

RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL -EN CONFINAMIENTO-: CONVENTO DE OREJA DE LANGAYO

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA
TRABAJO FIN DE GRADO – JULIO 2020



Universidad de Valladolid



ETSAVA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

GUILLERMO VALLE ÁNGEL
TUTOR: JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ MARTÍN



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-CompartirIgual 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/).

Usted es libre de:

- **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- **Adaptar** — remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier finalidad, incluso comercial

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento** — Debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace.
- **CompartirIgual** — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, deberá difundir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

RESUMEN/ ABSTRACT

Hoy en día las herramientas informáticas nos permiten hacer reconstrucciones virtuales del patrimonio arquitectónico sin los problemas asociados a la intervención física, y recrear edificios históricos a pesar de las transformaciones que han sufrido a través del paso del tiempo y de la historia.

En este trabajo se aplican estas técnicas, y se detalla la metodología usada para el caso concreto de la reconstrucción virtual del monasterio de Nuestra Señora de Valpeñoso, conocido popularmente como convento de Oreja, y se plantean diversas estrategias de difusión.

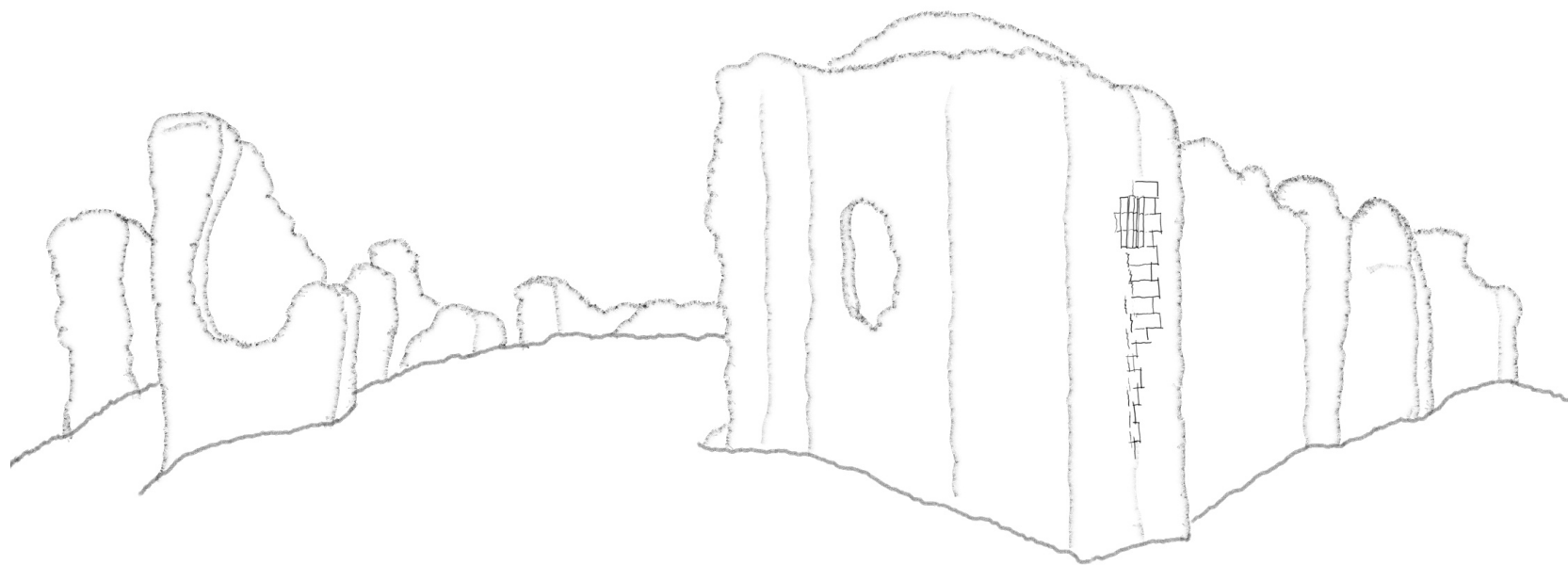
3D, reconstrucción virtual, modelado digital, arquitectura histórica, patrimonio

Nowadays computer tools allow us to make virtual reconstructions of the architectural heritage without the problems associated with physical intervention, and to recreate historical buildings despite the transformation they have suffered through the passage of time and history.

In this project these techniques are applied, and is detailed the methodology used for the concrete case of the virtual reconstruction of the monastery of Nuestra Señora de Valpeñoso, popularly known as Convent of Oreja, and various diffusion strategies are proposed.

3D, virtual reconstruction, digital modeling, historical architecture, heritage

ÍNDICE	RESUMEN/ABSTRACT.....3	PROPUESTA ELEGIDA.....43
	ÍNDICE.....5	MODELADO 3D.....45
	INTRODUCCIÓN.....7	SOFTWARE.....45
	OBJETIVOS.....9	MODELADO DE ELEMENTOS...48
	OBJETIVO PRINCIPAL.....9	PRIMERA VERSIÓN.....60
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....9	MODELO FINAL.....66
	METODOLOGÍA.....11	RENDERIZADO.....71
	ANÁLISIS.....15	TEXTURIZADO.....71
	SITUACIÓN.....15	RENDERIZADO.....74
	RUINAS.....17	ESTRATEGIAS TRANSMEDIA.79
	OTROS RESTOS.....19	3D WAREHOUSE.....80
	LEVANTAMIENTO.....21	SKETCHFAB.....80
	ANÁLISIS HISTÓRICO.....27	FACEBOOK.....81
	ORIGEN DEL NÚCLEO.....27	YOUTUBE.....82
	REFERENCIAS HISTÓRICAS.....28	INSTAGRAM.....83
	ORDEN PREMONSTRATENSE...29	OTROS.....83
	EDIFICIOS SIMILARES.....30	EN EL FUTURO.....87
	HIPÓTESIS.....39	AGRADECIMIENTOS.....87
	PLANTA CON CRUCERO.....39	FUENTES DE INFORMACIÓN.89
	PLANTA CON CRUCERO Y	BIBLIOGRAFÍA.....89
	CIMBORRIO.....40	TFG/TFM.....90
	PLANTA BASILICAL.....41	PAGINAS WEB.....91
	PLANTA BASILICAL CON	IMÁGENES.....92
	CIMBORRIO.....42	RECURSOS TÉCNICOS.....99

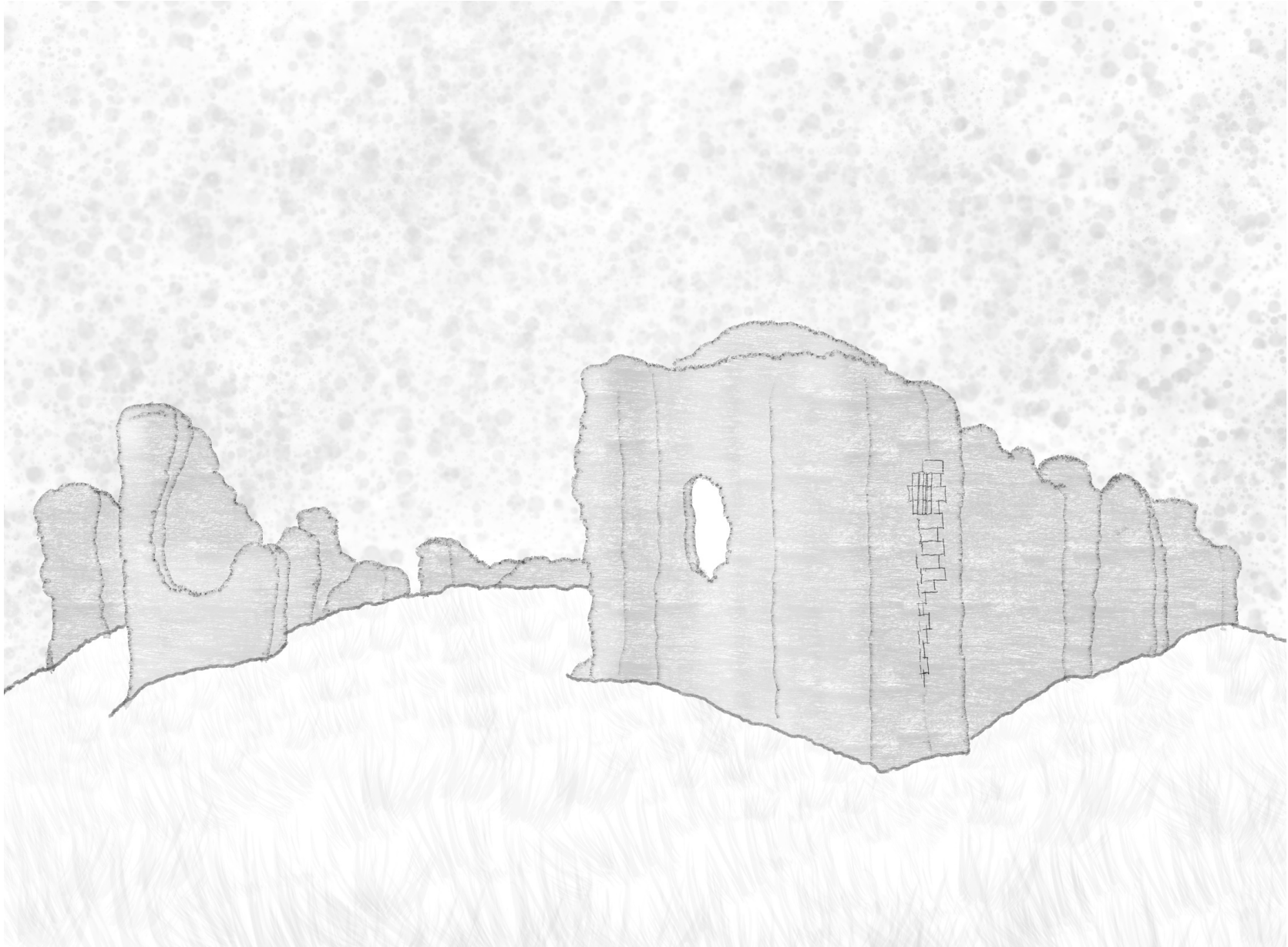


INTRODUCCIÓN

Los ciudadanos de Castilla y León, por fortuna, disfrutamos de un amplio patrimonio histórico arquitectónico, aunque no todo él ha llegado a nuestros días en las mismas condiciones, ni ha tenido el mismo nivel de protección. Gracias a la tecnología, utilizando herramientas informáticas se pueden hacer reconstrucciones virtuales de ese patrimonio de manera que podamos ver, y dar a conocer al público, cómo era en su origen o en un determinado periodo histórico.

El presente trabajo se centra en las ruinas del llamado convento de Oreja, situado en el término de Langayo, en la provincia de Valladolid. Su porte y su presencia lo han convertido en un hito de la zona, y ha inspirado el nombre de unas bodegas cercanas: “Bodegas Convento de Oreja” que, además de su labor empresarial, difunden la historia del convento y han colaborado con este trabajo.

Y todas las tareas se han realizado con el condicionante del confinamiento por el covid-19, por lo que se ha tenido que modificar el título del tema para añadir “en confinamiento”. Esto ha añadido la dificultad extra de hacer el trabajo -además de las tutorías- a distancia, y depender de la información disponible a través de internet y de la que han proporcionado personas que han colaborado con el trabajo.



OBJETIVOS

El primer paso para la realización de un proyecto de esta complejidad es tener claros unos objetivos que sean los ejes directores de todas nuestras decisiones y actuaciones.

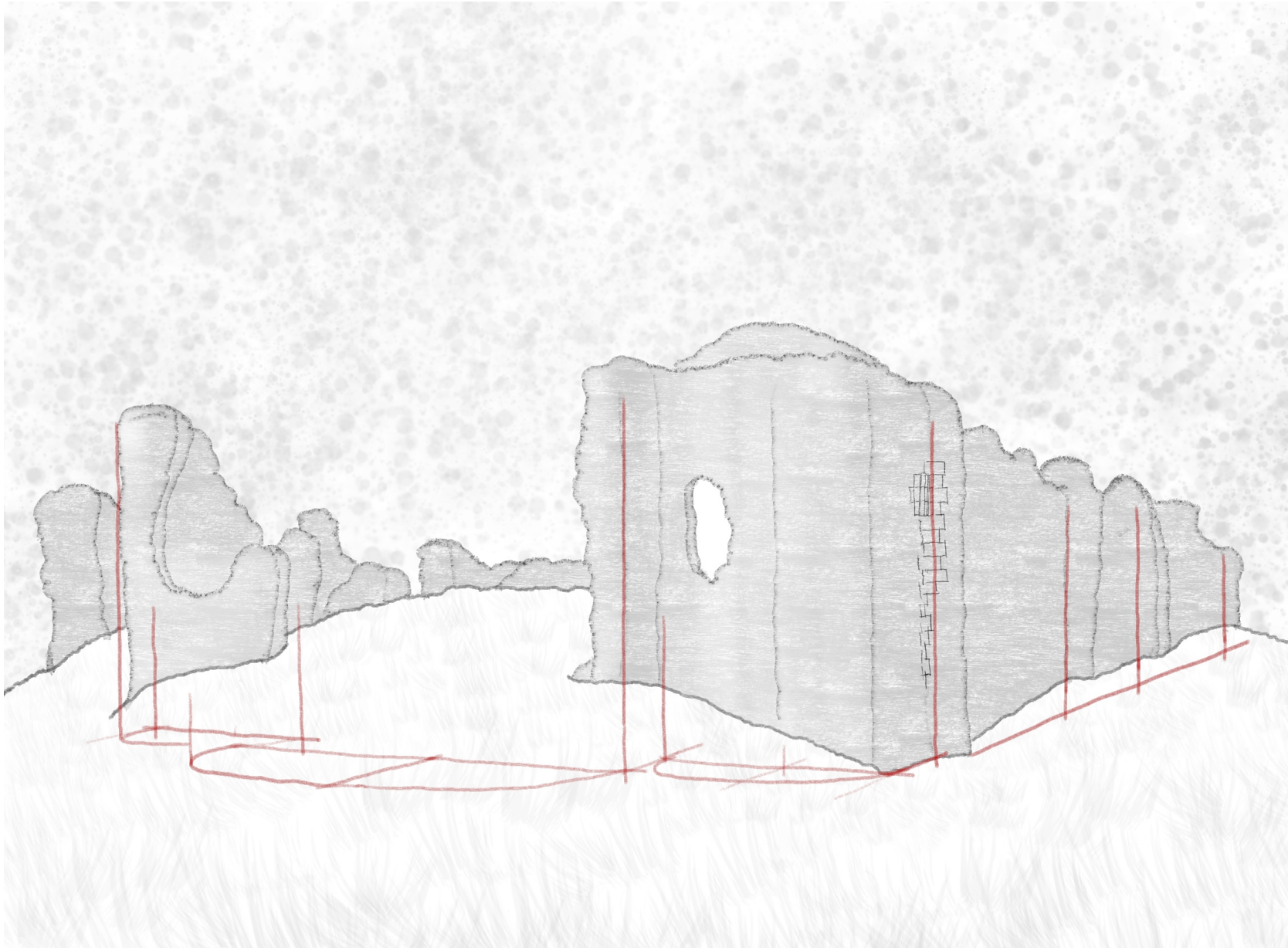
OBJETIVO PRINCIPAL

Este trabajo fin de grado consiste en la realización de una recreación virtual del monasterio de nuestra señora de Valpeñoso, conocido como Convento de Oreja.

El objetivo final del trabajo es hacer un modelo virtual en 3D del Convento de Oreja que se aproxime, lo más posible, a su estado original.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Recabar toda la información posible, a partir del análisis de los restos que quedan y de un análisis histórico, que nos ayude a definir el conjunto.
- II. Hacer una hipótesis plausible de cómo era el edificio cuando todavía estaba en uso.
- III. Establecer estrategias de difusión para hacer accesible el patrimonio a la ciudadanía.
- IV. Fomentar un interés en las comunidades próximas al Convento de Oreja, de manera que se cree una sensibilización que ponga en valor esta pieza de nuestro patrimonio.



METODOLOGÍA

Para la realización de esta reconstrucción virtual se ha seguido una metodología que se resume en los pasos que enumeramos a continuación.

Toma de datos

A través de internet -consultas web, correo electrónico y videoconferencias- se ha hecho un esfuerzo en recabar toda la información posible de los restos del edificio, tanto de los que encontramos en la propia ruina como de restos localizados en otros lugares cercanos que se sabe -o se sospecha- que pertenecieron al Convento de Oreja.

Levantamiento

Habiendo reunido toda la información disponible del estado actual del conjunto, se elabora una documentación gráfica del estado actual del convento -plantas, alzados y secciones-.

Análisis histórico

Se hace un trabajo de recopilar toda la información accesible -de modo no presencial- que sea de relevancia sobre el convento: información sobre la época de construcción, su estilo y la orden a la que pertenecía, así como de edificios similares -misma época, misma orden...-.

Hipótesis

En esta fase creamos varias hipótesis, las que sean más probables teniendo en cuenta todo lo que hemos averiguado sobre su estado actual, su origen, y su contexto histórico. Una vez las tenemos, tras un análisis crítico, nos decantamos por la que nos parece mas plausible.

Modelado 3D

Una vez elegida la propuesta, en la siguiente fase pasamos a hacer una selección del software al que tenemos acceso, elegimos el que mejor se adapta al trabajo y nuestras circunstancias, y elaboramos un modelo virtual en 3D.

