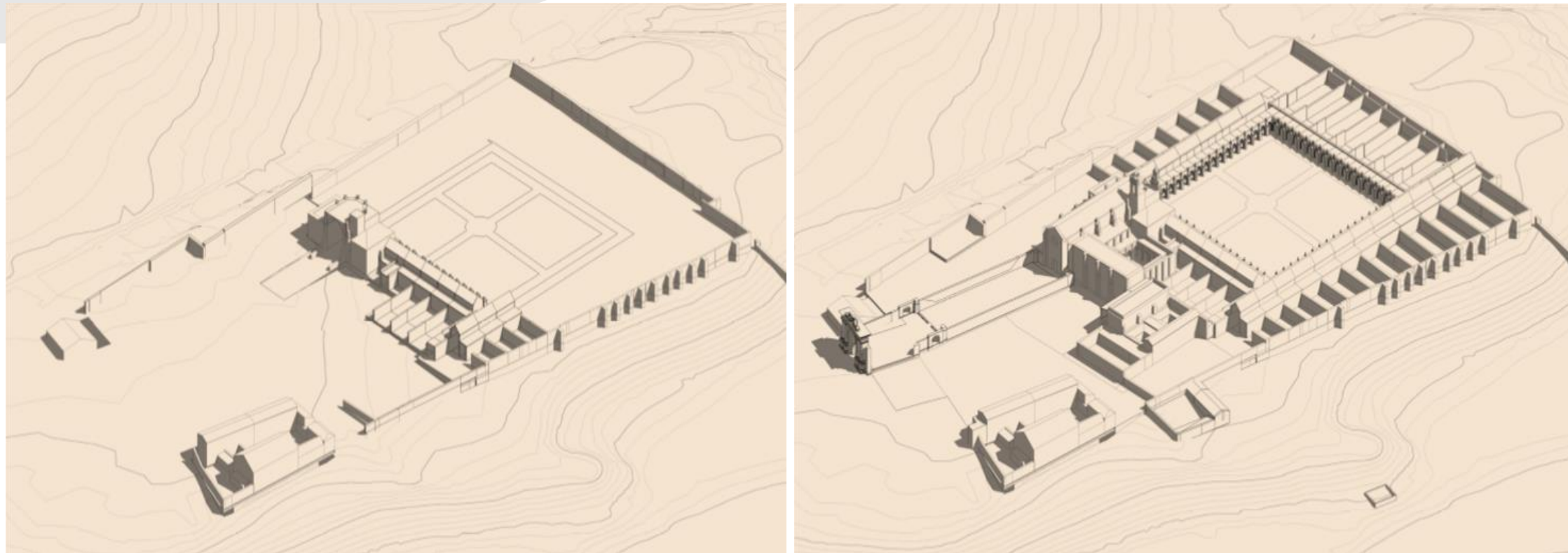
Metodología

La respuesta metodológica está necesariamente en un tipo de **investigación integrada** hacia un concepto de conocimiento dinámico, interconectado en muchas direcciones y resultado de la acción de varias disciplinas con el fin de descifrar los sistemas de significados que van desde los valores más universales a los locales; en definitiva, considerando el objeto arquitectónico como documento. El uso del BIM y SIG permite cambiar la forma en que se lee, organiza, selecciona y analizan los datos. Se trata de transformar la clásica narrativa lineal en “formas”, “atributos” y “entidades” con el fin de simplificar y relacionar la información: crear una **infraestructura interoperable** de base de datos; **visualizar** los fenómenos desde la óptica **espacio-temporal**; explorar **patrones espaciales**; generar **conocimiento a distintas escalas** de aproximación; **analizar** las interacciones espaciales, sus cambios y dinámicas; crear **modelos** para la conservación, difusión y **sostenibilidad del patrimonio**.

La propuesta persigue analizar las posibilidades de esos modelos para distintos problemas de gestión patrimonial mediante el desarrollo de casos diversos buscando optimizar procesos de generación de conocimiento y gestión. Para esto se analizan los requisitos de diseño de estos modelos digitales, y las necesidades de los distintos usuarios: especialistas generadores del conocimiento, profesionales de la gestión, la conservación y la difusión del patrimonio, así como el público general que tendrá acceso a la información. Todo esto se dirige a obtener **pautas, recomendaciones y diseño de estrategias** que permitan crear sinergias interdisciplinarias, hacer explícitas las ventajas de este modo de trabajo y consensuar directrices para su desarrollo futuro y normalización.



Visualizaciones del modelo 3D de un fragmento de la bóveda de la Capilla de la Antigua de la Catedral de Sevilla
Fuente: Roque Angulo, 2014.



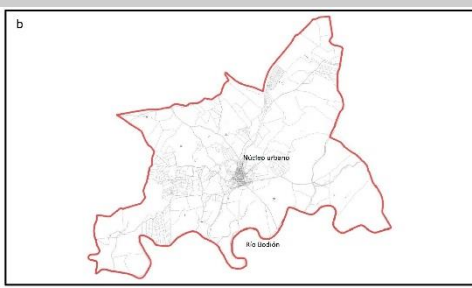
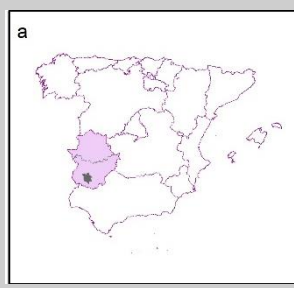
ACCIÓN A1.1. Sistemas de información para el conocimiento de la arquitectura tradicional y la reactivación del patrimonio cultural en áreas en despoblación. Caso de estudio: Valverde de Burguillos (Badajoz).

Victoria Domínguez-Ruiz¹, Julia Rey-Pérez²

¹Dpto. Construcciones Arquitectónicas I, v_dguez@us.es; ²Dpto. de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas, jrey1@us.es;
E.T.S. de Arquitectura, IUACC, Universidad de Sevilla, Av. Reina Mercedes 2, 41012 Sevilla.

La crisis tanto del modelo creciente de ciudad como del modelo rural, en proceso de despoblación, surge como oportunidad de revisar el conocimiento local y modos de vida endógenos que hicieron sostenibles a las comunidades rurales durante tanto tiempo. El patrimonio vernáculo de Valverde de Burguillos (Badajoz) está lejano a los valores monumentales habitualmente considerados por la tutela patrimonial y, por ello, más desatendido. La huella antropizada de los agroecosistemas, el bosque de ribera y el paisaje construido de la Dehesa, su arquitectura tradicional habitacional, con elementos de interés bien conservados, y algunos bienes protegidos, como su iglesia, su ermita o el conjunto de construcciones dispersas preindustriales declarado BIC de interés etnológico “La Cultura del Agua”, hoy se deterioran como motor de desarrollo por la pérdida de las funciones ecológicas, económicas y sociales del territorio. Se da también una convergencia cooperativa entre agentes, que ha propiciado el conocimiento de esas áreas rurales a partir de los estudios realizados desde la administración pública, los técnicos y la percepción ciudadana. Abordamos este patrimonio cultural con una concepción holística e integradora para identificar valores, atributos culturales y potencialidades más allá de lo objetual y monumental. Tras un trabajo previo de toma de datos interdisciplinar, se implementa un Sistema de Información Patrimonial (o HIS, basado en GIS), para la contribución al conocimiento y reactivación del patrimonio como motor de desarrollo, así como apoyo a su salvaguarda, protección y tutela. La metodología incluye: a) recogida y organización de datos heterogéneos proporcionados por los 3 agentes mencionados; b) estructuración de campos de información en una base de datos georreferenciada, tratamiento y generación de nueva información acorde con los campos temáticos establecidos; c) generación de cartografía temática mediante GIS y fichas de inventario para consulta y toma de decisiones. El HIS consigue desarrollar una identificación y puesta en valor más completa de dichos elementos (individualmente y como sistema) y una mayor visibilidad. El desarrollo de un abordaje tan holístico ha proporcionado un mapa patrimonial de atributos indispensables a ser tenidos en cuenta para conformar unas estrategias de desarrollo sostenible inherentes a un entorno rural de baja densidad, favoreciendo el equilibrio entre la participación social y el territorio donde se insertan y con la sociedad global. Pero también ha dejado de manifiesto las brechas e intereses sesgados de la administración a la hora de gestionar el patrimonio rural en pos de un desarrollo sostenible. Esta ha sido una oportunidad en términos de investigación aplicada en línea con los objetivos generales planteados en el proyecto TUTSOSMOD: innovación, carácter multidisciplinario, aplicabilidad y alcance social.

contexto y caso de estudio



Valverde de Burguillos:
Patrimonio Cultural
en riesgo

TECNICOS:
Reconocimiento del terreno y mapeo

ADMINISTRACION:
Integración de información existente

CIUDADANÍA:
Talleres de percepción del patrimonio

objetivos

IDENTIFICAR

- elementos ya existentes (sensibilizar)
- nuevos valores patrimoniales
- nuevos elementos propuestos

HOMOGENEIZAR

- lagunas de información
- formatos heterogéneos
- información confusa, duplicada, incompleta

DIVULGAR

- ciudadanos y nuevos pobladores
- atracción de actividades emprendedoras
- apoyo a la tutela patrimonial

metodología

- trabajo de campo
- levantamiento
- tablas de datos

- informes
- caracterización
- consultas temáticas

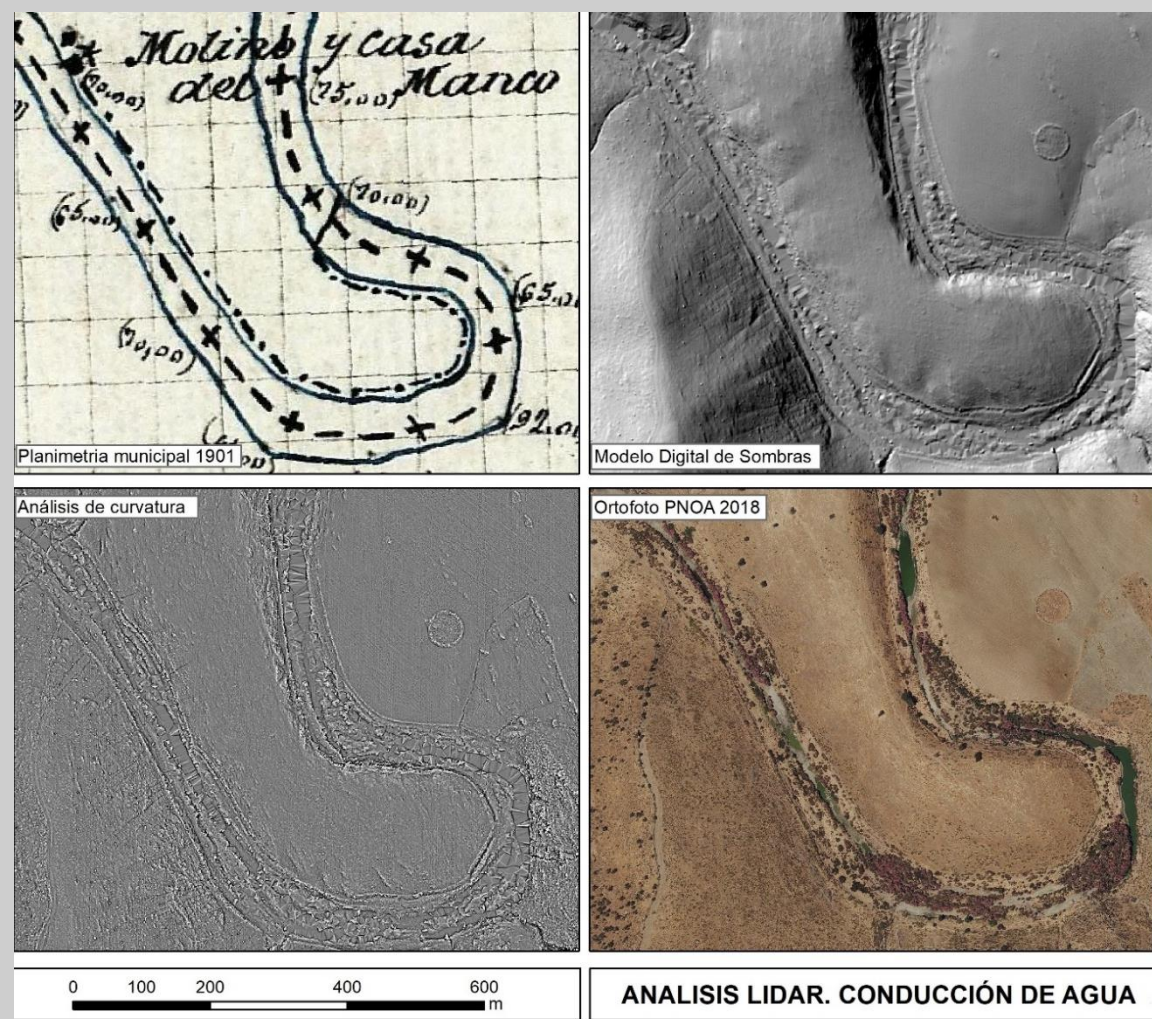
- estructura de la GDB
- formatos homogéneos
- nuevos campos de información

- localización
- descripción
- conservación
- potencialidades

HIS:
SISTEMA DE INFORMACIÓN PATRIMONIAL EN VALVERDE DE BURGUILLOS
MODELO DIGITAL BASADO EN GIS

información geográfica

análisis espacial



resultados

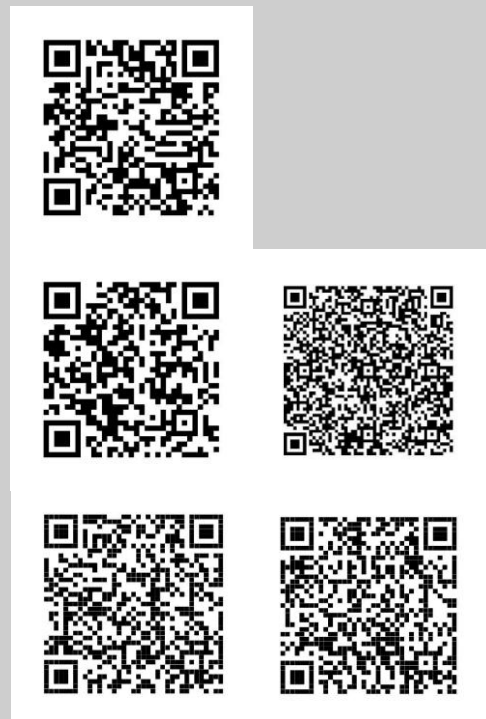
CARTOGRAFÍAS TEMÁTICAS

HIS_INVENTARIO PATRIMONIAL

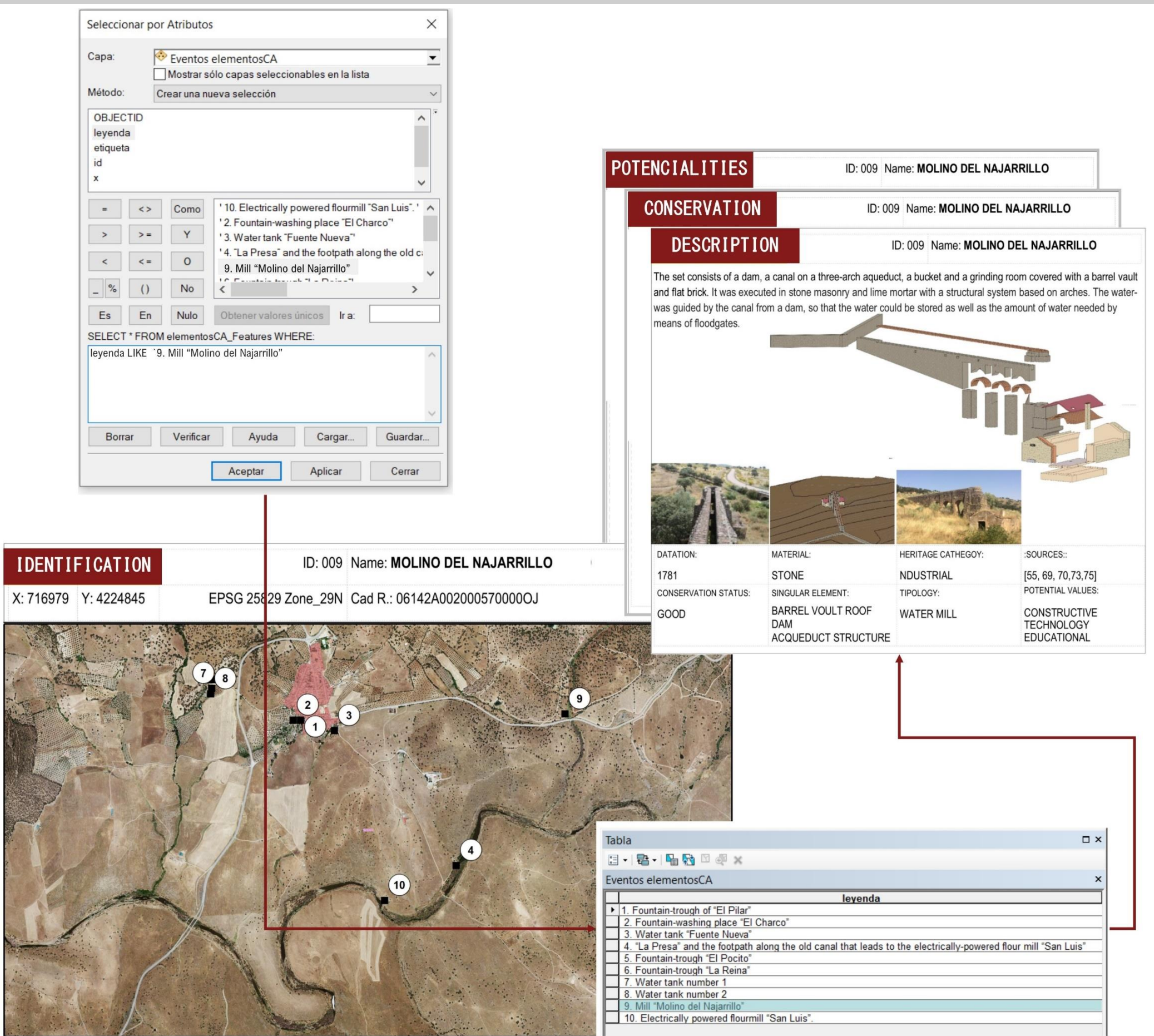
FICHAS DE INVENTARIO

NUEVOS ELEMENTOS PATRIMONIALES

Publicaciones científicas

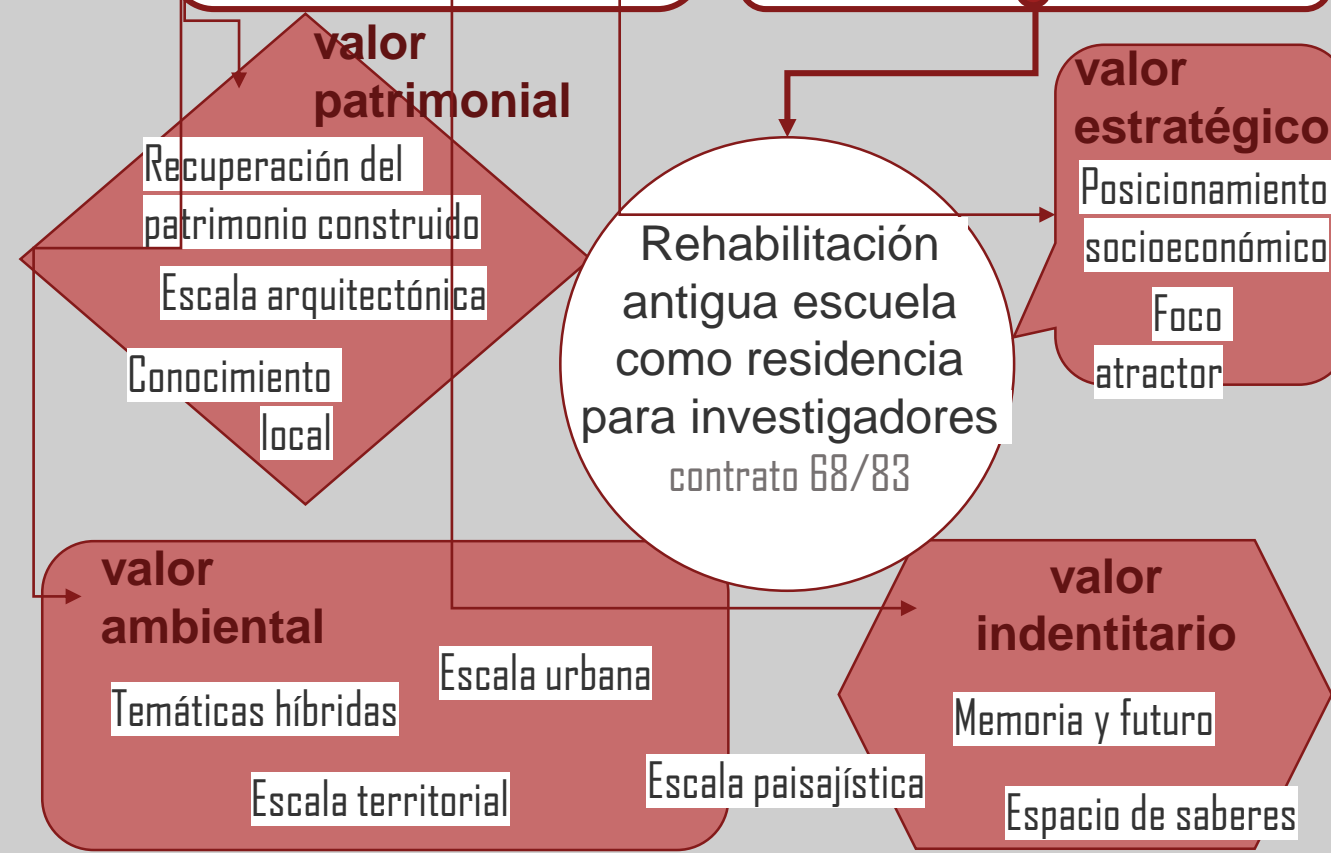


Congresos internacionales

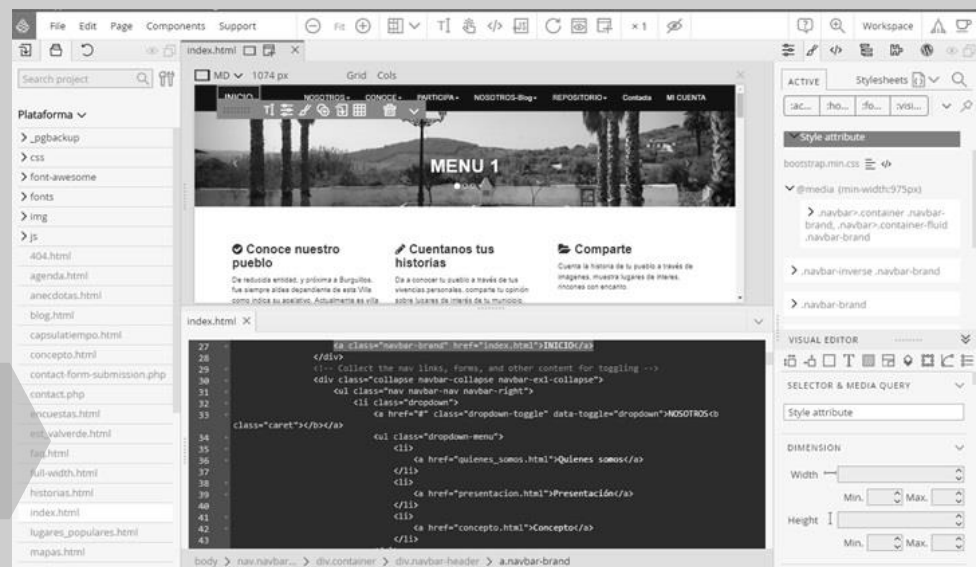


NUEVOS VALORES PATRIMONIALES

PROYECTOS DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO



AVANCE DE PLATAFORMA COLABORATIVA ONLINE

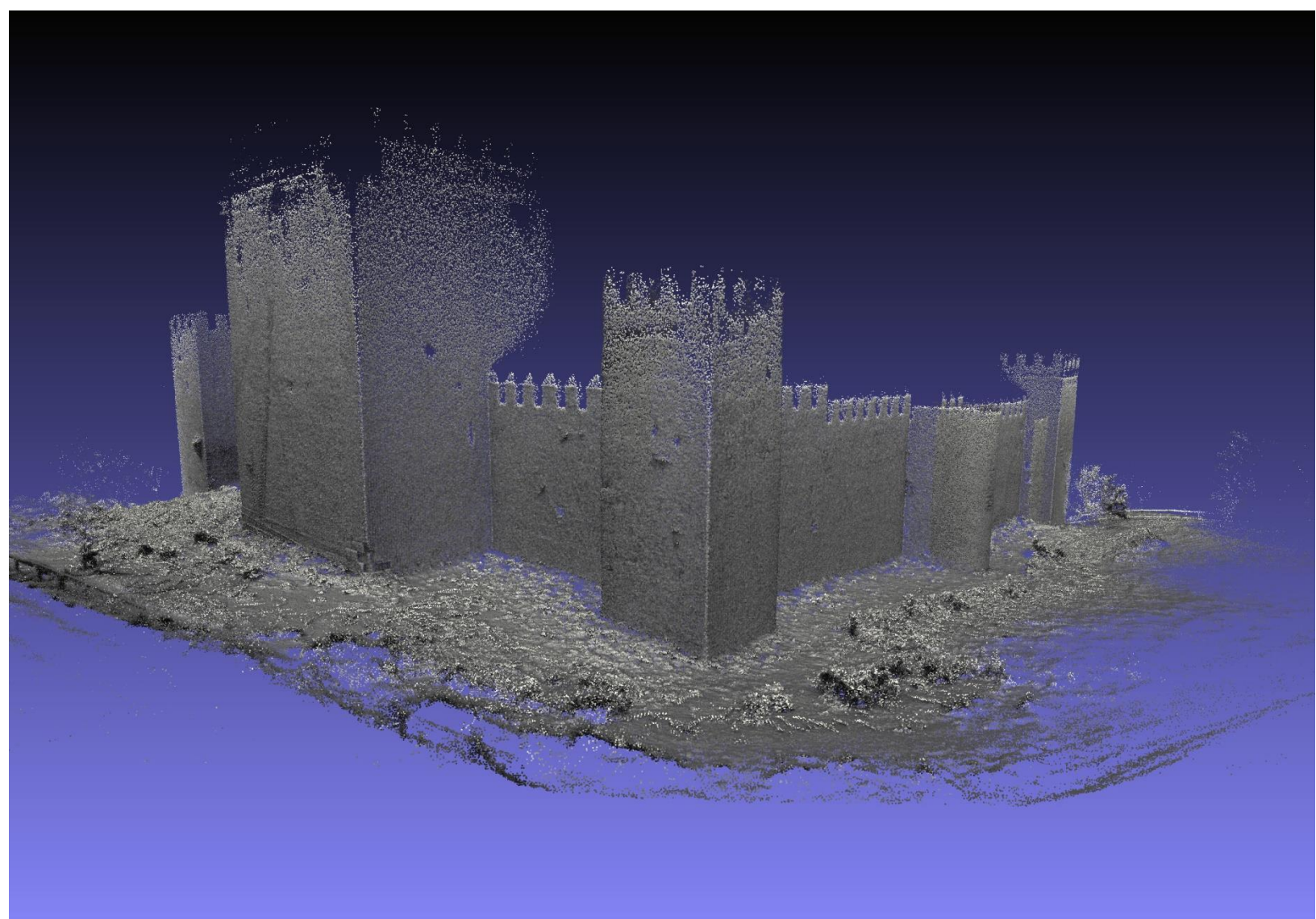


ACCIÓN A1.2. Modelos digitales para el análisis de fortificaciones medievales de la banda morisca.

