

# Bóvedas de crucería simple en espacios de planta trapezoidal

La intervención del siglo XX en el coro de la iglesia de Santa María de El Puig (Valencia). Levantamiento y análisis geométrico



Alumno: Magán Cortinas, Javier  
Trabajo Final de Grado

Tutora: Capilla Tamborero, Esther  
Grado en Fundamentos de la Arquitectura | curso 2018-2019



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Fig.00. Imagen portada, reconstrucción coro de la Iglesia de Santa María de El Puig.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig]

El objetivo principal del presente trabajo es la determinación de la geometría espacial de los dos tramos de bóveda del coro de la iglesia de Santa María de El Puig (Valencia). Así mismo, se busca realizar un análisis de la fidelidad de la geometría de la restauración del siglo XX con respecto a la geometría gótica. Para ello, se ha desarrollado un estudio de todos los elementos que las integran (elementos de sustentación, arranques, perfil de los nervios, curvatura de los arcos, claves, plementería,...), haciendo un análisis comparativo con la geometría de las bóvedas de crucería gótica. Ello será desarrollado a partir de un trabajo de campo consistente en la elaboración de croquis con mediciones utilizando los instrumentos de precisión métrica oportunos, completado con toma de puntos mediante estación total y fotografías para el empleo de la fotogrametría con el fin de realizar un levantamiento gráfico completo de las bóvedas de crucería del coro que permita el desarrollo del análisis geométrico de las mismas y de los elementos que las integran.

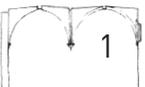
### **Palabras clave**

Bóvedas de crucería, levantamiento, geometría, restauración, coro, El Puig

The main objective of the present work is the determination of the spatial geometry of the two sections of the choir vault of the church of Santa Maria in El Puig (Valencia). Likewise, an analysis of the fidelity of the geometry of the restoration of the 20th century with regard to the Gothic geometry is sought. For this, a study of all the elements that make them up has been developed (support elements, springers, profile of the ribs, curvature of the arches, keys, masonry webbing, ...), making a comparative analysis with the geometry of the Gothic cross vaults. This will be developed through a fieldwork consisting of the preparation of sketches with measurements using timely metric precision instruments, completed with points taken by total station and photographs for the use of photogrammetry in order to perform a complete graphic survey of the cross vaults of the choir that allows the development of the geometric analysis of the same and of the elements that integrate them.

### **Key words**

Cross vaults, surveying, geometry, restoration, choir, El Puig



Resumen ..... 1  
 Índice..... 2  
 Agradecimientos ..... 3

**1. Prefacio .....5**  
 1.1 Introducción ..... 6  
 1.2 Objeto de estudio ..... 7  
 1.3 Objetivos..... 8  
 1.4 Metodología..... 9  
 1.5 Contenido y fuentes ..... 11

**2. Contexto histórico.**  
**Monasterio, iglesia y coro de Santa María de El Puig ..... 13**  
 2.1 Introducción ..... 14  
 2.2 Evolución histórica de la iglesia y el Monasterio ..... 15  
 2.3 Evolución histórica del coro..... 20

**3. Introducción a las bóvedas de crucería simple .....25**  
 3.1 Origen y evolución de las bóvedas ..... 26  
 3.2 Clasificación de las bóvedas de crucería..... 30  
 3.3 Elementos de las bóvedas de crucería simple ..... 32  
 3.4 Tipos de arcos y bóvedas en el coro de la iglesia de El Puig ..... 33

**4. Introducción a la restauración de bóvedas de crucería simple.....37**  
 4.1 Introducción ..... 38  
 4.2 Construcción de bóvedas de crucería simple..... 39  
 4.3 Criterios en la restauración arquitectónica..... 42  
 4.4 La restauración del coro de la iglesia de El Puig ..... 46  
 4.5 Ejemplos de bóvedas ovales ..... 47

**5. Bóvedas del coro de la iglesia de Santa María.**  
**Levantamiento gráfico. .... 49**  
 5.1 Recopilación de documentación gráfica..... 50  
 5.2 Toma de datos in-situ ..... 67  
 5.3 Toma de datos estación total ..... 80  
 5.4 Fotogrametría ..... 88

**6. Bóvedas del coro de la iglesia de Santa María.**  
**Análisis geométrico..... 97**  
 6.1 Ménsulas de arranque ..... 98  
 6.2 Perfil de los nervios ..... 101  
 6.3 Curvatura de arcos..... 102  
 6.4 Claves ..... 109  
 6.5 Plementería..... 110  
 6.6 Geometría espacial ..... 111

**7. Conclusiones ..... 123**

**8. Bibliografía..... 127**



El presente trabajo final de grado sobre las bóvedas del Real Monasterio de Santa María de El Puig y más concretamente sobre la intervención en el coro de la iglesia de Santa María no podría haberse desarrollado sin la estimable colaboración y apoyo de todas las personas que de un modo u otro me han acompañado en la realización del trabajo.

Me gustaría reconocer y agradecer el incansable apoyo de Esther Capilla Tamborero, tutora del presente trabajo, que sin su apoyo e implicación no podría haberse llevado a cabo.

Agradecer la colaboración de mis compañeros de TFG, M<sup>a</sup> José Sanchís, Javier Plaza y Adrián Pastor, así como a Saúl Aroca y Patricia Alemany, becarios de colaboración del departamento de Expresión Gráfica en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

A mis padres, Daniel y Amparo, a mi amigo Miguel, y a mi pareja, Mari Cruz, por su apoyo y preocupación.

Especial debe ser la mención para los padres mercedarios Melchor Azcárate, José Sesma y Manolo Inglés, quien con su amable colaboración ayudaron en el desarrollo del trabajo que aquí se recoge. Agradecer su cercanía y facilidad en la toma de datos, en las visitas a los espacios del monasterio y su ayuda recabando datos históricos del coro, desde el siglo XVII a la actualidad.





Fig.01. Dibujo sobre papel. Real Monasterio de El Puig.  
[Valentín Carderera, 1851]

“La arquitectura se encuentra entre lo complejo y lo complicado, lo simple y lo sencillo”

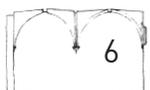
Eduardo Arroyo

Conferencia impartida en la ETSA. 30/1/14

La arquitectura es el arte ignato de los seres humanos. Ese arte lo podemos resumir en esas cuatro palabras que Arroyo relacionaba, en aquella fantástica conferencia a la que tuve el placer de asistir, con la adjetivación de las personas.

Complejidad y sencillez, las dos virtudes que Arroyo atribuye a una buena arquitectura, las encontramos en la construcción gótica y, más concretamente, en las bóvedas como elementos que permiten cubrir grandes espacios. Entre las tipologías de bóvedas, las de crucería contienen otro de los cuatro adjetivos de Arroyo, el de simple, debido a la sencillez de su sistema constructivo formado por el cruce de dos arcos diagonales o cruceros.

En el presente trabajo, a través del dibujo y la fotografía, me he aproximado al estudio y levantamiento geométrico de las bóvedas de crucería simple. Concretamente el objetivo ha sido estimar la geometría de los arcos de las bóvedas de crucería del coro de la iglesia de Santa María de El Puig, en su estado actual, tras la intervención realizada en 1968 en la que se demolió el coro construido en el siglo XVII. También se ha realizado un estudio de la fidelidad de la geometría de las bóvedas restauradas respecto a la geometría gótica. Tras la restauración del siglo XX la planta del coro pasaría a ser trapezoidal, siendo realmente peculiar la geometría de los arcos de las bóvedas.