Validación de la hipótesis

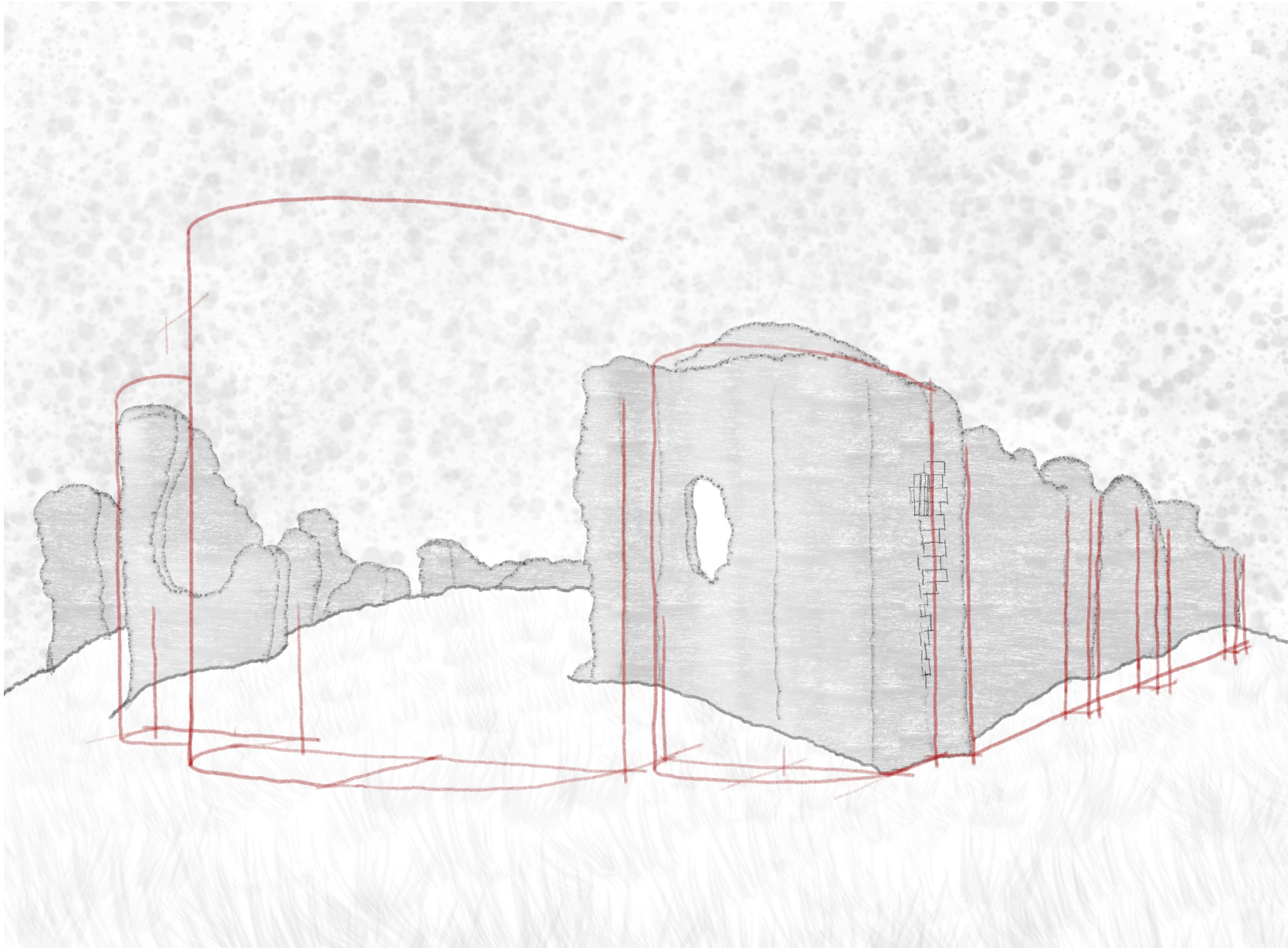
El modelo realizado se somete a la crítica de varios expertos para confirmar su validez. Se aplican al modelo las sugerencias/críticas.

Renderizado

Teniendo un modelo 3D corregido y bastante detallado generamos a partir de él una documentación gráfica -imágenes y videos- con software de renderizado.

Estrategias transmedia

Se plantea una estrategia transmedia de difusión de la información generada durante el trabajo, de manera que sea accesible de distintas maneras y con distintos públicos objetivos. Toda la documentación se compartirá con una licencia Creative Commons que permita su libre modificación y difusión, de manera que a partir de la información original, cualquiera pueda modificar, compartir y transformar libremente a otros formatos, lo que puede favorecer la creación de fenómenos de retroalimentación.

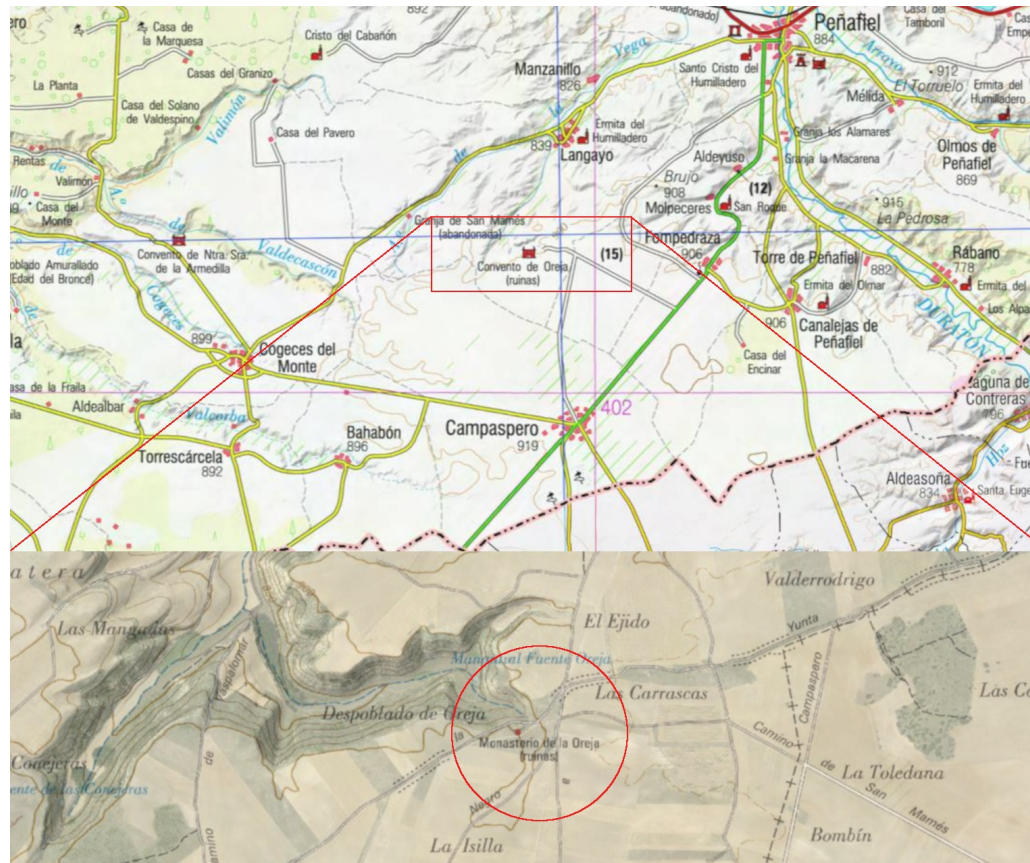


ANÁLISIS

Hacemos un análisis de la información recopilada sobre el estado actual de la ruina y de otros restos que pudieron pertenecer al Convento de Oreja.

SITUACIÓN

Las ruinas del llamado Convento de Oreja están situadas en el término municipal de Langayo, provincia de Valladolid, en un antiguo descampado al borde del páramo de Campaspero.



Plano con la ubicación de los restos del Convento de Oreja.



Restos del Convento de Oreja en la actualidad, Vista del absidiolo que mejor se conserva desde el exterior y desde el interior.

RUINAS

Los restos del convento que han llegado hasta nuestros días son solo unos muros pelados, conservándose solo el núcleo formado por ripios con mortero y quedando un par de puntos con restos de las hojas exteriores de sillería.

A pesar de denominarse convento -en realidad era una canónica-, solo se conservan restos de una iglesia, desconocemos si hubo o cómo eran otras estancias adyacentes típicas de la vida de las órdenes religiosas, si eran de una entidad menor a las del conjunto de la iglesia y no han sobrevivido al paso del tiempo o si simplemente, se quedaron en edificaciones temporales que no llegaron a concretarse.

Las ruinas de la iglesia se corresponden con un templo románico de planta basilical, con tres naves rematadas en tres ábsides semicirculares. Cada una de las naves estaba dividida en tres tramos -formando los de la nave central una forma cuadrada-, y estaban separados por gruesos pilares cuyo núcleo se asemeja a un cilindro. Las capillas absidiales, por los restos que se conservan de la del evangelio, se cubrían con bóveda de cañón apuntada, rematando en cuarto de esfera.

Adosada a la nave de la epístola nos encontramos unos muros de planta rectangular que corresponderían con una torre o una sacristía.

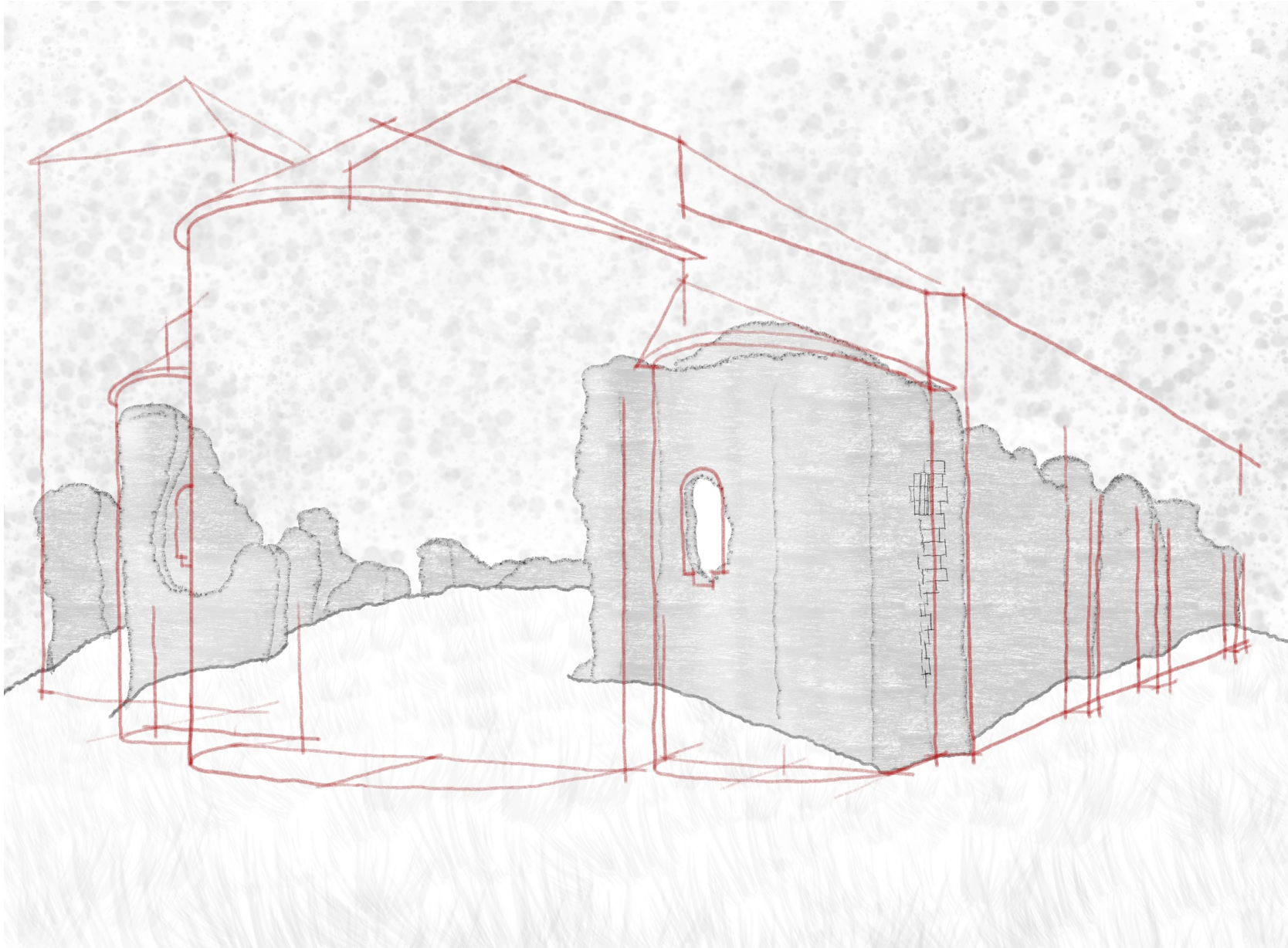


Restos del Convento de Oreja en diferentes puntos de la localidad de Langayo.

OTROS RESTOS

Se pueden encontrar otros restos que pertenecieron a la canónica de Santa María de Valpeñoso, aparte de en el lugar propio de las ruinas, en diversos puntos de su entorno cercano:

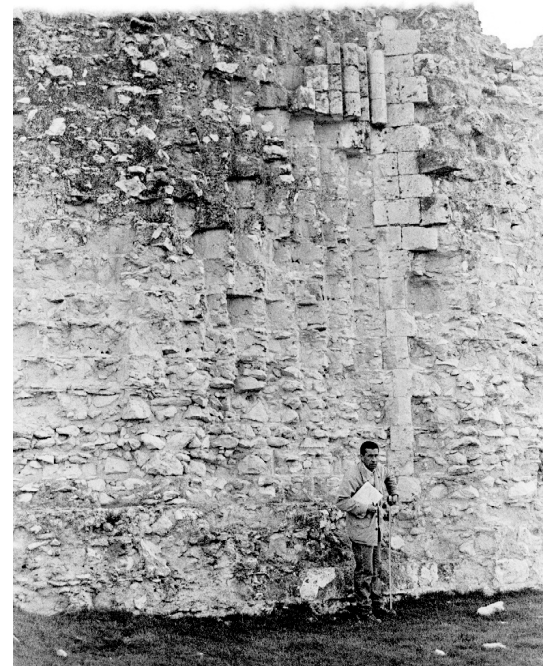
- Se encuentran pequeños restos de dovelas, pilastras, y piedras talladas diseminados por diferentes edificios de Langayo.
- Los canes de la fachada en la que está la portada de la iglesia de San Pedro Apóstol de Langayo pertenecieron al conjunto de Oreja
- La mayoría de los sillares del conjunto fueron reutilizados para la construcción del convento de Santa Clara de Peñafiel. Está documentado que el rey cedió a las religiosas de Peñafiel la reutilización de las piedras de la canónica de Valpeñoso.



LEVANTAMIENTO

El levantamiento del estado actual del convento se ha hecho partiendo del plano que se encuentra en el libro "*Las ruinas de Dios. Arquitectura olvidada en la provincia de Valladolid*", al que acompaña un CD con la planta de los restos en formato .dwg, por lo que partimos de la base de una fuente bien documentada y fiable.

Sobre ese plano y a partir de fotos en las que se puede sacar una medida -y, por lo tanto, escalar, sacar proporciones y medir-, realizamos un levantamiento con alzados y secciones en el que la única duda que queda es saber con exactitud el nivel de cota del suelo del templo original.

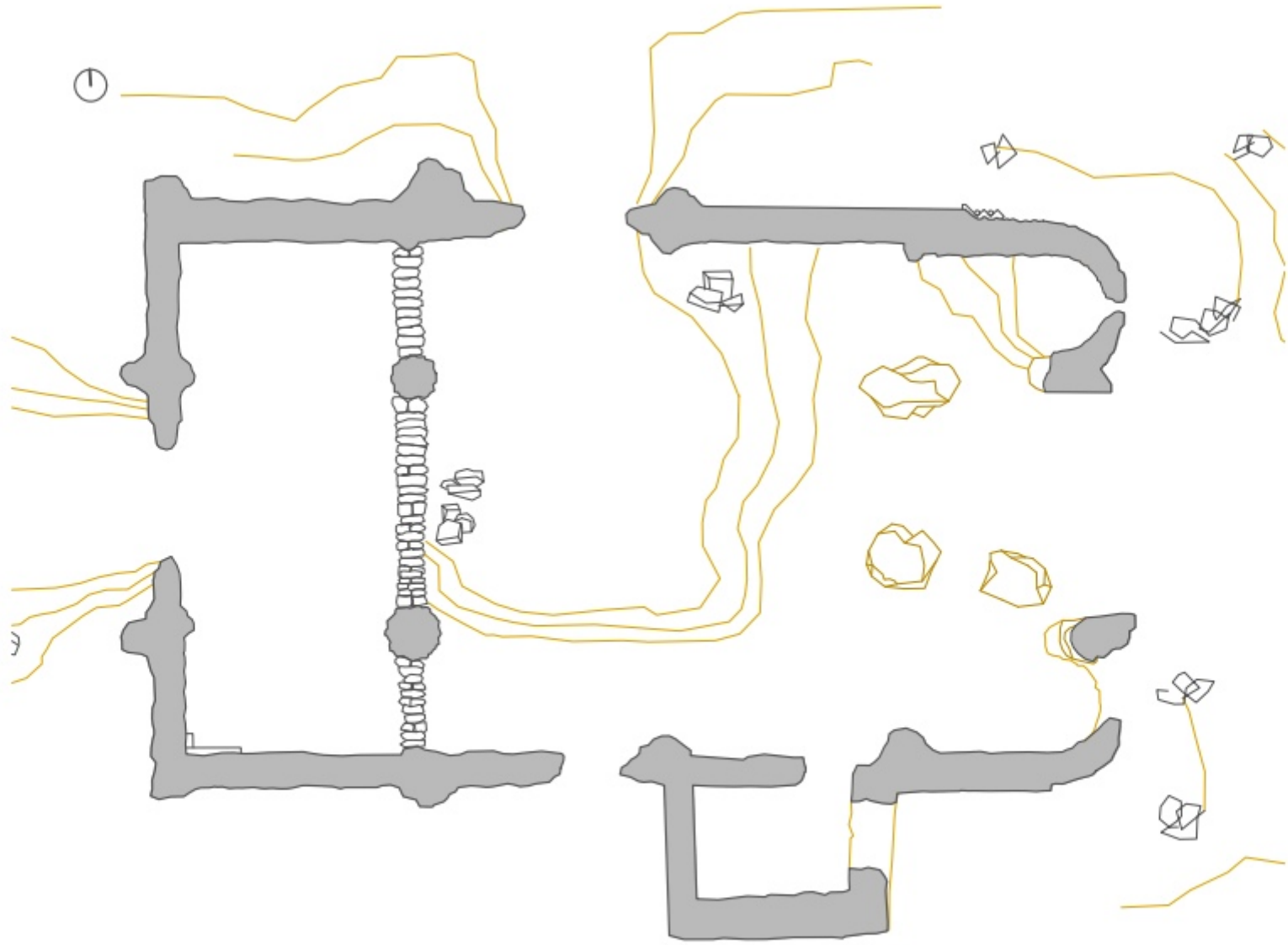


Imágenes de la ruina en las que el profesor San José sujeta un metro para poder sacar medidas posteriormente.