Juan Francisco Molina Rozalem

Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Sevilla, Av. de Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla, jfmolina@us.es

El objetivo de esta Acción ha sido el conocimiento, la activación sociocultural y la inserción de un patrimonio histórico disperso y abandonado por toda Andalucía, normalmente en el medio rural, con el objetivo de su conservación sostenible. Este patrimonio se compone mayoritariamente de fortificaciones, pero también hay elementos asociados a ellos, como caminos y canteras. Éstos forman parte de la frontera que existió entre dos mundos y culturas durante 250 años, y que contribuyó a la actual estructuración del territorio andaluz. Se ha contemplado la profundización en la interpretación y el valor histórico en términos sociales y económicos para entender la construcción del territorio y sus paisajes, fuertemente condicionados a su carácter fronterizo. Su abandono y el olvido historiográfico, han dejado poca o ninguna constancia en el ámbito cultural y documental, quedando sus restos como único testimonio. La mayoría de ellos formaron una red interconectada, enmarcados en un mismo momento histórico (s. XIII-XV) y marco geográfico (el valle del Guadalquivir). El marco temporal abarca desde la conquista castellana (mediados del siglo XIII) hasta los años inmediatamente posteriores a la conquista del reino de Granada, lo que significa la asimilación de los territorios nazaríes en la estructura de Castilla. El marco geográfico atañe a toda la zona que conformó una frontera interior en la Andalucía bajomedieval, un territorio muy amplio que abarca prácticamente a todas las provincias andaluzas. Esta franja territorial, denominada históricamente “banda morisca”, suponía un espacio que recorría desde el Campo de Gibraltar hasta las sierras de Cazorla y Segura, involucrando el sur de las actuales provincias de Sevilla, Córdoba y Jaén, y norte de las de Cádiz, Málaga y Granada. Esta frontera marcó el modo de vida en una amplia zona de Andalucía, dejando el topónimo, antiguo o sobrevenido, de “la Frontera” en multitud de poblaciones, detalle que pasa desapercibido para la mayoría de la ciudadanía andaluza, lo que demanda un estudio más pormenorizado de éste ámbito y su puesta en valor a nivel socio-cultural. Aunque algunos de estos bienes patrimoniales están clasificados como BIC, gran parte de ellos se encuentran en estado de ruina parcial o total, con la excepción de algunos casos relevantes que han sido intervenidos. Sin embargo, todos comparten un problema de patrimonio común: la falta de un proyecto unitario para su preservación y de una metodología de análisis, evaluación y valorización que permita su comprensión como estructura territorial. La recuperación de la memoria de estos elementos es de suma importancia para la sociedad andaluza y debido a su dispersión territorial sólo podrán ser entendidos en conjunto. Para ello se ha propuesto un proyecto unitario para su valoración histórica, arquitectónica, etnográfica y paisajística en el cual la implicación de la población local será también uno de los factores claves tanto para su conocimiento como para su sostenibilidad y preservación.



Escaneado tridimensional de la fortaleza de las Aguzaderas (con escaner láser). El Coronil. 2019.



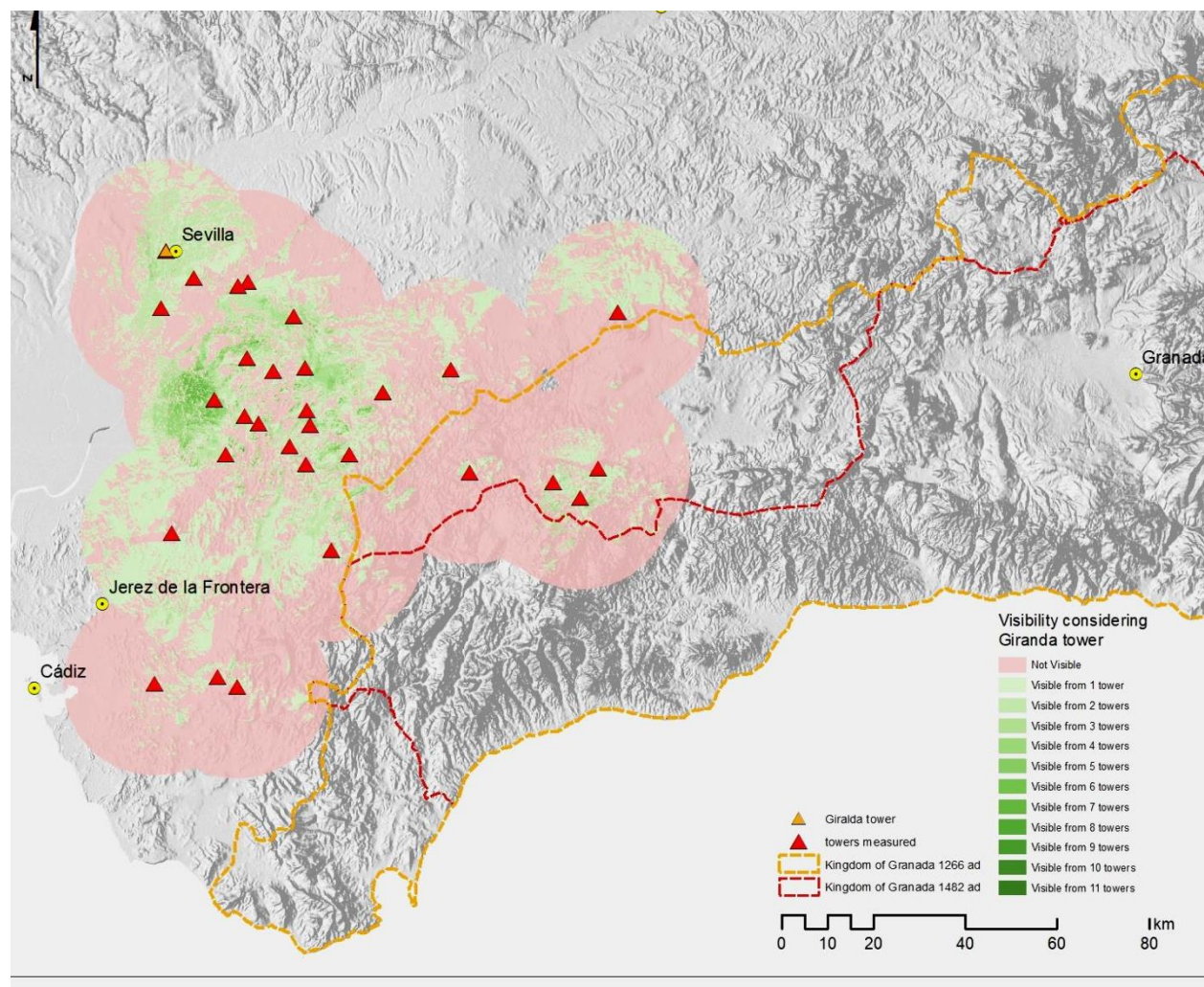
Reconstrucción virtual de la torre Lopera a partir de fotogrametría e imágenes tomadas con dron, Montellano. 2019.



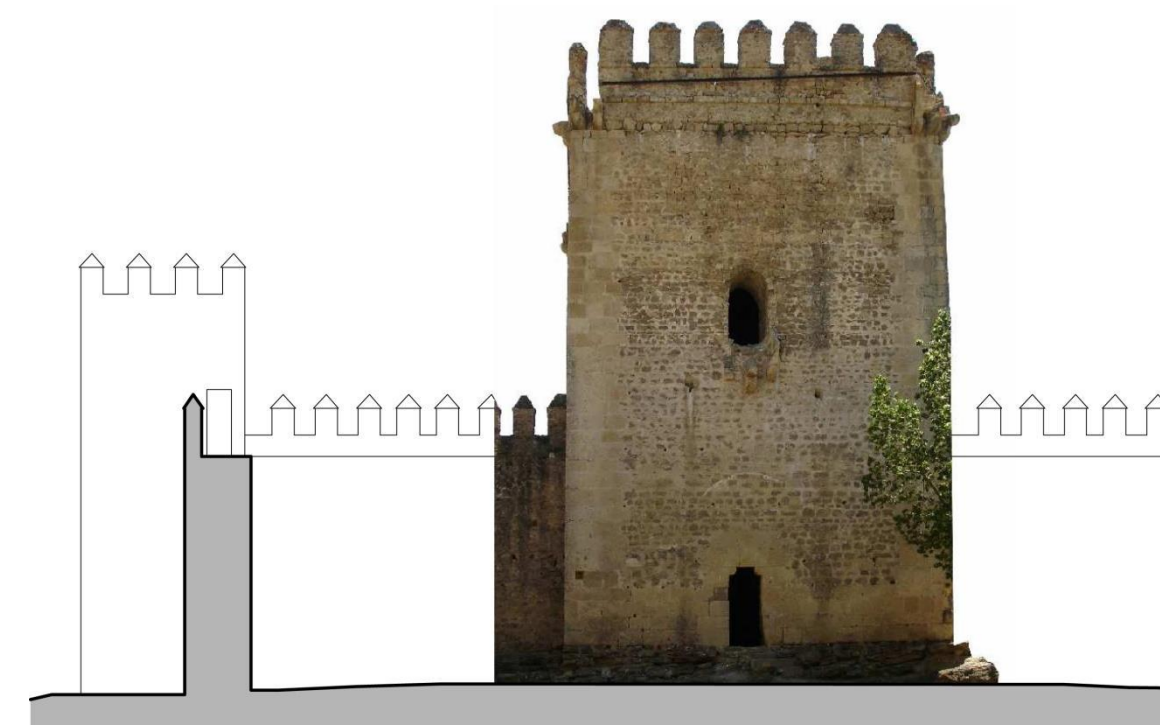
Nube de puntos para el levantamiento fotogramétrico de la portada de San Marcos, Sevilla. 2018.



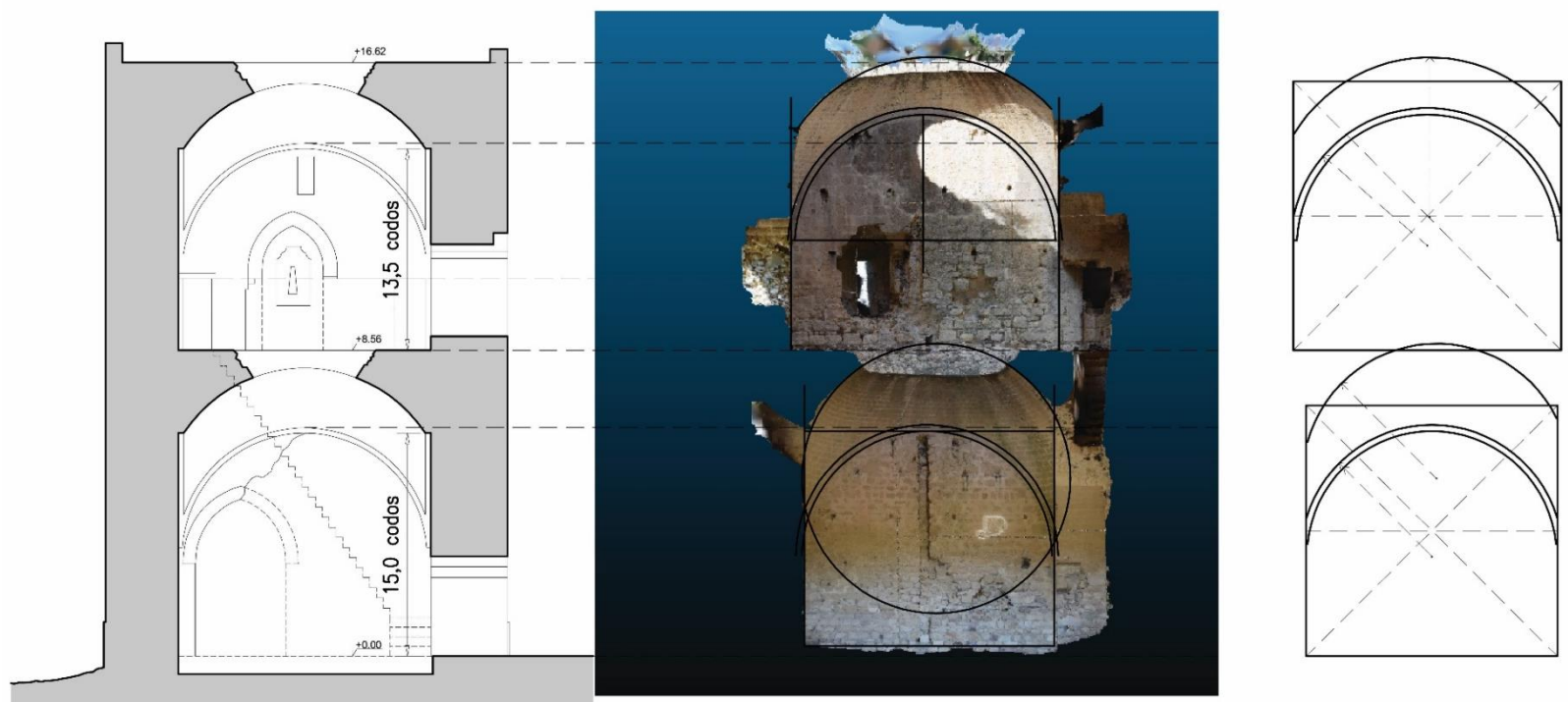
Medición del puente de Mogarejo, 2018.



Estudio de visibilidad entre torres a partir de la inserción de los parámetros de cada fortificación en SIG. 2018



Rectificación fotográfica del alzado de la torre del homenaje del castillo de las Aguzaderas. 2017



Torre Lopera, sección convencional, sección de la nube de puntos y estudio de esfericidad de las bóvedas. 2019.



Reconstrucción virtual del interior de la torre Lopera a partir de fotogrametría, Montellano. 2019.



Trabajo de campo 2017

ACCIÓN A1.3. Puesta en valor de arquitectura dispersa en riesgo de desaparición. Arquitectura militar contemporánea.

Alberto Atanasio Guisado

Arquitecto. HUM799. Estrategias de conocimiento patrimonial. Universidad de Sevilla.

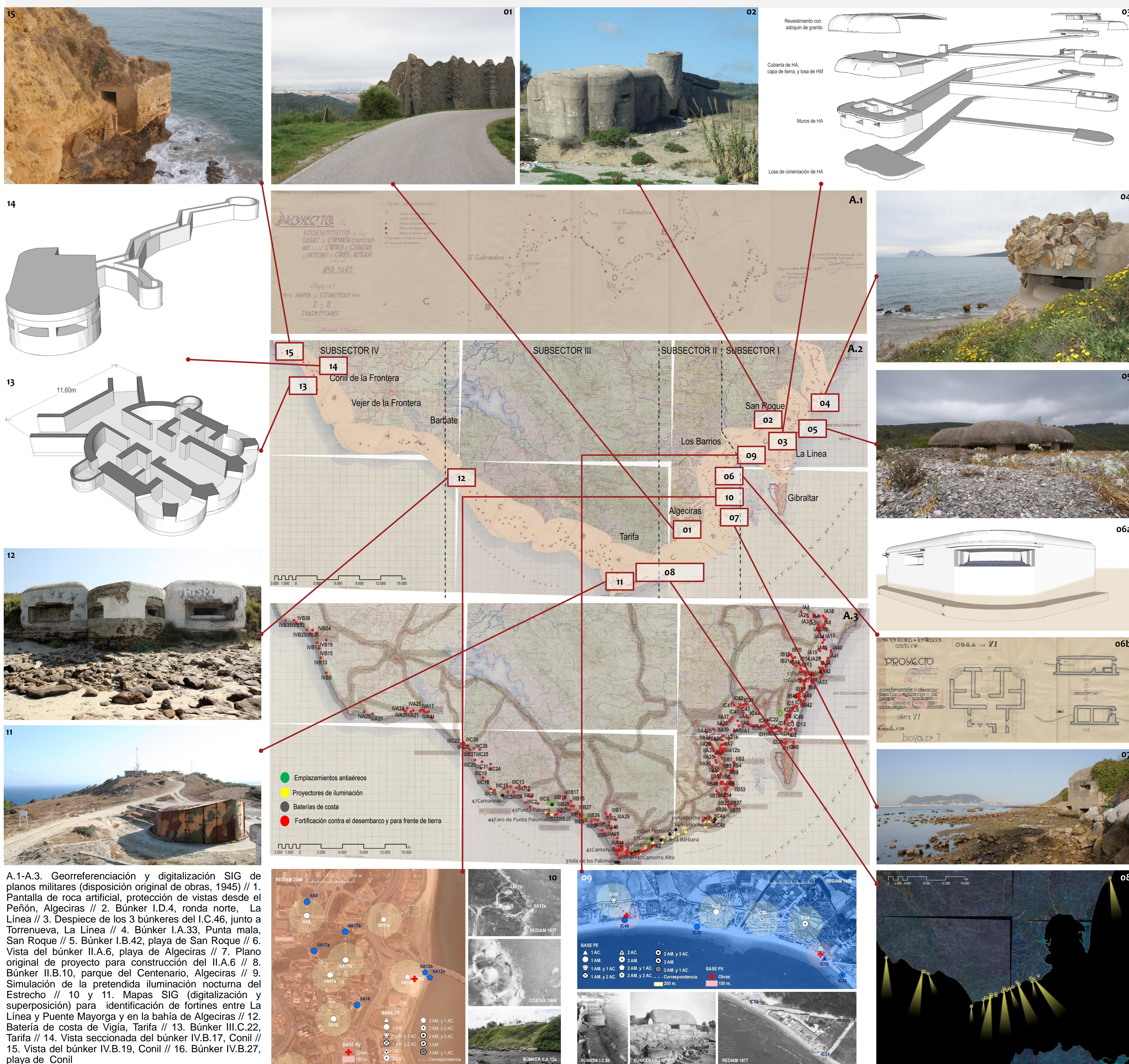
La fortificación ejecutada al finalizar la guerra civil española en la orilla norte del estrecho de Gibraltar, en una franja litoral de más de cien kilómetros entre Conil de la Frontera y San Roque, tenía por objetivos controlar la navegación entre el Atlántico y el Mediterráneo, bloquear el Peñón de Gibraltar y defenderse de un posible desembarco enemigo. Dada la capacidad de destrucción y el cada vez mayor alcance de la artillería, la progresiva dispersión de los elementos convierte al dispositivo en un verdadero sistema fortificado, un conjunto compuesto por diversas redes o subsistemas con una importante componente territorial (figs. A3, 1, 8 y 12).

El Plan de Arquitectura Defensiva de Andalucía (PADA) propugna la consideración de toda la arquitectura defensiva de la Comunidad como Bien de Interés Cultural, por la propia esencia fronteriza de la región y las consiguientes implicaciones histórico-culturales que ello conlleva. Es una esencia que se hace especialmente patente en el estrecho de Gibraltar, donde se ha trazado gran parte de la historia en torno a sus condiciones geográficas de límite y frontera.

Sin embargo, el PADA no incluye implícitamente la arquitectura militar del siglo XX como parte de esa arquitectura defensiva a salvaguardar. Se plantea por tanto la necesidad de dar cobertura como elemento patrimonial a la arquitectura militar contemporánea: los búnkeres de la orilla norte del Estrecho (o los de la desembocadura del Guadalquivir, o los del entorno de la bahía de Cádiz) pueden y deben formar parte del PADA, esto es, de la arquitectura defensiva de Andalucía merecedora de protección.

Es además indispensable que la investigación y futura valoración patrimonial de este conjunto defensivo se haga desde una comprensión sistémica. Las implicaciones histórico-culturales de los búnkeres se encuentran en el global, no en cada uno de los objetos aislados. El conjunto militar del Campo de Gibraltar fue concebido como un sistema único con objetivos comunes -un sustituto de las murallas o de las líneas de contravalación de tiempos pasados-, desde donde poder atacar y resguardarse. Siguiendo esta lógica, se parte de la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para, a partir de la planimetría original depositada en los archivos militares, poder fijar una instantánea del sistema defensivo tal y como fue construido en torno a 1945 (fig. A1-A3). La herramienta SIG favorece además la correcta identificación y ubicación de las obras, corrigiendo los posibles errores de delineación de los mapas originales a partir de la digitalización y la superposición de la ortofotografía histórica (figs. 9 y 10).