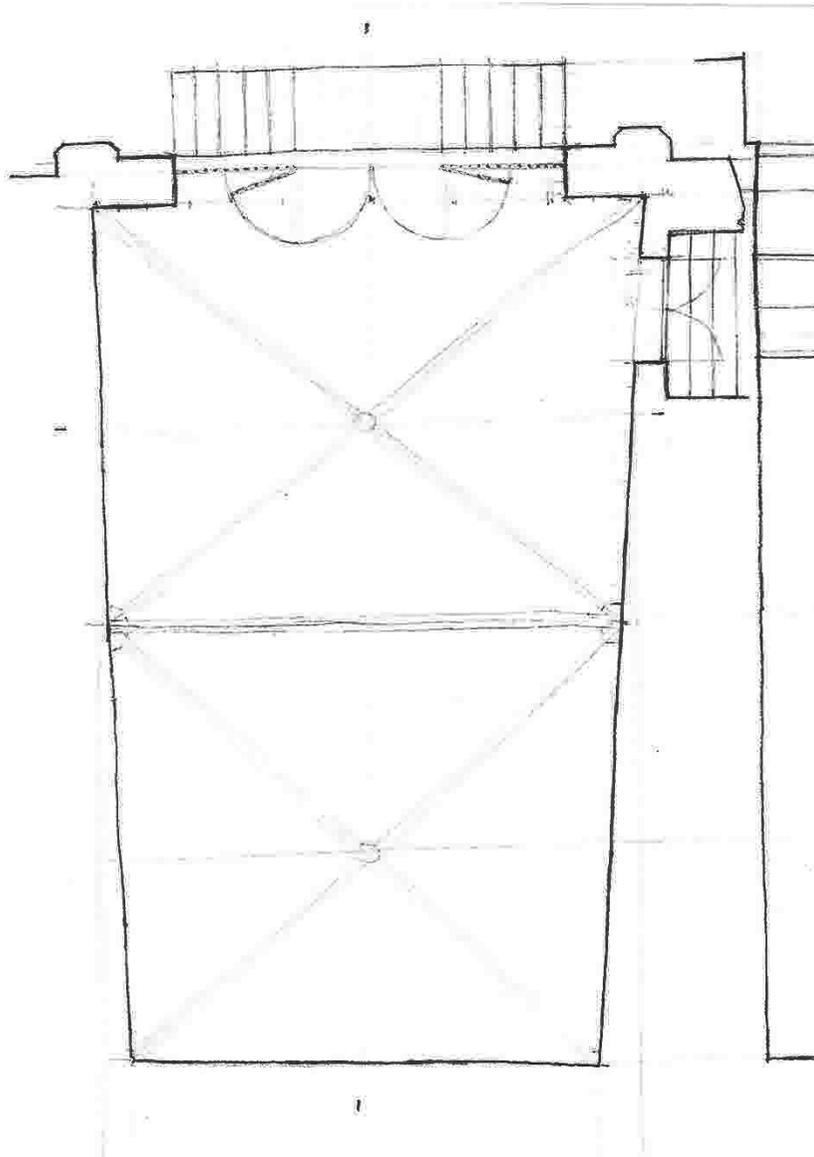


Fig.02. Croquis planta del coro.  
[Dibujo propio, 2018]

El objeto de estudio del presente Trabajo Final de Grado son las dos bóvedas de crucería simple del coro de la iglesia de Santa María de El Puig. La iglesia está formada por tres naves, una central y dos laterales, donde encontramos nueve capillas entre contrafuertes. El coro de la iglesia se sitúa a los pies de la nave central, prolongando esta en la orientación este-oeste.

El coro, de planta trapezoidal, se eleva un metro y veinte centímetros por encima del nivel de la nave central. Su acceso se produce a través de las naves laterales mediante dos escaleras concurrentes a la entrada del coro, donde se sitúa la cerrajería con dos puertas batientes. En el muro sur se encuentra una pequeña entrada al coro desde el pasillo de acceso a las dependencias de la sacristía.

El coro se cubre con dos bóvedas de crucería simple muy peculiares; la planta es trapezoidal y los arcos diagonales no trazan medias circunferencias sino trazados ovales. Los arrances de los nervios se producen a través de ménsulas situadas en las esquinas del coro y en el punto medio de los dos muros norte y sur, donde además se sitúa un arco central que divide ambas bóvedas.

El estado actual del coro data de mediados del siglo XX, tras la restauración de casi la totalidad del espacio debido al mal estado en que se encontraba el coro de finales del siglo XVII. Así, podemos encontrar en cada uno de los muros norte y sur dos vidrieras que dotan de iluminación natural al coro, junto al rosetón del muro formero que encontramos frente a la entrada y que permite la entrada de la última luz del día. Además, debemos resaltar que tanto la plementería de ladrillo como la geometría del perfil de los nervios de los arcos de las bóvedas fueron replicados en la restauración del coro siguiendo la tipología de las naves de la iglesia.



Fig.03. Fotografía de la nave central de la iglesia desde el coro. Arco de entrada al coro. [Imagen propia, 1/2/18]



Fig.04. Fotografía del coro. Arco formero y rosetón. [Imagen propia, 1/2/18]

El objetivo de este Trabajo Final de Grado es el análisis y la obtención gráfica de la geometría espacial de las bóvedas de crucería simple del coro de la iglesia de Santa María de El Puig, así como el análisis de la fidelidad de la geometría de la restauración del siglo XX con respecto a la geometría gótica.

Dichos objetivos se pretenden llevar a efecto a través de una metodología de trabajo que ayude en la elaboración del análisis geométrico. Para ello se enumeran las siguientes tareas:

- Obtención de documentación del Real Monasterio y del coro de la iglesia, a través de fuentes bibliográficas y del archivo histórico del Monasterio.
- Recopilación de información histórica del objeto de estudio, las bóvedas de crucería del coro. Concretamente información acerca de la restauración del coro llevada a cabo en el siglo XX y acerca del coro preexistente del siglo XVII.
- Análisis de la restauración del coro apoyándose en los criterios restauradores de los siglos XIX y XX.
- Levantamiento gráfico de las bóvedas y representación a escala de los elementos que las conforman.
- Análisis de la geometría de los arcos de las bóvedas, determinando de esta manera el trazado exacto de la curvatura de los nervios.
- Análisis de la geometría de los arranques, arcos formeros, nervaduras y claves del coro.
- Análisis de la geometría espacial del conjunto de las bóvedas del coro.



Fig. 05. Javier Magán en el archivo histórico del Monasterio de El Puig. [Imagen propia, 19/05/18]

El desarrollo del trabajo ha constado de tres partes fundamentales. En primer lugar una búsqueda bibliográfica e investigación histórica, en segundo lugar una toma de datos in-situ consistente en dibujos acotados y levantamientos mediante estación total y fotogrametría multi-imagen y, por último, un trabajo de análisis constructivo-geométrico de los distintos elementos a partir de las tomas de datos realizadas.

### Búsqueda bibliográfica e investigación histórica

El inicio de la metodología de trabajo parte de una recopilación de información a través de distintas fuentes, tales como libros, tesis doctorales, trabajos históricos, revistas, catálogos, páginas webs, con el fin de conocer la historia del Real Monasterio del Puig y, más concretamente, la del coro de la iglesia. Complementando esta información bibliográfica y, gracias a la colaboración de los padres mercedarios del Monasterio, pudimos acceder al archivo del monasterio y obtener numerosas fotografías antiguas, así como tuvimos el gusto de conversar con los padres acerca de la historia del coro.

De esta manera, pudimos determinar que el espacio del coro databa del siglo XVII y no existía en el convento construido en el siglo XIII. El coro actual es fruto de una intervención de mediados del siglo XX, con bóvedas de crucería simple.



Fig.06. Noticia del 22 de febrero de 1936 sobre el estado de la iglesia. [Diario Las Provincias, 1936, Archivo Histórico Monasterio del Puig]



Fig.07. Fotografía del montaje de la estación total.  
Nave central iglesia de El Puig. [Imagen propia, 30/11/17]

### Toma de datos in-situ

Paralelo a la búsqueda e investigación bibliográfica se desarrolla un trabajo de campo en la iglesia de Santa María del Puig consistente en la obtención de datos gráficos y mediciones del espacio del coro.

Se elaboran dibujos a mano alzada representando en plantas, alzados y secciones el espacio del coro de la iglesia, se realizan mediciones del espacio y de elementos constructivos como arcos de bóveda y ménsulas, a través de los elementos de precisión tales como el teodolito, el medidor láser, el medidor digital de ángulos, el pie de rey o el peine de arqueólogo. Por último, tomando como base los dibujos desarrollados, se toman puntos de las bóvedas del coro mediante estación total. Asimismo, se toman fotografías para realizar un levantamiento fotogramétrico que conjuntamente con las otras tomas de datos permitan la representación gráfica del espacio del coro y sus bóvedas, así como el análisis de la geometría de todos los elementos que las integran.

### Análisis geométrico

Seguidamente, se procedió a la elaboración digital de planos a fin de representar a escala el espacio del coro y los elementos de las bóvedas de crucería. Para el análisis geométrico nos servimos de los datos obtenidos con la estación total, la cual nos permitió tomar puntos de los arcos de las bóvedas con coordenadas XYZ, y del programa de fotogrametría PhotoScan, el cual nos permitió generar un modelo 3D a través de fotografías del coro. Posteriormente, a través de la nube de puntos obtenida con la estación total, pudimos orientar el modelo 3D, a fin de obtener las dimensiones en verdadera magnitud, y exportarlo para la representación gráfica en el programa de dibujo AutoCad. Finalmente, se procedió a realizar un análisis de la geometría de todos y cada uno de los elementos de las bóvedas del coro, obteniendo como resultado de todo el proceso la geometría de las bóvedas restauradas del coro.



Fig.08. Real Monasterio de El Puig.  
[Guía Histórico Artística del Monasterio de el Puig, 1973]

### Contenido

El Trabajo Final de Grado (TFG) está compuesto de una recopilación de información histórica y de documentación sobre el estudio de bóvedas de crucería, así como de la restauración de las mismas. A su vez, se recopila el estudio gráfico y analítico desarrollado como trabajo de campo consistente en la elaboración de croquis, mediciones y fotografías, utilizando para ello los instrumentos de precisión métrica oportunos. Mediante el sistema de fotogrametría digital y la toma de puntos de la estación total se ha desarrollado un levantamiento gráfico de las bóvedas de crucería, determinando así su geometría.

### Fuentes

Para el desarrollo del TFG se han tenido en consideración las siguientes fuentes:

- La iglesia del Monasterio de El Puig y sus padres mercedarios, mediante quienes pudimos obtener información acerca de la historia de la iglesia.
- Archivo histórico del Real Monasterio de El Puig, a través del cual hemos podido determinar la fecha de la restauración del coro de la iglesia y otros aspectos e información histórica.
- Centro de Información Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, donde he podido consultar bibliografía histórica del Real Monasterio y la iglesia de Santa María de El Puig.
- Archivos accesibles desde Internet, como las numerosas páginas web sobre la historia del Monasterio y la Orden Mercedaria.