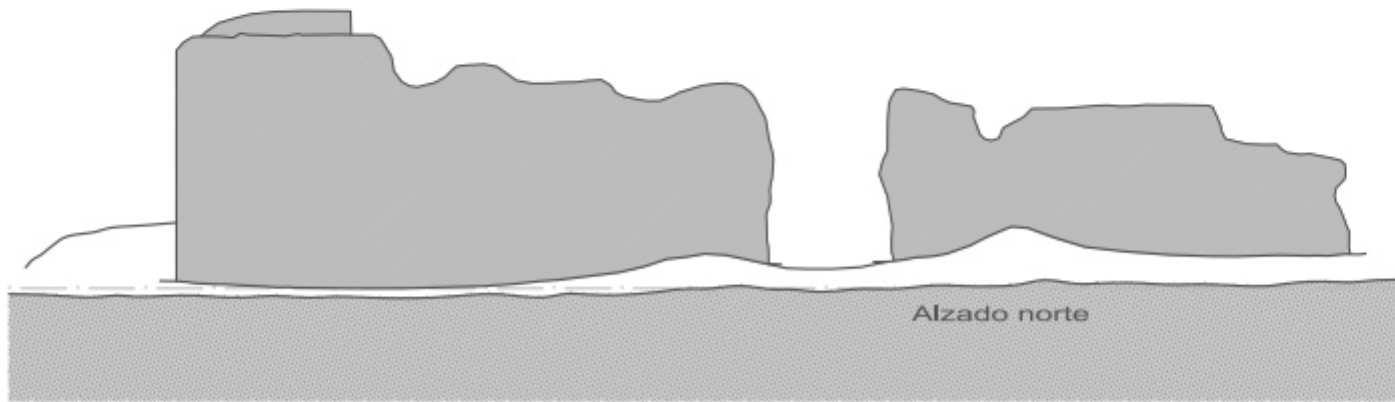
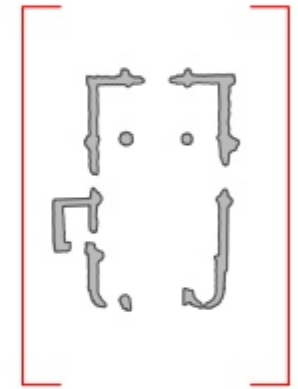
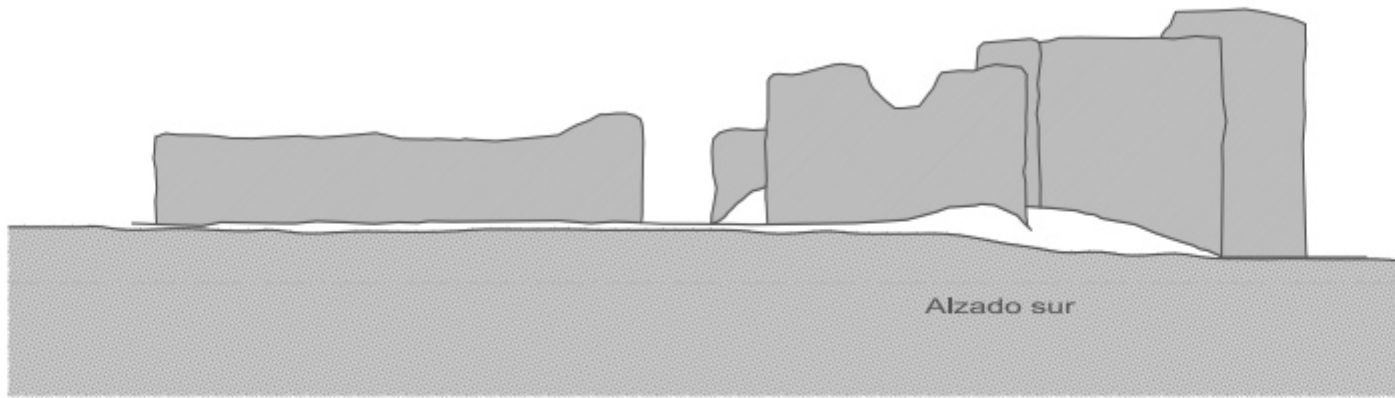
0 25 50 m

Situación E 1/1000



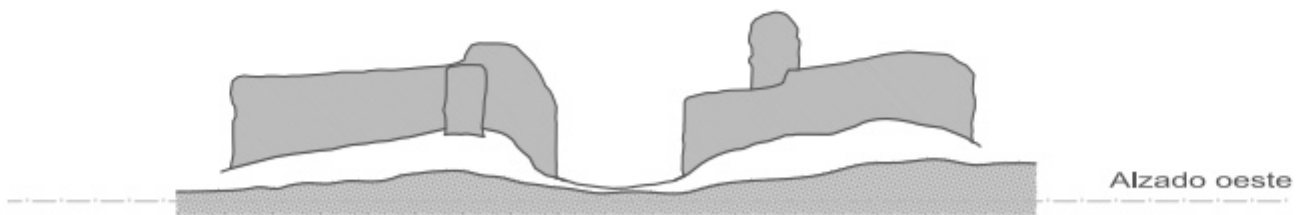
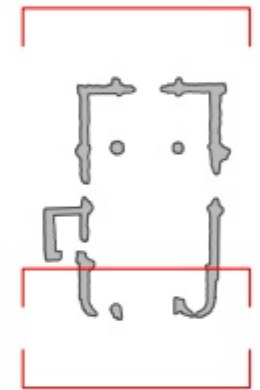
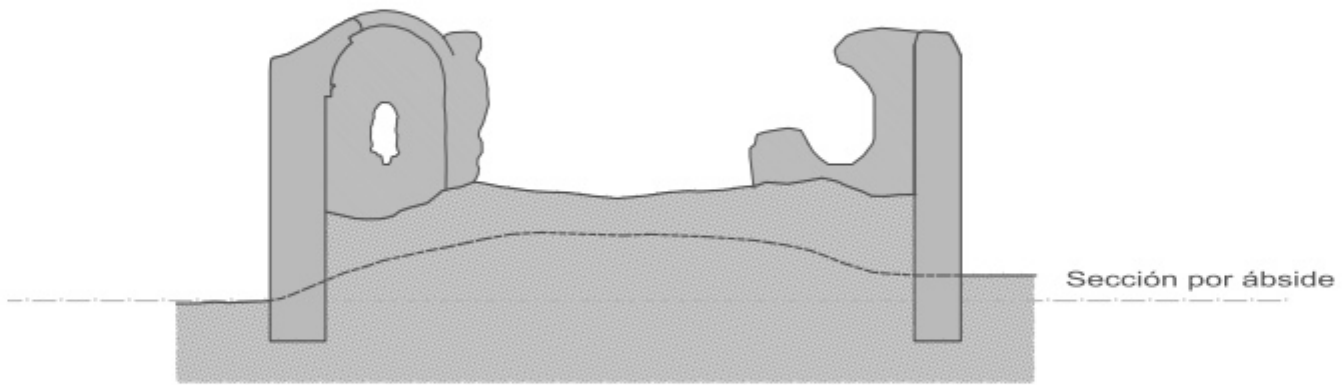
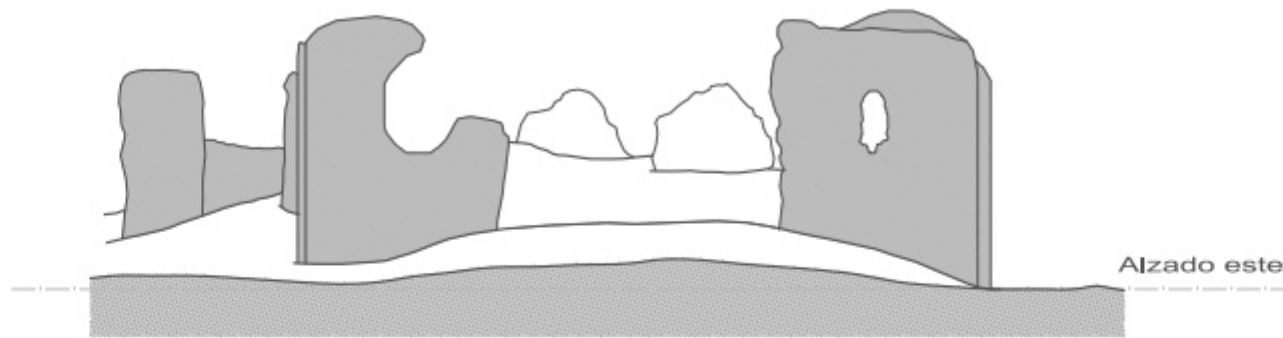
Planta

E 1/200



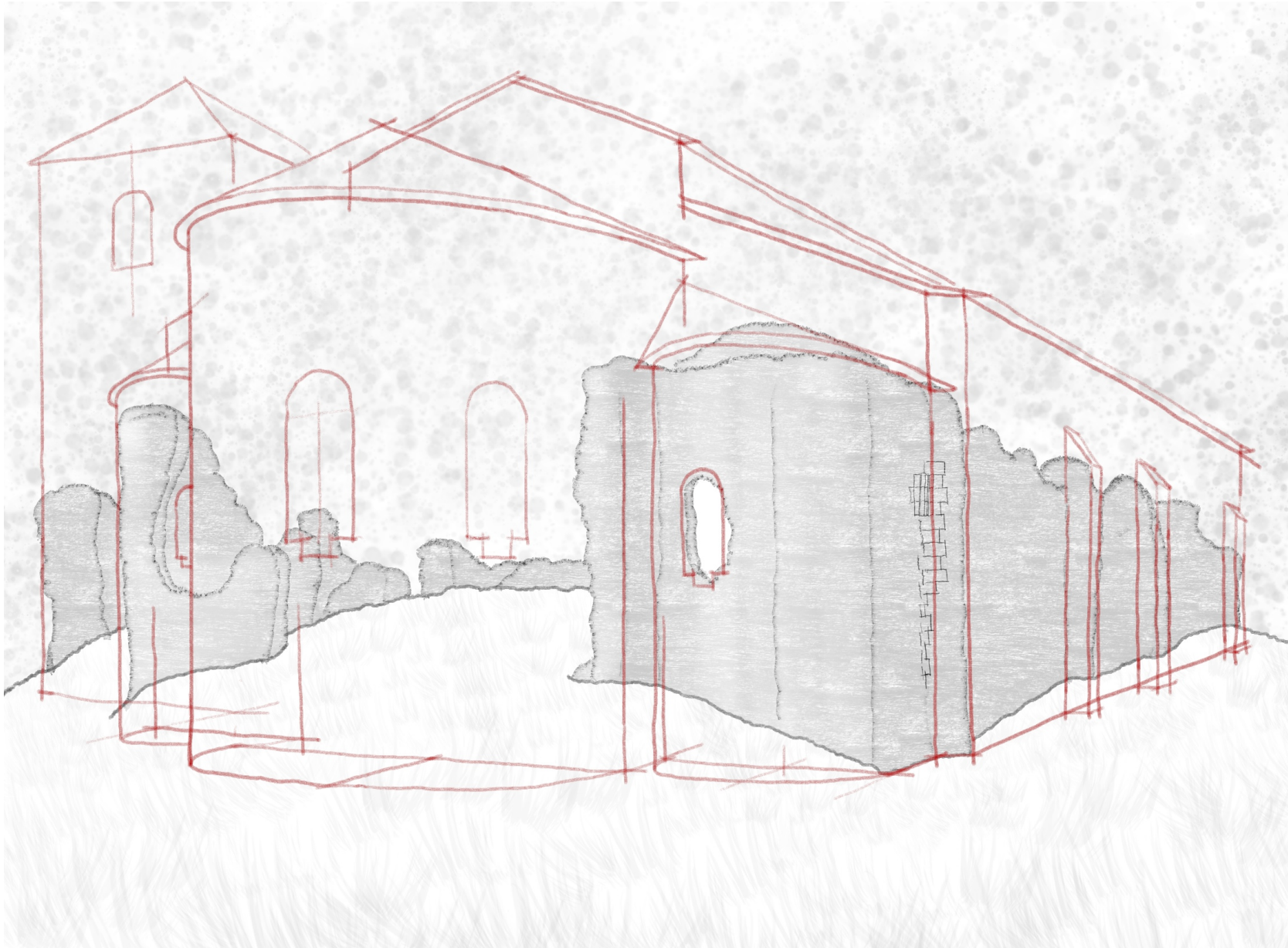
Alzados longitudinales

E 1/200



Alzados y sección transversal

E 1/200



ANÁLISIS HISTÓRICO

Las ruinas del hoy llamado Convento de Oreja se corresponden con la canónica de Santa María de Valpeñoso, comunidad de religiosos perteneciente a la orden premonstratense, que se abandonó pronto y en torno al cual había un pequeño caserío.

ORIGEN DEL NÚCLEO

El núcleo urbano que hoy conocemos como descampado de Oreja parece tener su origen en los siglos X u XI. Surge en un cruce del camino entre las villas de Cuéllar y Peñafiel, llamado camino de la Yunta y cercano a unas fuentes que nacen en la ladera del valle que surca el páramo. Parece ser que el nombre de Oreja, con el que ha llegado a nuestros días surge precisamente del nombre de esas fuentes. Este núcleo llegó a tener cierta importancia, tanto como lugar de paso para los viajeros del camino como para el pastoreo por las fuentes y creció hasta tener un tamaño que atrajo ya en el siglo XII a una comunidad de canónigos que fundaron la canónica de Santa María de Valpeñoso.



Ortofoto del entorno cercano de las ruinas

REFERENCIAS HISTÓRICAS

La canónica premonstratense de Santa María de Valpeñoso, según las fuentes históricas que han llegado a nuestros días, tiene su origen a mediados-finales del siglo XII, dado que la orden premonstratense llega a Castilla en el año 1143 -en el que se funda el monasterio de Santa María de Retuerta- y a principios de siglo se la menciona en algunos documentos históricos:

- año 1207 en unos documentos para la delimitación de tierras, que ordenó el rey Alfonso VIII, se menciona a la canónica de Valpeñoso.
- año 1208 venta de unas propiedades de los canónigos de Valpeñoso al arzobispo de Toledo.
- año 1210 en un documento se menciona a Santa María de Valpeñoso.
- año 1212 el capítulo de la canónica de Valpeñoso se adhiere a la diócesis de Palencia.
- año 1212 el abad de Santa María de Valpeñoso aparece como testigo de la compra del obispo de Palencia de una propiedad.

A mediados del siglo XIII, y sin que quede constancia de la razón, la canónica de Valpeñoso desaparece. El edificio de la iglesia se sigue usando para hacer romerías de las localidades cercanas, pero la falta de mantenimiento va haciendo mella dado que es un edificio demasiado grande para mantenerlo en condiciones como ermita.

- año 1614 visita del obispo a Langayo y al convento. Se decide clausurarlo debido al mal uso que se le estaba dando y al deplorable estado de conservación. Cuatro años más tarde el edificio es finalmente abandonado, deja de ser considerado como edificio religioso, se convierte en un “bien mostrenco” y pasa a manos del estado -del rey-.
- año 1618 tras una petición, el rey concede las piedras de Santa María de Valpeñoso a las religiosas de Santa Clara de Peñafiel para que las reutilicen en su convento.

Todos estos datos han sido obtenidos de una charla, difundida en Facebook, del profesor Salvador Repiso, que lleva tiempo haciendo un estudio histórico sobre el convento de Oreja y será publicado en breve.

la conferencia fue visualizada online el 4 de mayo de 2020 en https://www.facebook.com/carlos_vaquero.313.ek

ORDEN PREMONSTRATENSE

La orden premonstratense surge en Francia, en la abadía de Prémontré -lugar del que toma su nombre la orden- a principios del siglo XII, y es una orden de canónigos regulares -una comunidad de sacerdotes- que basan su vida en la regla de San Agustín. Se extiende rápidamente por Europa, entrando en España a mediados del siglo doce.

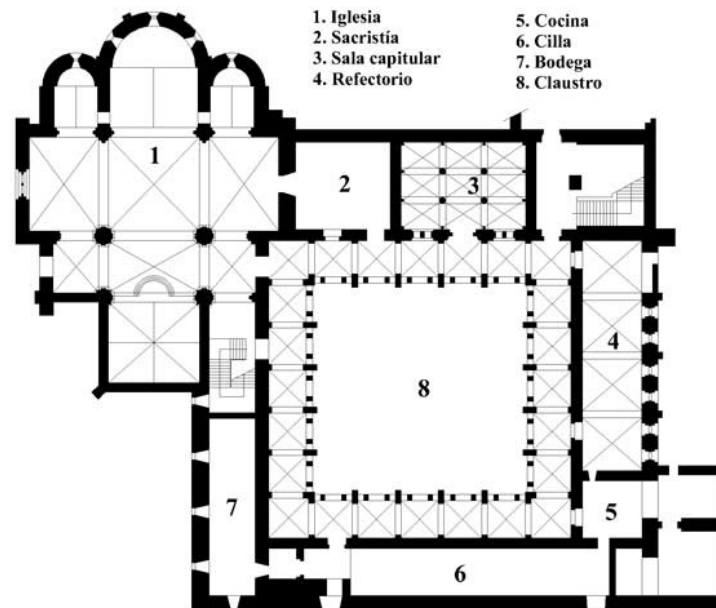
La orden no tiene una tipología arquitectónica definida propia, y muchos autores la engloban con la arquitectura cisterciense, aunque con la diferencia clara de que al ser canónigos -y no monjes-, no buscan aislarse, sino que se abren para recibir a los fieles, lo que se nota en el uso de vidrieras de colores, escultura figurativa y pintura mural

-como forma de ilustrar a los fieles- y portadas abiertas al exterior y no solo al complejo conventual.

EDIFICIOS SIMILARES

Dado el estado actual del conjunto, los pocos restos que nos han llegado y la escasa documentación existente para la realización de esta reconstrucción virtual, se ha hecho una investigación sobre edificios que compartan similitudes con el Convento de Oreja.

Entre todos destacan el monasterio de Santa María de Retuerta y el monasterio de Santa María de Bujedo, ambos comparten con el Convento de Oreja una planta románica con una cabecera con tres ábsides, son de mediados del siglo XII y pertenecieron a la orden premonstratense.



Planta del conjunto del monasterio de Santa María de Retuerta.

Monasterio de Santa María de Retuerta

El monasterio de Santa María de Retuerta se encuentra cerca de la localidad de Sardón de Duero en la provincia de Valladolid. Es un monasterio perteneciente a la orden premonstratense construido en estilo tardorrománico. Fue fundado a mediados del siglo XII, siendo el primero de la orden premonstratense en España.

Comparte con el convento de Oreja la cabecera configurada mediante ábsides, y el ser un monasterio premonstratense de la misma época, aunque su decoración tiene clara influencia cisterciense.



Exterior e interior de la cabecera de la iglesia del monasterio de Santa María de Retuerta.

Monasterio de Santa María de Bujedo

El monasterio de Santa María de Bujedo de Candepajares se encuentra situado en el municipio de Bujedo, en la provincia de Burgos.

Es un monasterio de estilo románico que fue fundado por la orden premonstratense a mediados del siglo XII.

Comparte con el Convento de Oreja la cabecera articulada con tres ábsides, y el ser un monasterio premonstratense de la misma época.



Imágenes del exterior y el interior de la cabecera del monasterio de Santa María de Bujedo.

Monasterio de San Pedro de las Dueñas

El monasterio de San Pedro de las Dueñas se encuentra situado en la localidad de San Pedro de las Dueñas, en la provincia de León.

Es un monasterio de monjas benedictinas de estilo románico mudéjar del siglo XII.

Comparte con el Convento de Oreja las naves de bóveda de cañón y la cabecera de tres ábsides, aunque esta se terminó en estilo mudéjar -quedando el arranque con sillería mas propia del románico-, y es un monasterio románico del mismo tiempo que el Convento de Oreja.



Interior de la nave del evangelio y exterior de la cabecera de la iglesia del monasterio de San Pedro de las Dueñas.

Monasterio de Santa María de Mave

EL monasterio de Santa María de Mave está situado en la localidad del mismo nombre, en la provincia de Palencia

Fue un monasterio benedictino de estilo románico.

Comparte con el Convento de Oreja la cabecera configurada mediante ábsides, las naves de bóveda de cañón ligeramente apuntadas y el ser un monasterio románico de la misma época.



Imágenes de la nave central y la cabecera de la iglesia del monasterio de Santa María de Mave.



Iglesia de Santa Eufemia de Cozuelos

La iglesia de Santa Eufemia de Cozuelos está situada en la localidad de Olmos de Ojeda, provincia de Palencia.

Formaba parte de un antiguo monasterio de religiosas de la orden de las Comendadoras de Santiago y es una iglesia de estilo románico.