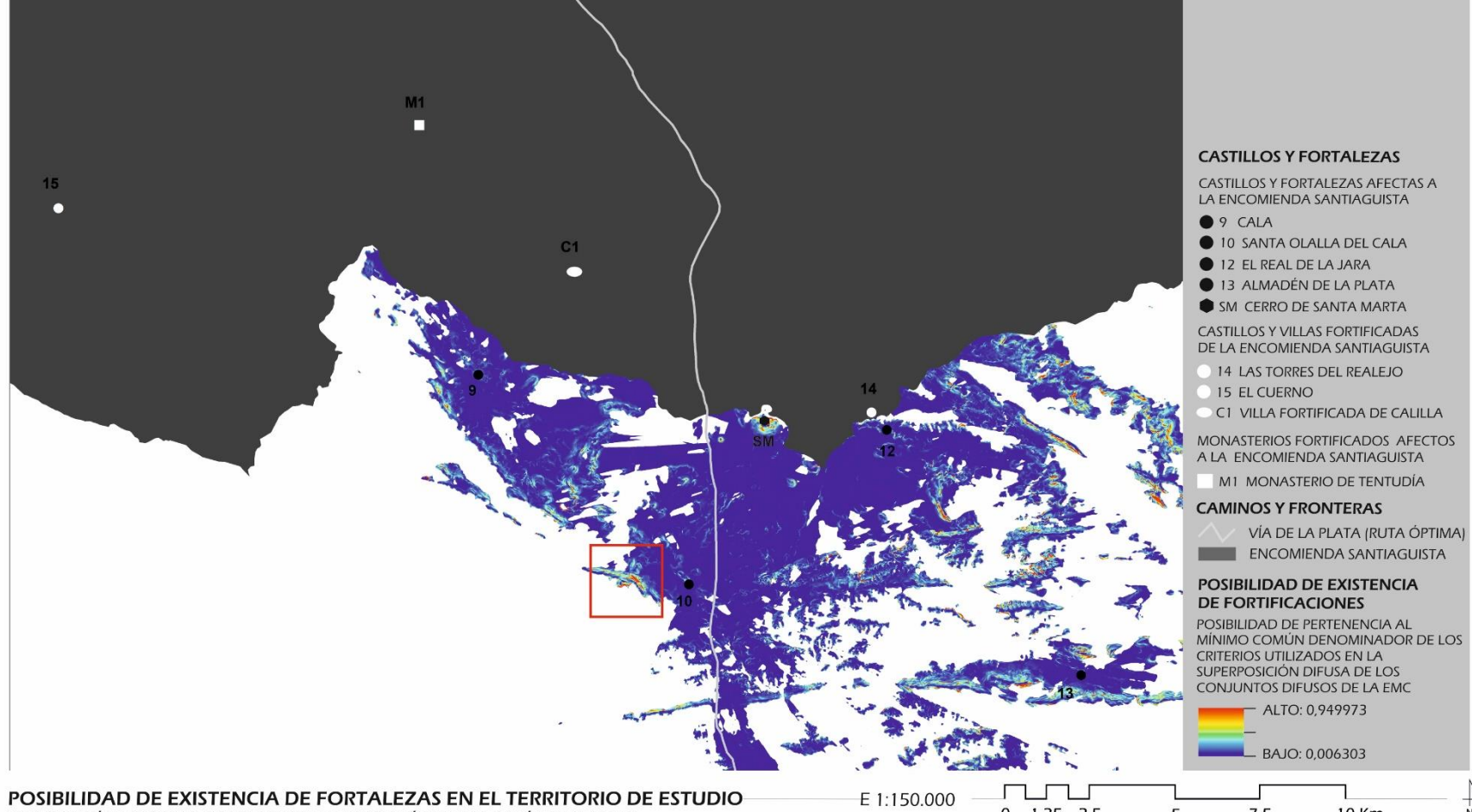
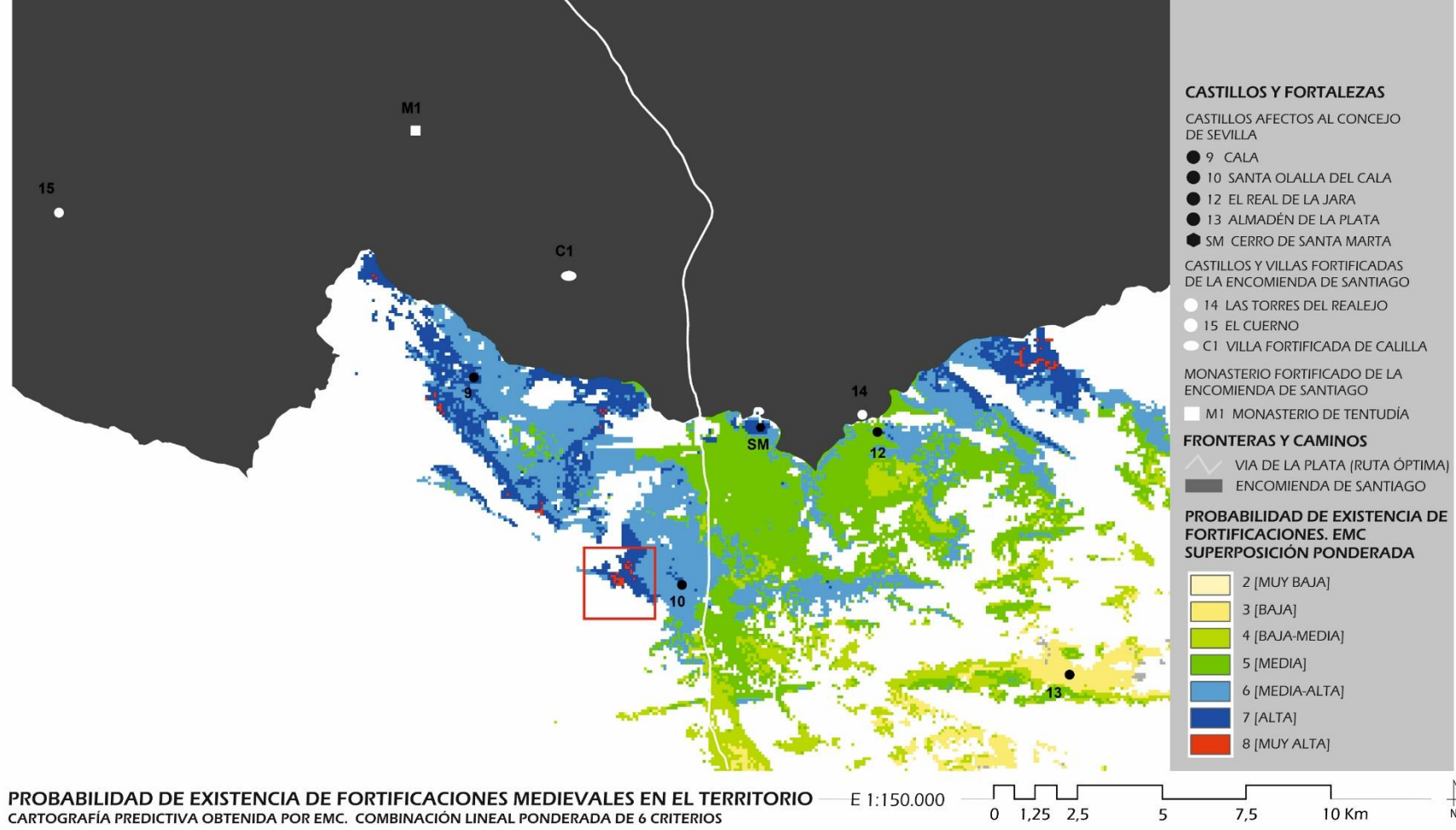
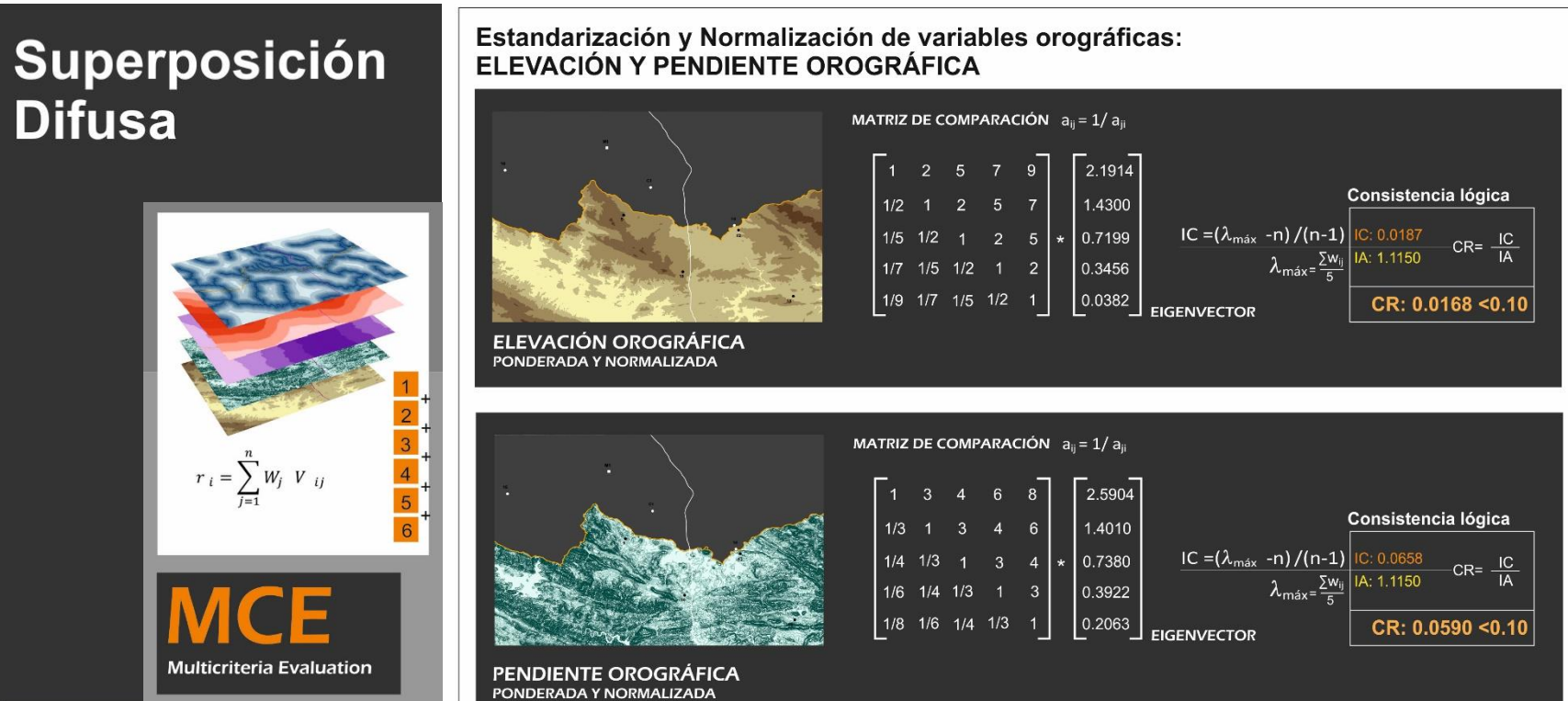
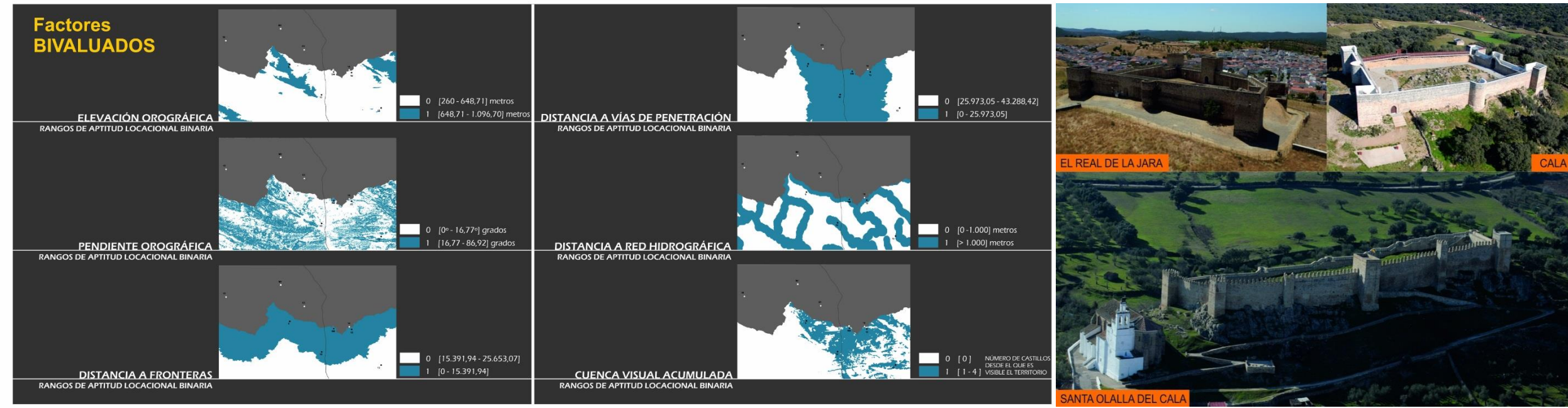
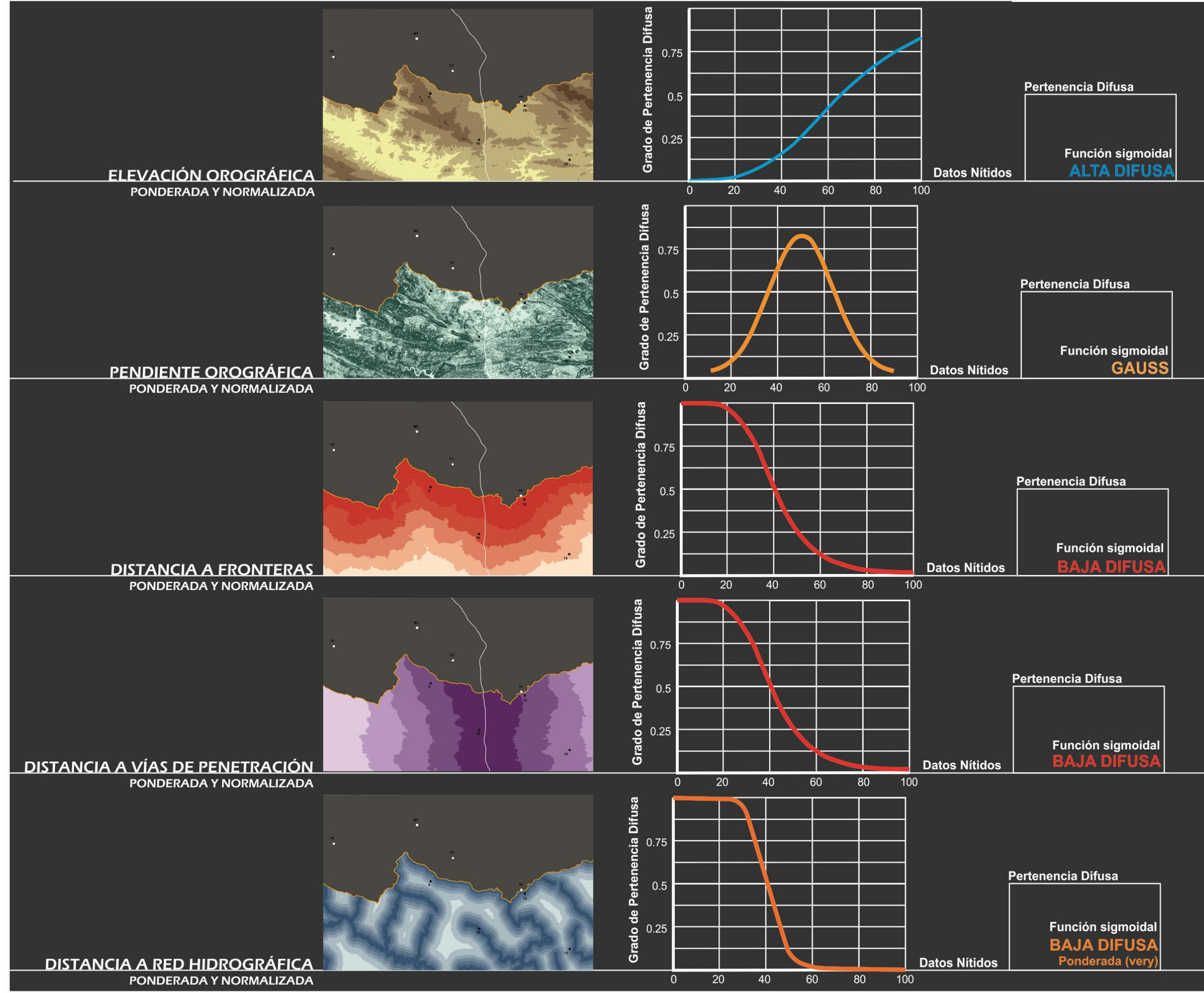
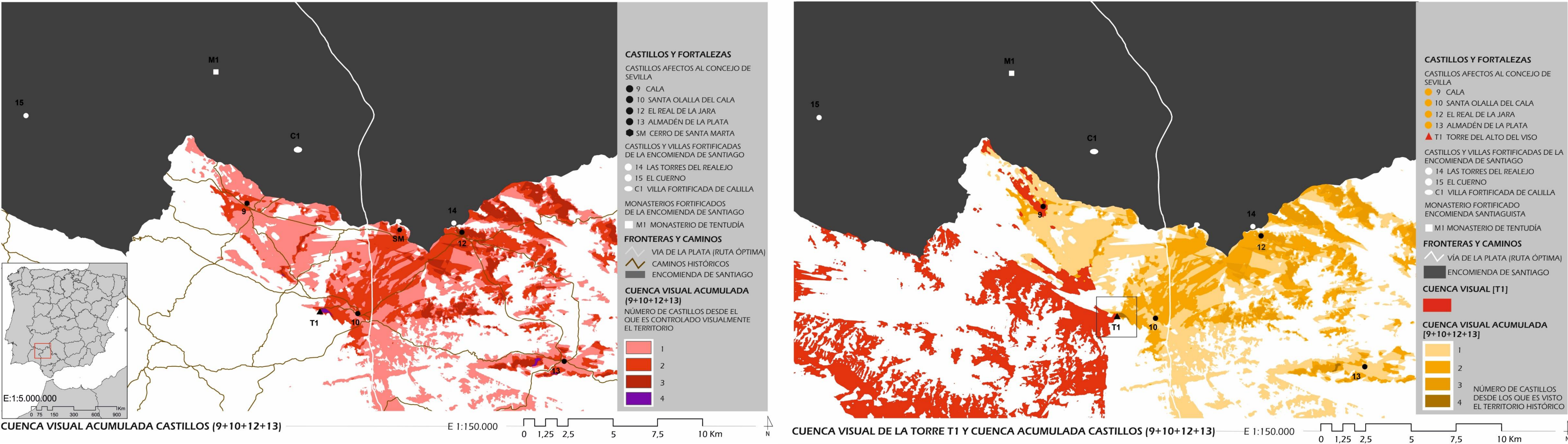
La realización de un catálogo parcial de los fortines de La Janda (figs. 13 a 15) nos demuestra la abundante variedad formal y tipológica, lo cual hace más atractivo su estudio. Apenas encontramos seriación en los búnkeres analizados, y las semejanzas son únicamente una excepción. Las necesidades específicas de cada ubicación, su plan de fuegos, las características del terreno, etc.; hacen de cada obra un objeto de diseño casi artesanal (figs. 3, 13 y 14).



ACCIÓN A1.4. Análisis geoespacial de la fortificación del territorio en el ámbito de la red castramental de la Banda Gallega.

Juan José Fondevilla Aparicio¹, Timoteo Rivera Jiménez²,
¹Investigador HUM-799. Arquitecto, Universidad de Sevilla.
²Investigador HUM-838. Arqueólogo, Universidad de Huelva.

La investigación desarrollada analizó el patrón de implantación espacial de las fortalezas dispuestas por el concejo de Sevilla en la Baja Edad Media en el límite noroccidental de su extenso alfoz. Se definieron para ello distintos subespacios castrales que respondían desde una lógica adaptativa a la evolución de los límites jurisdiccionales y fronteras interiores o exteriores al reino de Castilla cuya guarda y defensa procuraba la red castramental de la Banda Gallega. Uno de los subespacios castrales analizados fue el correspondiente a la triangulación defensiva dispuesta en torno a la Vía de la Plata, en su límite septentrional, que procuraba un control estratégico de los tránsitos sobre esta vía de comunicación que unía el valle del Guadalquivir con la Meseta castellana. Se abordó el estudio de su fundamentación poliorgánica y la posible detección de fortalezas no documentadas hasta la fecha, que completasen su dibujo defensivo, en base a criterios de intervisibilidad, control estratégico del territorio y de aptitud locacional. Los estudios geoespaciales de cuenca visual potencial y de cuenca visual acumulada permitieron medir y grafiar con precisión el espacio sujeto a control visual y analizar las interacciones de las cuencas visuales de cada fortaleza. Los estudios de transitabilidad espacial permitieron a su vez en base a los gradientes derivados de los índices sintéticos de fricción, detectar flujos preferentes de tránsito espacial y la definición de rutas óptimas, traducibles a mapas de isócronas. La elaboración de cartografías predictivas fundadas en el uso de metodologías EMC implementadas a través de SIG, partió de la previa modelización del territorio histórico, la georreferenciación de las entidades espaciales de estudio, así como de la normalización y estandarización de las variables orográficas y espaciales que conformaban criterios coadyuvantes o limitantes en la estrategia de fortificación del territorio histórico. La aproximación a través de estrategias de lógica difusa permitió añadir un nuevo enfoque al suplementar los planteamientos discretos, fundados en lógica booleana, mediante formulaciones multivaluadas, que permitieron una mayor precisión a través de la computación de variables lingüísticas, que habilitan la formulación de predicados vagos, utilizados en inteligencia artificial, para una mejor gradación y modelado lógico de los factores de estudio. La definición de tal modelo lógico permitió la detección de la Torre Atalaya del Alto del Viso, que complementa hacia poniente la cuenca visual del castillo de Santa Olalla del Cala posibilitando su enlace óptico con el castillo de Cala, salvando el obstáculo visual que suponía la presencia de la prominencia orográfica conformada por la Sierra del Cerrado. Tal hallazgo permitió completar el conocimiento de este subespacio castral, constituyendo la Torre del Alto del Viso una atalaya satelital vinculada a la fortaleza nuclear de Santa Olalla del Cala dotada de funcionalidades específicas de vigilancia de los caminos y riveras fluviales provenientes de poniente.



ACCIÓN A2. Modelo de base de datos híbrida, Modelo SIG y Modelo Grafo para identificar, registrar, investigar y analizar el patrimonio arquitectónico.

P. Ferreira-Lopes ^{1, 2}

¹ Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, España. patricia.ferreira@juntadeandalucia.es
² HUM799, ETSA, Universidad de Sevilla, España.

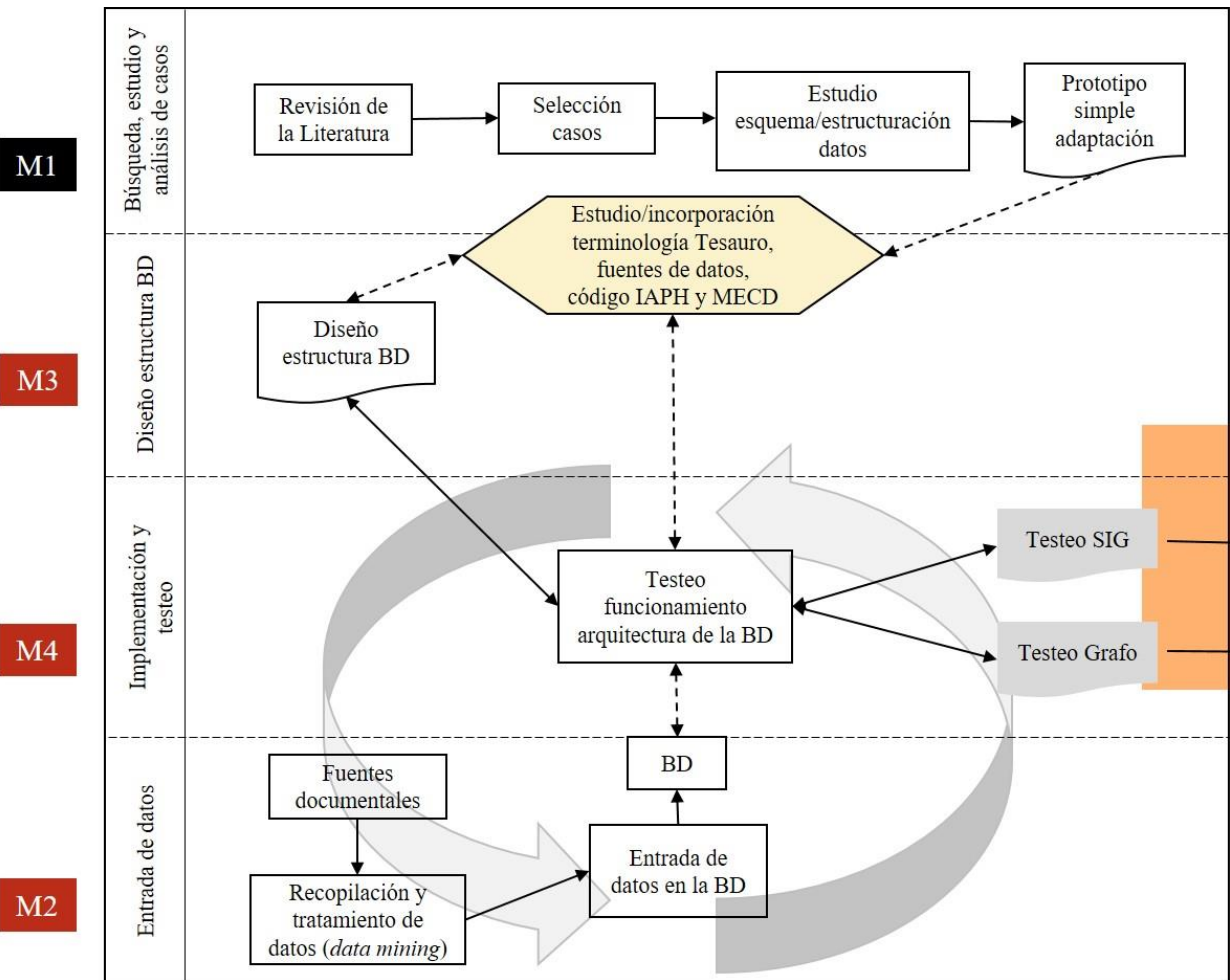
Cada vez con más frecuencia las tecnologías digitales y las metodologías asociadas a ellas son utilizadas para **identificar, registrar, analizar, preservar y difundir el patrimonio**. La tendencia de entender el patrimonio no como un objeto aislado sino como producto de múltiples condicionantes y variables hace imprescindible explorar aquellos recursos digitales que permitan una aproximación **diacrónica y holística capaz de modelar con más eficiencia la dinamicidad de su realidad histórica y cultural**. La investigación desarrollada en esta investigación aborda la aplicación de dos Modelos Digitales de Información, mediante las tecnologías de SIG y Grafos, en el ámbito patrimonial, y lo hace desde un proceso científico y transversal que incorpora la complejidad de integrar distintos datos patrimoniales contemplando su escala territorial. En este sentido, tiene especial importancia debido a los siguientes factores: la creación de una base de datos susceptible de futura ampliación, uso y análisis; su incidencia sobre el abordaje del patrimonio a distintas escalas; su propuesta para la protección, conservación e interrelación de la información patrimonial; y el desarrollo y puesta en marcha de una metodología que permite nuevos conocimientos y sinergias interdisciplinares, así como su reutilización en otros contextos patrimoniales.