## 2. Contexto histórico. Monasterio, iglesia y coro de Santa María de El Puig



Fig.09. Fotografía del antiguo coro. Real Monasterio de El Puig.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1915]

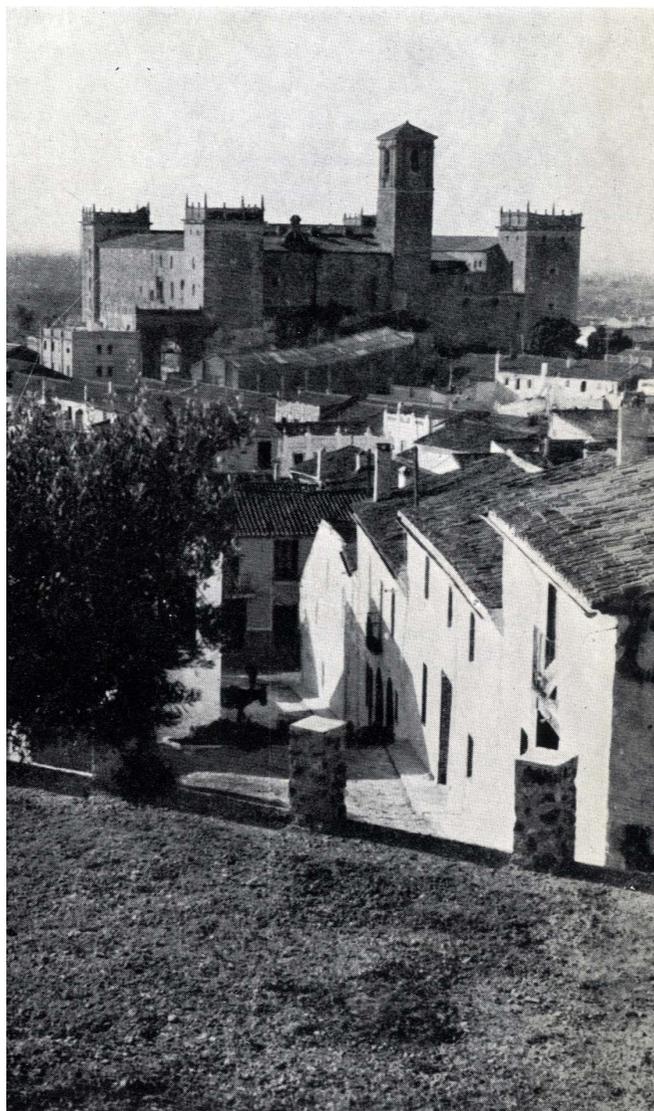
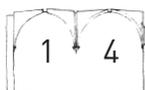


Fig.10. Fotografía del Monasterio de Santa María de El Puig, 1966.  
[Guía histórico-artística del Monasterio de El Puig, 1966]



Al norte de la ciudad de Valencia, en la comarca de L'Horta Nord, se sitúa el municipio de El Puig de Santa María. La localidad tiene su origen como asentamiento ibérico y posteriormente romano, pero no sería hasta los siglos XI y XII cuando El Puig pasaría a cobrar importancia estratégica. Cabe destacar la toponimia del municipio bajo la presencia musulmana, denominado Yûballa (monte en árabe), Juballa o Cebolla (en romance), derivando en Puig de Cebolla, siendo redundante. (Domínguez, 1992, p.43-44)

La caída de Al-Andalus desde el siglo XI propiciaría la expansión cristiana, primero con la conquista del Cid y posteriormente en el año 1237 con la Batalla de Annesa o Enesa, en la que Jaime I saldría victorioso y por la que un año más tarde culminaría conquistando la ciudad de Valencia. (Domínguez, 1992, p.32-34) En honor a la toma de El Puig, Jaime I ordenó la construcción de la iglesia sobre la colina donde el mercedario Pedro Nolasco, según cuenta la leyenda, habría encontrado bajo una campana la imagen bizantina de la Virgen de Santa María. El mercedario Tirso de Molina dedicaría unos versos a la Virgen (Devesa, 1968): “A Santa María de El Puig, gloriosísima Señora, que, por angélicos portadores conducida hasta el glorioso cerro, a vista de la ínclita Valencia, a las orillas de sus mares, sobre la eminencia de sus cumbres, escogió la perpetuidad de su morada.”

En 1240 se culminaría la obra y la parroquia sería encomendada a la Orden Mercedaria. Sin embargo, no sería hasta el año 1588 cuando comenzaría la construcción del Monasterio de El Puig.

El Monasterio de El Puig es un edificio de corte renacentista, de estilo herreriano con cuatro torres defensivas y un patio central. Se sitúa sobre una colina a modo de fortaleza, (Domenech, 2014, p.54) con presencia de roca de rodano, usada en la construcción monástica. En su interior podemos encontrar los claustros, el salón Gótico de Jaime I o el salón de la Cerámica.

En el año 1969 el Monasterio sería declarado monumento Histórico-Artístico Nacional y, en la actualidad, sigue siendo regentado por la Orden de la Merced, cuyos padres residen en sus dependencias.

## 2. Contexto histórico

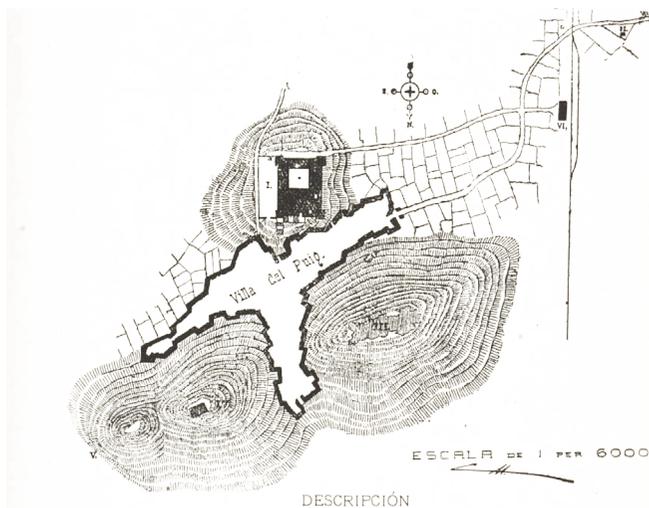


Fig.11. Croquis del emplazamiento del Monasterio de Santa María y la Villa de El Puig. [Faustino Barberá, 1915]



Fig.12. Batalla de Enesa. [Marzal de Sas, 1410-20]

## 2.2 Evolución histórica de la iglesia y el Monasterio



561

Llegada a El Puig de la imagen bizantina de Santa María, por parte de las tropas de Justiniano. (Guía Histórico Artística del Monasterio de El Puig, 1966, p.7)



713

Invasión agarena de la península ibérica. Los monjes de la ermita visigoda construida en tiempos de Recaredo ocultan la imagen de Santa María bajo una campana de la torre. Los musulmanes destruyeron el convento. (Guía Histórico Artística del Monasterio de El Puig, 1966, p.7)



1093

Conquista de Yúballa (El Puig) por parte del Cid Campeador. El Cid construye varias casas junto al castillo y lo convierte en su base de operaciones contra Valencia. (Domínguez, 1992, p.43)



1218

Nacimiento de la Orden de la Merced bajo el patronazgo de Jaime I. (Domínguez, 1992, p.56)



1237

Batalla de Enesa, entre las tropas musulmanas y cristianas. Victoria del rey Jaime I y conquista de El Puig. Hallazgo de la imagen de Santa María por parte del fundador de la Orden de la Merced, Pedro Nolasco.



1238

El rey Jaime I ordena la construcción de la iglesia en honor a la Virgen de Santa María, patrona del reino de Valencia. (Benito Domenech, 2014, p.55)



1240

Jaime I cede el conjunto parroquial a la Orden de la Merced de El Puig. (Domínguez, 1992, p.52)



1267

Tras la muerte de Jaime I, el Monasterio pasa a manos de la casa de Lauria. (Domínguez, 1992, p.143)

## 2. Contexto histórico

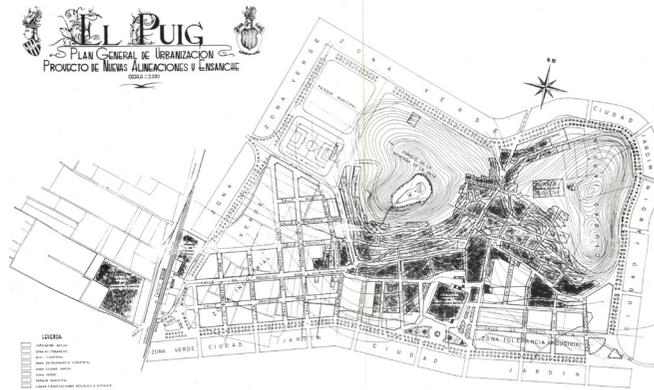
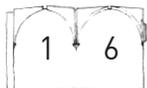