Comparte con el Convento de Oreja la cabecera, típicamente románica, articulada por medio de tres ábsides y el ser parte de un conjunto monacal de la misma época.



Ábside central y vista exterior de la cabecera de la iglesia de Santa Eufemia de Cozuelos.

Iglesia de San Martín de Frómista

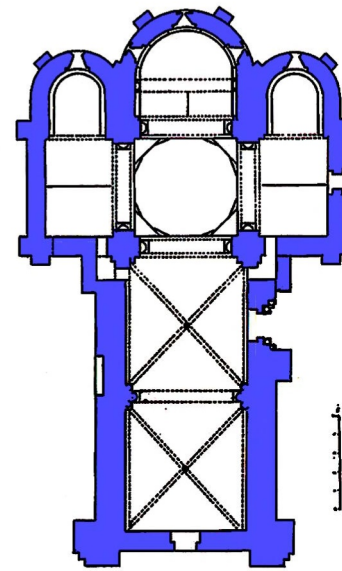
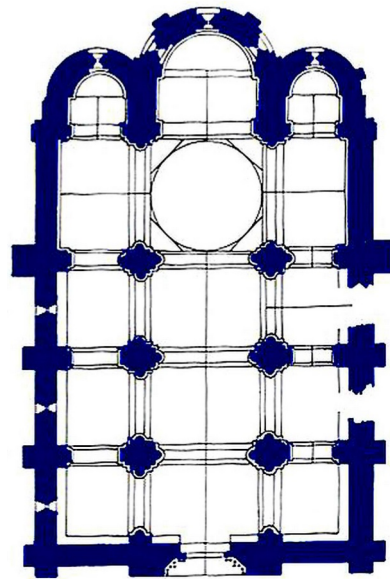
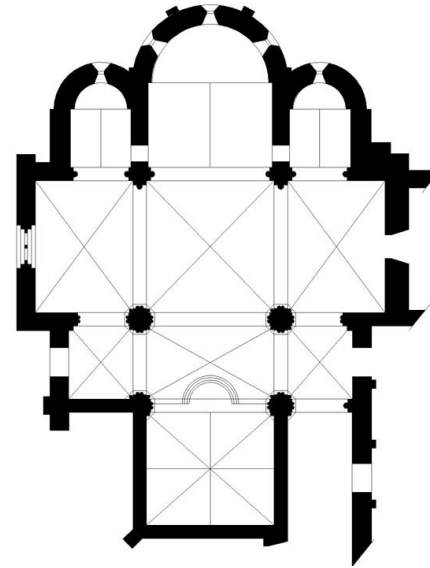
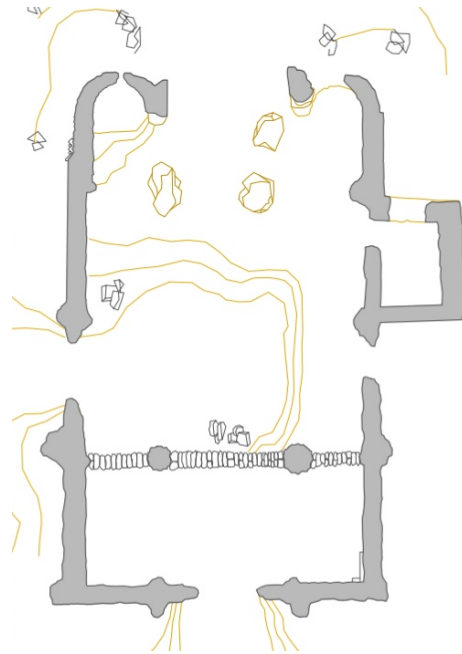
La iglesia de San Martín de Tours está situada en el camino de Santiago, en la localidad de Frómista, en la provincia de Palencia.

Es una iglesia de la segunda mitad del siglo XI de estilo románico.

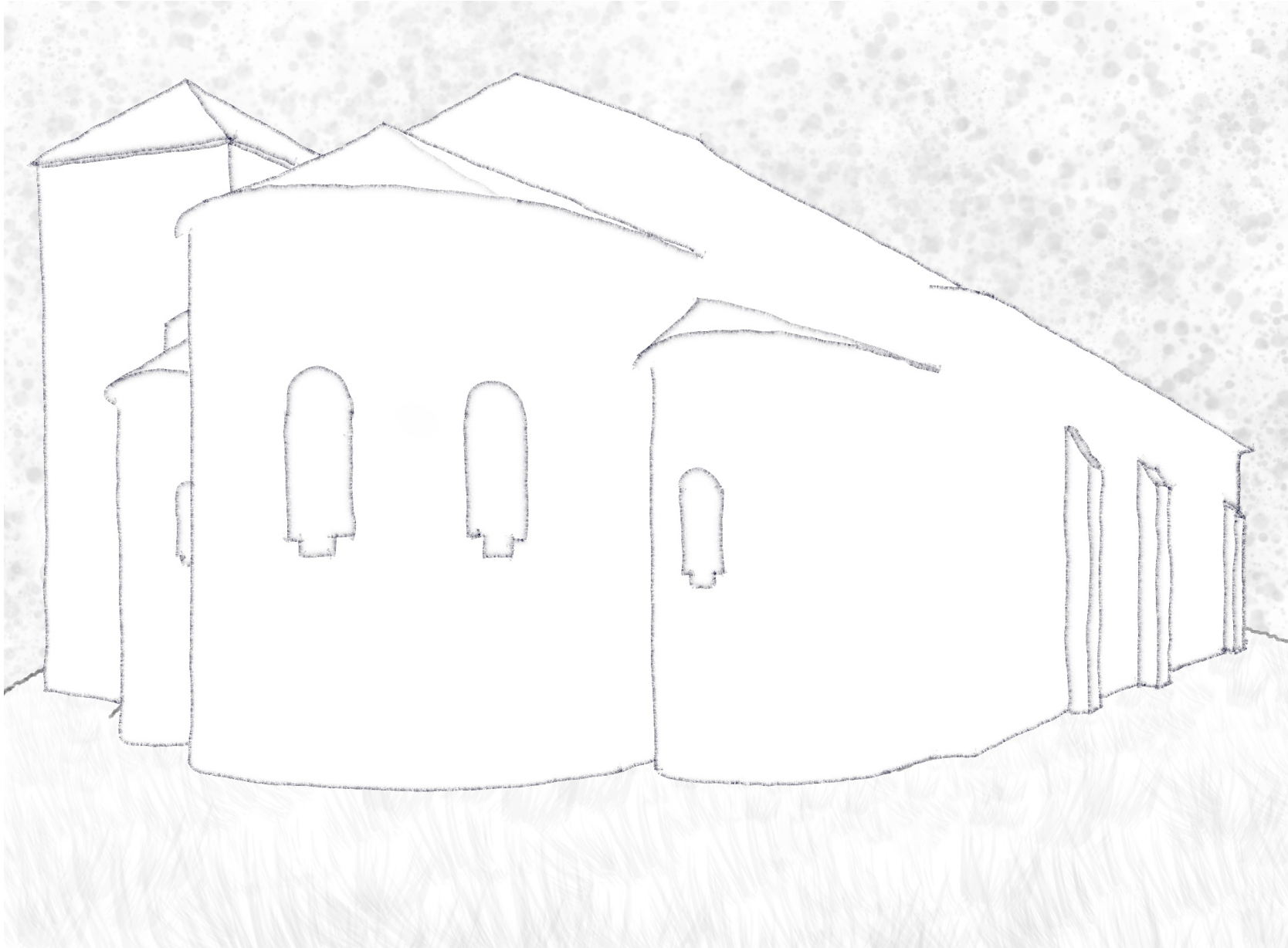
Comparte con el convento de Oreja las naves cubiertas con bóveda de cañón, así como la cabecera articulada mediante ábsides, es uno de los mas importantes exponentes del románico aunque algo anterior a la época de construcción del Convento de Oreja.



Imágenes del interior de la nave central y el exterior de la cabecera de la iglesia de San Martín de Tours en Reformista



Planta de la ruina comparada con las plantas de algunos de los referentes escogidos: Santa María de Retuerta, Santa María de Mave y Santa Eufemia de Cozuelos.



HIPÓTESIS

Una vez tenemos toda la información posible, elaboramos una serie de hipótesis.

PLANTA CON CRUCERO

Hipótesis con un crucero en los tramos de las naves más cercanos a la cabecera, que no sobresale en planta, pero de igual altura que la nave principal, y formando una bóveda de arista en el tramo central.



Vista seccionada del modelo de la hipótesis de la iglesia como edificio con crucero.

PLANTA CON CRUCERO Y CIMBORRIO

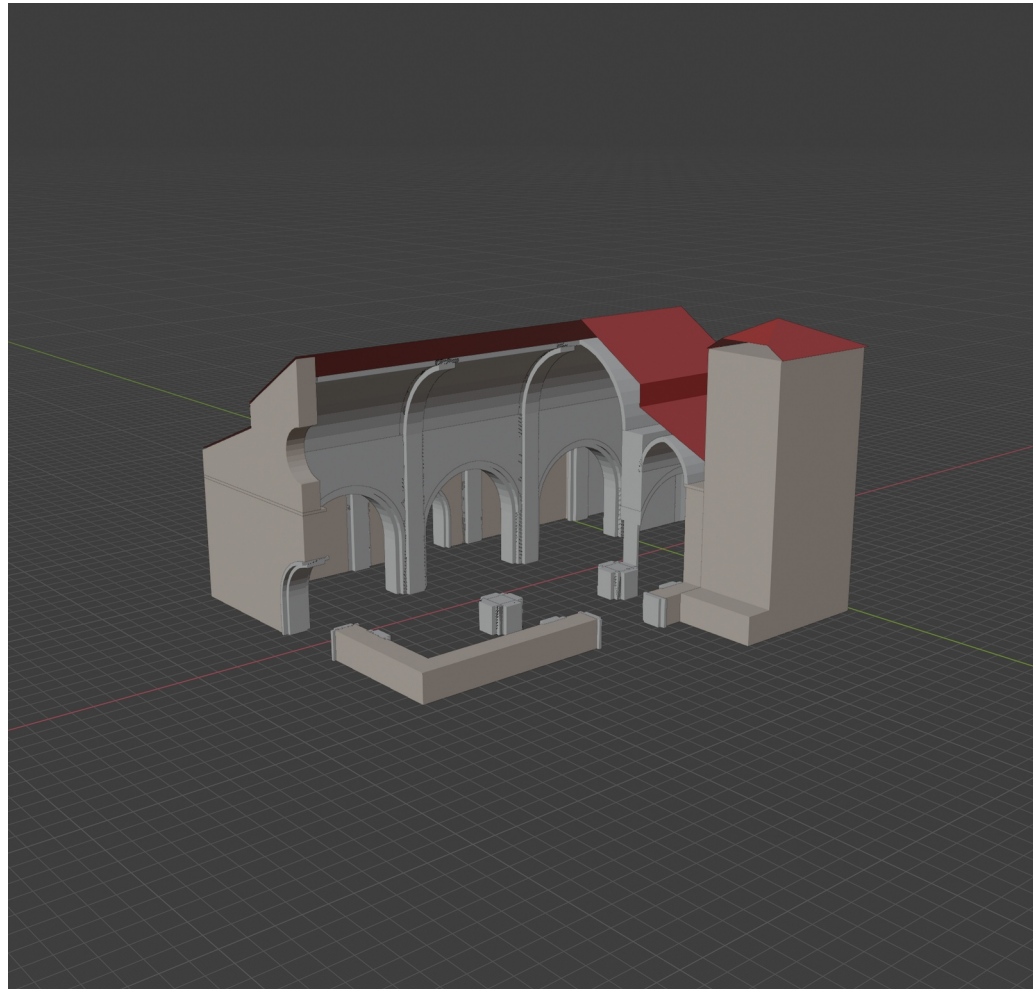
Hipótesis con un crucero en los tramos de las naves más cercanos a la cabecera, igual que la hipótesis anterior, pero con un cimborrio en el tramo central del crucero.



Vista seccionada del modelo de la hipótesis de la iglesia como edificio con crucero y cimborrio.

PLANTA BASILICAL

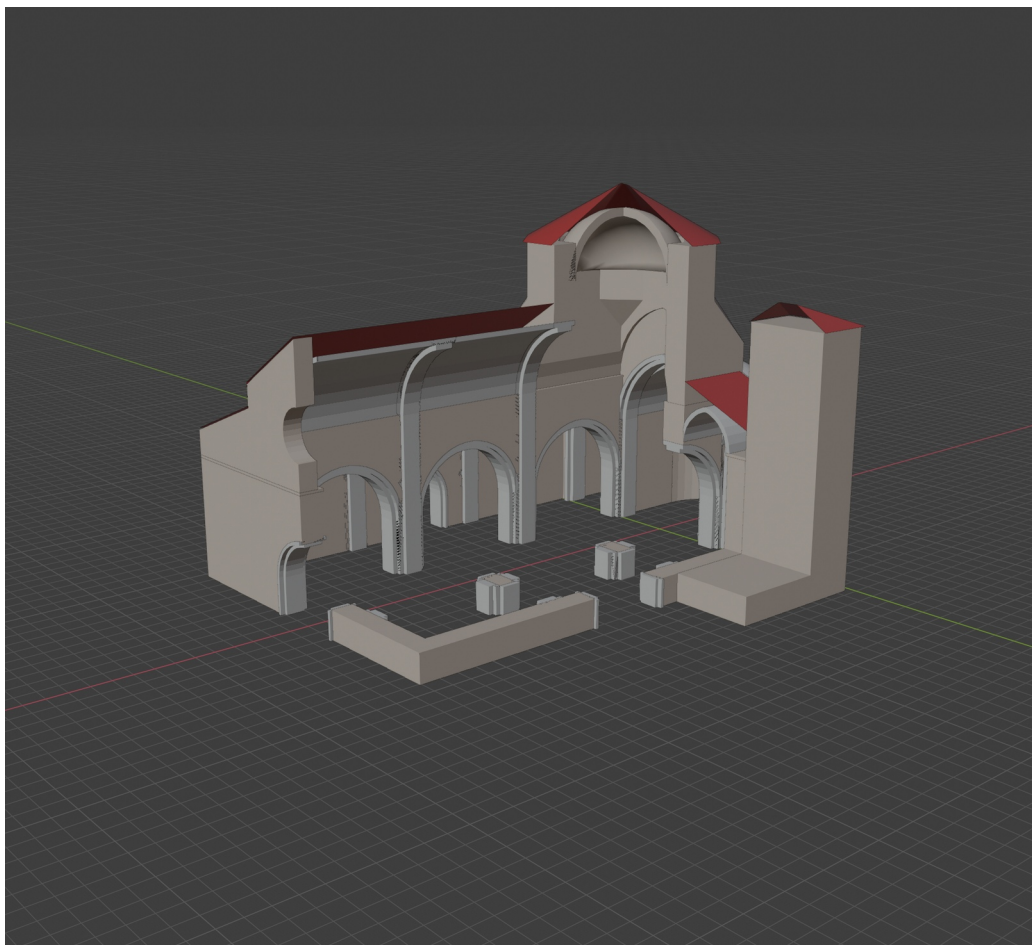
Hipótesis de planta basilical con tres naves cubiertas por bóveda de cañón.



Vista seccionada del modelo de la hipótesis de la iglesia como edificio con planta basilical.

PLANTA BASILICAL CON CIMBORRIO

Hipótesis de planta basilical con tres naves cubiertas por bóveda de cañón y un cimborrio en el tramo de la nave central adyacente al ábside.



Vista seccionada del modelo de la hipótesis de la iglesia como edificio con planta basilical y cimborrio.

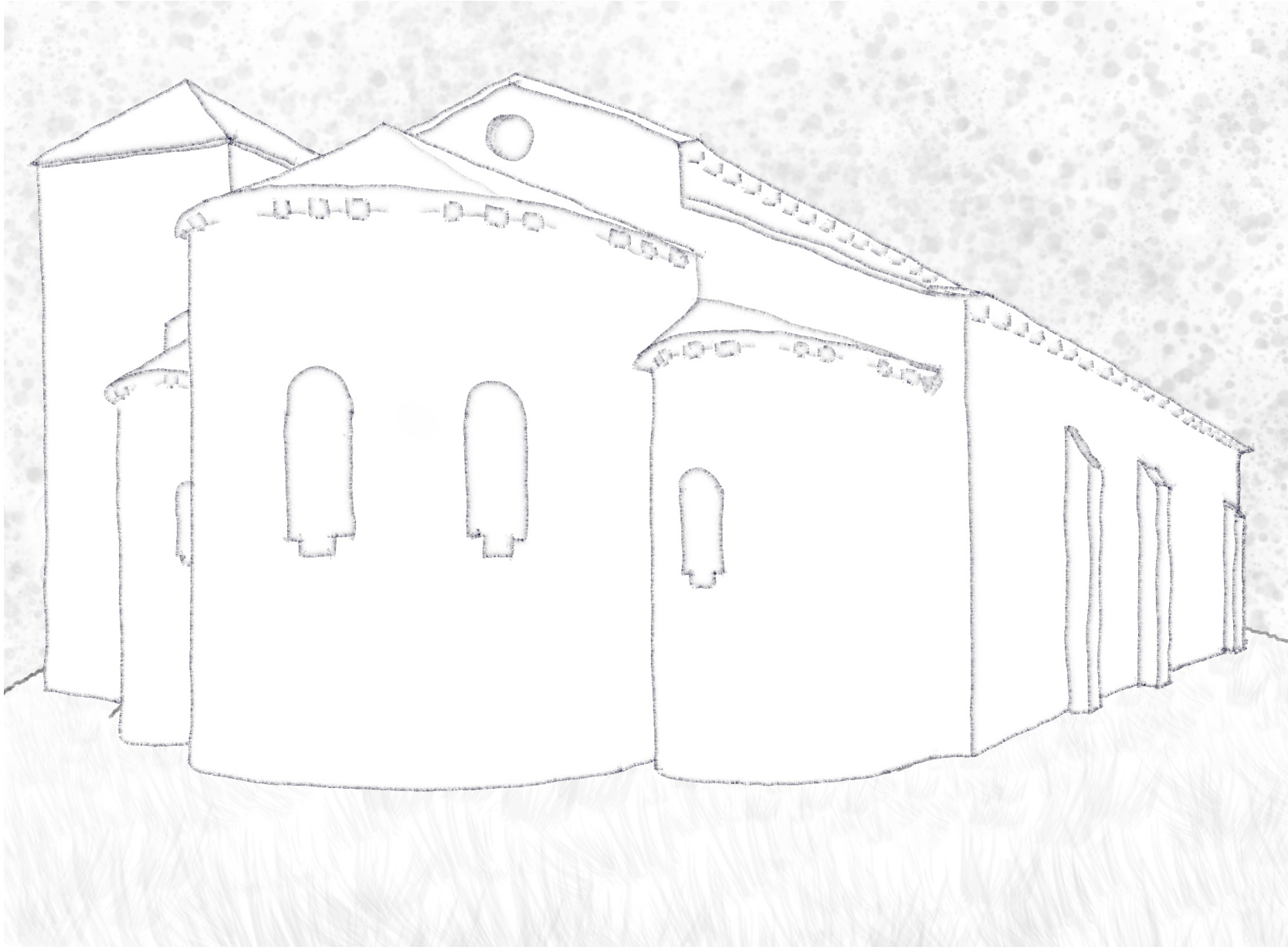
PROPUESTA ELEGIDA

En el momento en que ya tenemos todas las hipótesis que consideramos que se ajustan a la información a la que hemos podido acceder sobre la canónica de Santa María de Valpeñoso, procedemos a hacer la selección de la propuesta definitiva.