El trabajo desarrolla una experiencia piloto, la cual tiene como objeto de **estudio de la producción de la arquitectura del antiguo reino de Sevilla** durante el tránsito de la Edad Moderna que contempla las redes espacio-temporales generadas por las principales fábricas edilicias, con **especial protagonismo de los profesionales y artistas implicados en las obras arquitectónicas**, considerando el contexto socio-económico, político, científico-técnico y cultural. Con ello se pretende comprender esta organización espacial, entendida como un **sistema dinámico y no lineal**

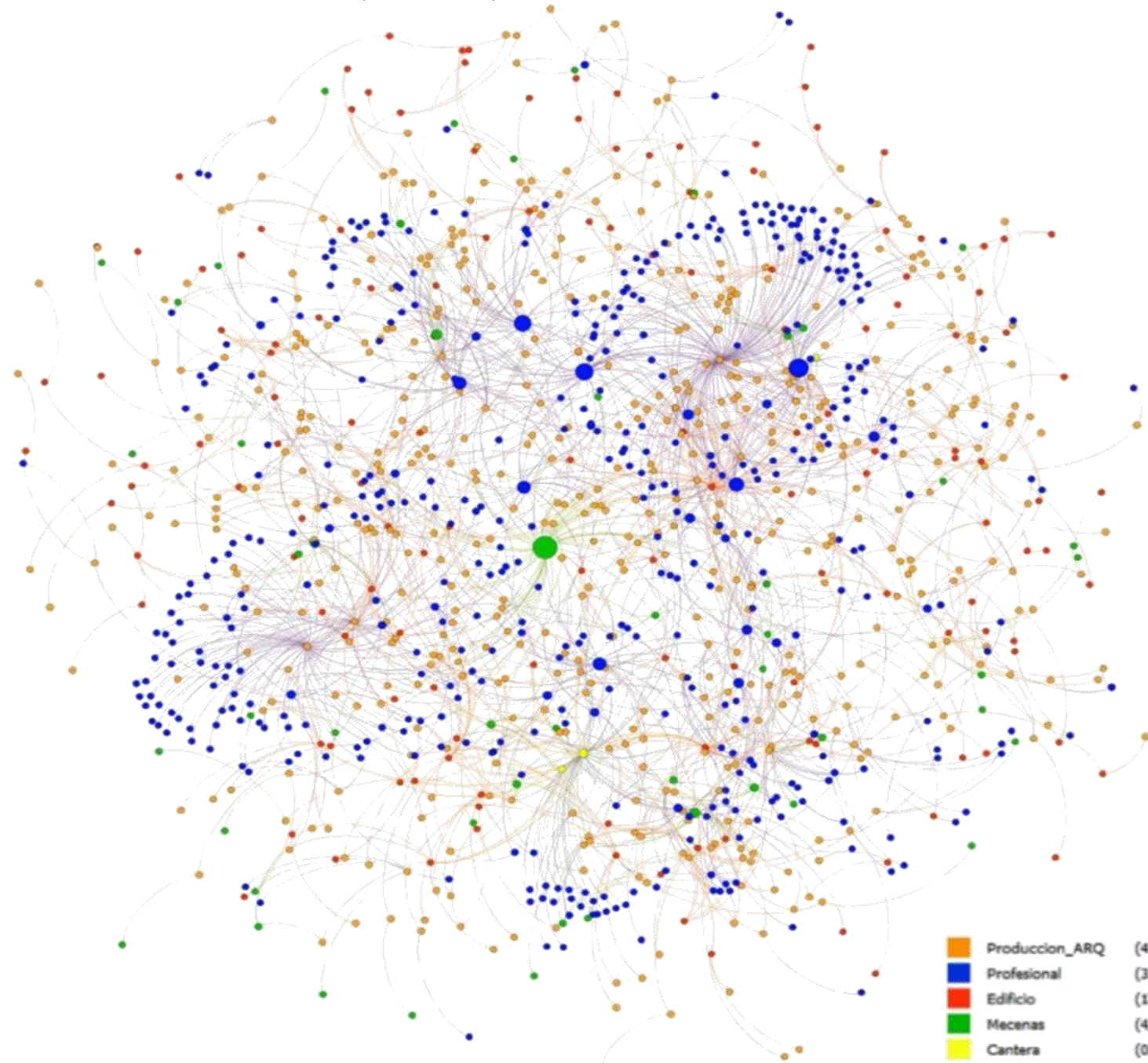
OBJETIVOS

- Crear un registro de información basado en una IDEH y en un Sistema de Base de Datos híbrida para su organización, acceso y análisis;
- Establecer una valoración patrimonial de los sistemas y subsistemas del Tardogótico en relación con el paisaje, los territorios, las instalaciones y las arquitecturas más significativas;
- Generar consultas, análisis y simulaciones de la producción arquitectónica;
- Generar sistemas de visualización dinámicos que alterne lo sincrónico diacrónico;
- Activar una nueva metodología de investigación patrimonial mediante modelos digitales de la información.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS



▲ Esquema explicativo de la metodología para la creación de la Base de Datos Híbrida basada en eventos (e-database).



▲ En esta visualización, los nodos de los agentes es proporcional a la cantidad de relaciones que tienen. Aparecen como principales profesionales Juan Gil de Hontañón, Simón de Colonia, Enrique Egas, Juan de Álava, Diego de Riaño, Alonso Rodríguez, Juan de Castillo. De los mecenas se destaca el Arzobispado de Sevilla.

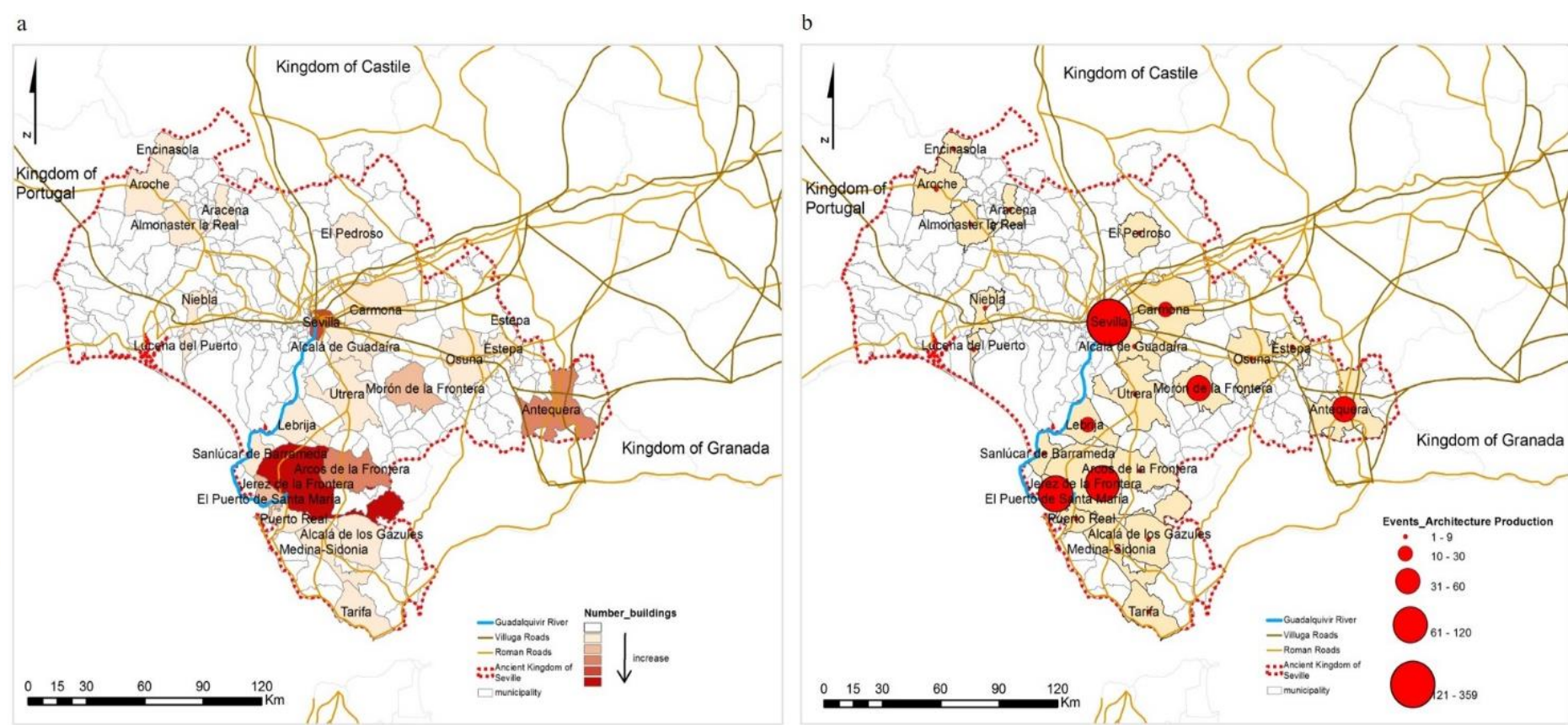


PROYECTOS I+D+i

HAR2016-78113-R
HAR2016-76371-P
HAR2012-34571

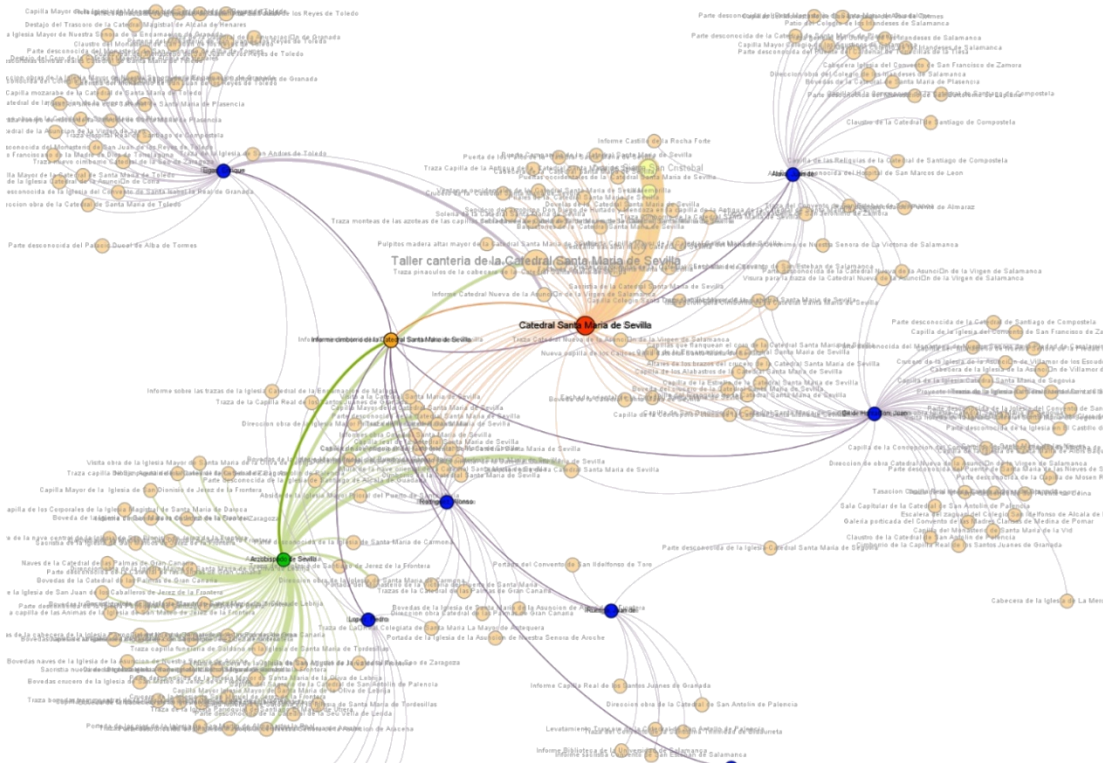


▲ En rojo, partes de los edificios y/o edificios completo construidos en el tardogótico.

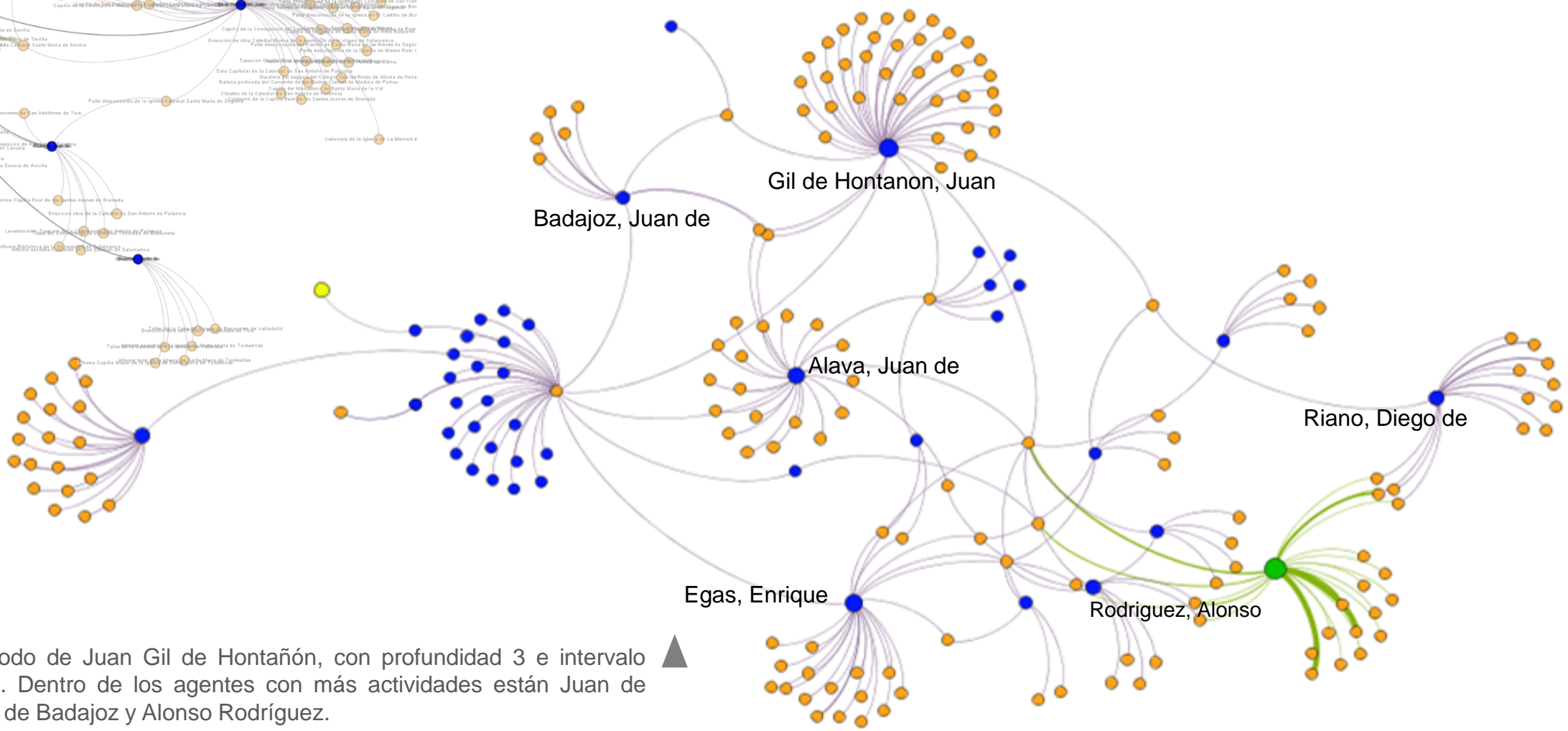


(a) Densidad del número de edificios por municipio.
(b) Densidad de eventos por localización.

Analizando las actuaciones de **Diego de Riaño** en la BD, observamos que entre los años 1528 a 1534 está dirigiendo las obras de la Catedral de Sevilla, mientras también ejecuta actividades en la Iglesia de San Miguel de Morón. Mediante el modelo SIG generamos hipótesis del posible camino utilizado por Riaño (a) y (b).



▲ Análisis Ego entorno al nodo "Informe cimborrio de la Catedral Santa María de Sevilla", con profundidad 1 y 3. Como principales profesionales relacionados están Enrique Egas, Juan de Álava, Juan Gil de Hontañón, Alonso Rodríguez, Juan de Ruega, Martín de Bruselas y Pedro López.



▲ Análisis Ego entorno al nodo de Juan Gil de Hontañón, con profundidad 3 e intervalo temporal entre 1500-1531. Dentro de los agentes con más actividades están Juan de Álava, Enrique Egas, Juan de Badajoz y Alonso Rodríguez.

ACCIÓN B1. Modelo BIM aplicado a la gestión de Plan Directores de edificios o conjuntos.

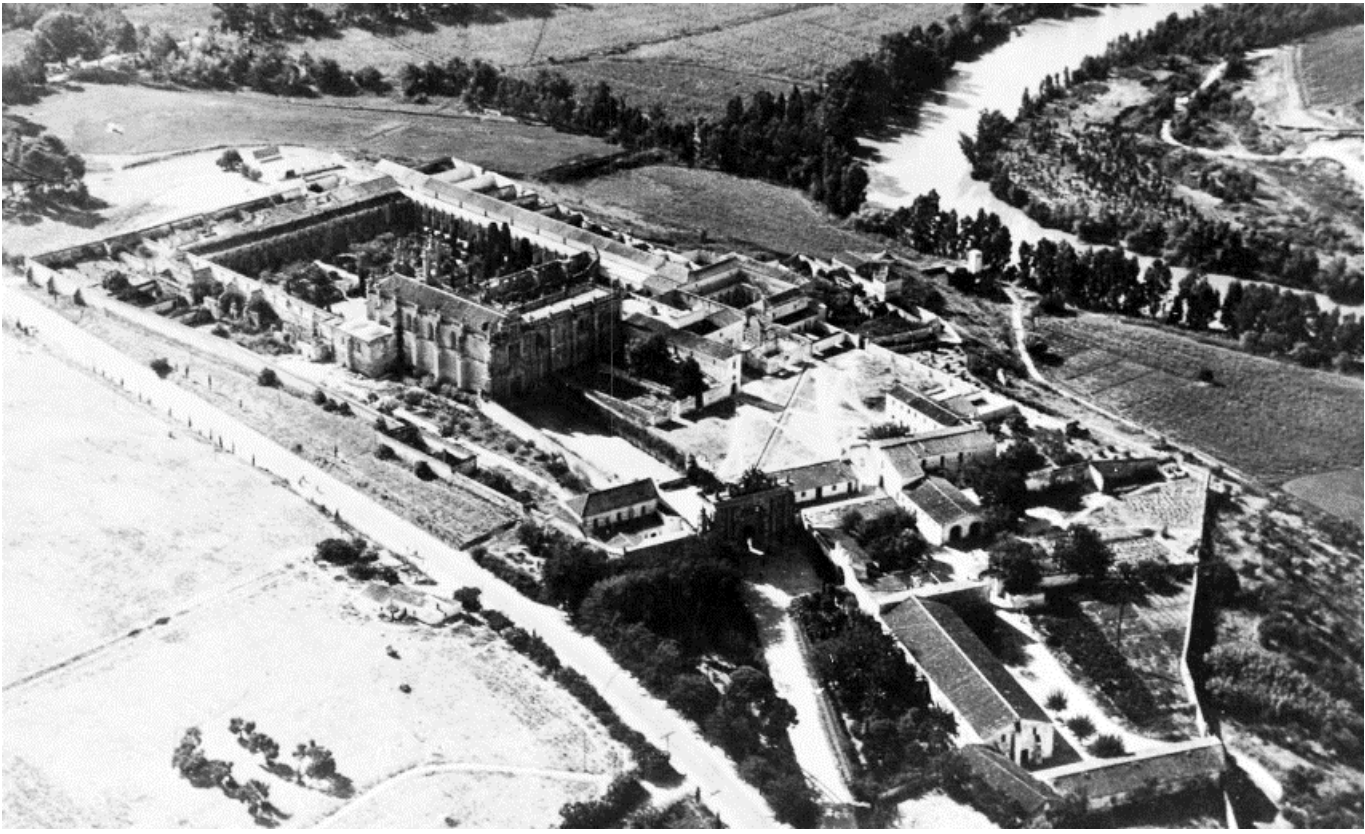
M. Castellano-Román, R. Angulo Fornos, F. Pinto Puerto

*Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Arquitectura,
Avenida de Reina Mercedes nº2 41012 Sevilla, manuelcr@us.es.*

Esta línea de acción del proyecto ha desarrollado las condiciones en las que un modelo BIM resulta eficiente para la planificación estratégica de grandes conjuntos monumentales a través de un Plan Director, figura clave para la tutela sostenible del patrimonio arquitectónico. Estratégicamente, se han diferenciado cinco grandes grupos de acciones en la tutela: identificación, investigación, protección, conservación y difusión, aunque todos ellos se presentan, de hecho, entrelazados. El caso de estudio ha sido la Cartuja de Jerez (Cádiz, España), un conjunto monumental fundado en a finales del siglo XV y declarado como Bien de Interés Cultural, para el que el Plan Nacional de Abadías, Monasterios y Conventos prescribe un Plan Director.

Se ha propuesto una caracterización general del HBIM compatible con BIM que hace posible reconocer las singularidades de los bienes inmuebles de valor cultural y, simultáneamente, desarrollar proyectos donde se combine la tutela patrimonial con la producción de arquitectura de nueva planta. Para ello se han trasladado al contexto específico del patrimonio cultural dos conceptos BIM originalmente relacionados con la producción y gestión de arquitectura de nueva planta: las Dimensiones BIM y los Niveles de Definición LOD, que han sido redefinidos como Niveles de Conocimiento LOK en su aplicación patrimonial. La construcción del modelo ha estado estrechamente ligada al proceso de recopilación y síntesis del conocimiento existente sobre el conjunto, dando lugar a un proceso retroalimentado en el que el propio modelo generaba respuestas y planteaba nuevas preguntas. El modelo se ha generado a partir de información gráfica producida con diversas técnicas, desde planimetría histórica hasta levantamientos fotogramétricos. La complejidad del conjunto monumental se ha trasladado al modelo mediante la articulación en torno a un proyecto central de una serie de proyectos vinculados delimitados estratégicamente. Una vez configurados y georreferenciados los proyectos se han modelado las estructuras y espacios con el repertorio de objetos paramétricos que ofrece el programa de modelado. Así mismo, se ha registrado la evolución temporal del monasterio mediante una secuencia de fases cuyo inicio o final están asociados a hechos significativos de la propia evolución del edificio.