Fig.13. Antiguo Plan General de El Puig.  
[Ayuntamiento de EL Puig, 1991]



Fig.14. Vista aérea de El Puig en 1989.  
[Domínguez, 1992]



## 2.2 Evolución histórica de la iglesia y el Monasterio



1300

Se realiza la primera reforma del conjunto religioso primitivo, ampliando la iglesia de una nave central a ambos lados con naves laterales y capillas. Además, debemos reseñar que no existe ningún dato acerca de la construcción del coro en la iglesia en esta época. (Domínguez, 1992, p.256) Así mismo, la portada de la iglesia se trasladaría al muro lateral tal como lo encontramos en la actualidad. (Domenech, 2014, p.57)



1343

Tras la muerte de Roger de Lauria en 1305, heredaría el Monasterio su hija Margarita, la cual fue la gran impulsora de obras en el conjunto monástico hasta su muerte en 1343. (Domínguez, 1992, p.144)



1417

Fallecimiento del padre Gilabert Jofré. “El 18 de mayo de 1417 los monjes oyeron repicar las campanas de la torre; vieron venir al religioso demacrado y cadaver, el Padre Jofré” (Las Provincias, 1936)



1470

Ampliación del Monasterio de la mano de fray Lorenzo Company, de la cual sólo permanece en pie el salón Gótico. (Domenech, 2014, p.58) Destinó las dependencias del Alcázar a Convento de monjas terciarias de la Merced, fundando la Comunidad de Santa María de Cervellón. (Domínguez, 1992, p.145)



1514

Esteban Giner construye la verja de cierre del presbiterio frente a la nave central de la iglesia. En 1969 pasa a formar parte del coro tras su restauración. (Domenech, 2014, p.57)



Fig.15. A la izquierda: Reforma del padre A. Casaus, con la reja en el presbiterio. A la derecha: Reforma del siglo XX, con la reja en el coro. [Domínguez, 1992, p.246]

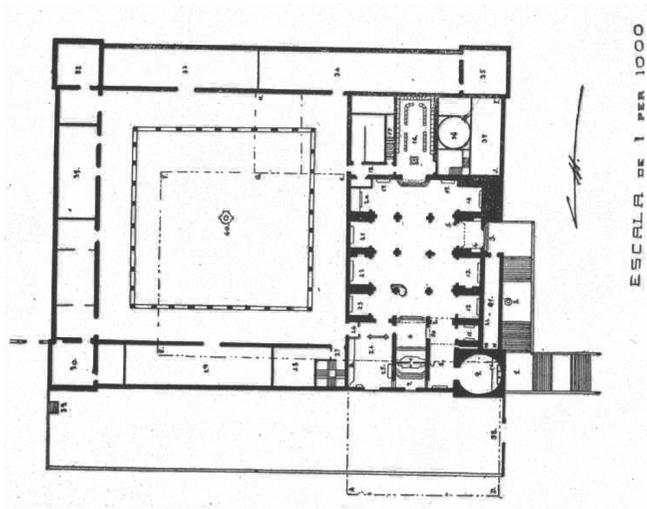


Fig.16. Croquis de la planta principal del Monasterio de Nuestra Señora de El Puig. Se puede apreciar el antiguo coro del s.XVII a los pies de la nave central. [Faustino Barberá, 1915]



1588

Se produce el inicio de la gran reforma renacentista del Monasterio de la mano de los arquitectos Antonio y Pedro Dexado de la Cossa, configurando la forma que llega a nuestros días. (Domenech, 2014, p.59 y Devesa, 1969)

El nuevo edificio se proyectó entorno a un gran patio central flanqueado por cuatro torreones, encontrándose una de ellas contigua al campanario de la iglesia, mandado edificar por fray Nicolás Valero. (Domenech, 2014, p.59)  
La reforma tuvo como referencia El Escorial en Madrid y el monasterio de San Miguel de los Reyes en Valencia, con un fuerte estilo desornamentado. (Domenech, 2014, p.59)



1670

Diferentes reformas en el Monasterio de El Puig de la mano del padre mercedario fray José Sanchís. (Domenech, 2014, p.62)

Inicio de las obras del coro de la iglesia.

“A 13 de diciembre de 1669, puso su Rvdma. la primera piedra del coro nuevo, y entierro de los frailes baxo el coro. En donde al abrir las zanjas se hallaron muchos huesos humanos” (Domínguez, 1992, p.256)



1726-1780

El Comendador Andrés Casaus lleva a cabo transformaciones en el Monasterio. (Domínguez, 1992, p.143)

“Se realizaron mejoras en la escalera, la cual fue provista de pasamanos y balaustres torneados de estilo barroco. Además se revocó la iglesia gótica con achatadas pilastras incorporando zócalo de vistosa azulejería. Los arcos formeros de la nave, y los de las capillas, ni siquiera disimularon su perfil apuntado impidiendo estos últimos una continuidad en los entablamentos. Los nervios de las bóvedas, aunque también estucados, no llegaron a ocultarse por bóvedas tabicadas según la costumbre más generalizada en este tipo de intervenciones.” (Domenech, 2014, p.62)



Fig.17. Fachada norte del Monasterio de El Puig.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.18. Imagen aérea del Monasterio de El Puig.  
[Benito Domenech, 2014]



1835

Desamortización de Mendizábal. Enajenación de bienes eclesiásticos. Los religiosos mercedarios abandonaron el Monasterio el 5 de septiembre de 1835. (Guía Histórico Artística del Monasterio de El Puig, 1966, p.13). El Monasterio del Puig pasa a sufrir una continua degradación y pérdida de sus riquezas artísticas. (Domenech, 2014, p.64)



1842

El 19 de octubre de 1842 el Gobierno cedería el Monasterio al Ayuntamiento del Puig, quien lo usaría como alcaldía, juzgado, escuela, cuartel de la Guardia Civil e incluso fábrica de sedas. (Domenech, 2014, p.64)



1915

El arquitecto Manuel Cortina hace un llamamiento sobre el estado de abandono del Monasterio, enumerando las reparaciones a su juicio más urgentes. (Domínguez, 1992, p.261)



1931

Expulsión de los monjes mercedarios.  
“(…) con el advenimiento de la Segunda República, que supone la expulsión de los monjes del cenobio”. (Domínguez, 1992, p.149)



1936

Guerra Civil Española.  
Destrozo de los sepulcros de Entenzay de los hermanos Lauria. Desaparición de un gran número de obras y objetos de gran valor. (Domínguez, 1992, p.149)  
Profanación de la tumba del padre Jofré. (Las Provincias, 1936)  
El Monasterio fue habilitado para cárcel y luego para reformatorio de mujeres. (Domenech, 2014, p.64)



Fig.19. Demolición de los arcos fajones del coro del s.XVII. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

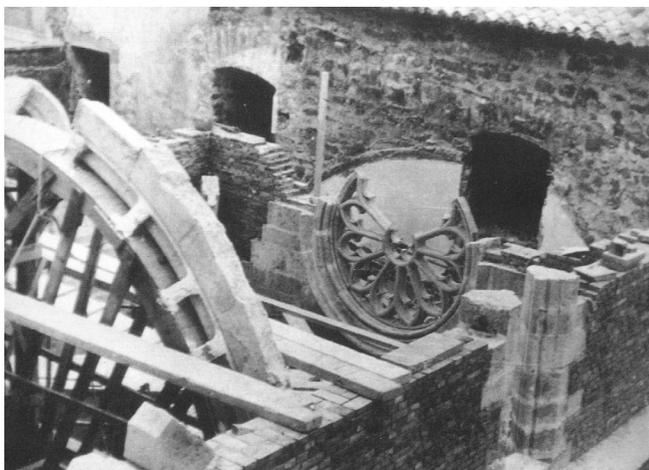


Fig.20. Cimbrado y colocación de dovelas del arco principal y montaje del óculo. [Domínguez, 1992, p.259]



1948

El Monasterio es encomendado de nuevo a la Orden de la Merced. (Domenech, 2014, p.64). La Orden lo dedicó a seminario mayor de la provincia de Aragón. (Guía Histórico Artística del Monasterio de El Puig, 1973, p.13)



1962-1968

La Orden de la Merced recupera la propiedad legal del Monasterio. Se emprenden tareas de restauración del complejo monacal, de la mano de los arquitectos Luis Albert, Juan Segura, Román Jiménez y Emilio Rieta. (Domenech, 2014, p.64) Se despoja a la iglesia del revestimiento dieciochesco quedando al descubierto la piedra. (Guía histórico-artística del Monasterio,, p.6) El arquitecto Juan Segura de Lago, en enero de 1968, demolió el conjunto coral de la iglesia, dejando en pie únicamente el muro del lado norte que fue consolidado. (Domínguez, 1992, p.258) La restauración del coro no estuvo exenta de polémica, puesto que se buscó replicar el estilo gótico de las naves en el coro. El padre fray Millán, calificó la obra como “importante, acertada y auténtica, ganando profundidad el santuario y con el rosetón, inspirado en el ventanal de la capilla de la Merced”. Sin embargo, el arquitecto Javier Domínguez Rodrigo, en su tesis doctoral, recoge su crítica al “falso histórico” llevado a cabo en el coro.