La presencia de un crucero es lo más habitual en los edificios de esta época, pero las proporciones de los vanos parecen indicar lo contrario, y además la presencia de un crucero con la misma altura que la nave central, tendría que venir acompañada de unos contrafuertes en el primer tramo de la nave del evangelio -en la nave de la epístola podría hacer esa función la torre-, de similar entidad a los que se aprecian a los pies de la nave central, por lo que optamos por la versión de planta basilical.

Y sobre la posibilidad de la existencia de un cimborrio, aunque era un elemento típico en los templos románicos de la época, y encaja con la forma cuadrada de los tramos de la nave central, no hay nada en los restos que nos indique que existiera uno en el Convento de Oreja, por lo que nos decantamos por la propuesta sin cimborrio.

Al final, de entre todas las hipótesis plausibles presentadas, acabamos decantándonos por la de planta basilical sin crucero ni cimborrio.



MODELADO 3D

Con la hipótesis definitiva ya decidida pasamos a la fase de realizar un modelo en 3D lo suficientemente detallado para hacer renders y videos con la máxima calidad posible.

Lo primero, antes de lanzarnos a hacer el 3D, es la elección del software de modelado que mejor se adapte a nuestros conocimientos, circunstancias y necesidades, para lo cual analizamos lo que nos ofrece el mercado del software para trabajo en 3D.

SOFTWARE





Para la realización del modelo en 3D nos encontramos con que en el mercado actual existe una gran variedad de software con el que poder modelarlo, entre todos ellos, para este trabajo nos hemos decantado por:

- AutoCAD, en concreto AutoCAD Architecture, es el software de dibujo asistido por ordenador más conocido en el mundo de la arquitectura. Aunque en origen está orientado a trabajo en 2D, tiene herramientas y potencia para hacer modelos en 3D.

Es software privativo y de pago.

- 3DS MAX, potente programa para modelar en 3D, iluminar y renderizar que tiene la ventaja añadida de ser de la misma empresa que AutoCAD, con una interfaz similar lo que facilita el poder pasar archivos de un formato a otro dentro de la misma familia de software.

Es software privativo y de pago

PROGRAMA	SISTEMAS OPERATIVOS	CURVA DE APRENDIZAJE	PRECIO ESTIMADO	TIPO DE LICENCIA
AUTOCAD 	Windows y Mac	Media	2227 €/año Licencias educativas disponibles	Software privativo
3DS MAX 	Windows	Alta	2136 €/año Licencias educativas disponibles	Software privativo
SKETCHUP 	Windows y Mac	Suave	299 \$/año Versión web gratuita	Software privativo
BLENDER 	Windows, Mac y Linux	Alta	Gratuito	Software libre

- SketchUp, programa pensado para trabajar directamente en 3D, una interfaz intuitiva, con una curva de aprendizaje suave y lleno de posibilidades. Tiene la ventaja añadida de la facilidad que tiene para subir los modelos en 3D a la nube a través de Google.

Es software privativo y tiene una versión gratuita.

- Blender, programa de modelado muy potente, aunque con una interfaz no muy amigable y una curva de aprendizaje difícil. Además de muchas herramientas de modelado tiene para renderizar, animar y editar fotos y videos, y también goza de una enorme comunidad que comparte modelos y tutoriales.

Es software libre y gratuito.

Para la realización de este trabajo hemos tenido muy en cuenta el valor añadido del software libre, por su posibilidad de modificación y su extensa y entusiasta comunidad, además de su fácil acceso a todo el mundo. En el ámbito del modelado en 3D en el que estamos, tenemos la suerte de tener un programa de nivel profesional que es software libre y no tiene nada que envidiar a sus equivalentes de pago, por lo que se ha optado por Blender para el grueso del trabajo.

El flujo de trabajo ha consistido en el uso de AutoCAD para el levantamiento en 2D, dado que no tiene rival en este aspecto con el resto de programas probados -al menos a nivel profesional- y a partir del levantamiento se ha hecho el modelado en 3D y el texturizado en Blender, y con él se han hecho los render. Una vez el

“El software libre es todo software cuyo código fuente puede ser estudiado, modificado, y utilizado libremente con cualquier fin y redistribuido con cambios y/o mejoras o sin ellas.”
Wikipedia

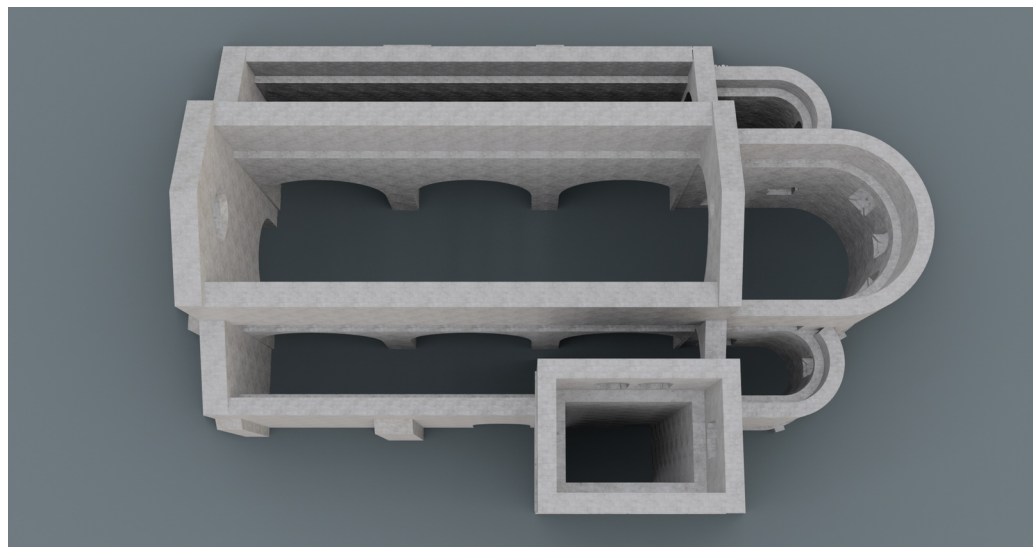
modelo 3D final ha sido completado, se ha exportado a un formato compatible de SketchUp, para poder subirlo a 3D Warehouse, lo que nos permite aprovechar su integración con el ecosistema de Google para hacer accesible el modelo a todo el mundo.

A título personal, hace unos años me empecé a interesar por el software libre, empecé instalando un Linux ligero en el viejo ordenador del pueblo, y al poco tiempo migré en mi ordenador habitual a Ubuntu, siendo mi sistema operativo de cabecera desde entonces, quedando Windows relegado a los trabajos con AutoCAD. Entre el software libre he encontrado programas para prácticamente todas las labores que realizo con el ordenador desde escribir este texto con LibreOffice a elaborar planos con QGIS. El software libre tiene muchos valores intrínsecos, de entre los que me gustaría destacar el libre acceso que todo el mundo tiene a él, tanto por el acceso fácil a su código como por su gratuidad.

MODELADO DE ELEMENTOS

Los diferentes elementos que componen la iglesia del Convento de Oreja se han modelado directamente a partir de los restos de la ruina o, ante la falta de información de gran parte del conjunto, tomando como prototipo elementos de algunos edificios que hemos cogido como referentes, y que comparten muchas similitudes con el Convento de Oreja.

Muro



Ortofoto de las ruinas y vista cenital de los muros del modelo.

Los muros son de los pocos restos que quedan en el lugar, y a partir de ellos podemos modelar fielmente el muro de las naves y de la torre.

Ábsides

Vista de la cabecera de las ruinas y vista exterior de los ábsides del modelo.



El ábside central, aunque desaparecido, se modela a partir del ancho de la nave central y, además se aprecia en los restos el punto de arranque desde el absidiolo.

Portadas

Restos de dovelas de la portada del convento y la portada del modelo.



Entre los restos que se encuentran en Langayo encontramos algunas dovelas talladas que pertenecieron a una portada.

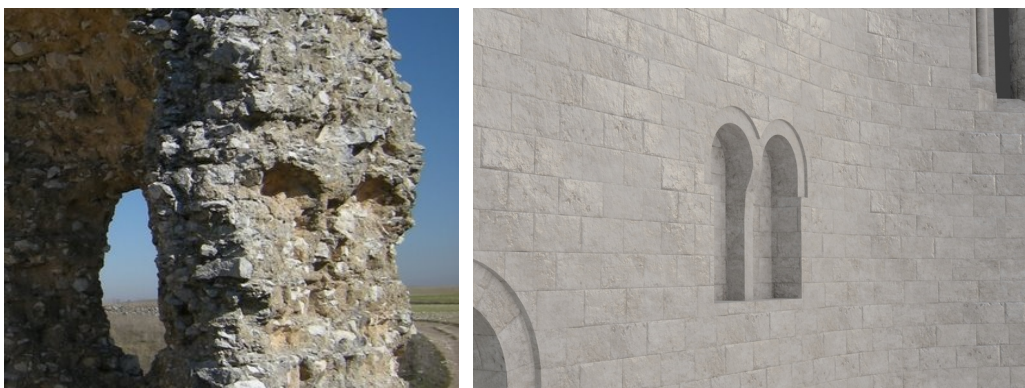
Canes



Canes de la iglesia de Langayo y canes del modelo.

Los canes que se encuentran en la fachada de la portada de la iglesia de San Pedro Apóstol de Langayo fueron llevados del Convento de Oreja.

Arcos ciegos



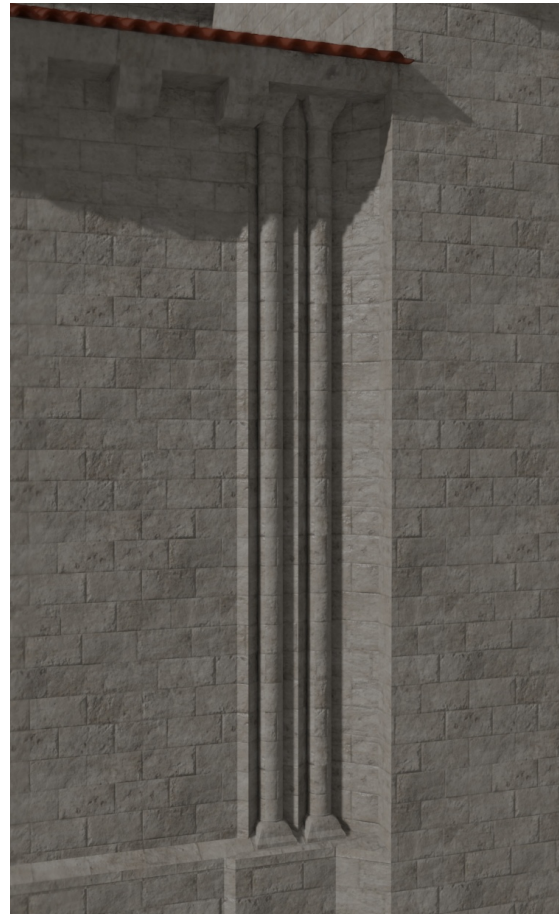
Restos en la ruina de unos arcos ciegos y vista interior del ábside central del modelo.

Se aprecia en las ruinas un arco ciego doble decorando la cara interior del ábside central.

Columnillas



Restos de sillares en la ruina formando tambores y columnillas en el modelo.



Uno de los pocos restos de la hoja exterior de sillería con que contaba el Convento de Oreja lo encontramos en el encuentro del absidiolo que remata la nave del evangelio con el muro norte, en forma de sillares formando ángulos y tambores de columna, que decoraban el ángulo que se forma como resultado de la diferencia de anchura del absidiolo y la nave.

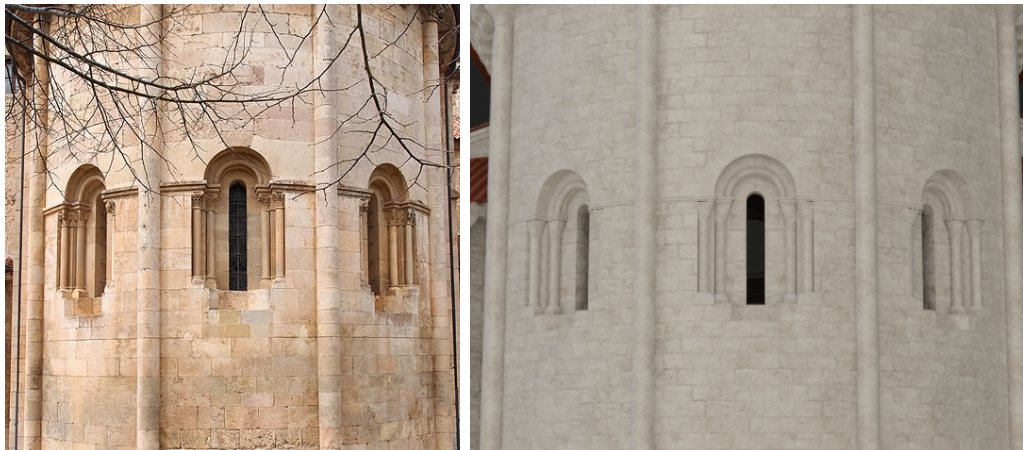
Bóvedas de los ábsides



Bóveda del monasterio de San Pedro de las Dueñas e interior del ábside central del modelo.

El resto que se conserva de un trozo de la bóveda del ábside nos indica que era de cañón rematada en cuarto de esfera, pero ligeramente apuntada.

Semicolumnas del ábside



Columnas adosadas al exterior del ábside del monasterio de Santa María de Bujedo y exterior del ábside central del modelo.

Por las huellas que quedan en el muro de la ruina suponemos que el exterior del ábside se componía mediante semicolumnas adosadas.

Pilares



Pilares de Santa María de Retuerta y de Santa María de Mave y pilar del modelo.

La sección cilíndrica de los restos de los pilares nos lleva a suponer que los pilares eran cruciformes con semicolumnas adosadas, típicos del románico, como los que se pueden encontrar en Santa María de Retuerta o Santa María de Mave

Arcos fajones y bóvedas



Arcos fajones de Santa María de Mave y Santa María de Retuerta y bóveda central y arco fajón del modelo.

Las bóvedas son de cañón apuntadas y en consecuencia los arcos fajones también son apuntados, de sección rectangular -los típicos del románico- y apoyados en semicolumnas.

Ventanas



Ventana del ábside central del monasterio de Santa María de Bujedo y vista exterior de la ventana del modelo.

Las ventanas se han modelado usando como prototipo las del monasterio de Santa María de Bujedo, tanto al interior como al exterior, dado que el arco tiene un tallado similar al que nos encontramos en algunos de los restos de las portadas del Convento de Oreja que se encuentran en la localidad de Langayo.

Óculo



Se ha supuesto que la iluminación de la nave se conseguía a través de huecos en los extremos de la nave dado que en las ruinas no se aprecian restos de huecos en los muros laterales.

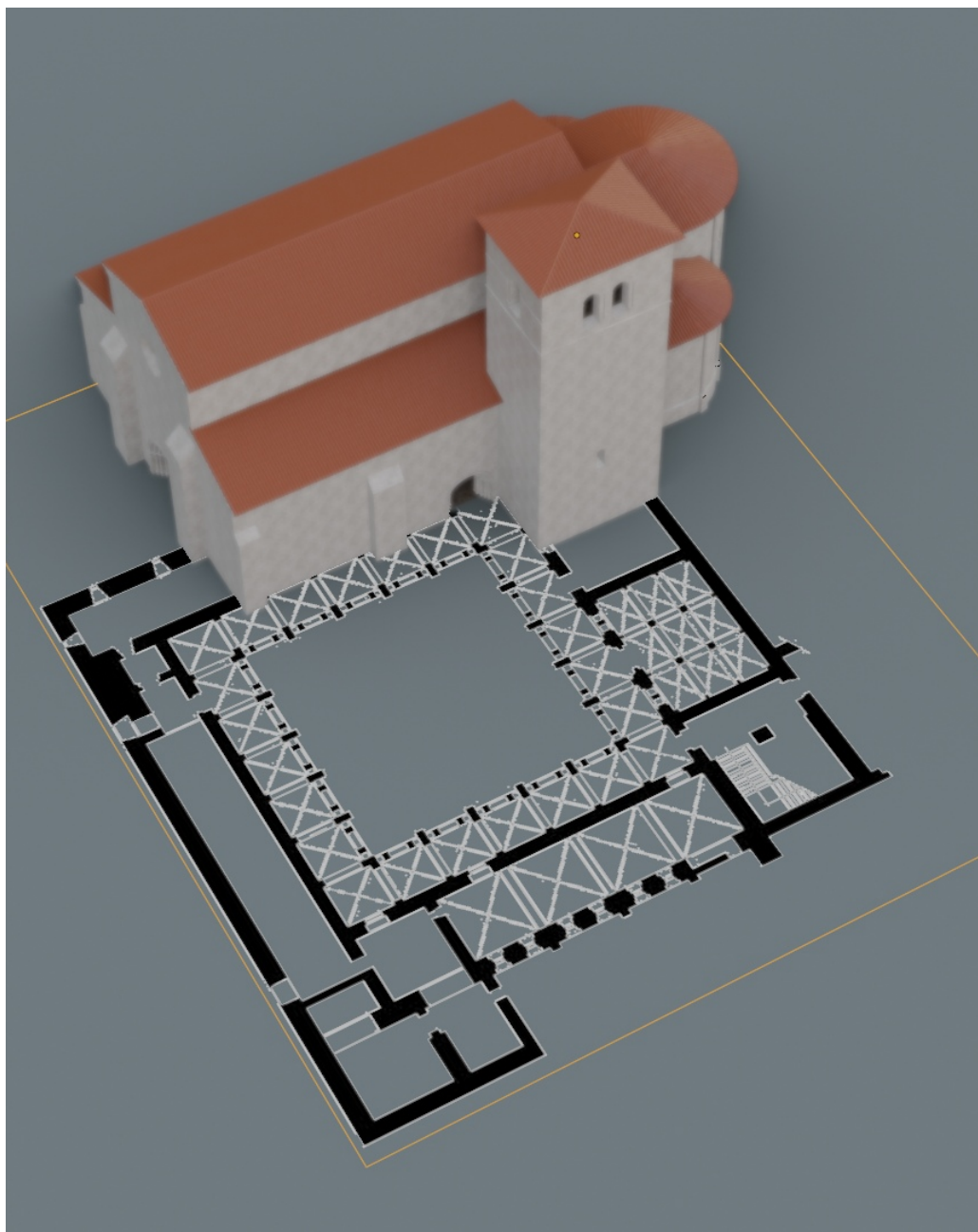
Iluminación a través de los extremos de las naves en San Pedro de las Dueñas y Santa María de Retuerta y óculo en el modelo.