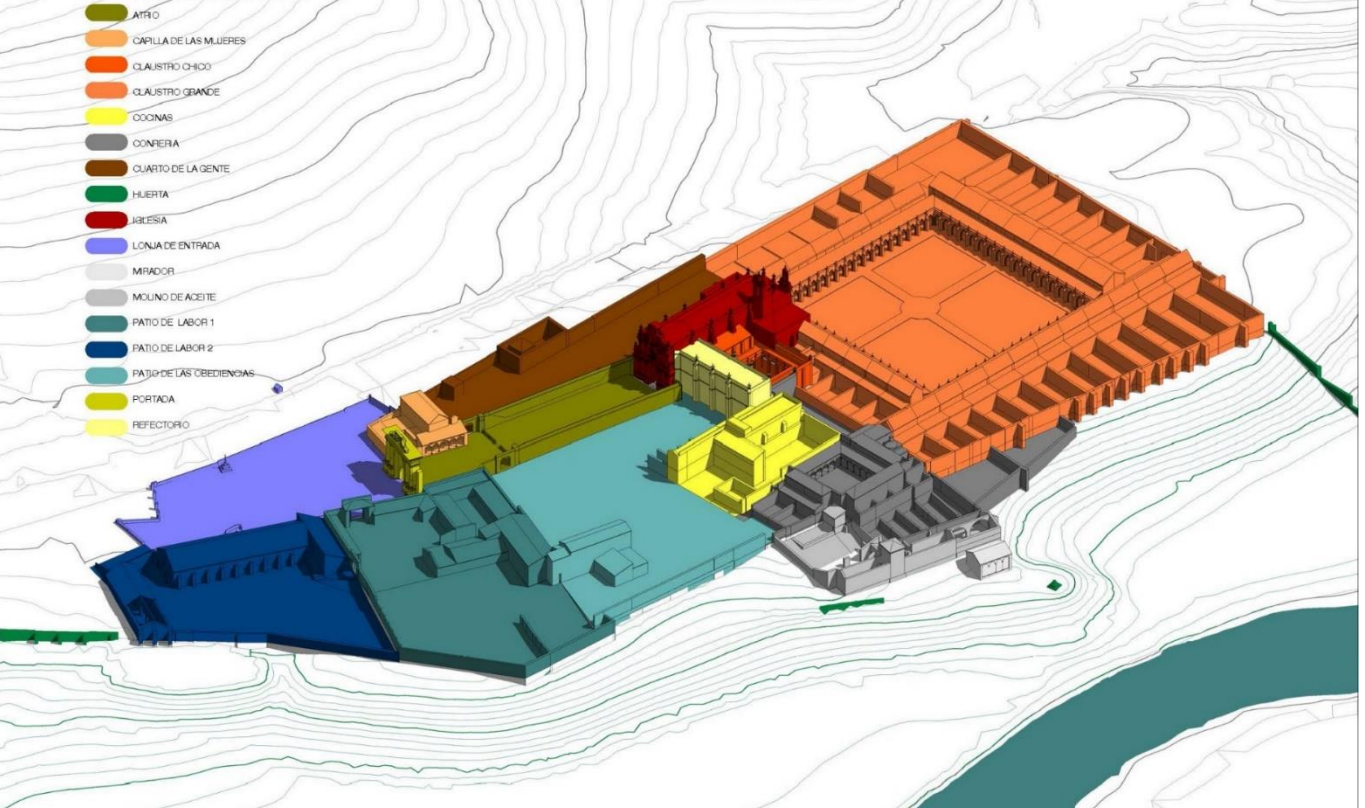
Como resultado final, se ha generado el modelo HBIM de la Cartuja de Jerez desarrollado al nivel LOK200 que ofrece respuesta a los requerimientos gráficos y de información requeridos por un Plan Director, articulando el conocimiento disponible sobre el bien, generando nuevas aportaciones sobre su configuración arquitectónica y evolución constructiva, estableciendo las directrices de su protección jurídica, caracterizando de forma general su estado de conservación y los aspectos fundamentales de su difusión y puesta en valor.



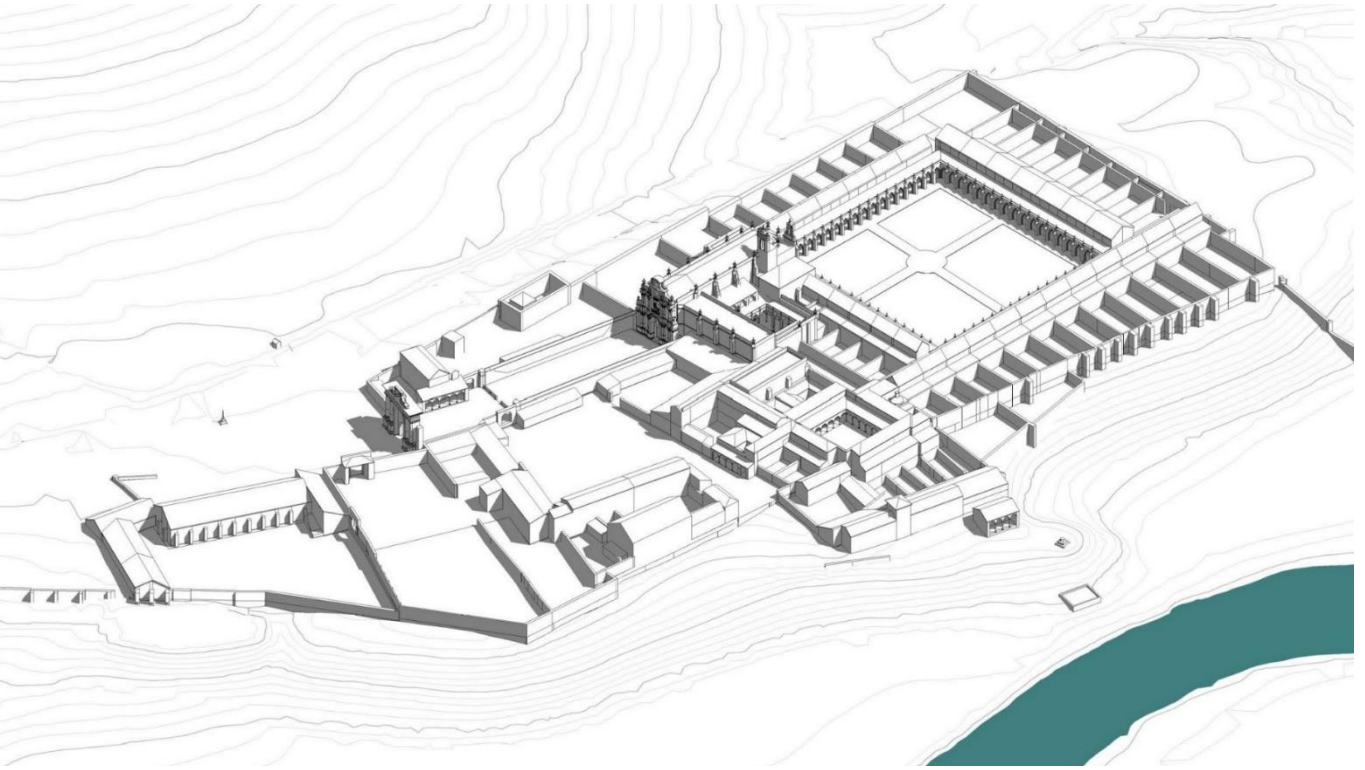
La Cartuja de Jerez, entre la carretera de Jerez a Medina Sidonia y el río Guadalete. Fundada a finales del siglo XV y desarrollada durante los siglos XVI, XVII y XVIII, cuando el organismo arquitectónico alcanza su máxima extensión. Durante los siglos XIX y XX se confrontan la ruina y el expolio con el alumbramiento de su valoración cultural y recuperación. Fotografía aérea de mediados del siglo XX.



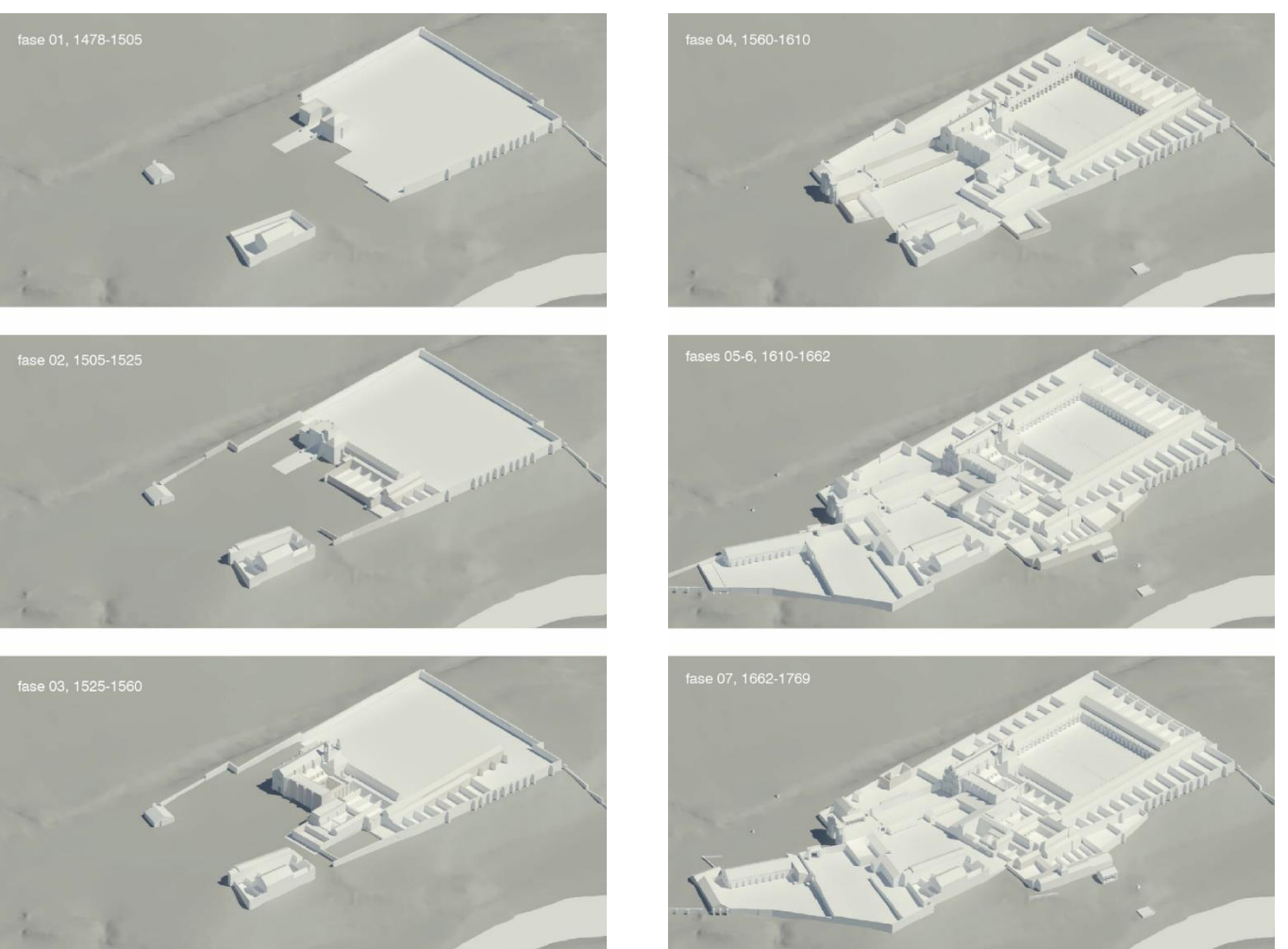
Identificación de relaciones de la Cartuja con su paisaje cultural: caminos históricos, fincas vinculadas, infraestructuras territoriales (embarcaderos, puentes,...), plataformas de visualización, canteras.



Proyectos parciales vinculados en el proyecto central.

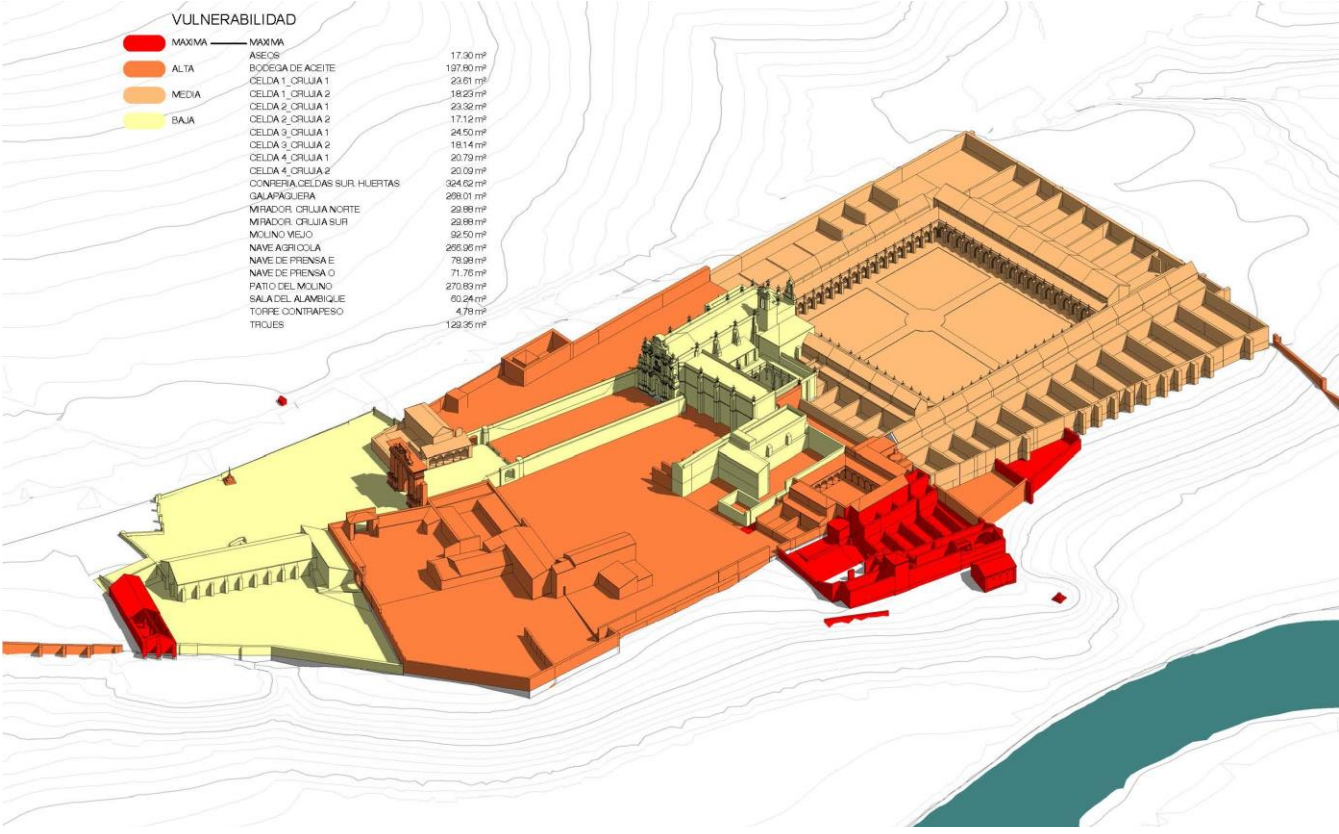


Modelado de estructuras y espacios.

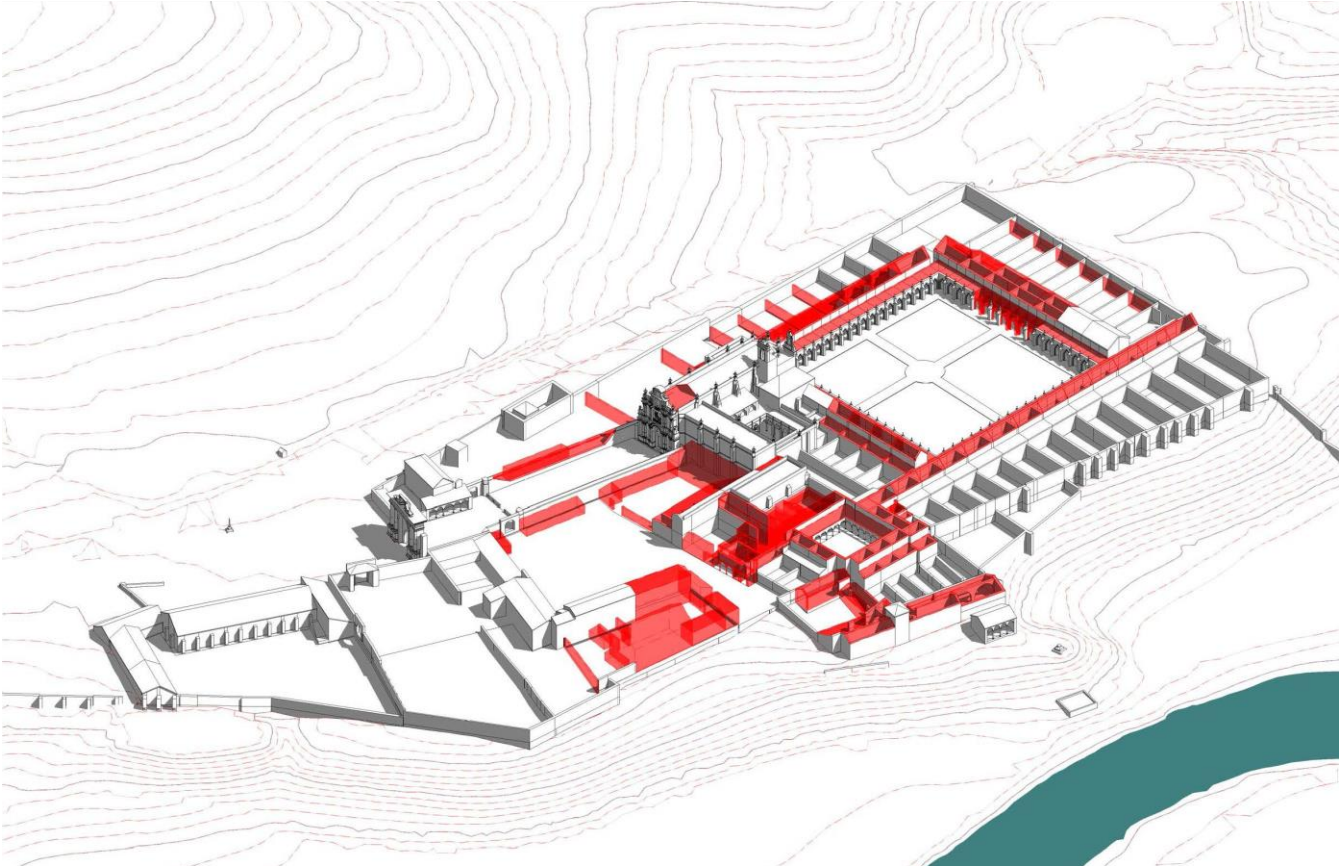


Secuencia de la evolución constructiva mediante fases.

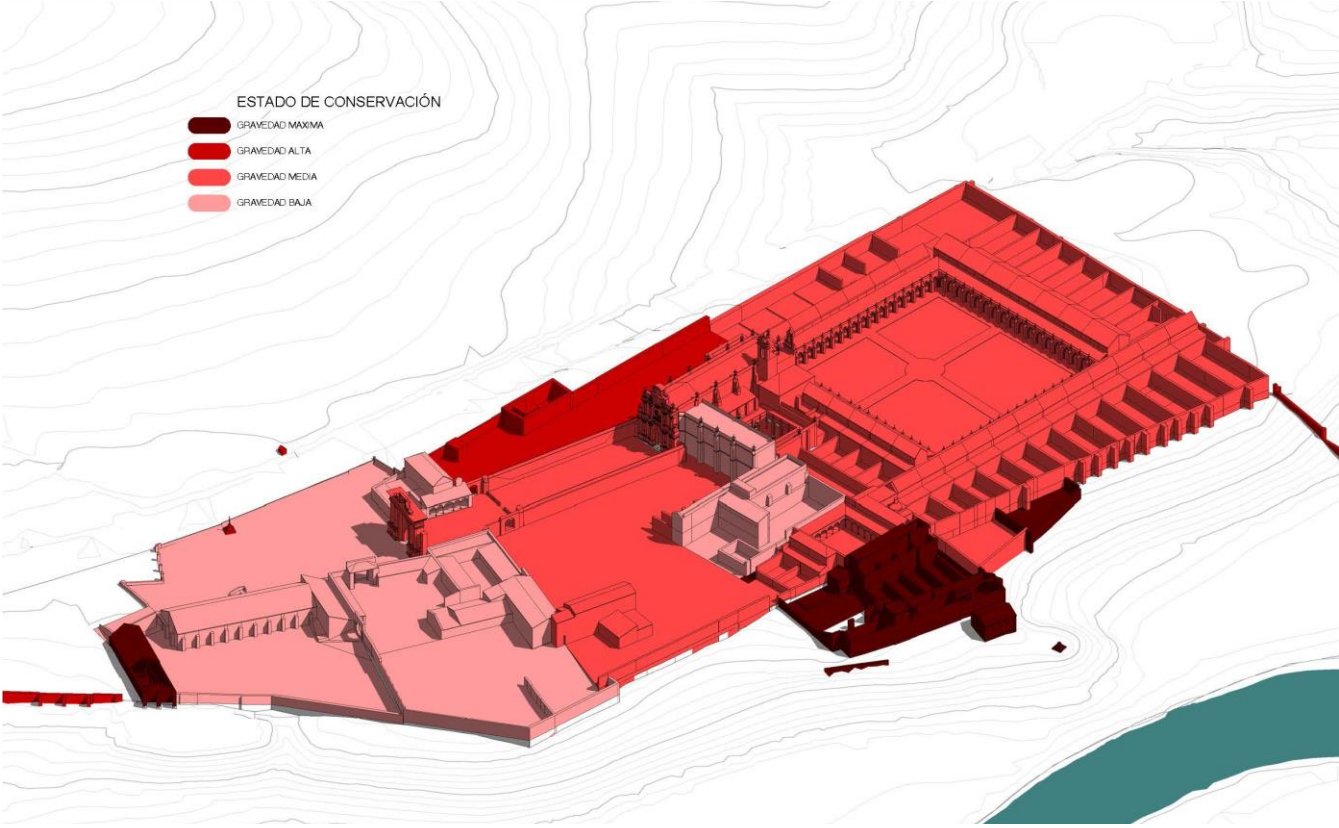
Bases para el Plan Director de la Cartuja de Jerez: diversas salidas gráficas y alfanuméricas de información patrimonial.



Protección: vulnerabilidad.



Investigación: visualización temática, i. g., impacto de las demoliciones y ruinas tras la Exclaustración de 1835.



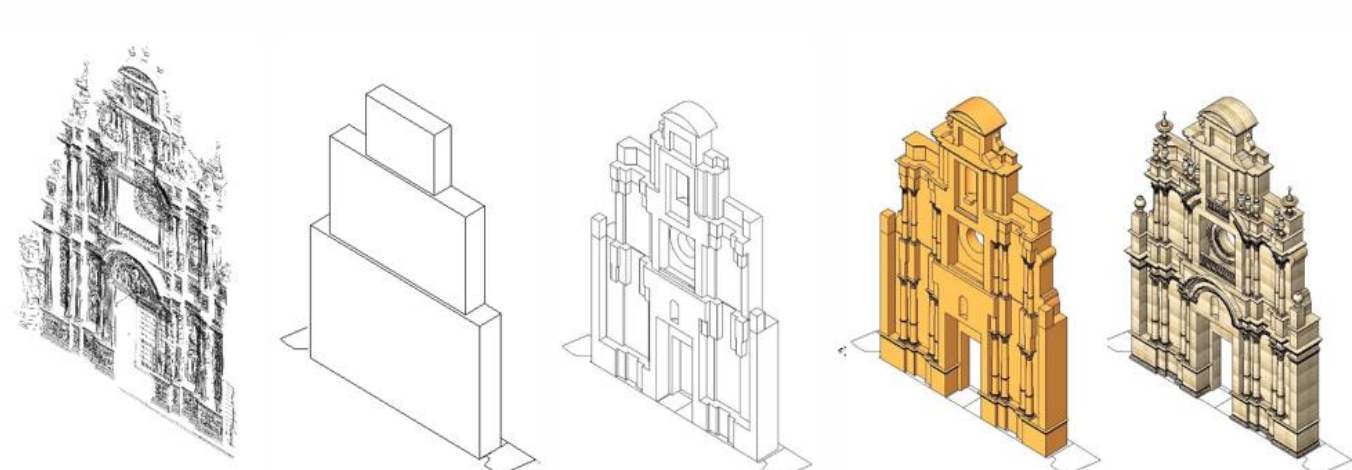
Estado de conservación.



Difusión: regulación de las visitas.