1969

El Monasterio es declarado Monumento Histórico-Artístico Nacional. [Decreto 1747/1969, de 17 de julio]



2012

Plan especial de protección del Real Monasterio de Santa María del Puig y su entorno. (Ayto. del Puig)



2018

Proyecto de rehabilitación del Torreón sud-este debido a su mal estado de conservación. (elmeridiano.es, 18/11/18)



Fig.21. Antiguo coro construido en 1669. Bancada en U y facistol en el centro. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1915]



Fig.22. Entrada al coro con la reja coronada con la cruz. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1969]

El coro de la iglesia de Santa María de El Puig es un fiel reflejo de la transformación estilística de un espacio eclesial.

Como anteriormente se ha mencionado, no existe vestigio ni dato alguno acerca del coro de la iglesia primitiva fundada por Jaime I (Millán, 1969), lo que nos hace pensar que la iglesia no contó con este espacio durante tres siglos, desde la reforma de Roger de Lauria en el siglo XIV hasta la de fray José Sanchís en el siglo XVII. Si bien, según reseña fray Joaquín Millán en un artículo realizado en 1968, el muro norte del coro quedaría como vestigio del s.XIV, con dos puertas de medio punto.

Fue en 1669 cuando, con las intervenciones del padre José Sanchís, se construyó el coro a los pies de la nave central. Sanchís desmontó uno de los tres arcos del claustro inferior, el cual fue destinado para entierro de frailes. Reforzó el tapial norte preexistente y levantó la pared sur de ladrillo, cerrando una estancia que comunicaba la nave central con el refectorio.

Se trataba de un coro de planta rectangular, con una profundidad de aproximadamente trece metros por seis metros de ancho. Estaba cubierto por una bóveda de cañón formada por arcos fajones carpaneles, cuya geometría podemos encontrar en otras estancias del Monasterio como el refectorio monacal.

En cuanto a la bancada presente en el antiguo coro, recuerda a las bancadas corales de otras catedrales fundadas por Jaime I en honor a Santa María, como las de Valencia y Palma de Mallorca. Si bien la bancada del coro no es tan rica en el tallado como las referenciadas, sí comparte la materialidad de la madera y la disposición en U, rodeando el facistol o atril donde se colocan los libros para cantar. En la actualidad ya no podemos encontrar esta bancada en el coro, la cuál fue sustituida por bancos similares a los de la nave central de la iglesia, dispuestos paralelamente a la entrada.

En las reformas llevadas a cabo en la iglesia entre 1962 a 1968 por los arquitectos Román Jiménez y Luis Segura, decidieron intervenir en el coro bajo la premisa de demoler gran parte de la estancia debido a problemas estructurales, especialmente en el muro sur, el cual sería levantado *ex novo*.

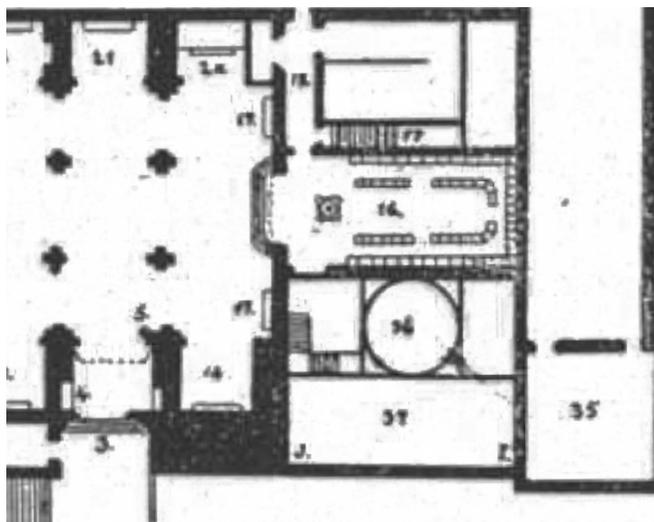


Fig.23. Detalle de la geometría de la planta del coro del siglo XVII y su relación con la iglesia. [Faustino Barberá, 1915]

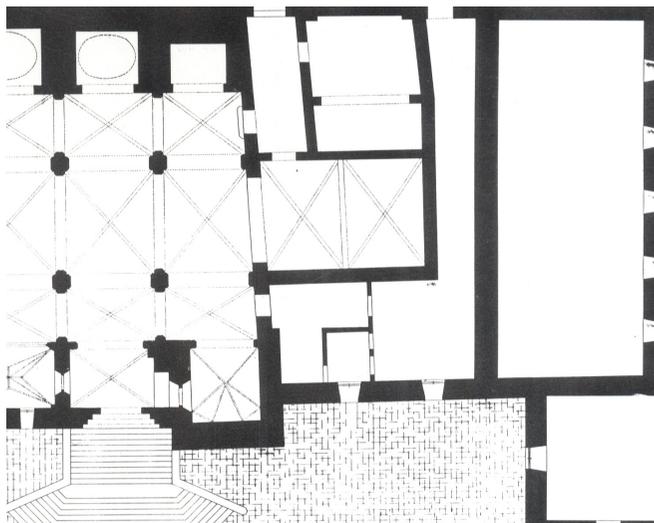


Fig.24. Detalle de la geometría de la planta del coro del siglo XX y su relación con la iglesia. [Domínguez, 1992]

Según el padre José Sesma, ambos arquitectos tuvieron un profundo debate acerca de cómo intervenir en dicho espacio, así como de qué tipo de estilo arquitectónico llevar a cabo en la restauración. Del mismo modo reseña el padre Joaquín Millán en su artículo de 1968, donde comenta que la obra se retrasó varios meses debido a problemas estructurales. Finalmente, se adoptaría la solución presentada por Román Jiménez, por la cual se levantaría un nuevo coro de piedra siguiendo patrones ojivales, se utilizarían ménsulas, suprimiendo pilastras y columnas adosadas para facilitar el empleo de la sillería coral. El espacio se cubriría con bóvedas de crucería, replicando el estilo gótico de la iglesia, el cuál habían modificado, eliminando el estuco dieciochesco y barroco del siglo XVIII.

La restauración del coro llevó, en primer lugar, a resolver problemas estructurales del espacio coral. El mal estado del muro sur, junto a la sacristía, hizo replantear el espacio final de la iglesia y el estilo renacentista de su bóveda de cañón. En segundo lugar, se decidió continuar con el estilo gótico de la iglesia, con la piedra y plementería de ladrillo vista. A la reconstrucción del muro sur, se añadió la del muro oeste, más cercano a la iglesia y despegado del Monasterio. Se planteó un rosetón con tracería similar al óculo de la portada de la iglesia, recogiendo así la última luz del día. El muro norte fue afianzado, se tapió la puerta que existía y se dispuso en su trasdós un patio a las dependencias de los padres mercedarios.

Estas intervenciones en los muros del coro modificaron la geometría de su planta - si bien no podemos corroborar que su geometría fuera rectangular con anterioridad a la restauración, sí que parece apreciarse cierta ortogonalidad en los dibujos de Faustino Barberá y en las fotografías históricas - hasta el punto que alteraron el trazado circular de los arcos en las nuevas bóvedas de crucería. Así, pese a la imitación de las bóvedas de crucería de las naves de la iglesia, resultaron tener una gran peculiaridad, pues sus arcos se disponían en una planta trapezoidal con longitudes diferentes.



Fig.25. Detalle de la vidriera policromada de fray Gilabert Jofré.  
[Imagen propia, 2018]

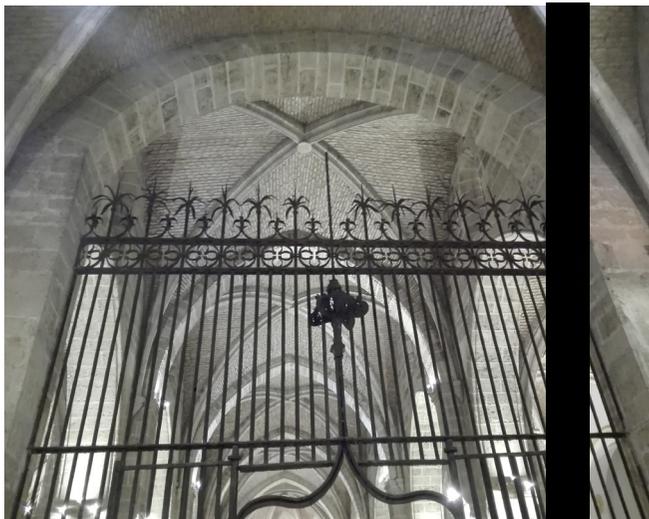


Fig.26. Arco y reja de entrada al coro.  
[Imagen propia, 2018]

De esta forma, se construyeron dos bóvedas de crucería divididas por un arco central fajón de trazado semicircular, a diferencia de los trazados de los nervios cruceros de las bóvedas de geometría oval. Los perfiles de dovelas y ménsulas de la iglesia fueron replicados en el coro y se construyeron dos ménsulas de mayor tamaño para recoger tres arcos, el central y uno de los cruceros de cada uno de los tramos de las bóvedas de crucería.

A la iluminación vespertina del rosetón añadieron cuatro ventanas de imitación gótica, cerradas por vidrieras decoradas con las imágenes de los padres fray Pedro de Amer, fray Lorenzo Company, fray Andrés Garrido y fray Gilabert Jofré.