Claustro y otras dependencias monacales

El conjunto del Convento de Oreja, como ya hemos anotado antes, está documentado que perteneció a una congregación religiosa de canónigos premonstratenses.

A pesar de esto, entre los restos no se aprecia traza alguna que perteneciera a las estancias típicas de un edificio monacal -claustro, sala capitular, refectorio...-. No sabemos si estas fueron solo edificaciones auxiliares que no llegaron a materializarse en piedra, bastante posible dado que la canónica -la congregación- solo duró unas décadas. Tenemos el ejemplo de Santa Cruz de la Zarza en Ribas de Campos, también de la orden premonstratense y con varios siglos de uso para la vida monacal, en la que, aparte de la iglesia, solo se edificó la sala capitular y una bóveda del claustro. También puede ser que se edificaran y que fueran víctimas de la rapiña mucho antes que la iglesia y no llegaran a nuestros días.

Ante la falta de información decidimos no modelar nada más que la iglesia y la torre de las que tenemos un arranque claro, pero entre la información generada, aportamos imágenes añadiendo el plano del conjunto del claustro y dependencias auxiliares del monasterio de Santa María de Retuerta para que se pueda ver como hubiera podido ser el complejo en su totalidad.



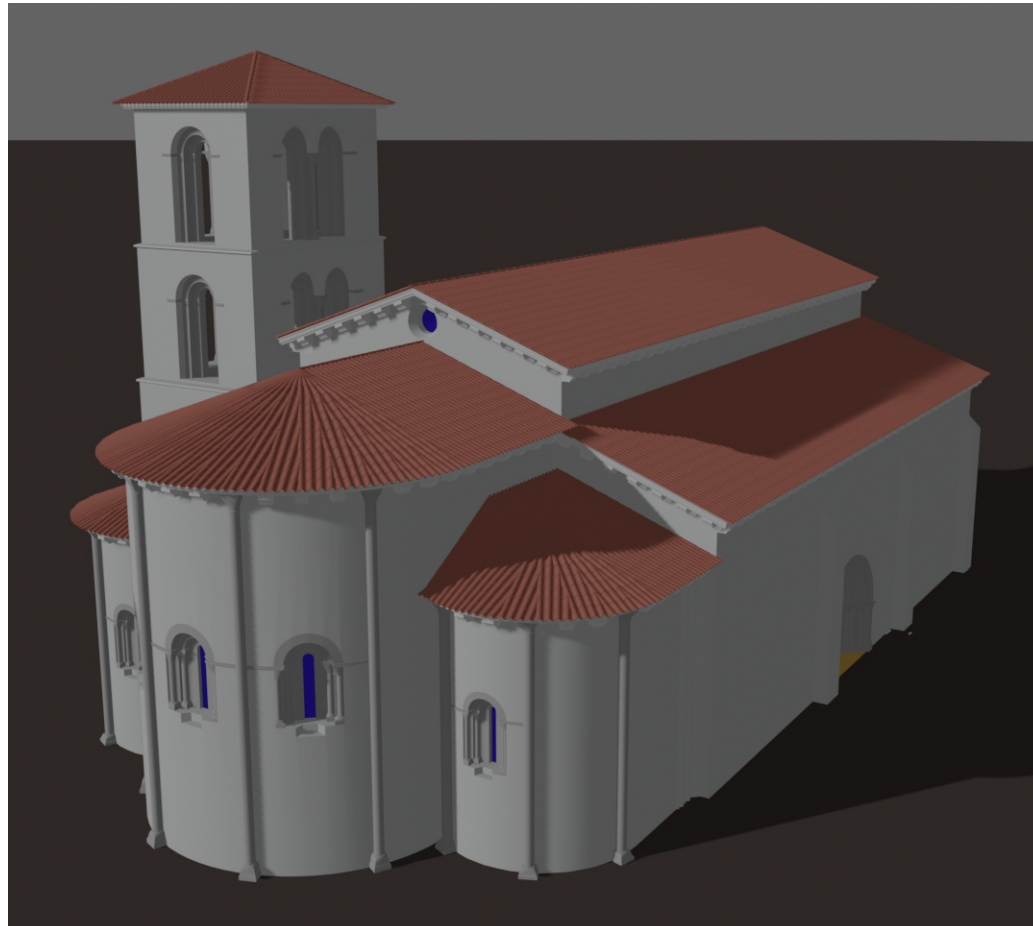
Iglesia del Convento de Oreja con el plano del claustro de Santa María de Retuerta añadido, para que nos hagamos una idea de como podría haber sido el complejo monacal en su conjunto.

PRIMERA VERSIÓN

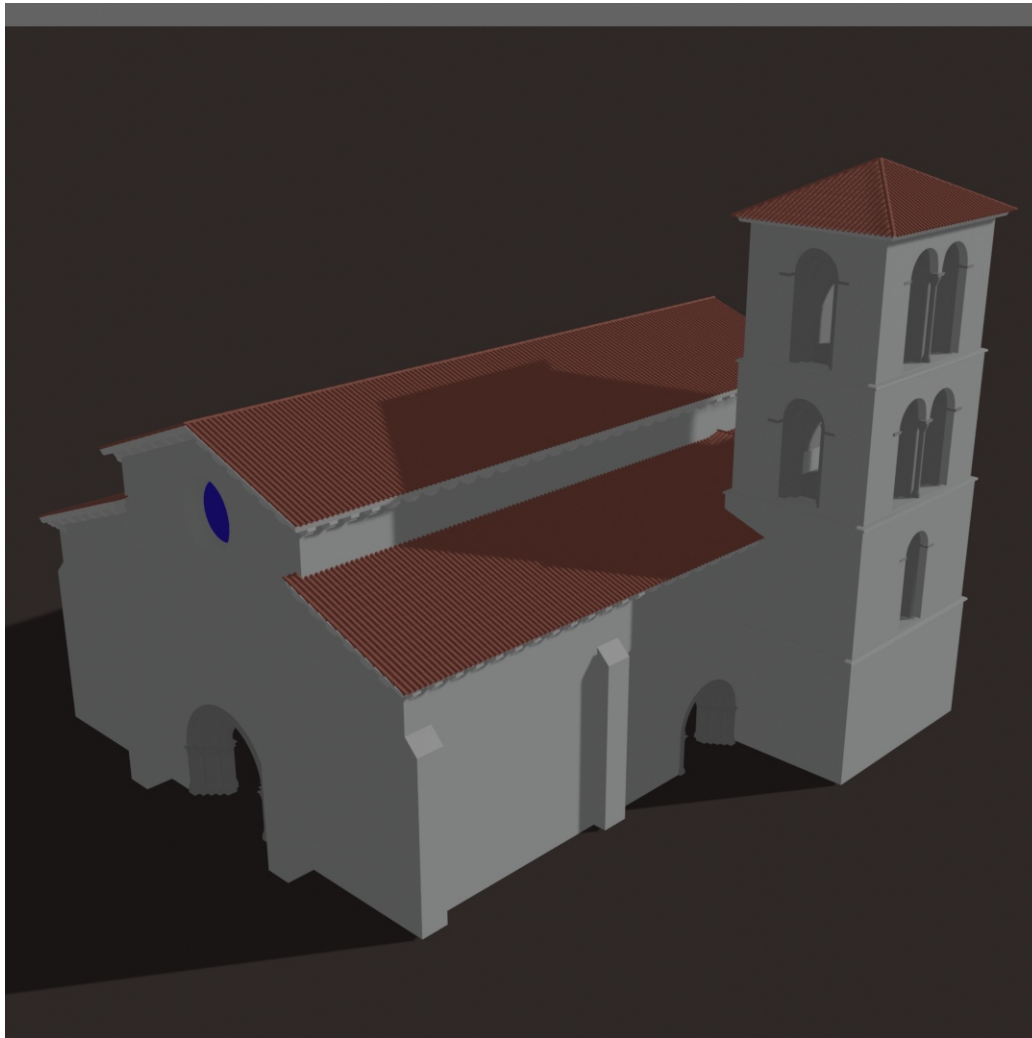
Modelo

Una vez modelados todos los elementos tenemos un modelo completo del conjunto de la iglesia de la canónica de Santa María de Valpeñoso.

Las imágenes anteriores del modelado de los distintos elementos del conjunto han sido realizadas a partir del modelo final, posterior a este.



Vista desde el noreste de la primera versión del modelo.



Vista desde el suroeste de la primera versión del modelo.



Vista exterior de la cabecera de la primera versión del modelo.



Vista interior de la nave central de la primera versión del modelo.

Este modelo, a partir de la información disponible, se aproxima bastante en nuestra opinión a como sería en su momento el conjunto. Para confirmar la validez de nuestras hipótesis y pulir el resultado lo sometemos a varias sesiones críticas.

Crítica del modelo

El siguiente paso es poner en cuestión el trabajo realizado. Para ello, a través de videoconferencias y correo electrónico mostramos imágenes y un modelo completo en 3D a varios profesores y expertos con una reconocida experiencia en los campos de la arquitectura, el patrimonio, el románico de la zona y el modelado en 3D.

De estas sesiones recibimos las siguientes críticas/sugerencias:

- La posición del óculo respecto de la cubierta es extraña, esta demasiado cerca.
- El alero, con la doble curva, es muy clasicista, en el románico lo normal es que sea un simple bisel.
- El remate del hastial con canes es poco representativo del románico, lo mas habitual es que no los tenga.



Hastial de la colegiata de Santa Cruz de Castañeda.

- La torre es demasiado urbana para el estilo local. Lo que predomina en la zona son torres con un alto plinto y un solo piso con huecos para las campanas. Se sugieren como ejemplo las torres de la iglesia de Escobar de Polendos o de Molpeceres.



Torres de las iglesias de San Nicolás de Bari en Escobar de Polendos y de Santa María en Molpeceres.

- Por los restos de columnillas que hay en la ruina se sugiere que las semicolumnas de los ábsides arranquen de un zócalo. Se propone como ejemplo la cabecera de San Miguel de Fuentidueña.



Ábside de la iglesia de San Miguel Arcángel de Fuentidueña.

MODELO FINAL

Tras hacer las oportunas modificaciones surgidas a raíz de las sesiones críticas, tenemos un modelo 3D que consideramos ya el modelo final del trabajo.



Vista de la cabecera del modelo final.



Vistas de la fachada norte del modelo final.

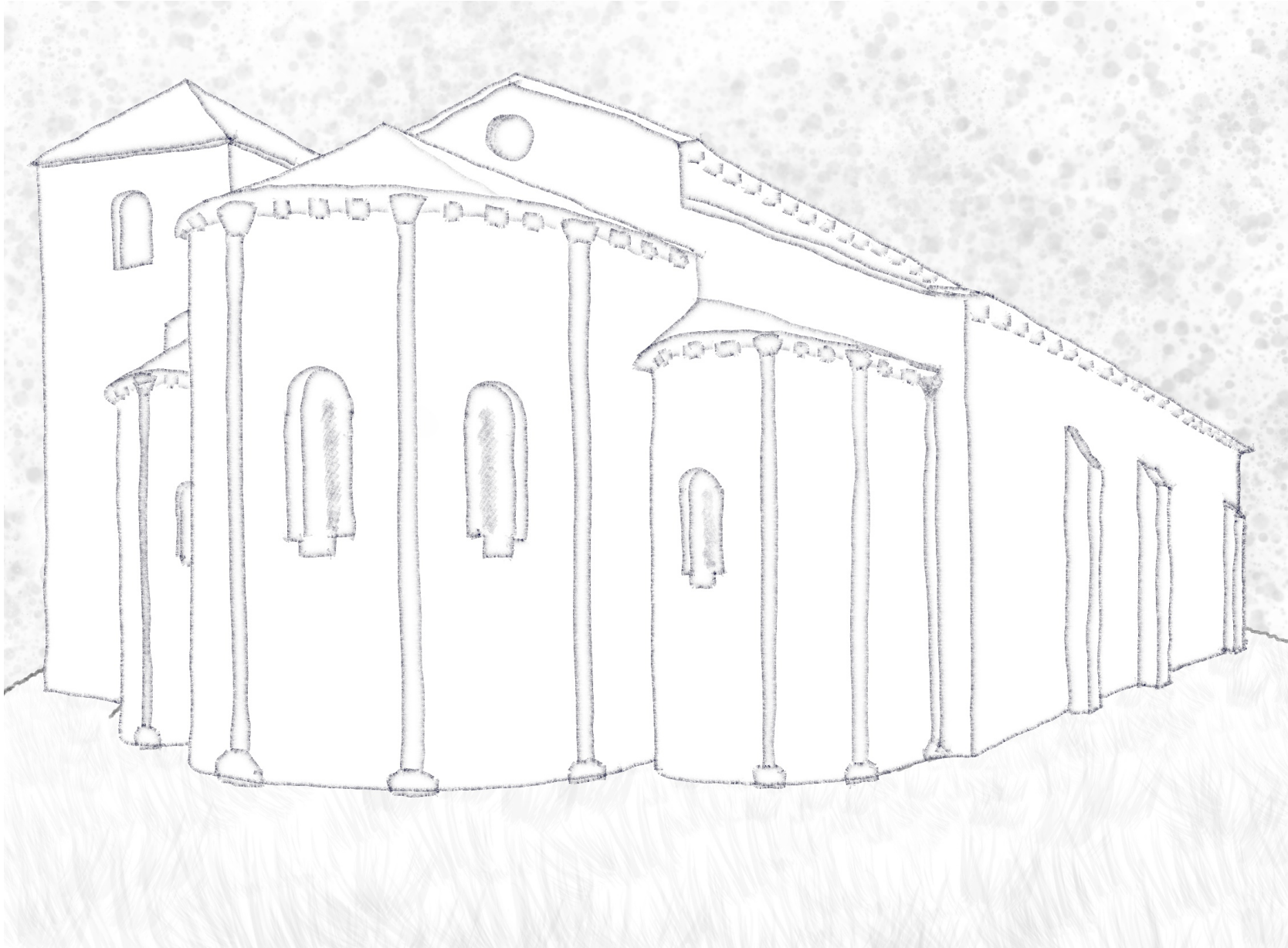


Vistas interiores de la nave central
y de la nave del evangelio.
Vistas exteriores de los pies y la
cabecera del modelo final.



Valle Angel, Guillermo

Vista exterior con el entorno cercano.



RENDERIZADO

El modelo en 3D ya está completo con un alto nivel de detalle y ha pasado varios filtros de críticas, por lo que es bastante fiel -en base a la información disponible- a lo que fue el Convento de Oreja -la canónica de Santa María de Valpeñoso- en su día.

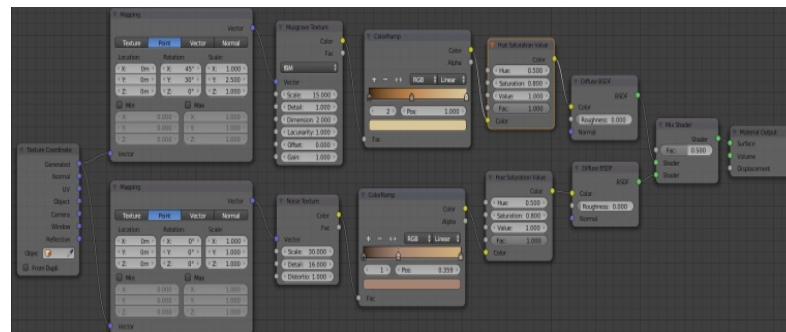
El siguiente paso es introducir texturas para hacer el modelo lo mas realista posible y así poder sacar imágenes fotorrealistas que permitan por su nivel de detalle una posterior difusión.

TEXTURIZADO

El texturizado o mapeado de texturas es el proceso por medio del cual aplicamos datos de imágenes a las caras generadas en la geometría 3D.

Blender

Blender cuenta entre sus muchas utilidades con una potente herramienta para la creación de texturas mediante nodos tanto a partir de imágenes como procedurales, que nos permite generar texturas PBR fotorrealistas.



Las texturas procedurales son aquellas que se generan por medio de algoritmos matemáticos. PBR (*Physical Based Rendering*) es una técnica que permite el renderizado en base a las propiedades físicas de la luz y de los materiales.

Ejemplo de textura procedural en el creador de nodos de Blender.

Probamos el creador de nodos para la realización de los materiales que queremos aplicar en nuestro modelo, pero a pesar de estar lleno de posibilidades, su elevada curva de aprendizaje y complejidad hizo que quedara fuera del trabajo por falta de tiempo.

En vez de crear nosotros las texturas, nos beneficiamos de otra de las características de Blender, su enorme comunidad que crea, sube y comparte todos los días una enorme cantidad de material. En la red hay multitud de páginas de las que descargar modelos y texturas, pero optamos por usar la aplicación BlenderKit que se puede instalar desde el apartado add-ons dentro de las preferencias de Blender y que nos permite buscar y cargar las texturas directamente desde el programa.

Todas las texturas del modelo en Blender han sido extraídas a través de esta aplicación y son texturas a partir de imágenes.



Imágenes del mapa de color y del mapa de normales de la textura de sillería aplicada al modelo

SketchUp

SketchUp tiene muchas menos opciones en cuanto a la aplicación de materiales sobre el modelo 3D.

Tiene muchas texturas ya creadas además de las muchas creadas para la comunidad pero con ellas no se logran el realismo conseguido en Blender. También tiene el problema de la dificultad de colocar bien las texturas en los planos, lo que nos ha dado problemas en las superficies curvas como los muros de los ábsides, arcos y bóvedas. Por otra parte, aunque no quedan imágenes fotorrealistas, el resultado suele funcionar muy bien quedando modelos muy agradables. El programa se beneficia de muchas extensiones que ayudan y mitigan problemas como el expuesto, pero para el trabajo, por razones de tiempo, sólo hemos usado el programa base.

Dado que el nivel de detalle fotorrealista ya lo logramos con Blender, y que el objetivo de esta fase con SketchUp es su posterior publicación en la web, hemos optado por texturizar el modelo con los materiales que trae el propio SketchUp instaladas por defecto, optando por texturas sencillas sin motivos geométricos -como la textura de sillería-, ya que aquellas con un patrón daban problemas de continuidad en su visualización.

RENDERIZADO

Un render es una imagen digital generada por un programa informático a partir de un modelo tridimensional que se podría equiparar a hacer una foto en el mundo real.

Hay multitud de software de renderizado pero nosotros nos hemos centrado en los de los programas que hemos usado para el modelado.

Blender

Blender tiene dos motores de renderizado propios muy potentes y con la característica de que permite el renderizado mediante GPU -o GPU mas CPU-, lo que reduce los tiempos necesarios para generar la imagen.

En primer lugar tenemos a Eevee, un motor basado en OpenGL pensado para el trabajo en tiempo real como los motores de videojuegos, simulando de una manera creíble las luces, las sombras y los materiales, por lo que sus resultados, aunque buenos, no son de la calidad que se genera con otros motores. Es el motor que se ha usado para las imágenes de la fase de modelado de esta memoria y para los videos realizados para la fase de difusión del contenido.

El otro motor de renderizado de Blender es Cycles, un motor mas potente pero pensado solo para la realización de renders, no para el trabajo en tiempo real, y funciona por lo que se conoce como path tracing -trazado de caminos-, trabajando con las características

La CPU (*central processing unit*) es el procesador de un equipo informático.