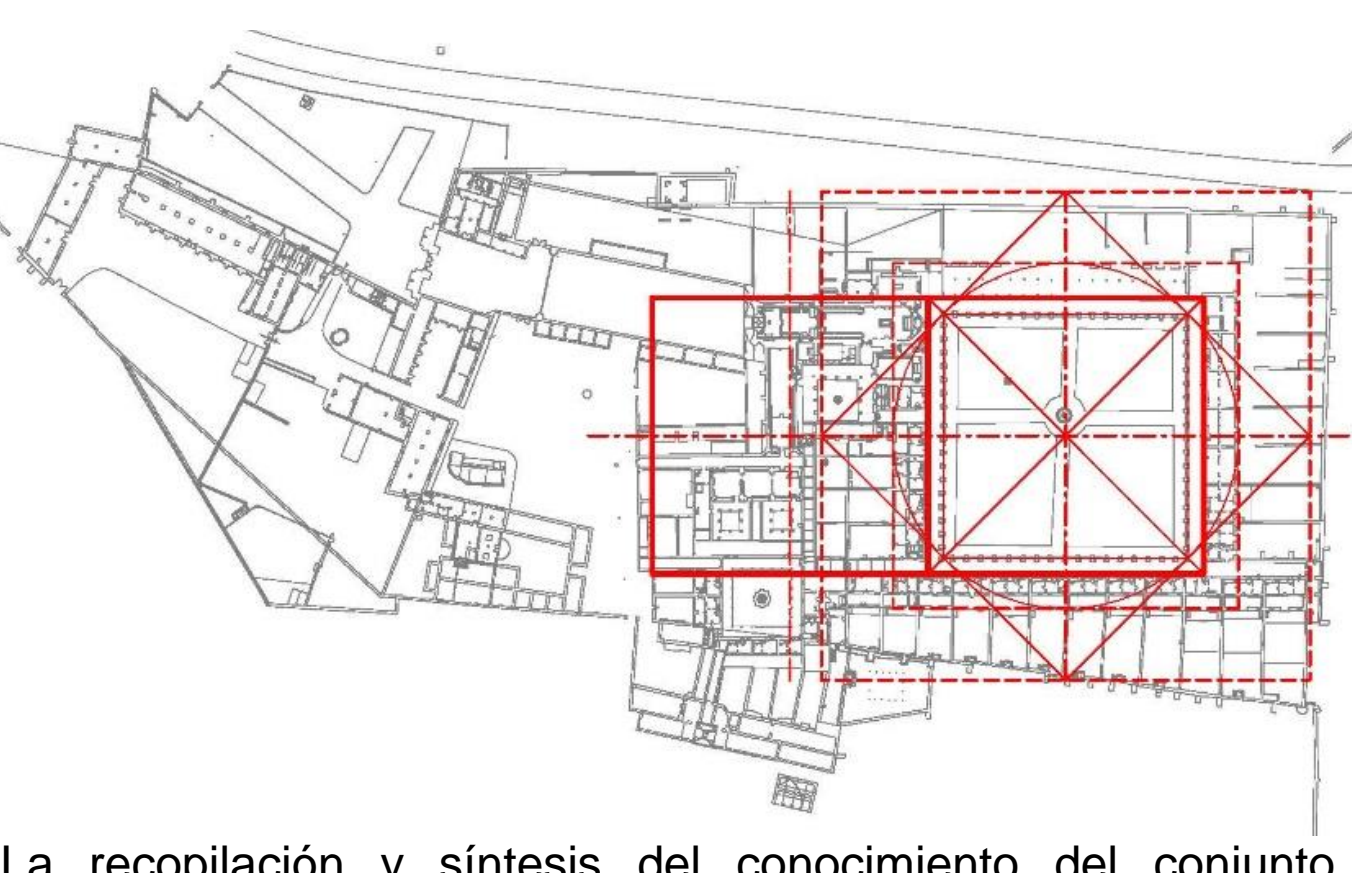
3D LEVANTAMIENTO ANALÍTICO Captura métrica con tecnologías diversas. Procesamiento preliminar de la información. Análisis.	4D EVOLUCIÓN HISTÓRICA Información sobre la evolución histórica del bien. Establecimiento de fases.	5D DIAGNÓSTICO Caracterización del estado del conocimiento de protección, la conservación y la difusión del bien.	6D CONTEXTO CULTURAL Caracterización del contexto cultural del bien. Infraestructuras territoriales y bienes relacionados. Paisaje cultural.	7D CONSERVACIÓN E INTERVENCIÓN Proyectos de conservación. Programación de acciones de investigación, protección, conservación y difusión.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dimensiones en HBIM: integración de conceptos patrimoniales en la metodología BIM



LOK100 IDENTIFICACIÓN Codificación gráfica simbólica o de precisión pero no categorizada. Datos básicos de identificación del bien. Localización y orientación georreferenciadas.	LOK200 PROTECCIÓN Y DIFUSIÓN Modelado de estructuras básicas y de la evolución constructiva. Información para expedientes de protección o planificación estratégica. Materiales gráficos para la difusión.	LOK300 INVESTIGACIÓN Modelado de estructuras complejas. Información para la caracterización material avanzada, diagnósticos disciplinares avanzados. Materiales gráficos para la difusión.	LOK400 CONSERVACIÓN E INTERVENCIÓN Proyectos de conservación e intervención. Incorporación de nuevas fases al modelo.	LOK500 GESTIÓN Programas periódicos de investigación, conservación preventiva, uso y difusión. Planificación presupuestaria anual.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Niveles de conocimiento en HBIM: articulación del conocimiento y la precisión geométrica del modelo.



La recopilación y síntesis del conocimiento del conjunto dirigen la estrategia de modelado.

ACCIÓN B2. Estrategias y métodos destinados a la generación del modelo BIM desde la captura métrica a la modelización 3D.

R. Angulo Fornos¹, F. Pinto Puerto²

Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Sevilla, Av. de Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla

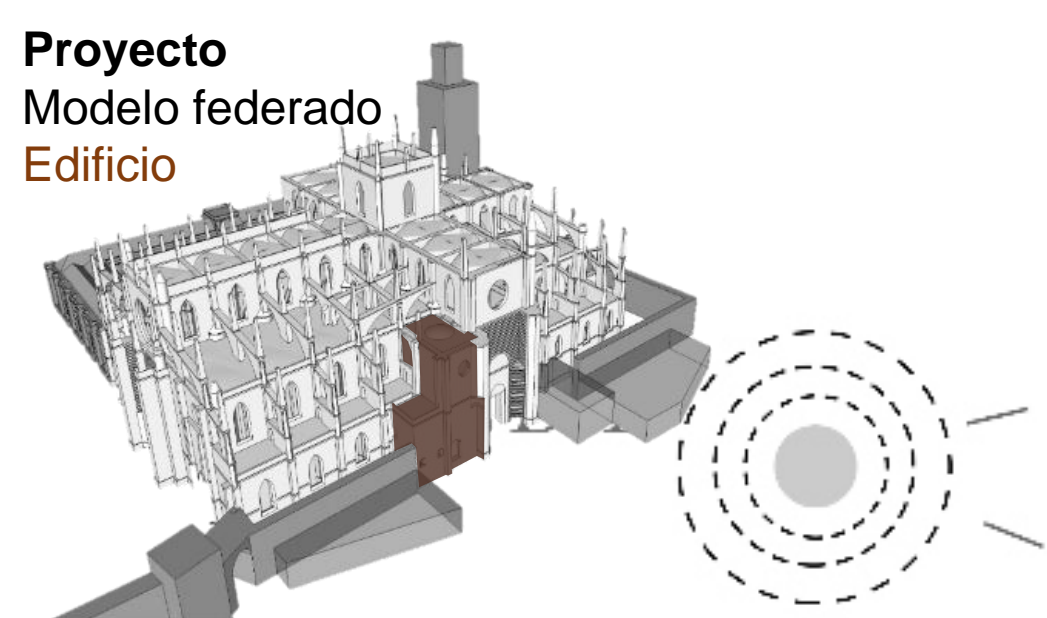
¹roqueaf@us.es, ²fspp@us.es

Esta acción tiene como objetivo fundamental profundizar en las estrategias y métodos de procesamiento de datos obtenidos mediante captura digital (fotogrametría / escáner láser) y su conversión en modelos HBIM de edificios históricos susceptibles de contener toda la información posible relativa a su devenir histórico y estado de conservación, como soporte de procesos de conocimiento, conservación y gestión de los mismos. Para ello, se ha tomado como caso de estudio la fachada del cuadrante renacentista de la Catedral de Sevilla, de la que se dispone tanto de su captura fotogramétrica como de su lectura estratigráfica.

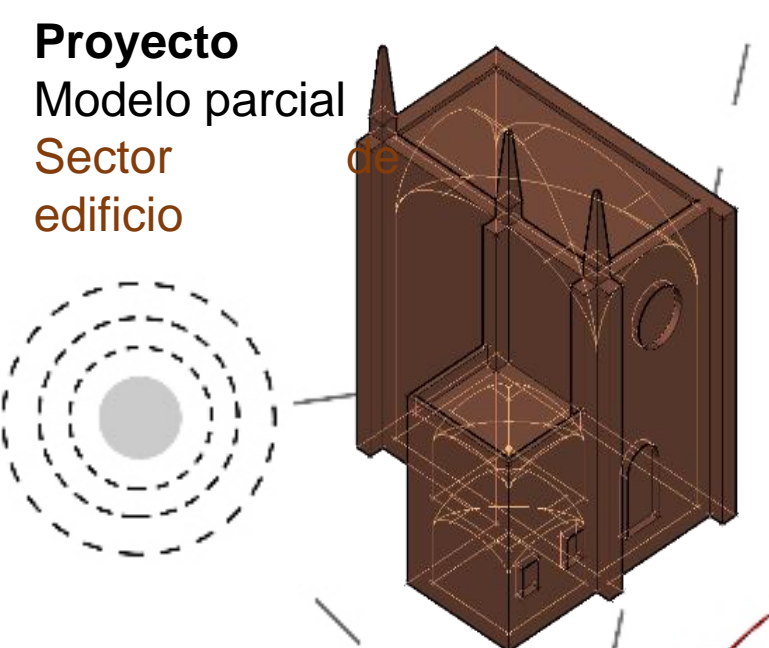
La experiencia aquí expuesta trata de la generación de un modelo HBIM para la gestión de información patrimonial, orientado a la conservación preventiva de los activos de interés cultural, en este caso, un fragmento de la fachada del cuadrante renacentista de la Catedral de Sevilla y los espacios que delimita. Los elementos gráficos del modelo y sus parámetros de información se han definido considerando la metodología y sistemática de trabajo desarrollada por la empresa Artyco en su actividad habitual de control y seguimiento en el tiempo de elementos inmuebles intervenidos para su conservación preventiva. Esta compañía, encargada de la conservación de esta zona del templo catedralicio, ha evaluado los resultados de esta experiencia considerando su idoneidad y viabilidad para futuras aplicaciones. El trabajo ha permitido reflexionar sobre una serie de aspectos metodológicos relacionados con esta línea de investigación y sus objetivos, sirviendo además como exposición y análisis de algunas novedades metodológicas que han producido interesantes resultados: se ha llevado a últimas consecuencias la modelización precisa de la geometría y forma del objeto, considerando el sillar como unidad mínima soporte de información, al objeto de verificar la viabilidad y operatividad de modelos de máximo nivel de detalle.

El trabajo ha comprendido la realización de un modelo digital del elemento tratado, una base de datos y un procedimiento de trabajo para el uso de ambos elementos enlazados, donde el equipo de Artyco pudiera verter información, así como obtener informes y visualizaciones infográficas. Se ha seguido el siguiente flujo de trabajo: • Modelización 3D a partir de captura fotogramétrica previa. • Georreferenciación del fragmento para su ensamblaje posterior con otros fragmentos del templo. Establecimiento de un sistema de referencia espacial y un vocabulario común para este elemento. • Estructuración y relación de los datos requeridos por Artyco para su asociación al modelo. • Elaboración del modelo HBIM. • Puesta en marcha y evaluación de resultados. • Establecimiento de protocolos de entrada y salida sistematizada y normalizada de información.

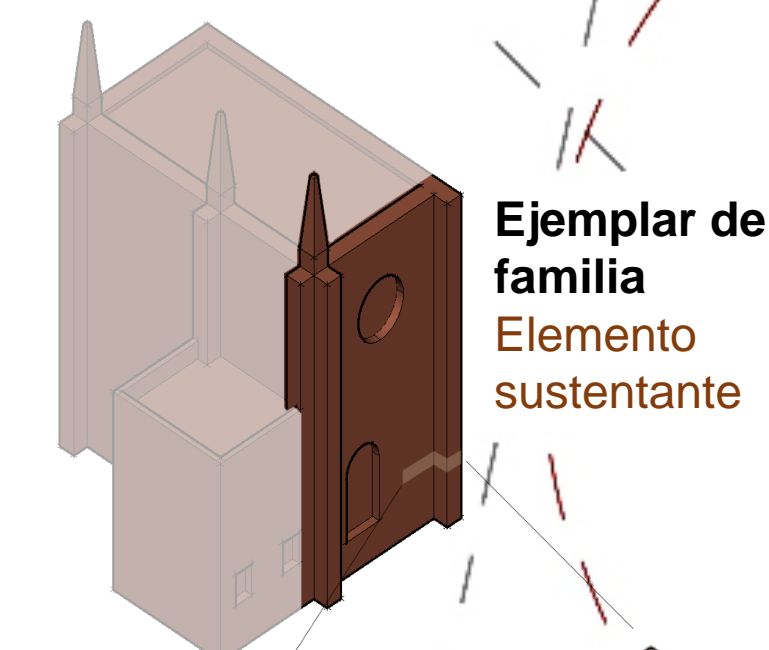
Proyecto
Modelo federado
Edificio



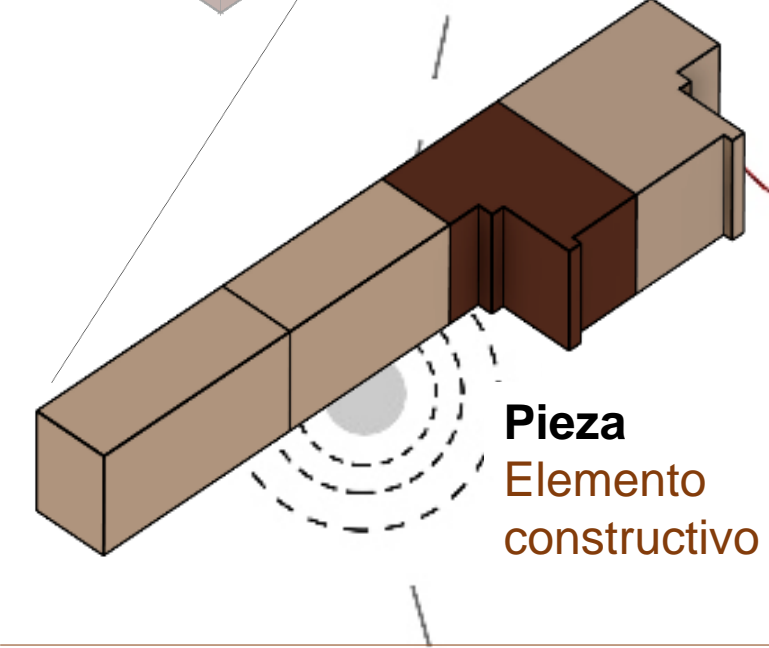
Proyecto
Modelo parcial
Sector edificio



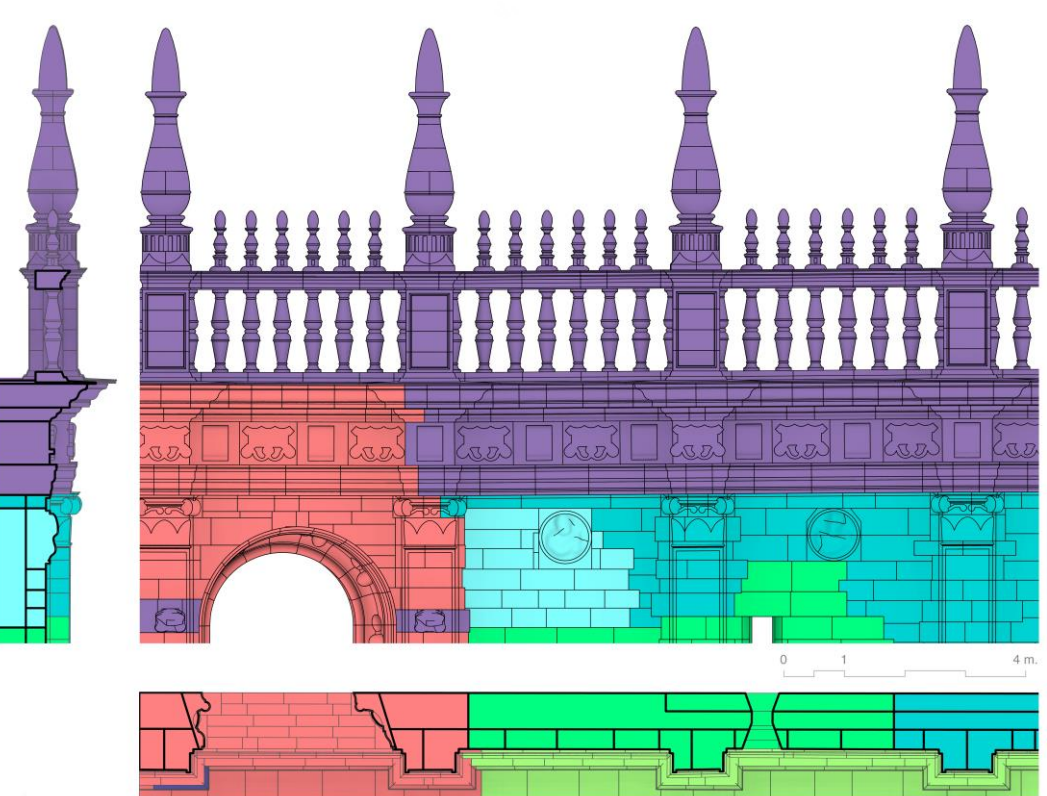
Ejemplar de familia
Elemento sustentante



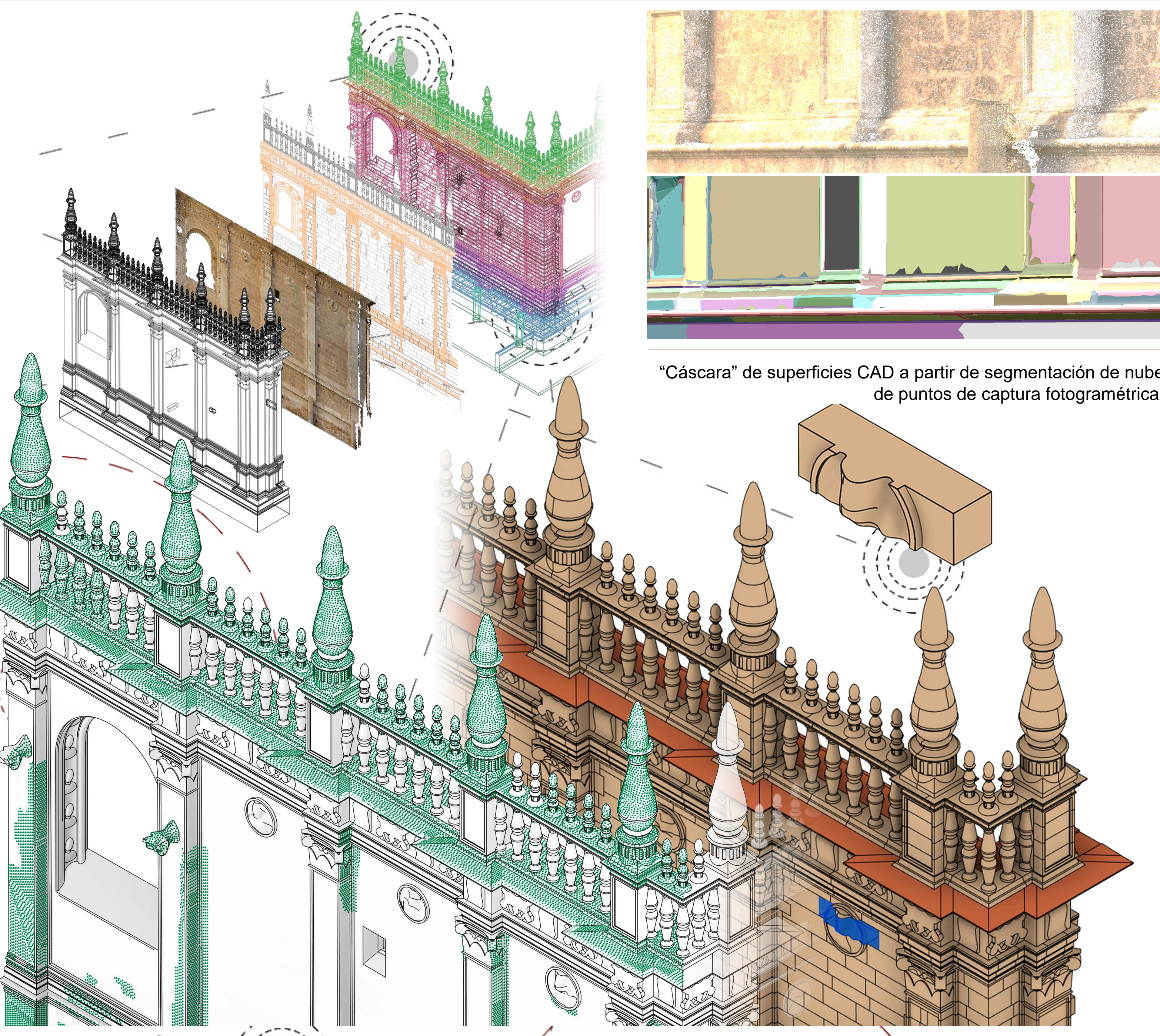
Pieza
Elemento constructivo



Esquema genérico del sistema matriz de relaciones del modelo HBIM, enfocado al estrato material



Tematización temporal (volcado directo BIM)



Modelización y despiece de sólidos en CAD a partir de "cáscara" de superficies exteriores e interiores. Importación en plataforma BIM para generación de modelo HBIM LOK500, con visualización a varios niveles de detalle e información asociada relativa a materialidad y secuencia evolutiva. Información superficial, mediante NIS, relativa a estado de conservación y tratamientos de conservación preventiva.



Edición gráfica de algoritmos para modelización de Nodos de Información Superficial (NIS)

ACCIÓN B3. Modelización al proceso de identificación y puesta en valor de un conjunto patrimonial fragmentado.

Jesús Rodríguez Medina¹, Francisco Pinto Puerto², Federico Arévalo Rodríguez³

¹Fablab Sevilla, Universidad de Sevilla, jesrodmed@gmail.com. ²Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Sevilla, fspp@us.es. ³Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Sevilla, farevalo@us.es.

La trayectoria histórica de una gran cantidad de bienes patrimoniales origina, en múltiples ocasiones, situaciones materiales de dispersión tanto física como sobre su información asociada; esta complejidad dificulta el entendimiento conjunto de ellos, siendo su difícil gestión un campo de estudio con capacidad de generar interesantes resultados.

Las imágenes sobre el antiguo Convento de Santo Domingo en Sanlúcar de Barrameda, pertenecen al trabajo fin de máster titulado *La traza resiliente. Análisis y puesta en valor de los restos del antiguo Convento de Santo Domingo en Sanlúcar de Barrameda* desarrollado por Jesús Rodríguez Medina y tutorizado por Francisco Pinto Puerto y Federico Arévalo Rodríguez. En él se llevó a cabo un estudio sobre los orígenes y evolución del convento y sus posteriores transformaciones, con especial relevancia en la catalogación de elementos materiales que persisten a lo largo de las actuales Bodegas Argüeso. Durante esta investigación se pusieron a prueba la capacidad de la tecnología BIM como medio de gestión y el SIG sobre la gestión de información territorial; así como técnicas de obtención de datos como la fotogrametría, las imágenes con vehículos RPAs como complemento de fuentes bibliográficas y cartográficas tradicionales. Igualmente, mediante programación se generaron herramientas de análisis propias capaces de gestionar los datos que se catalogaron en bases de datos.

Por otro lado, el trabajo *Digital Anastylaxis of the Remains of a Portal by Master Builder Hernán Ruiz: Knowledge Strategies, Methods and Modelling Results*, sobre los restos de la antigua portada del convento de San Agustín en la ciudad de Sevilla atribuida a Hernán Ruiz, fue desarrollado por los investigadores Roque Angulo Fornos; Francisco Pinto Puerto, Jesús Rodríguez Medina y Antonio Palomino. En él se planteó una restitución digital, sobre los restos desmontados, de la antigua portada que se encuentran en el patio actual del convento. Para ello, se usaron técnicas de fotogrametría que mediante softwares de ingeniería inversa y bajo análisis geométricos revelaron las proporciones originales del elemento.