Aunque la restauración transformó en su totalidad el espacio coral, debemos reseñar las palabras de Javier Fuentes, recopiladas por Javier Domínguez Rodrigo en su tesis doctoral: “Desde tiempo inmemorial el arco del coro a la iglesia estuvo cerrado por una verja de hierro corrida y sin puertas, entrando la comunidad por la puerta y paso que hoy está cerrado, y daba al claustro; pero el actual cura Fray Vicente Ibars hizo cortar dicha verja por medio de dos hojas practicables, y en la plancha de hierro de una de ellas hizo calar: “Año 1857” haciendo restablecer en el copete de la reja alta el antiguo crucifijo que había en ella” (Domínguez, 1992, p.258) Igualmente, Joaquín Millán, en un artículo en 1969 asegura que el recinto coral del siglo XVII estaba “cerrado por una sencilla verja de hierro”. Así mismo, Millán opina que el gran arco de la entrada, del cual Jiménez se basó para rebajar los peraltes góticos de los arcos formeros de las bóvedas, data del siglo XIII.

Siguiendo estas citas, si bien no conocemos la fecha de construcción del arco de la entrada al coro, sí que anteriormente al siglo XX y a la disposición de la reja en el presbiterio, ésta formaba parte del coro sin ser practicable. Podemos suponer que la construcción del arco fue coetánea a la del coro en el siglo diecisiete, pero siendo un arco de medio punto o rebajado no parece tener un estilo arquitectónico análogo al del coro de arcos carpaneles. También, aunque no contamos con información histórica de este elemento, no podemos descartar su vinculación con la construcción de la iglesia en el siglo XIII o con las reformas de Roger de Laura en el siglo XIV.

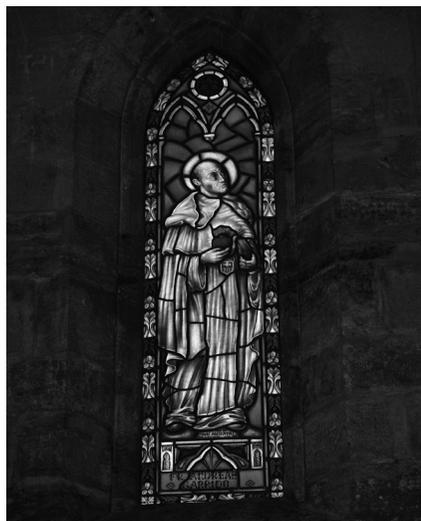


Fig.27. Vidriera del coro con fray Andrés Garrido. [Imagen propia, 2018]

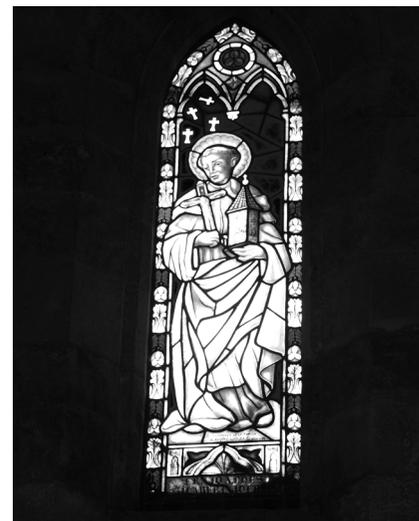


Fig.29. Vidriera del coro con fray Gilabert Jofré. [Imagen propia, 2018]

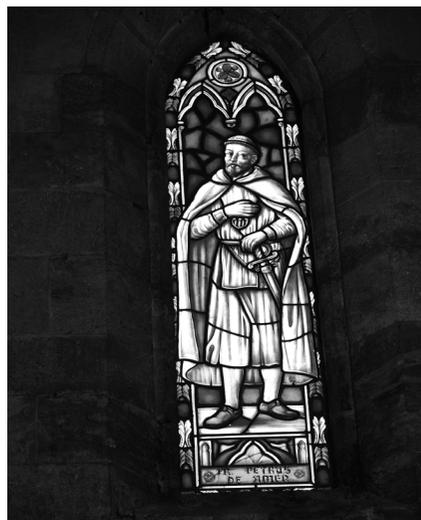


Fig.28. Vidriera del coro con fray Pedro de Amer. [Imagen propia, 2018]



Fig.30. Vidriera del coro con fray Lorenzo Company. [Imagen propia, 2018]



### 3. Introducción a las bóvedas de crucería simple



Fig.31. Composición fotográfica de las bóvedas de crucería del coro.  
[Imagen propia, 2018]

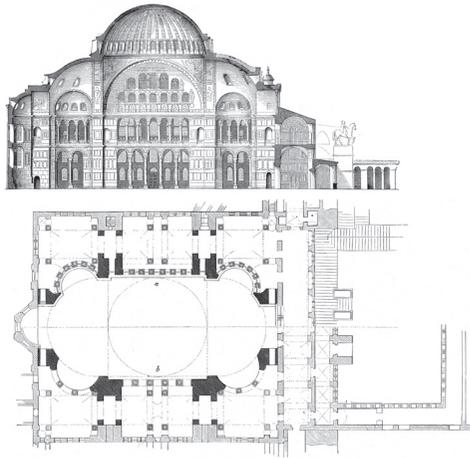


Fig.32. Planta y sección de Santa Sofía, Estambul. 532-537 d.c. [Paul Neff Verlag, 1908]

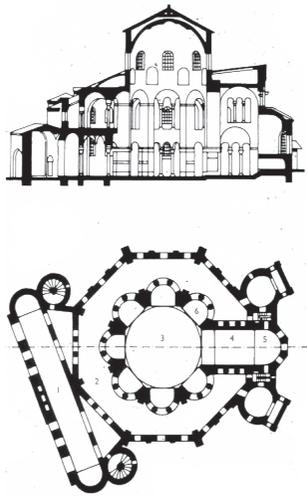
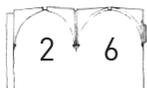


Fig.33. Planta y sección de San Vital de Rávena, Italia. 526-547 d.c. [Thunnissen, 2012]



Desde los inicios de la construcción arquitectónica, y más concretamente con el estilo románico, los arcos y bóvedas estuvieron presentes en los grandes edificios religiosos, como método de resolución estructural debido a las grandes luces y alturas de los muros y pilares.

Las bóvedas son elementos constructivos capaces de cubrir grandes espacios, por ello sus precedentes pueden remontarse a la prehistoria, con las falsas cúpulas de ciertos dólmenes. (Plaza, Morales y Martínez, 2015, p.95) Estructuralmente, funcionan como cubiertas y se asientan sobre pilares o muros a través de sus piezas, la dovelas, las cuales trabajan a compresión. Generalmente, se ha utilizado la mampostería o fábrica de ladrillo en su construcción y, en función de la evolución histórica en cada cultura, existe una gran variedad de tipos de bóvedas.

En las primeras civilizaciones humanas en Asia y Oriente Medio, la construcción abovedada ha estado presente. Si bien, debemos remarcar su máximo esplendor con la civilización romana en Europa occidental debido a los grandes medios materiales con los que contaban. Las principales construcciones romanas fueron la bóveda de cañón, la de arista y la cúpula.

El nexo de la cultura romana y la asiática tuvo su auge en el **Imperio Bizantino**, donde las mejoras griegas supusieron un sistema de construcción más avanzado. Se levantaron bóvedas vaídas y pechinas, que hoy en día podemos encontrar en Santa Sofía en Estambul (Fig. 32). Las bóvedas bizantinas eran consideradas delgadas en contraste con las pesadas bóvedas romanas, así como estables, como la cúpula de San Vital en Rávena (Fig. 33). (Thunnissen, 2012, p.71-324)

La construcción abovedada bizantina dio lugar en la cultura persa a diferentes tipos de bóvedas y cúpulas, entre las que podemos destacar la cúpula alveolada presente en la Mezquita Real de Isfahan (Fig. 35) y las bóvedas peraltadas denominadas bóvedas sasánidas, en el palacio de Ctesifonte en Irak (Fig. 34).



Fig.34. Bóveda sasánida. Ruinas del palacio de Cosroes II en Ctesifonte, Irak, 531-579 d.c. [Fotografía anónima, 1932]



Fig.35. Gran cúpula de la Mezquita Real de Isfahan, Irán, 1086-1087 [Fundación Cultural Oriente, 2018]

En las culturas árabes, turcas o hindúes la técnica fue acompañada con la estética, principalmente se realizaron avances en los efectos decorativos. En la **arquitectura egipcia**, a pesar de ser mayoritariamente arquiteada, se utilizaron en el interior de tumbas. Utilizaban en sus bóvedas materiales como la arcilla, que les permitía elevar de forma muy simple, sin cimbras o andamiajes, bóvedas económicas y duraderas. (Capilla, 2016, p.54)

Debemos remontarnos a la **antigua Roma** para apreciar el uso de la bóveda en toda clase de construcciones. La bóveda de cañón fue la más usada en el Imperio Romano, junto a la de arista y la cúpula. Sin duda la construcción de bóvedas de hormigón realizadas por los romanos constituyen uno de los hitos en la historia de las técnicas constructivas. Algo fundamental en la construcción de las bóvedas de hormigón eran las cimbras necesarias para hacer el molde hasta que la masa alcanzara una consistencia adecuada para soportar las cargas. Las cimbras estaban conformadas a modo de encofrado mediante el empleo del ladrillo. (Capilla, 2016, p.62)

En la **época románica**, los muros de las iglesias se construyeron robustos, con el fin de poder ofrecer resistencia a los esfuerzos del viento y de las bóvedas de cañón y de arista, predominante en este periodo histórico. Según recoge Capilla Tamborero (2016, p.82) citando en su tesis a Toman, éste define el románico como “la primera etapa de la Edad Media que se desarrolla en toda Europa”, cuyo comienzo se sitúa alrededor del año 1000 y su fin hacia el 1300. Así mismo, según Choisy, el periodo románico está dominado por las tradiciones locales y por los ejemplos de Asia.