La GPU (*graphics processing unit*) es la tarjeta grafica.

Las imágenes de esta memoria hechas con Eevee han tardado en realizarse entre 15-45 segundos.

Las hechas con Cycles han tardado entre 7-21 minutos.

físicas de los materiales y calculando de manera precisa las luces, los reflejos y las sombras. Consigue mejores resultados gracias a sus características mas avanzadas, se nota sus diferencias con Eevee sobre todo en aspectos como las sombras y las transparencias.



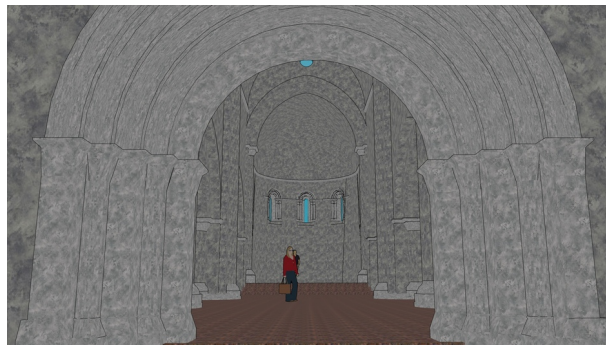
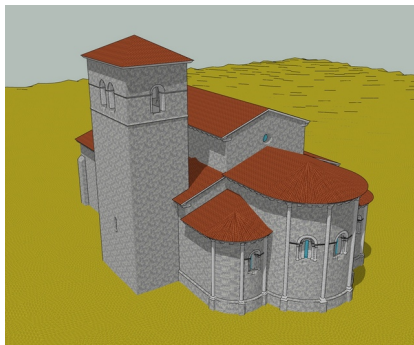
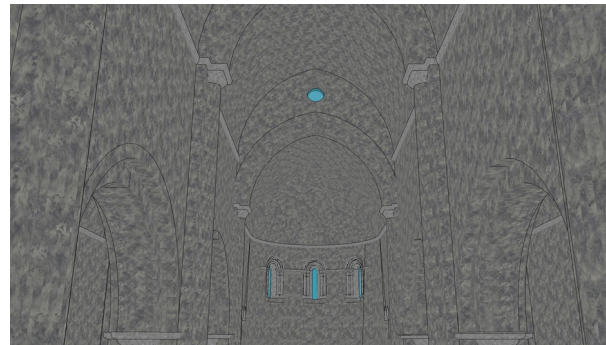
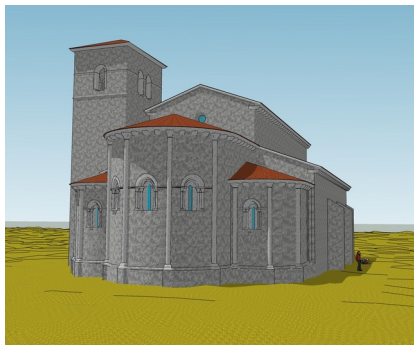
Renders del modelo realizados con Cycles.
Vista exterior desde el noreste, vista de la portada norte y vista interior de la nave central.



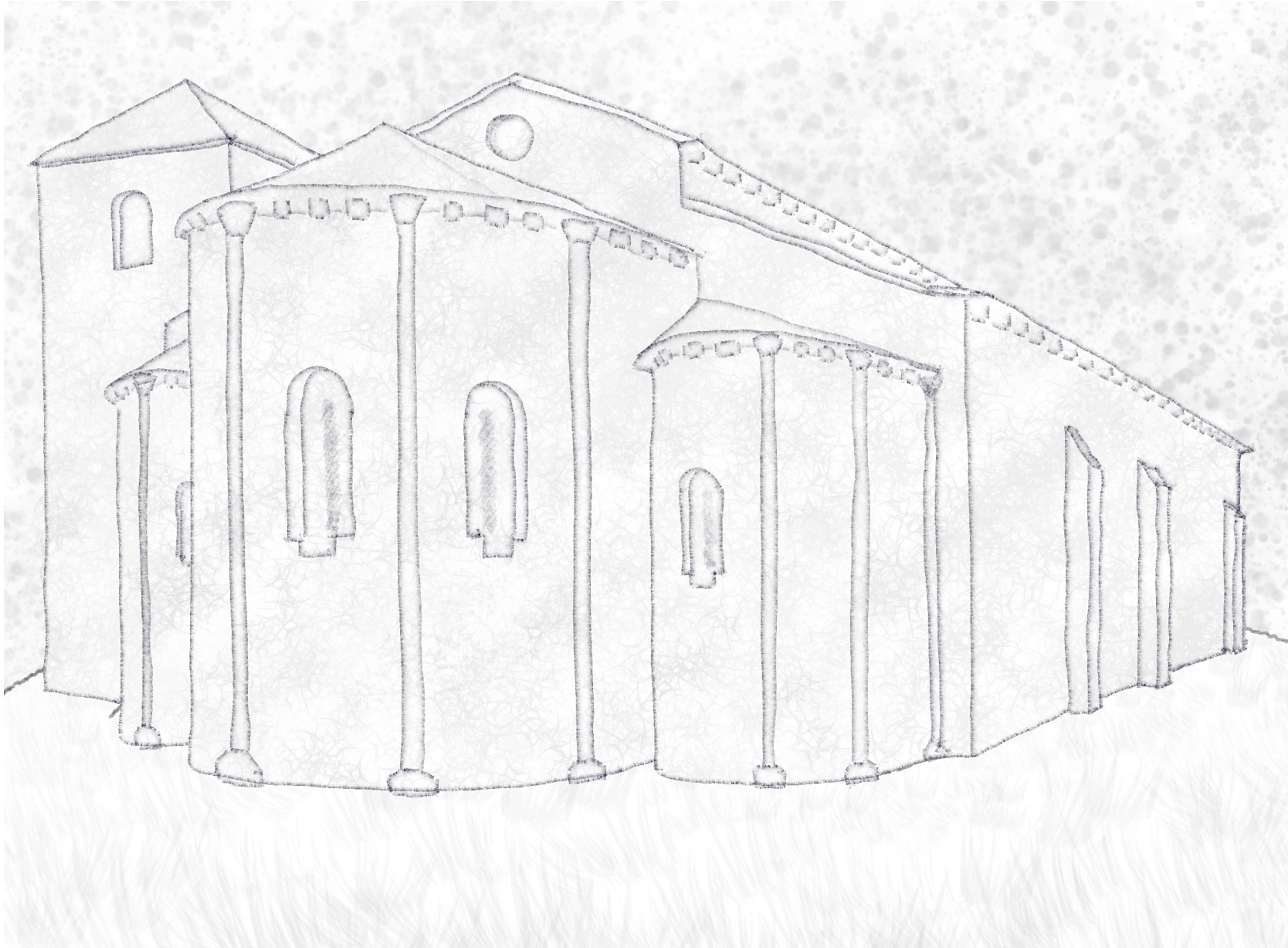
Renders del modelo realizados con Cycles.
Vista exterior de los pies de la iglesia y de la cabecera desde el sureste.

SketchUp

SketchUp no tiene un motor de renderizado propio. El programa cuenta con la posibilidad de colocar cámaras para encuadrar como la mayoría de software de trabajo en 3D, pero el resultado no se diferencia a simple vista de hacer un pantallazo al modelo. Se pueden conseguir resultados fotorrealistas con el uso de extensiones y añadidos como el motor de renderizado V-Ray, pero para el trabajo nos hemos quedado con las posibilidades que nos daba el programa básico.



Renders del modelo realizados con SketchUp
Vistas exteriores de la cabecera, vista interior de la bóveda central y vista del interior desde la portada oeste .



ESTRATEGIAS TRANSMEDIA

Ya tenemos un modelo en 3D muy detallado y con unas texturas realistas, y hemos generado una cantidad considerable de información gráfica a partir de él.

El último paso de este trabajo es elaborar una serie de estrategias transmedia de difusión con el fin de dar a conocer el Convento de Oreja -la canónica de Santa María de Valpeñoso- a la ciudadanía y crear un interés, una relación entre las comunidades cercanas y la ruina.

Para que esta estrategia de difusión sea exitosa en el mundo actual debe ser transmedia, debe difundirse separada a través de distintos medios, en distintos formatos, con públicos objetivos distintos y debe complementarse. Además, la información, distribuida entre los distintos medios debe poder ser modificable y compartida por todo el mundo, de manera que se puedan generar fenómenos de retroalimentación favorecidos por la creatividad de los usuarios de las redes. Para este fin de la libre distribución y modificación creemos que es importante el uso de licencias copyleft que promueven el acceso e intercambio de cultura. En este caso hemos optado por la licencia Creative Commons CC BY-SA que permite compartir y adaptar el material y obliga a que el material adaptado sea compartido con la misma licencia, de manera que sea también libre.

“Creative Commons (CC) —en español, «[Bienes] Comunes Creativos»— es una organización sin fines de lucro dedicada a promover el acceso y el intercambio de cultura.”
Wikipedia.

3D WAREHOUSE

El primer paso en la estrategia transmedia que nos planteamos es hacer accesible y visitable el modelo realizado en 3D.

Para ello exportamos el modelo a un formato compatible con SketchUp, un software al alcance de todo el mundo por su versión gratuita. El modelo de SketchUp se puede subir fácilmente a su nube propia, llamada 3D Warehouse -si el tamaño acompaña, cosa que no ha pasado con el modelo del convento y se ha tenido que reducir la complejidad para quedarnos en menos de 50 MB, que es lo que admite la cuenta gratuita-. Hay muchas páginas en las que se puede subir un modelo, pero esta al ser de Google se integra perfectamente en la mayoría de páginas web y de redes, lo que permite incrustar el modelo en cualquier blog o post.

El modelo se encuentra accesible en:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/afb51ae3-b04f-4309-98b1-29214f45939d/Convento-de-Oreja-de-Langayo-Reconstruccion-virtual>.

SKETCHFAB

En la misma línea que el anterior, con el objetivo de hacer el modelo accesible desde internet, SketchFab nos permite subir el modelo a la red de una manera fácil.

Tiene la ventaja de que el modelo es visitable de forma muy sencilla desde el propio navegador pero con texturas y materiales mucho mas realistas que en SketchUp e incluso tiene opción de visitar el modelo en realidad virtual, tanto con un casco de realidad virtual como con el móvil. Se le pueden poner anotaciones aclaratorias y permite enlazar varios modelos de manera que podamos subir distintas estancias del modelo o la parte de dentro y la de fuera por separado, limitando el problema del tamaño del modelo, ya que tenemos el mismo límite en su cuenta gratuita que en 3D Warehouse, 50 MB.

El modelo se encuentra disponible en:

<https://skfb.ly/6TEzG>

FACEBOOK

Facebook es, probablemente, la red social de mayor difusión a nivel global, con mas de 2000 millones de usuarios de todas las edades y perfiles

Esa variedad de tipos de usuarios es lo que la hace muy interesante para la difusión de nuestra reconstrucción virtual y para aumentar el interés por el Convento de Oreja. Las posibilidades a la hora de difundir la información a través de Facebook son muchas, desde crear una página dedicada al trabajo hasta diseminarla por los muros de personas que sepamos tienen algún interés en el tema -tanto por las reconstrucciones virtuales como por el Convento de Oreja en si-, y además nos permite el uso de muchos formatos dentro

de su ecosistema, desde imágenes renderizadas, GIFs comparando imágenes actuales con la reconstrucción, videos e insertar los modelos subidos a 3D Warehouse o SketchFab.

La información multimedia creada a partir del modelo se ha introducido en la pagina de Facebook:

<https://www.facebook.com/convento.deoreja.5>.

YOUTUBE

YouTube es, desde hace mucho, la plataforma líder en compartir videos a través de internet. Tiene millones de usuarios de todo tipo.

Dado que el formato de video es uno de los contenidos que mejor se distribuye entre el público en general, nuestra estrategia transmedia hace uso de sus recursos para la difusión de videos de, por ejemplo, visitas virtuales o comparación de la reconstrucción virtual con el estado actual de la ruina. Además, se integra muy bien con otras redes sociales, de manera que es fácil. enlazar un video en YouTube y ponerlo en Facebook o compartirlo mediante la aplicación de WhatsApp.

Los videos creados a partir del 3D se pueden visualizar en:

<https://www.youtube.com/channel/UchlG6pUUZJj7t2ypJLJP2qQ>.

INSTAGRAM

Instagram es una red social enfocada a compartir imágenes. Tiene un perfil de usuario más joven que las redes sociales anteriores.

El mismo comentario anterior sobre YouTube referido a los videos puede aplicarse a Instagram con el mundo de la imagen. Con Instagram tenemos la ventaja de que el compartir imágenes es más sencillo y la elaboración de estas a partir del modelo también es más accesible a todo el mundo, además de contar con un público objetivo con más presencia y actividad en las redes sociales, lo que es beneficioso para nuestro objetivo de difundir la reconstrucción virtual del Convento de Oreja.

Se ha creado una página de Instagram para subir imágenes:

<https://www.instagram.com/conventodeoreja/>.

OTROS

El mundo de las redes sociales es muy amplio, y estas que hemos enumerado son el comienzo por el que empezar la estrategia transmedia de difusión.

La documentación generada puede distribuirse por otros muchos canales que se hagan eco de la creada y compartida en esas redes que hemos considerado las principales, como por ejemplo:

WhatsApp

WhatsApp es la aplicación líder de mensajería instantánea en móviles.

Mediante esta aplicación u otras similares como Telegram se puede divulgar la información en casi cualquier formato de los comentados.

Twitter

Twitter es otra red social con millones de usuarios a nivel global.

Nos permite añadir la información en casi cualquier formato y añadir un texto explicativo.

Blogs

Los blogs, aunque ya no tienen el tirón de hace unos años, siguen siendo un foro importante en el que compartir información. Tienen la ventaja de que tienen un público muy focalizado según la temática del blog.

Google Drive

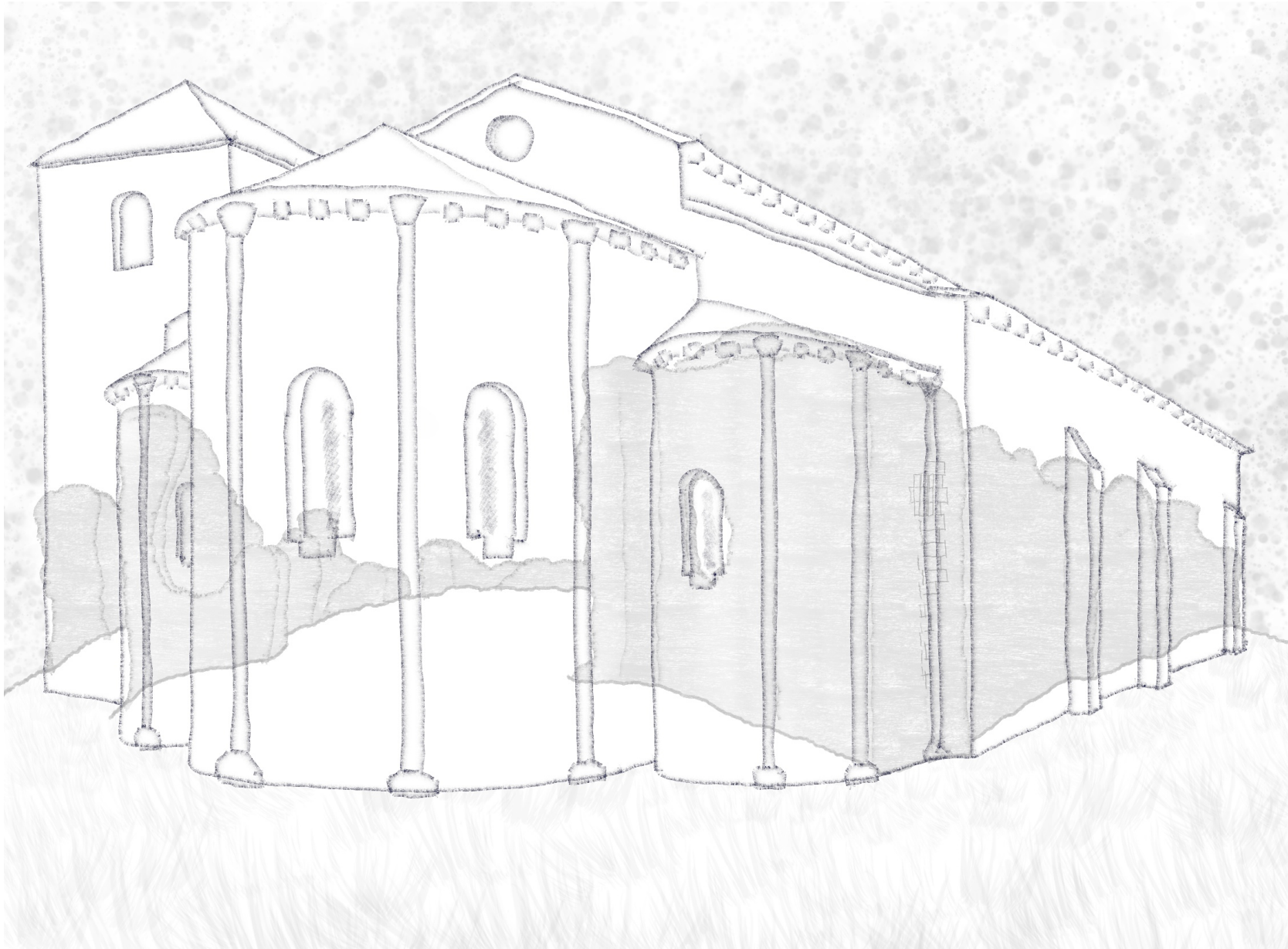
Google Drive es el servicio de almacenamiento de archivos en la nube de Google.

Los servicios de almacenamiento en la nube nos permiten subir a la red y dar acceso a todo el mundo a los archivos generados durante el trabajo y que no se pueden compartir de otra manera, como el

archivo .blend completo -con toda la geometría y las texturas- de Blender que en el momento de escribir esto ya pesa 1'2 GB. Nos hemos decantado por Google Drive frente a otras alternativas populares como Mega, o OneDrive de Microsoft, porque hoy en día prácticamente todo el mundo tiene una cuenta de Google, lo que hace mas accesible la descarga a todo el mundo.

Los archivos están disponibles en:

<https://drive.google.com/drive/folders/12wO7aCPq1-eC54v2xFvCpBzkJSnS1WJP?usp=sharing>.