Finalmente, el estudio *Refuerzo de fustes de columna en la arquitectura monumental de Itálica (prov. Baetica). Aplicación de nuevas tecnologías para la reconstrucción de una práctica singular* estuvo desarrollado por Oliva Rodríguez Gutiérrez, Jesús Rodríguez Medina, Francisco Pinto Puerto y Roque Angulo. Este trabajo reconstruye restos arqueológicos bajo técnicas de foto-restitución, complementándolas con procesos de análisis algorítmico para el análisis de elementos parciales de fustes romanos; creando una herramienta capaz de proporcionarnos reconstrucciones hipotéticas digitales sobre cómo hubieron de ser en origen.

Línea del Tiempo del Convento de Santo Domingo, generada a partir de la base de datos automáticamente mediante algoritmos de programación.

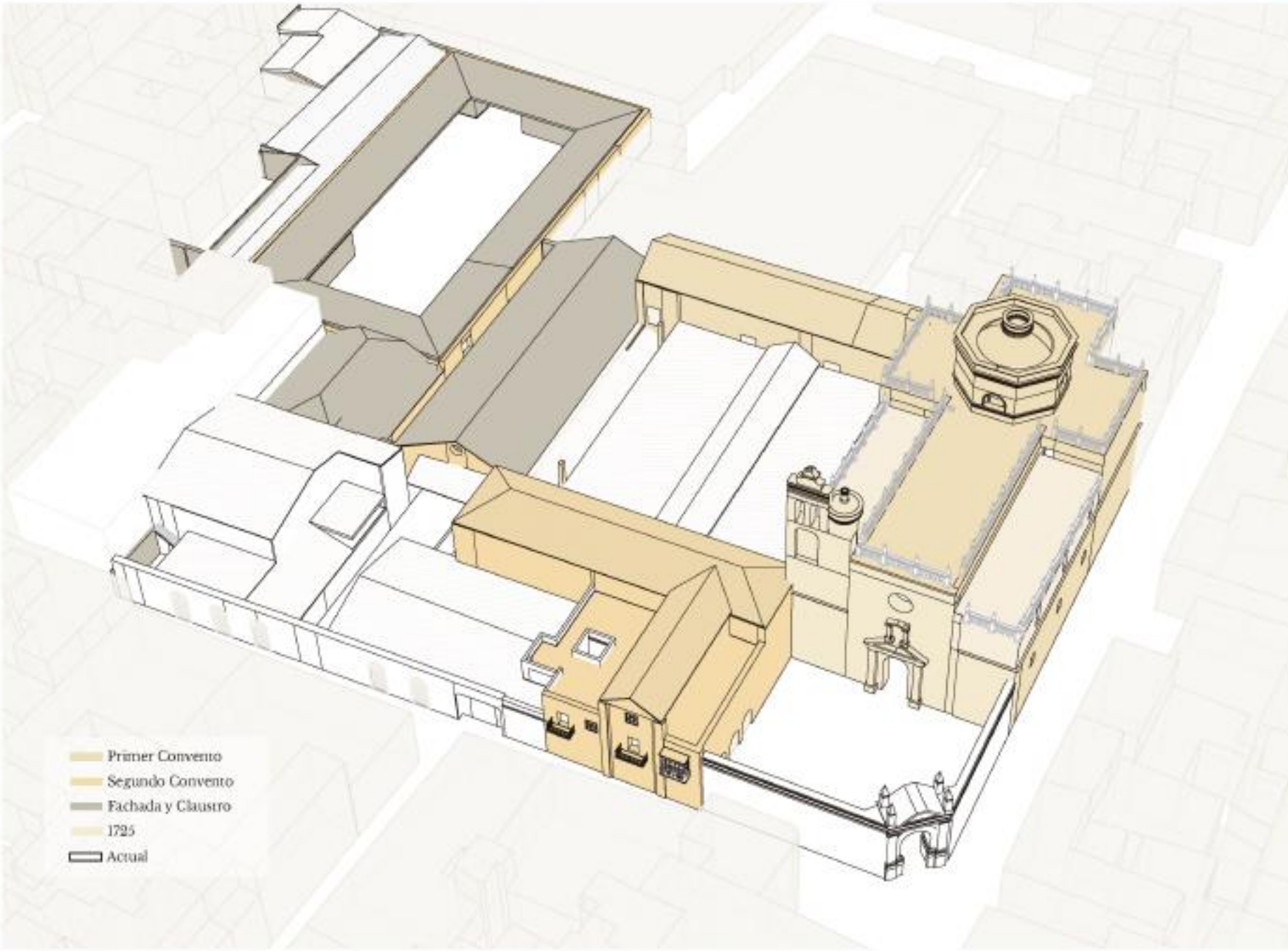


Modelo fotogramétrico de restos de fustes del Traianum de Itálica y reconstrucción virtual de la pieza completa mediante su análisis geométrico.

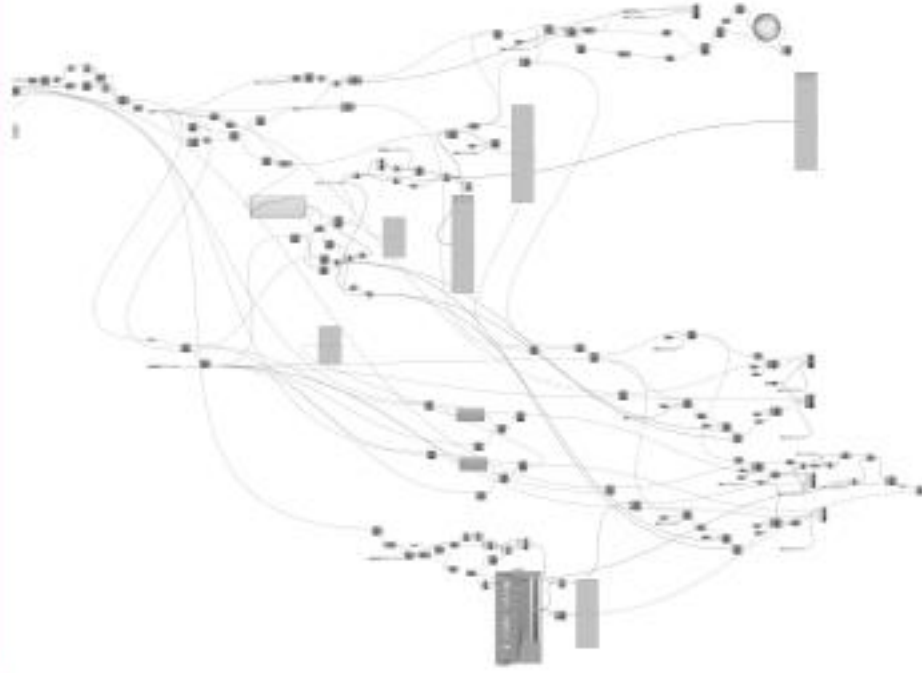


Montaje del alzado hipotético de la portada del antiguo Convento de San Agustín sobre restos reales escaneados mediante fotogrametría. Análisis geométrico de las proporciones sobre la reconstrucción del alzado original.

Modelo HBIM del Convento de Santo Domingo con representación filtrada según información asociada de épocas.



Secuencia de programación visual para generar la Línea del Tiempo.



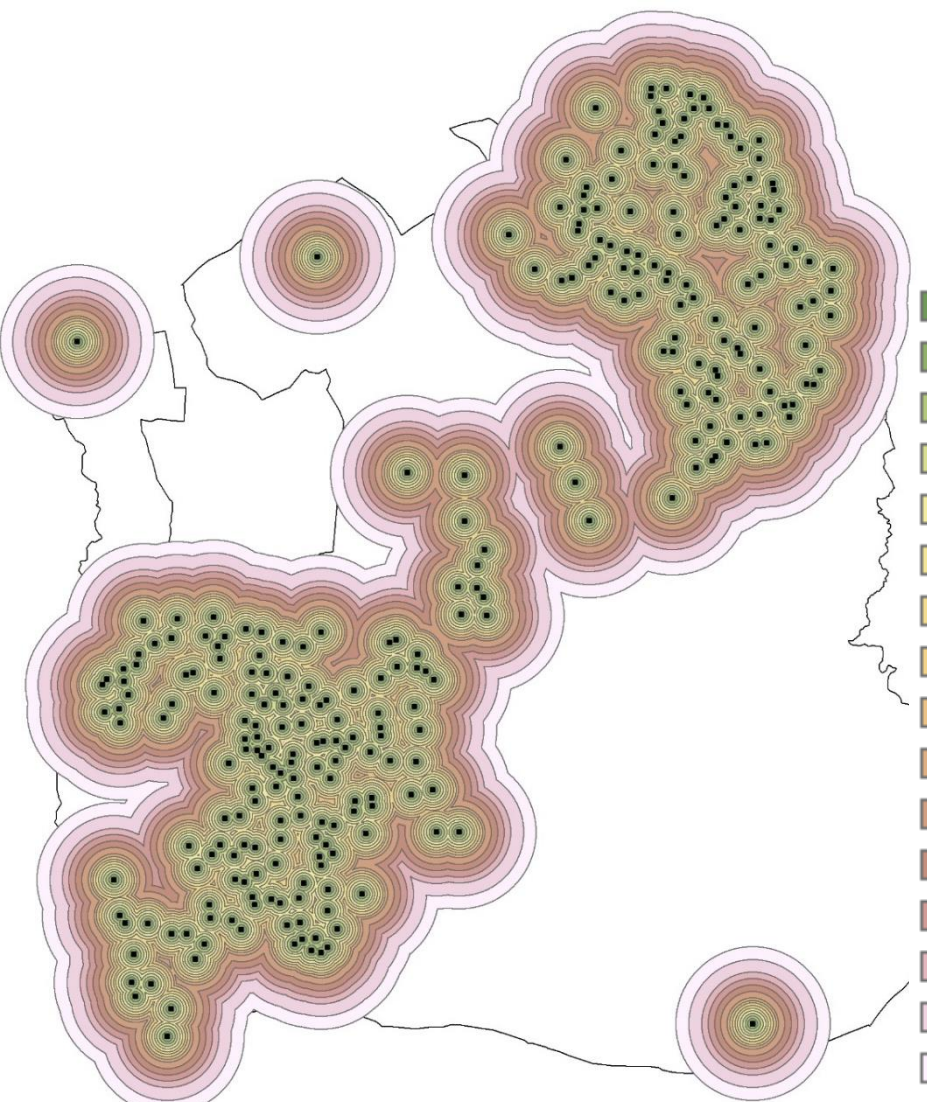
ACCIÓN D1. Modelización para el estudio de fábricas de tierra.

Jorge Moya Muñoz¹, Ana González Serrano², Reyes Rodríguez García²

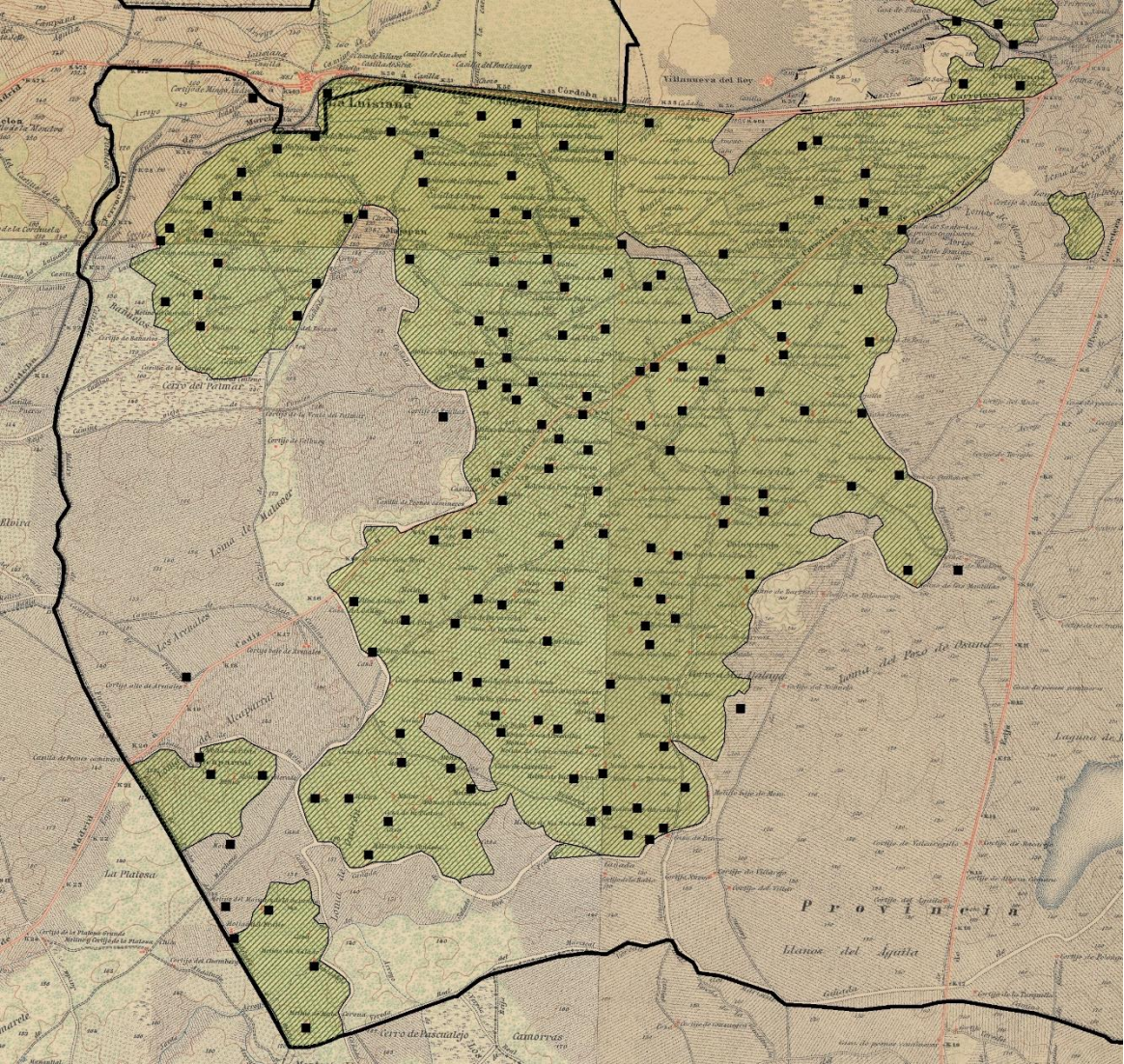
¹Beca FPI HAR2016-78113-R, Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica, ETSA, Universidad de Sevilla, España.

²Dpto. Construcciones Arquitectónicas I, ETSA, Universidad de Sevilla, España.

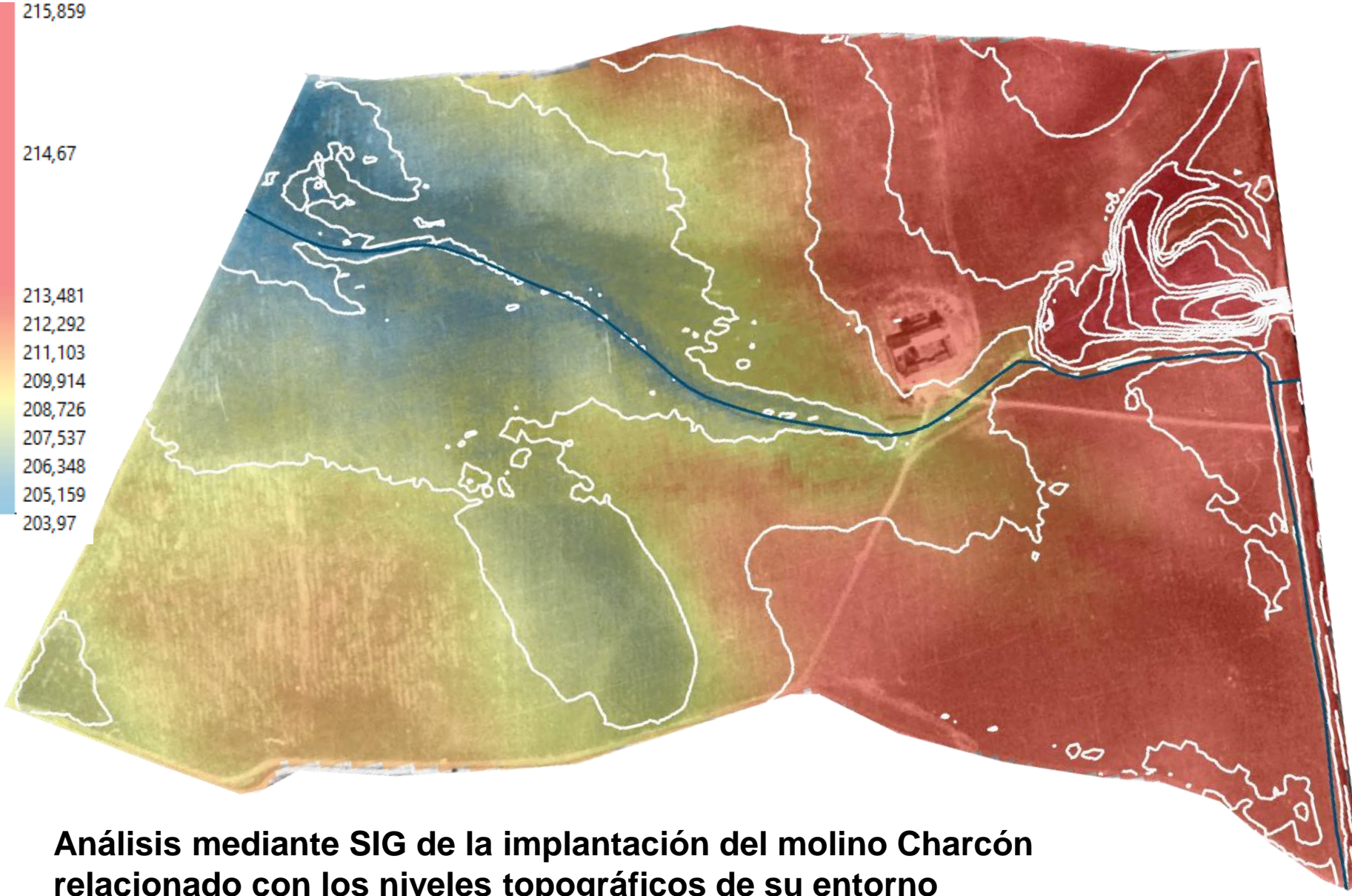
A partir de la mitad del siglo XX se produce la desfuncionalización de los molinos de aceite de Écija. Su particular morfología, derivada de los procesos de producción del aceite, fue incapaz de adaptarse a los nuevos usos agrarios del campo astigitano. Buena parte de estos molinos muestran un escenario de abandono que representa el aspecto más visible de la desconfiguración de toda una estructura territorial que se ha ordenado secularmente conforme a la actividad oleícola. Pese a esta situación, actualmente se pueden distinguir muchos de los elementos pertenecientes al olivar histórico que persisten como un palimpsesto cuyo origen data en buena parte del siglo XVIII. La metodología propuesta en esta investigación conlleva identificar esos elementos mediante el estudio de su implantación y evolución diacrónica desde diversas escalas de trabajo. En el caso concreto de los molinos, tiene una espacial relevancia su caracterización arquitectónica y constructiva, y en particular la de sus estructuras murarias, levantadas mediante muros de tapia (tierra apisonada). Se pretende profundizar, en la escala arquitectónica, en el estudio de la parametrización de estas unidades productivas, construidas previsiblemente como arquitecturas estandarizadas en función de su capacidad productiva. El uso complementario de las herramientas digitales SIG, fotogrametría y HBIM, ofrecen una amplia versatilidad de estudio por su capacidad de analizar y gestionar la información sobre el olivar ecijano y esta arquitectura vernácula.



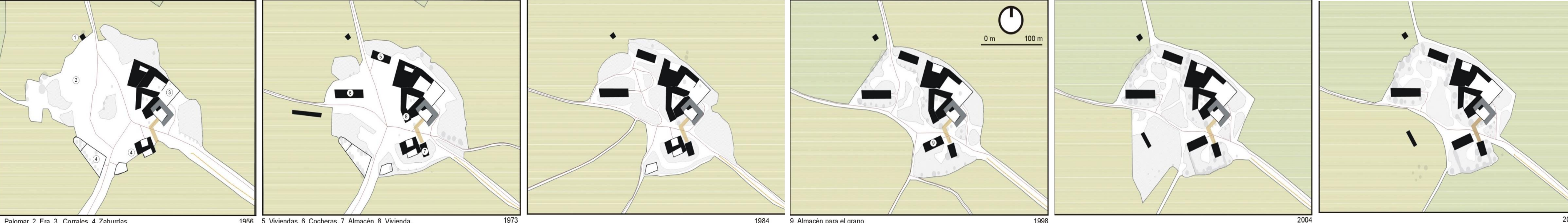
Estudio de vecindad entre molinos mediante SIG (nivel de interrelación por metros)



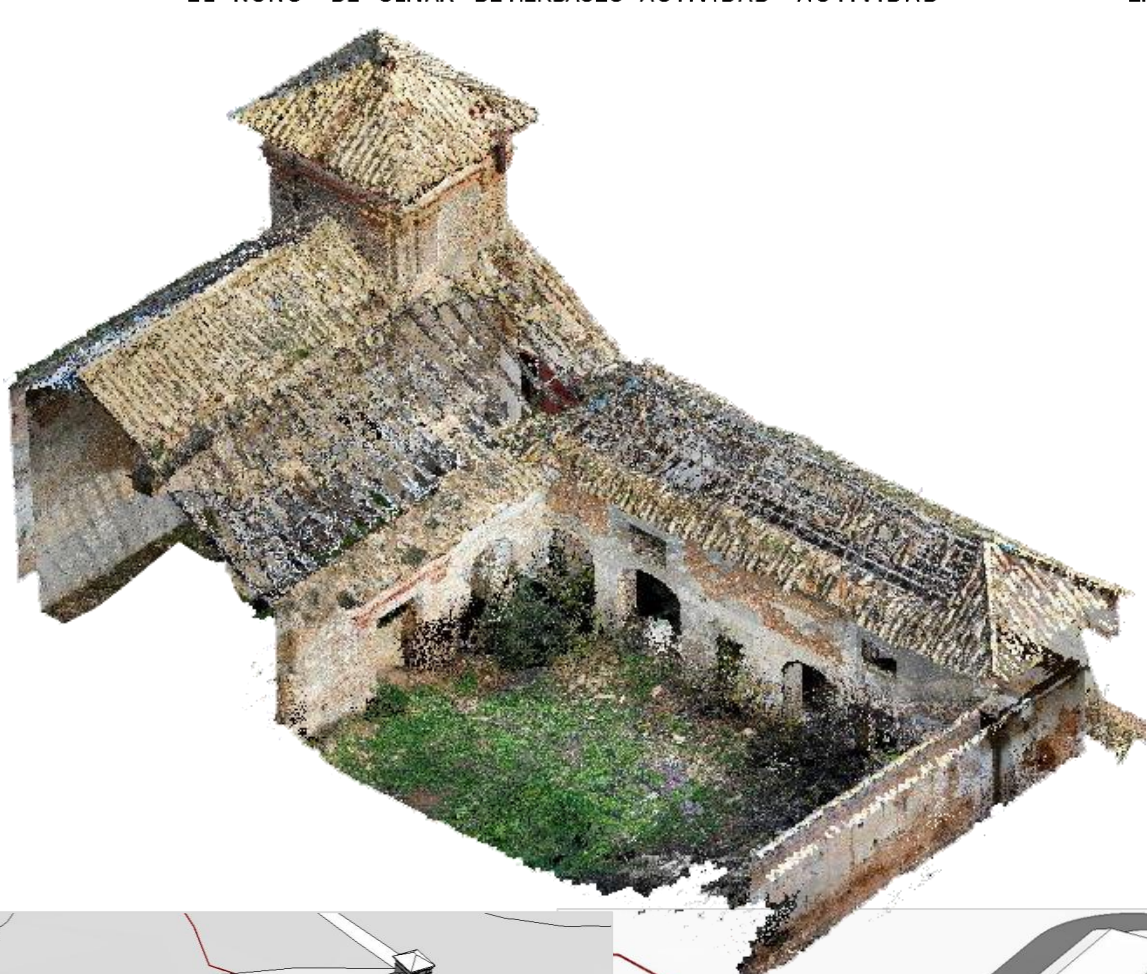
Localización de molinos y olivar asociado en la zona de Valcargado (suroeste de Écija). Período 1905-1917



Análisis mediante SIG de la implantación del molino Charcón relacionado con los niveles topográficos de su entorno



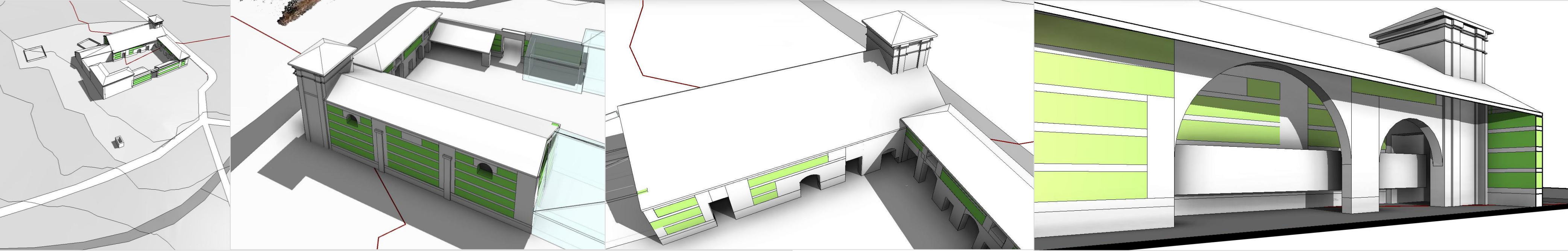
Evolución del hábitat del molino de El Nuño para los años 1956 / 1977 / 1984 / 1998 / 2004 / 2017



Nube de puntos obtenida mediante fotogrametría como base para el modelo HBIM. Molino de Charcón



Tapia mixta con verdugada de ladrillo. Molino de Charcón



Modelo HBIM del molino de Charcón. En verde se identifican los hilos de tapias.