“En el período románico, junto a las bóvedas de arista y de cañón romanas, se incluirían arcos torales para reforzar cimborrios y arcos formeros para reforzar bóvedas y toda una serie de elementos y técnicas que caracterizarán la arquitectura románica”. (Capilla, 2016, p.84)



Fig.36. Catedral de Aviñón, de estilo románico con bóveda cañón y arcos fajones. (izq.) Catedral de Zagreb, de estilo neogótico con bóvedas de crucería y arcos formeros. (dcha.) [Imágenes propias, 2019]



Fig.37. Catedral de Cuenca, bóvedas de crucería estrellada de la capilla de los apóstoles, 1528. [Imagen propia, 2018]

Un ejemplo del estilo románico legado a nuestros días es el de la bóveda de cañón apuntada con arcos fajones de la Catedral de Aviñón (Fig. 36 izq.).

Los progresos técnicos de la década de 1140 promovieron el nacimiento del **estilo gótico**. (Leroux-Dhuys citado en Capilla, 2016, p.93) Las innovaciones técnicas consistieron en el muro de aparejo simple descargado, la bóveda de ojiva de arcos cruzados, los tirantes de hierro que estabilizan las fuerzas laterales, la elevación en tres niveles que permite la máxima iluminación y el arbotante que sustituye al contrafuerte del muro de contención. (Capilla, 2016, p.93)

Existe una evolución de las bóvedas hacia unas geometrías que no se supeditan a la curvatura de los nervios, sino que son éstos los que surgen para configurar la geometría preconcebida que ha de tener la cáscara de la **bóveda**. (Palacios citado en Capilla, 2016, p.100)

Con posterioridad al gótico, en el **Renacimiento** se adoptaron formas estructurales simples, regresando a la bóveda de cañón. (Plaza, Morales y Martínez, 2015, p.95) Otro aspecto a resaltar del arte del abovedado del Renacimiento son las bóvedas tabicadas, presentes en gran parte de Italia y España, y que llegan a nuestros días. (Thunnissen, 2012, p.82)

En el siglo XIX nace el **neogótico**, un movimiento artístico historicista, que con su rechazo al racionalismo neoclásico, reproduciría el lenguaje gótico en numerosas obras religiosas en toda Europa. En Francia destacó la labor restauradora de Eugène Viollet-le-Duc, quien sentaría las bases de una nueva forma de intervención en los monumentos medievales, criticada por la pérdida de autenticidad.

En la actualidad, podemos encontrar bóvedas de crucería neogóticas en toda Europa, como es el caso de la Catedral de Zagreb (Fig. 36 dcha.).



Fig.38. Iglesia y claustro de San Francisco de Morella, 1950. [Zaragozá Catalán, 2000]



Fig.39. Antiguo hospital de Valencia, actual casa de la cultura. Arcos carpaneles fajones. [Bérchez y Jarque, 1994]

En España, junto con la catedral de Ávila, la de Cuenca fue la primera catedral gótica castellana construida a finales del siglo XII. Su fachada actual es obra de Vicente Lampérez, discípulo de le-Duc, que tras el derrumbe del giraldo de la catedral construiría en 1910 una nueva fachada en estilo neogótico. En la entrada a la catedral podemos encontrar la capilla de los apóstoles (Fig. 37), la cual se trata de una obra protorenacentista con dos bóvedas estrelladas de finales del gótico.

En el ámbito valenciano, en el **período renacentista** del siglo XVI se llevan a cabo una serie de iniciativas arquitectónicas en las que se advierte un protagonismo decidido del léxico italiano. (Bérchez y Jarque, 1994, p.82)

A finales del siglo XV y principios del XVI se produce una evolución de las crucerías hacia formas estrelladas que se acercan a geometrías espaciales próximas a las cúpulas, aunque con nervios de crucería. (Capilla, 2016, p.138)

“Técnicas canteriles y de la albañilería de abolengo cuatrocentista se pusieron al servicio de una expresión clásica, en la que progresivamente fueron surgiendo sistemas de abovedamiento a la romana, desde las primerizas bóvedas baídas, de arista, esquifadas, más tarde cañón, pero sin olvidar modernizar las convencionales de crucería, las del moderno gótico, de acuerdo a pautas quinientistas”. (Bérchez y Jarque, 1994, p.82)

Algunos ejemplos de arcos y bóvedas valencianas los encontramos en el antiguo hospital de Valencia (Fig. 39) con arcos carpaneles o en la iglesia del convento de San Francisco en Morella (Fig. 38), donde sus diferentes intervenciones han dejado una impronta estilista, apreciable en su claustro y especialmente en sus arcos de diafragma. (Zaragozá Catalán, 2000, p.39-40)

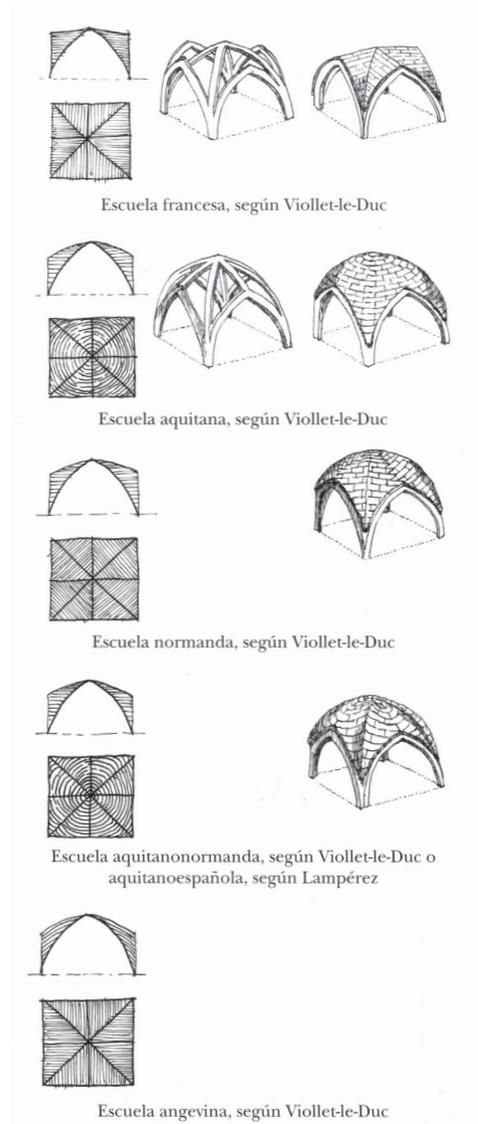


Fig.40. Dibujos de Viollet-le Duc de tipologías de bóvedas de crucería según distintas escuelas. [Navarro Fajardo, 2006]

Como ya hemos comentado, una bóveda es toda obra de fábrica arqueada que cierra un espacio comprendido por muros o pilares. Existen diversos tipos de bóvedas, como la de arista, apainelada, baída, de cañón, de crucería nervada, cupuliforme, estrellada, gallonada, reticulada, rincón de claustro, sexpartita, de abanico, escarzana y cuatripartita o de crucería simple. En este último tipo nos centraremos a continuación.

Según Navarro Fajardo (2006, p.62) los tipos de bóvedas de crucería de la arquitectura valenciana se podrían concretar en cuatro grandes grupos:

### Bóvedas de crucería simple

Las bóvedas de crucería simple o cuatripartitas son el tipo más sencillo y abundante aplicado a la cubrición de espacios en tramos cuadrados o rectangulares. La bóveda se divide, mediante los nervios diagonales, en cuatro paños o plementos.

Según recoge Navarro Fajardo (2006, p.62), Vicente Lampérez realiza una clasificación de bóvedas de crucería simple, según las descripciones de Viollet-le-Duc, en los siguientes tipos (Fig. 40): de la **escuela francesa**, con rampante recto y plementos en arista, de la **escuela aquitana**, con rampante curvo y plementos en anillos concéntricos, de la **escuela normanda**, con rampante redondo y plementería en disposición romboidal, de la **escuela angevina**, con rampante curvo y plementos en arista y por último, un tipo que le-Duc denomina **aquitanoespañol**, de rampante curvo con plementos circulares independientes.