EN EL FUTURO

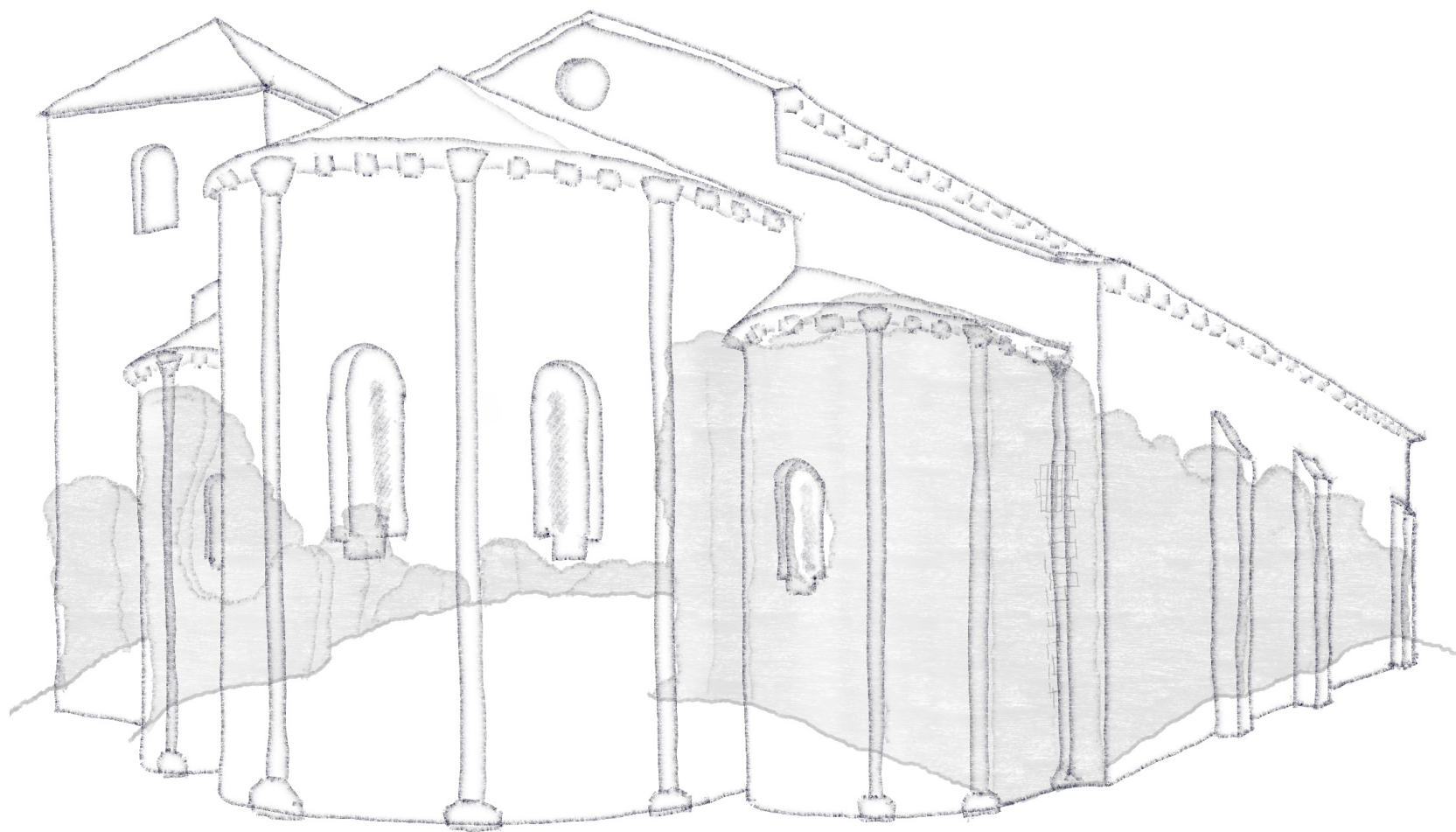
Esperamos que el trabajo y su difusión ayude a crear una relación entre estos restos y las personas, y que se pongan en valor las ruinas y la historia de la canónica de Santa María de Valpeñoso.

Respecto a las ruinas, dada la poca información que ha llegado a nuestros días lo único que puede aumentar nuestro conocimiento del edificio sería una excavación arqueológica que saque a la luz algunas de las partes que se derrumbaron, y que nos señale qué otras dependencias del conjunto monástico se construyeron - o empezaron a construirse-. Pero para que una inversión de esta magnitud sea posible hace falta un interés por parte de la gente, lo que nos lleva al punto anterior.

Sobre el modelo 3D, algunos temas interesantes que se trataron al inicio del trabajo y que han quedado fuera de este por cuestión de tiempo son la integración del modelo en algún sistema de realidad aumentada o la introducción en motores de videojuegos, como Unreal Engine o Unity, para crear visitas virtuales.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Juan José Fernández Martín, mi tutor, el apoyo recibido, sobre todo teniendo en cuenta la complicada situación por el confinamiento. También a Jesús Misiego por la información aportada, a Antonio Vaquero -de las bodegas Convento de Oreja- por su colaboración en la búsqueda de Información y al profesor Salvador Repiso cuya charla fue de gran ayuda. Y a Jesús San José Alonso, José Ignacio Sánchez Rivera, Francisco Morillo y Juan Luis Saiz Virumbrales por sus valiosas aportaciones en las sesiones críticas a las que sometimos el modelo.



FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

- SÁNCHEZ RIVERA, JI., FERNÁNDEZ MARTÍN, JJ., ROLDÁN MORALES, FP., SAN JOSE ALONSO J. (2004). *Las ruinas de Dios: Arquitectura religiosa olvidada en la provincia de Valladolid*. Secretariado de publicaciones e intercambio editorial, Universidad de Valladolid.
- ESCRIBANO VELASCO, C., HERGUEDAS VELA, M. (2014). *Patrimonio, valoración social y desarrollo en el ámbito local. Realidad y proyectos innovadores del GIHEC*. GIHEC (Grupo de Investigación Histórica y Etnográfica de Cogeces del Monte), IX Congreso internacional AR&PA.
- LÓPEZ DE GUEREÑO SANZ, MT. (1992). *Los Premonstratenses y su arquitectura: Historia de un olvido*. Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte (U.A.M.) Vol. IV.
- ARANDA PIÑERO, L. (2013). *Metodología de Reconstrucción Virtual de Patrimonio Arqueológico*. VAR. Volumen 4 Número 8. ISSN: 1989-9947, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Granada.
- PIQUER CASES, JC., CAPILLA TAMBORERO, E., MOLINA SILES, P. (2015). *La reconstrucción virtual del patrimonio arquitectónico y su aplicación metodológica*. doi: 10.4995/ega.2015.3674, EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universitat Politècnica de València.

- FERNÁNDEZ MORALES, A., AGUSTÍN HERNÁNDEZ, L. (2019). Reconstrucción *virtual de saraqustä*. doi: 10.4995/ega.2019.10910, EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica, Universidad de Zaragoza.
- ANGULO FUERTES, MT. (2015). *El monasterio premonstratense de Santa María de la Vid (Burgos). siglos XII-XV*. Tesis doctoral, UNED, departamento de historia medieval y ciencias y técnicas historiográficas.
- (2017). *La Ciencia y el Arte VI: Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. Ministerio de educación, cultura y deporte.

TFG/TFM

- ESCOBAR ORTEGA, V. (2018). *Puesta en valor de la capilla del Castillo de Elda: levantamiento gráfico e hipótesis de reconstrucción virtual en el siglo XV*. Universidad de Alicante. Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos
- BERROCAL MUÑOZ, S. (2016). *Reconstrucción virtual del castillo de Bolaños*. Universitat Oberta de Catalunya, Grado de multimedia.

- LUIS RIVAS, I. (2013). *Toma de datos fotogramétricos, reconstrucción virtual, realidad aumentada y difusión en la red de la iglesia Nuestra Señora de la Asunción*. Universidad de Salamanca – Universidad de Valladolid, Máster en geotecnologías cartográficas en ingeniería y arquitectura.
- RAPOSO FERNÁNDEZ, I. (2017). *Reconstrucción virtual de la Real Fábrica de Artillería de Sevilla*. Universidad de Sevilla. Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
- JIMÉNEZ PÉREZ, I. (2017). *Reconstrucción virtual de las Reales Atarazanas de Sevilla*. Universidad de Sevilla. Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.

PAGINAS WEB

- Arteguías,
<https://www.arteguias.com/>.
- Wikipedia,
<https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>.
- SIGPAC, el Sistema de Información Geográfica de parcelas agrícolas,
<http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>.
- Pagina web de Bodegas Convento de Oreja,
<https://www.conventooreja.net/index.php/es/>.

- Blog Ermitiella,
<http://ermitiella.blogspot.com/2015/06/fronteras-cotidianas-los-hitos.html>.
- Arquivoltas
<http://www.arquivoltas.com/>.
- Blog del GIHEC: Grupo de Investigación Histórica y Etnográfica de Cogeces del Monte,
<http://gihec.blogspot.com/2012/05/el-amojonamiento-de-1402.html>.
- Patrimonio y Arquitectura virtual –
www.parpatrimonioytecnologia.wordpress.com/.
- Guía digital del románico
<http://www.romanicoaragones.com/>.
- Página web del ayuntamiento de Sardón de Duero
<https://sardoneduero.ayuntamientosdevalladolid.es/home>.
- <https://www.monestirs.cat/monst/annex/espaa/calleo/ccalleo.htm>.
- <https://valladolidenbici.wordpress.com/>.

IMÁGENES

Imagen 1.	Fondo de portada - montaje de una imagen actual de la ruina con el modelo 3D	1
Imagen 2.	Logo Universidad de Valladolid	1
Imagen 3.	Logo Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid	1
Imagen 4.	Logo licencia CC BY-SA	2

Imagen 5.	Dibujo - apartado introducción	6
Imagen 6.	Dibujo - apartado objetivos	8
Imagen 7.	Dibujo - apartado metodología	10
Imagen 8.	Dibujo - apartado análisis	14
Imagen 9.	Situación - SIGPAC	15
Imagen 10.	Exterior de la ruina - www.conventooreja.net	16
Imagen 11.	Interior de la ruina - www.valladolidenbici.wordpress.com	16
Imagen 12.	Canes de la iglesia de Langayo - www.mapio.net	18
Imagen 13.	Restos de arco en Langayo - imagen cedida por Jesús Misiego	18
Imagen 14.	Restos en Langayo - imagen cedida por Jesús Misiego	18
Imagen 15.	Restos en Langayo - imagen cedida por Jesús Misiego	18
Imagen 16.	Dibujo - apartado levantamiento	20
Imagen 17.	Muro norte de la ruina - imagen cedida por Juan José Fernández Martín	21
Imagen 18.	Ábside de la ruina - imagen cedida por Juan José Fernández Martín	21
Imagen 19.	Plano de situación	22
Imagen 20.	Planta	23
Imagen 21.	Alzados longitudinales	24
Imagen 22.	Alzados transversales y sección por la zona del ábside	25
Imagen 23.	Dibujo - apartado análisis histórico	26
Imagen 24.	Ortofoto de situación - SIGPAC	27

Imagen 25. Planta del monasterio de Santa María de Retuerta - http://www.lafronteradelduero.com/Paginas/sardon_duero.html	30
Imagen 26. Monasterio de Santa María de Retuerta - Wikipedia:De Lourdes Cardenal - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4931640	31
Imagen 27. Monasterio de Santa María de Retuerta - www.sardoneduero.ayuntamientosdevalladolid.es	31
Imagen 28. Cabecera del monasterio de Santa María de Bujedo - www.arteguias.com	32
Imagen 29. Interior del monasterio de Santa María de Bujedo - www.arteguias.com	32
Imagen 30. Interior del monasterio de San Pedro de las Dueñas - www.romanicoaragones.com	33
Imagen 31. Cabecera del monasterio de Santa Pedro de las Dueñas - Wikipedia: De Zarateman - Trabajo propio, CC0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7904047	33
Imagen 32. Interior del monasterio de Santa María de Mave - www.arteguias.com	34
Imagen 33. Cabecera del monasterio de Santa María de Mave - www.arteguias.com	34
Imagen 34. Interior de la iglesia de Santa Eufemia de Cozuelos - www.arteguias.com	35
Imagen 35. Cabecera de la iglesia de Santa Eufemia de Cozuelos - www.arteguias.com	35
Imagen 36. Interior de la iglesia de San Martín de Frómista - Wikipedia: De PMRMaeyaert - Trabajo	

propio, CC BY-SA 3.0 es, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17442430	36
Imagen 37. Cabecera de la iglesia de San Martín de Frómista - www.románicoaragones.com	36
Imagen 38. Planta del Convento de Oreja	37
Imagen 39. Planta de la iglesia de Santa María de Retuerta - http://www.lafronteradelduero.com/Paginas/sardon_e_duero.html	37
Imagen 40. Planta de la iglesia de Santa María de Mave - www.arquivoltas.com	37
Imagen 41. Planta de la iglesia de Santa Eufemia de Cozuelos - www.arquivoltas.com	37
Imagen 42. Dibujo - apartado hipótesis	38
Imagen 43. Hipótesis de planta con crucero - imagen del modelo	39
Imagen 44. Hipótesis de planta con crucero y cimborrio - imagen del modelo	40
Imagen 45. Hipótesis de planta basilical - imagen del modelo	41
Imagen 46. Hipótesis de planta basilical con cimborrio - imagen del modelo	42
Imagen 47. Dibujo - apartado modelado	44
Imagen 48. Tabla de software	46
Imagen 49. Ortofoto de la ruina - SIGPAC	49
Imagen 50. Muros - imagen del modelo	49
Imagen 51. Cabecera de la ruina - imagen cedida por Jesús Misiego	50

Imagen 52.	Ábsides desde el exterior - imagen del modelo	50
Imagen 53.	Dovelas de la portada - imagen cedida por Jesús Misiego	50
Imagen 54.	Portada norte - imagen del modelo	50
Imagen 55.	Canes originarios del convento - www.mapio.net	51
Imagen 56.	Canes - imagen del modelo	51
Imagen 57.	Arcos ciegos - imagen del modelo	51
Imagen 58.	Arcos ciegos marcados en la ruina - www.valladolidenbici.wordpress.com	51
Imagen 59.	Columnillas remate absidiolo y muro - imagen del modelo	52
Imagen 60.	Detalle encuentro muro norte con absidiolo - imagen cedida por Juan José Fernández Martín	52
Imagen 61.	Encuentro muro norte con absidiolo - imagen cedida por Juan José Fernández Martín	52
Imagen 62.	Bóveda del ábside central - imagen del modelo	53
Imagen 63.	Interior del ábside del monasterio de San Pedro de las Dueñas - www.romanicoaragones.com .	53
Imagen 64.	Semicolumnas de los ábsides - imagen del modelo	53
Imagen 65.	Exterior del ábside del monasterio de Santa María de Bujedo - www.arteguias.com	53
Imagen 66.	Pilar - imagen del modelo	54
Imagen 67.	Pilar del monasterio de Santa María de Retuerta - www.monestirs.cat	54
Imagen 68.	Pilar del monasterio de Santa María de Mave - www.arteguias.com	54

Imagen 69.	Arco fajón - imagen del modelo	55
Imagen 70.	Arcos fajones del monasterio de Santa María de Mave - www.arteguias.com	55
Imagen 71.	Arco fajón en el monasterio de Santa María de Retuerta - www.sardoneduero.ayuntamientosdevalladolid.es	55
Imagen 72.	Ventana del ábside del monasterio de Santa María de Bujedo - www.arteguias.com	56
Imagen 73.	Ventana del ábside - imagen del modelo ...	56
Imagen 74.	Óculo de San Pedro de las Dueñas - www.romanicoaragones.com	57
Imagen 75.	Óculo - imagen del modelo	57
Imagen 76.	Óculo del monasterio de Santa María de Retuerta - www.sardoneduero.ayuntamientosdevalladolid.es	57
Imagen 77.	Iglesia del convento con claustro añadido - imagen del modelo	59
Imagen 78.	Vista exterior noreste - imagen de la primera versión del modelo	60
Imagen 79.	Vista exterior suroeste - imagen de la primera versión del modelo	61
Imagen 80.	Vista exterior sureste - imagen de la primera versión del modelo	62
Imagen 81.	Vista interior de la nave central - imagen de la primera versión del modelo	63
Imagen 82.	Colegiata de Santa Cruz de Castañeda - Wikipedia: De Zarateman - Trabajo propio, CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16642729	64

Imagen 83. Torre de la iglesia de Molpeceres - www.arteguias.com	65
Imagen 84. Torre de la iglesia de Escobar de Polendos – GoogleMaps	65
Imagen 85. San Miguel de Fuentidueña - Wikipedia: De Borjaanimal - Trabajo propio, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php? curid=62102768	65
Imagen 86. Vista frontal del convento - imagen de la versión final del modelo	66
Imagen 87. Vista noreste de la iglesia - imagen de la versión final del modelo	67
Imagen 88. Vista noroeste de la iglesia - imagen de la versión final del modelo	67
Imagen 89. Vista interior de la nave central - imagen de la versión final del modelo	68
Imagen 90. Vista interior de la nave del evangelio - imagen de la versión final del modelo	68
Imagen 91. Vista suroeste de la iglesia - imagen de la versión final del modelo	68
Imagen 92. Vista sureste de la iglesia - imagen de la versión final del modelo	68
Imagen 93. Vista exterior con el entorno cercano - Imagen del modelo	69
Imagen 94. Dibujo - apartado renderizado	70
Imagen 95. Ejemplo de textura procedural - www.parpatrimonioytecnologia.wordpress.com	71
Imagen 96. Mapa de color de la textura - George Mattingly https://www.artstation.com/georgemattingly	72

Imagen 97. Mapa de normales de la textura - George Mattingly https://www.artstation.com/georgemattingly	72
Imagen 98. Vista desde el noreste - render del modelo realizado con Cycles	75
Imagen 99. Vista desde la portada norte - render del modelo realizado con Cycles	75
Imagen 100. Vista interior de la nave central - render del modelo realizado con Cycles	75
Imagen 101. Vista desde el sureste - render del modelo realizado con Cycles	76
Imagen 102. Vista desde el oeste - render del modelo realizado con Cycles	76
Imagen 103. Vista de la cabecera - render de SketchUp	77
Imagen 104. Vista de la nave central - render de SketchUp	77
Imagen 105. Vista superior de la cabecera - render de SketchUp	77
Imagen 106. Vista desde la portada oeste - render de SketchUp	77
Imagen 107. Dibujo - apartado estrategias transmedia	78
Imagen 108. Dibujo - apartado a futuro	86
Imagen 109. Dibujo - apartado fuentes de información	88

RECURSOS TÉCNICOS

Hardware

La primera parte del trabajo, por motivos del confinamiento, se realizó con un ordenador que tiene más de diez años:

- Procesador Intel core 2 Quad Q9400, con 12GB de RAM a 1333Mhz, disco duro SSD SATA y una GPU GTX 760.
- Monitor FHD de 21”.
- Periféricos habituales.

El trabajo se completó en mi domicilio habitual con:

- Procesador Ryzen 2700, con 32GB de RAM a 3200MHz, disco duro SSD NVME y una GPU RX 580 de 8GB.
- Doble monitor: SXGA de 19” y QHD de 27”.
- Tableta gráfica además de los periféricos habituales.

Software

- Sistemas operativos: GNU/Linux Ubuntu 19.10 y Microsoft Windows 10 -para la parte de AutoCAD-.
- Planos realizados con Autodesk AutoCAD Architecture 2017 y 2020.
- Modelado 3D realizado con Blender 2.80.

- Modelo exportado y modificado con SketchUp Pro versión 2020.
- Edición y creación de imágenes realizado con GIMP 2.10.8 y Krita 4.2.7.
- Videos editados con OpenShot Video Editor versión 2.4.3.
- Textos redactados con Libreoffice 6.3.5.