ACCIÓN D2. La consideración histórica y arqueológica en la creación de modelos HBIM. El proyecto de intervención.

José María Guerrero Vega¹, Gregorio M. Mora Vicente²

¹Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación, ²Departamento de Construcciones Arquitectónicas II
Universidad de Sevilla, Av. Reina Mercedes s/n, 41012 Sevilla, ¹jmgv@us.es, ²gmora@us.es.

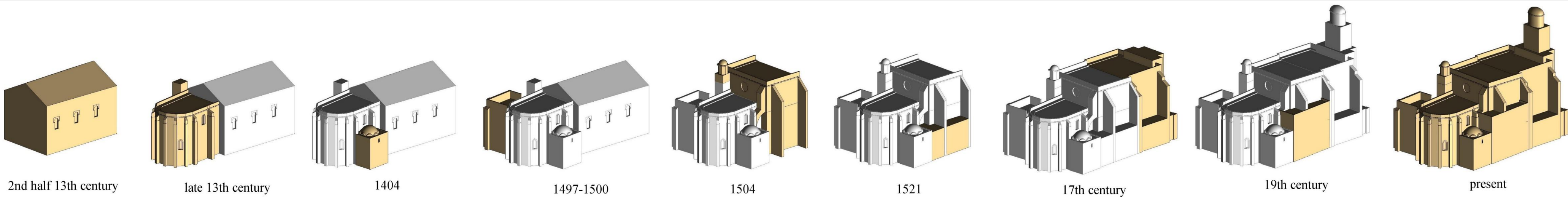
Partimos del entendimiento de la arquitectura, más allá de su componente monumental y artística, como el resultado de una acumulación de acontecimientos que se suceden a lo largo del tiempo. Las huellas que estos procesos dejan en las fábricas —diferencias de materiales, adaptaciones a espacios precedentes, diseños geométricos, patologías, cambios de uso...— permiten hacer una lectura diacrónica de su historia.

Los procesos de intervención en los bienes culturales suponen una oportunidad para la mejora de su conocimiento. Así, en relación con los propios trabajos desarrollados es posible obtener información sobre aspectos del proceso de diseño, construcción, uso, así como de las distintas transformaciones sufridas a lo largo del tiempo.

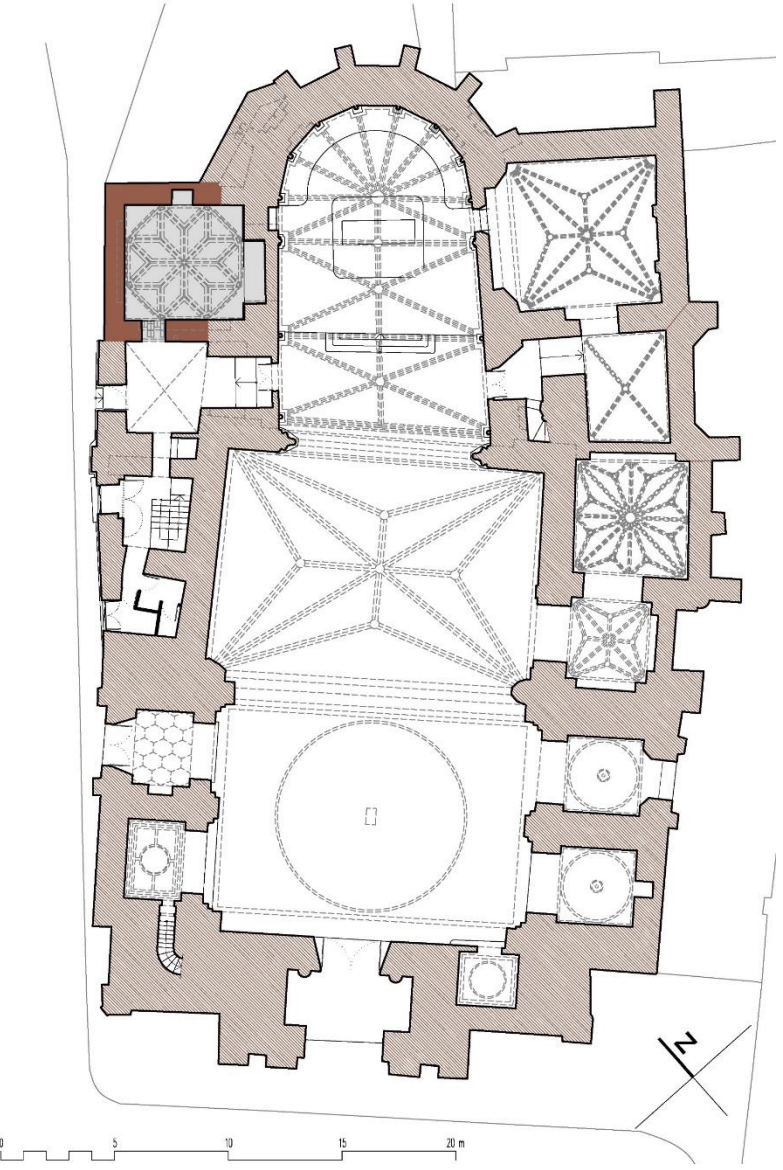
La generación de modelos digitales de edificios históricos ha demostrado un gran potencial en diferentes aspectos de su tutela. En este sentido, entre las diferentes posibilidades ofrecidas por las herramientas BIM (Building Information Modelling) está la gestión de una gran cantidad de información en edificaciones y, además, la generación de imágenes con gran potencial comunicativo que describan el estado del edificio en las sucesivas etapas históricas, de cara a la transmisión al público general.

Atendiendo a estas dos utilidades en el uso de modelos digitales se ha planteado el templo de San Juan de los Caballeros de Jerez de la Frontera y la capilla de los Tocino, que se adosa a su cabecera, como objeto arquitectónico en el que explorar estas posibilidades. Se ha abordado la investigación desde dos niveles diferentes en base a su escala y el nivel de conocimiento disponible.

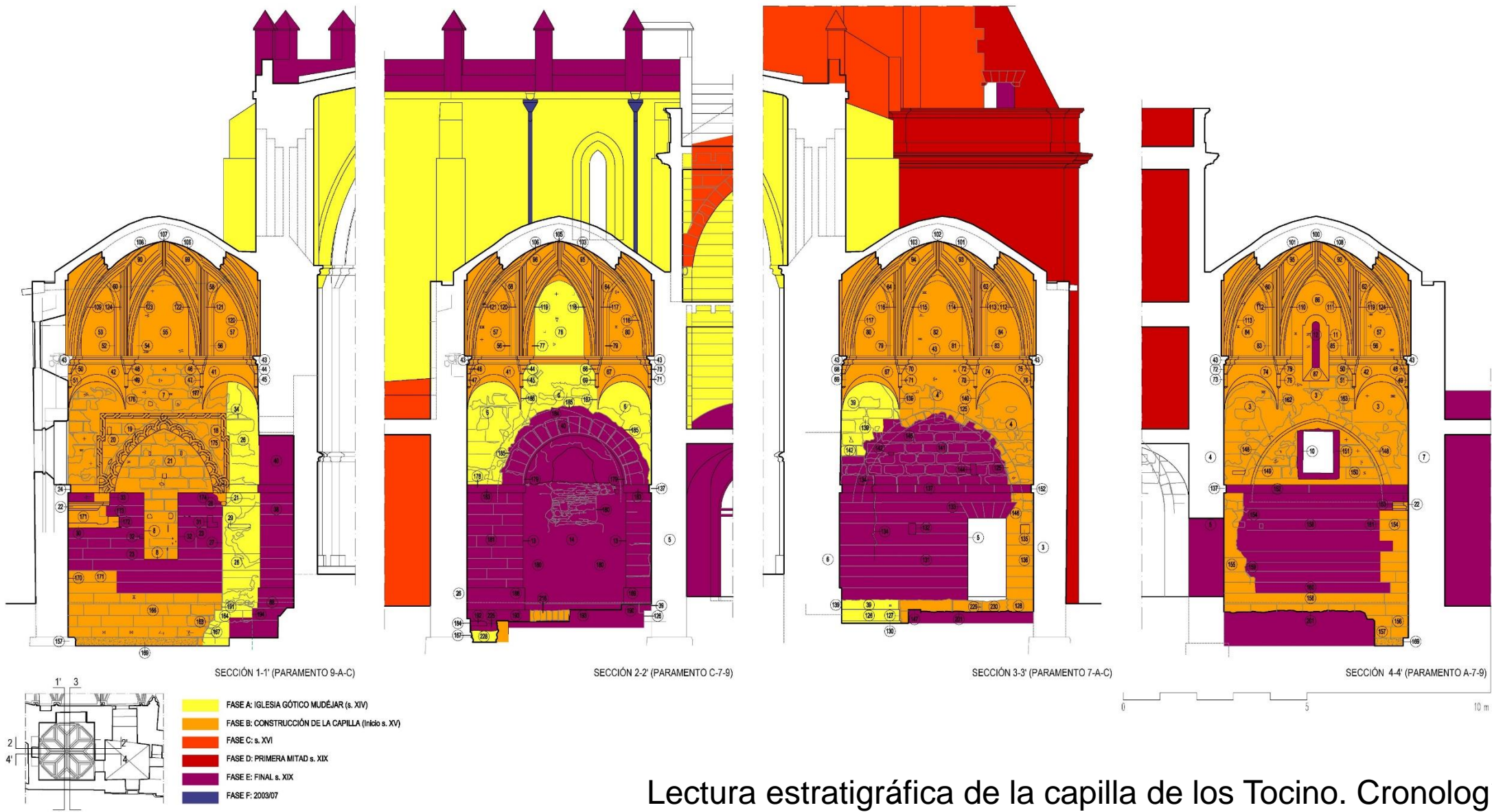
Por una parte, se ha generado un modelo general del templo en el que se han incluido las etapas principales de su evolución atendiendo a cuerpos y espacios principales. Por otra parte, se ha aumentado el nivel de detalle y definición de la capilla referida, explorando las posibilidades que ofrecen los modelos BIM para el registro y gestión de información relativa a los procesos de lectura cronológica de edificios históricos, mediante la integración de enfoques interdisciplinarios durante su conocimiento e intervención, así como sus consecuencias en los procesos de tutela del patrimonio arquitectónico. Utilizando un caso concreto, se pretendía crear un espacio de trabajo donde quedara recogida y relacionada la información recabada en estos procesos y el conocimiento generado, evitando la generación de una versión hiperrealista de la realidad tratada.



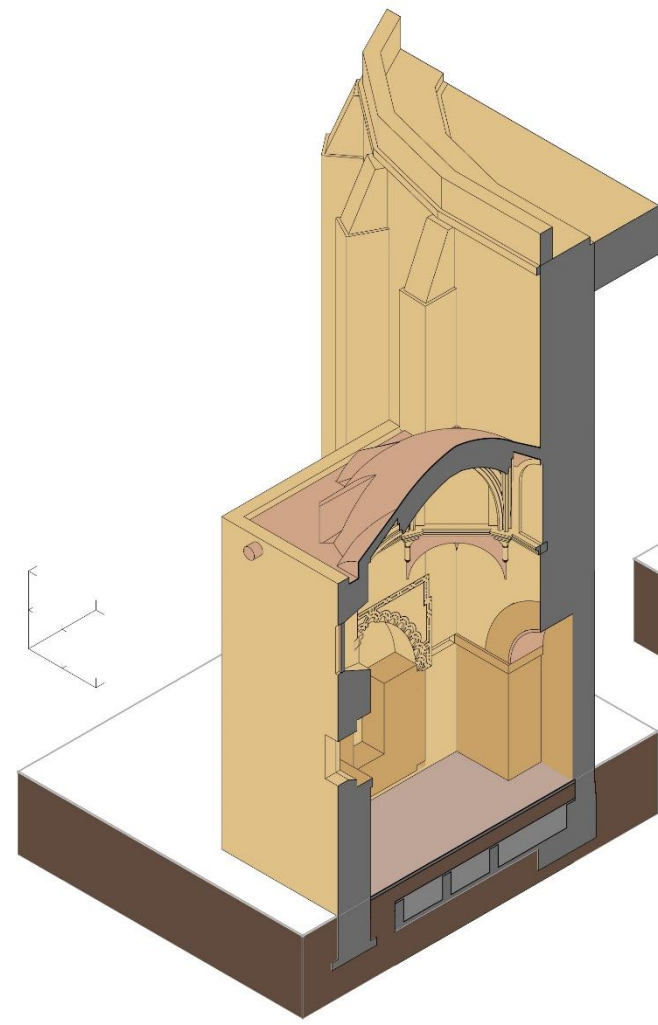
Sequencia histórica del templo de San Juan de los Caballeros (Jerez de la Frontera)



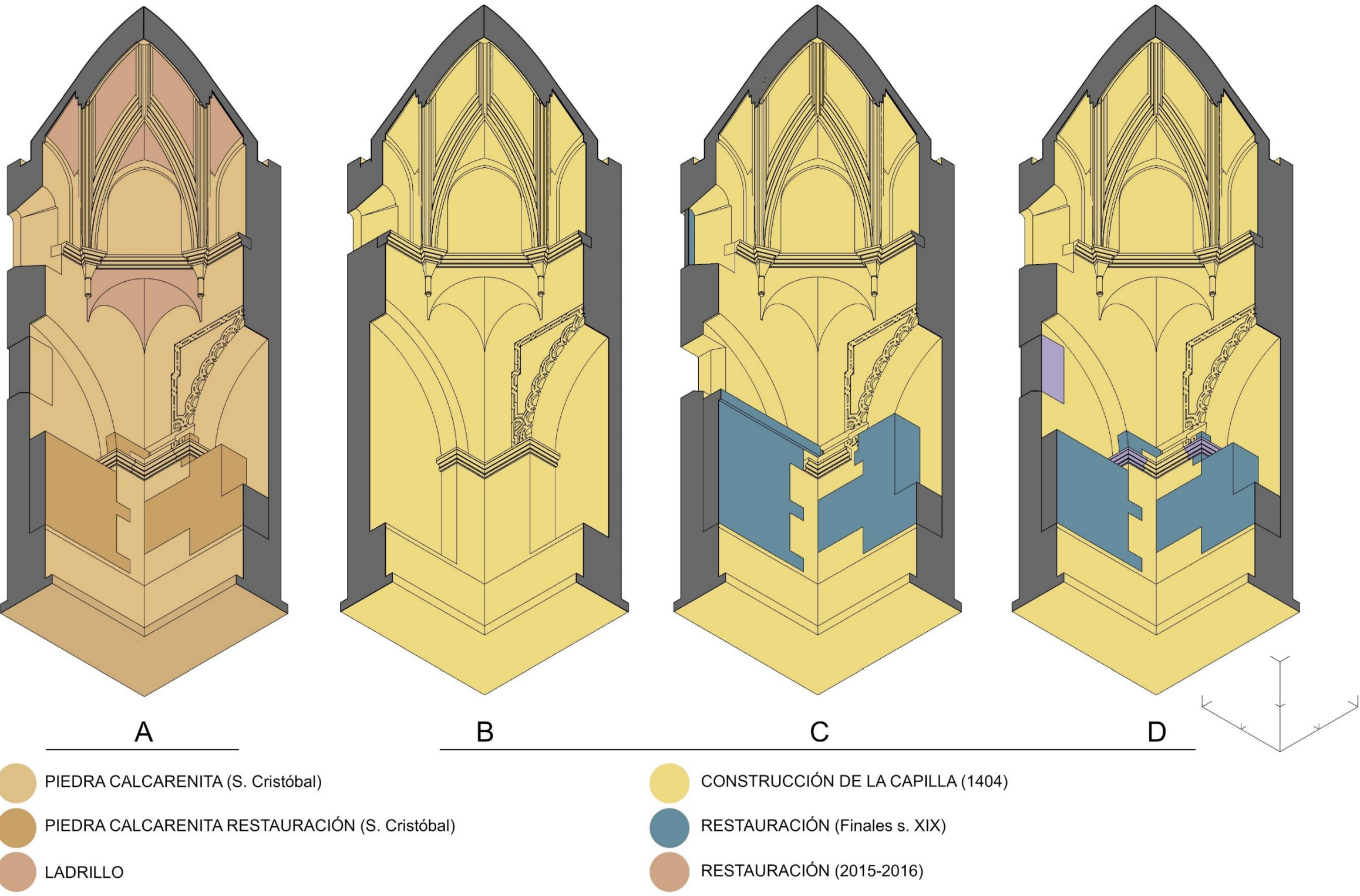
Iglesia de San Juan de los Caballeros.
Ubicación de la capilla de los Tocino



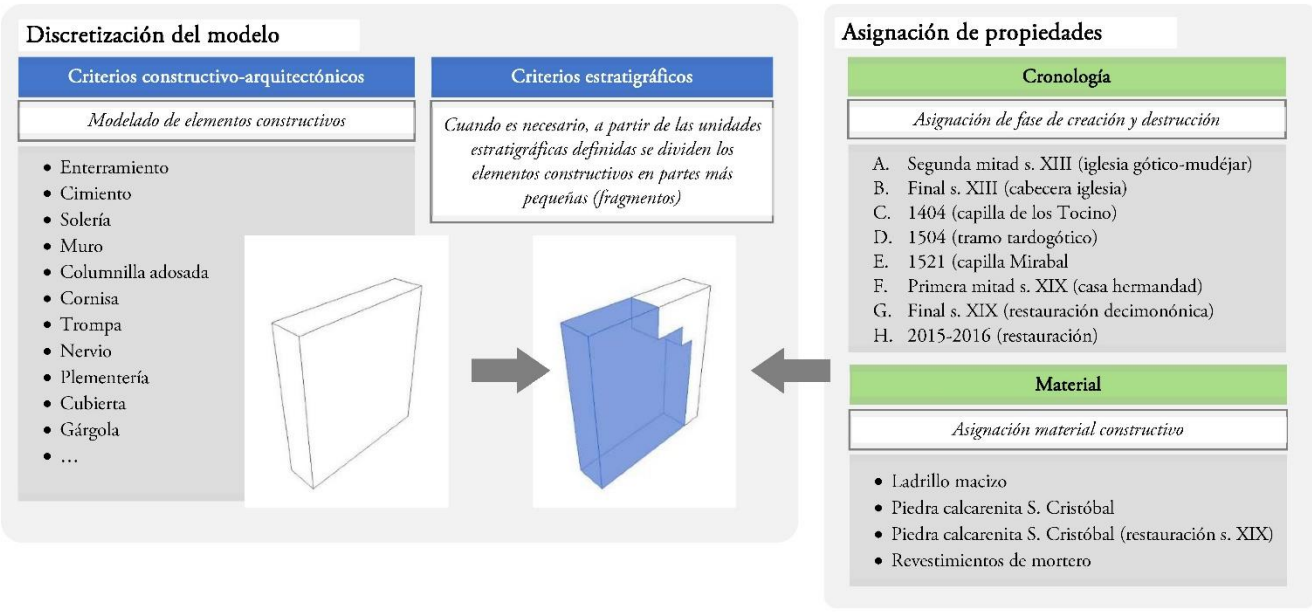
Lectura estratigráfica de la capilla de los Tocino. Cronología



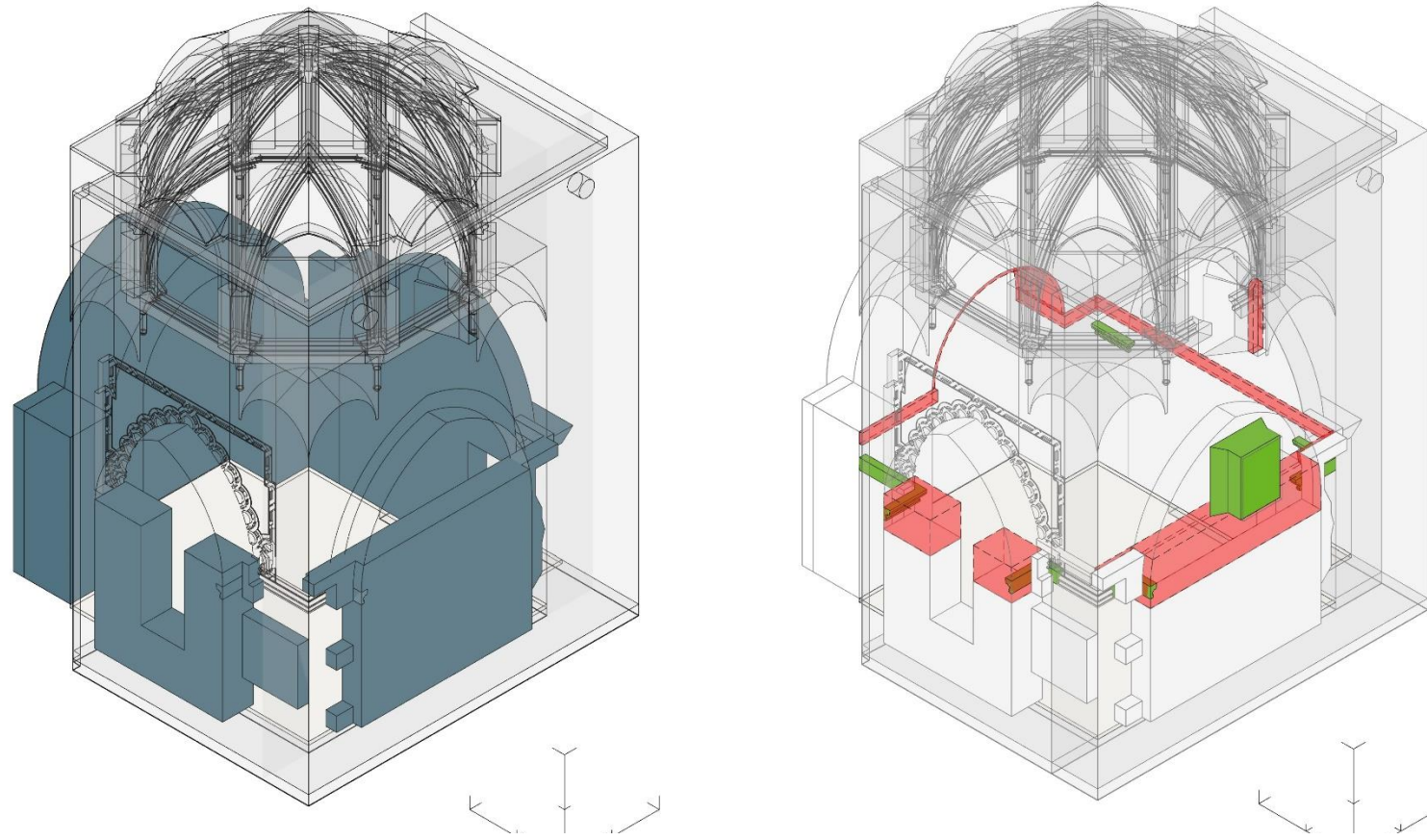
Vista isométrica de la capilla seccionada.
Estado previo a la última intervención



Sección cuadrante septentrional de la capilla: A) Materiales; B) Construcción de la capilla (1404); C) Restauración (Finales s. XIX); D) Restauración (2015-2016).



Esquema de trabajo: discretización del modelo y asignación de propiedades.



Elementos de refuerzo incorporados en la restauración de finales del siglo XIX.
Elementos añadidos (verde) y eliminados (rojo) en la última restauración (2014-2016).