### Bóvedas de crucería sexpartita

Es la bóveda de crucería que, en cada tramo, queda dividida en seis partes, por llevar un arco transversal que pasa por la clave. (Navarro, 2006, p.73)

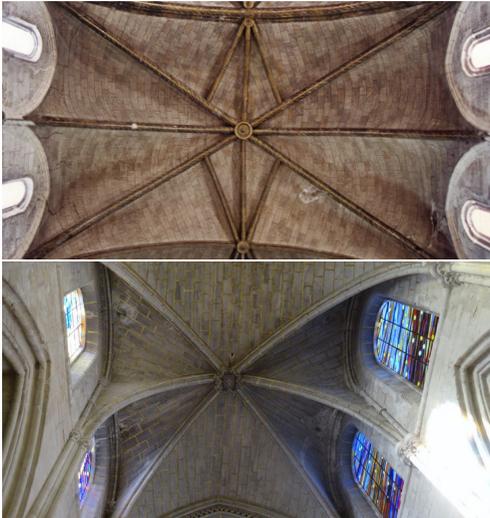


Fig.41. Bóveda sexpartita de la iglesia de Utiel (arriba). Bóveda sexpartita de la Catedral de Cuenca (abajo). [Navarro, 2016 e imagen propia, 2018]



Fig.42. Claustro de la cartuja de Santa María de Porta Coeli. [Navarro, 2006, p.82]

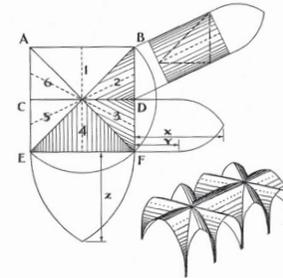


Fig.43. Dibujo de Fitchen de una bóveda sexpartita. [Navarro, 2006, p.72]

Este tipo de bóveda es excepcional en Valencia, la cual sólo se encuentra en la iglesia parroquial de Utiel (Valencia) (Fig. 41 arriba). Sus seis témpanos triangulares podrían tener cierta relación con las bóvedas sexpartitas de la Catedral de Cuenca (Fig. 41 abajo). (Navarro, 2006, p.73)

#### Bóvedas de crucería estrellada

Es aquella bóveda que entremezcla las nervaduras formando complicadas tracerías en forma de estrella. El diseño de plantas estrelladas básicas tan sólo precisa partir del cuadrado e imprimirle un giro de 45°. (Navarro, 2006, p.74)

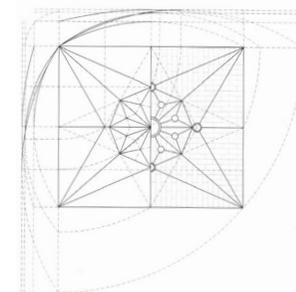
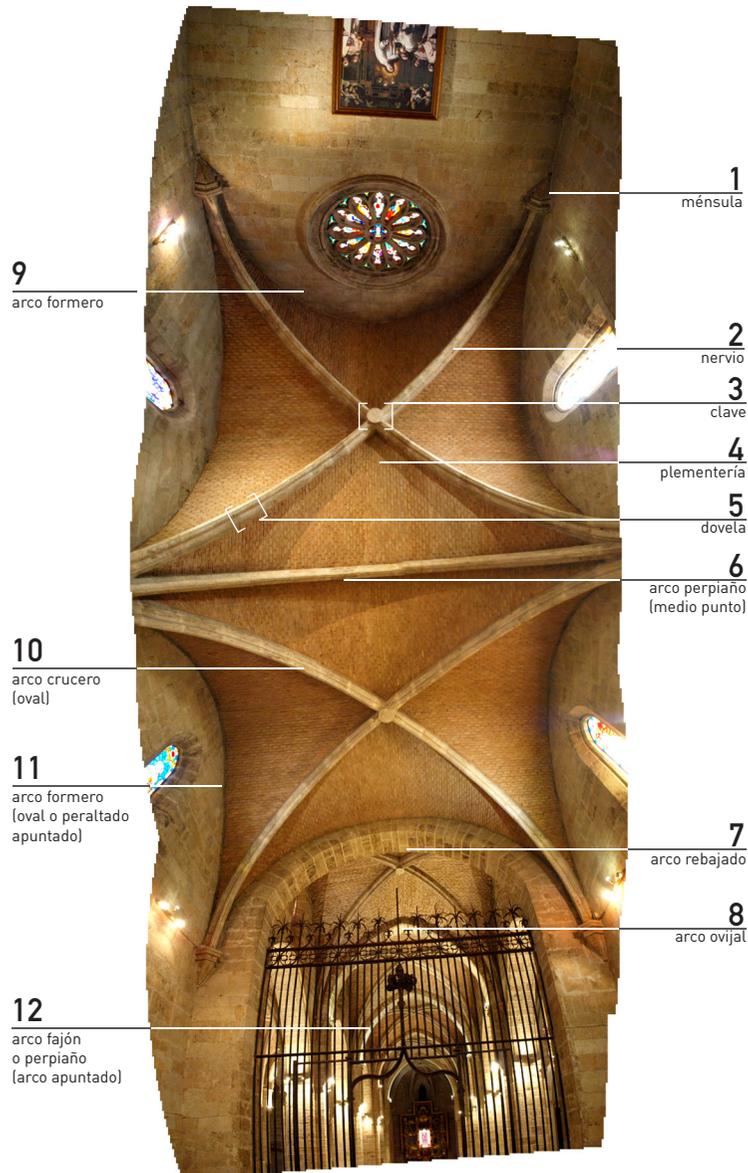


Fig.44. Bóveda del coro de Santa María de Morella. [Navarro, 2006, p.81]

Según Navarro Fajardo (2006) citando a Viollet-le-Duc, la primera bóveda de crucería estrellada con cinco claves se volteó en el crucero de la catedral de Amiens. En España, la primera bóveda de estas características que se construye es la del crucero de la catedral de Toledo.

#### Bóvedas de crucería anervadas

Son bóvedas de arcos independientes, que constituyen una de las características principales de la arquitectura gótica. Se pueden apreciar varios tipos, como las denominadas de arista, fruto de la intersección de dos cilindros, las aristadas, que las podemos apreciar en las Torres de Quart de Valencia o en el 'claustro' del siglo XV de la cartuja de Porta Coeli en Serra (Valencia) (Fig. 42).



Una vez definidos los distintos tipos de bóvedas, pasamos a centrarnos en los elementos de las bóvedas de crucería simple del coro de la iglesia:

#### 1. Ménsula

Las ménsulas son elementos arquitectónicos, generalmente perfilados con varias molduras, que funcionan en voladizo, sobresalen de los muros y sirven para soportar el peso de los arcos de bóveda. (Plaza, Morales y Martínez, 2013, p.166) En el coro podemos encontrar dos tipos de ménsulas, en esquina y en los muros laterales, siendo este tipo el único presente en la iglesia.

#### 2. Nervio

Cada uno de los elementos curvos constructivos y decorativos que, a manera de moldura saliente y corrida se halla en el intradós de una bóveda, quedando a su vez dividida en paños o plementos. (Plaza, Morales y Martínez, 2015, p.532, 2013, p.181 y Ching, D.K. 2015, p.29)

#### 3. Clave

Es la dovela central en el vértice de los arcos diagonales de la bóveda, a menudo decorada, es la última en colocarse y sirve para cerrar el arco. (Ching, D.K. 2015, p.23)

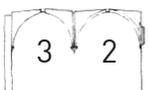
#### 4. Plementería

Cada una de las secciones o paños en que queda dividida la bóveda por los nervios. (Ching, D.K. 2015, p.29) En el coro encontramos una plementería de ladrillo con aparejo francés, similar a la de las bóvedas de las naves de la iglesia.

#### 5. Dovela

La dovela es la pieza que conforma las nervaturas de los arcos de bóveda. Suele construirse en piedra y trabaja siempre a compresión. Dos de sus caras convergen en uno de los centros del arco. (Ching, D.K. 2015, p.23) La dovela situada en el arranque se denomina salmer. (Plaza, Morales y Martínez, 2013, p.38)

Fig.45. Elementos de las bóvedas de crucería y tipos de arcos. Vista cenital del coro. [Imagen propia, 2018]



Fruto de la evolución histórica de tres siglos y de la restauración en estilo del coro en el siglo XX, podemos plantear una hipótesis inicial de los diferentes tipos de arcos y bóvedas en el coro de la iglesia de El Puig:

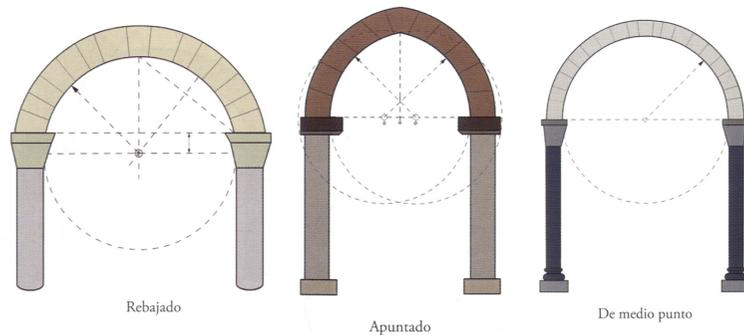


Fig.46. Arco rebajado, arco apuntado u ojival y arco de medio punto. [De la Plaza, Morales, Martínez, 2015, p.45-46]

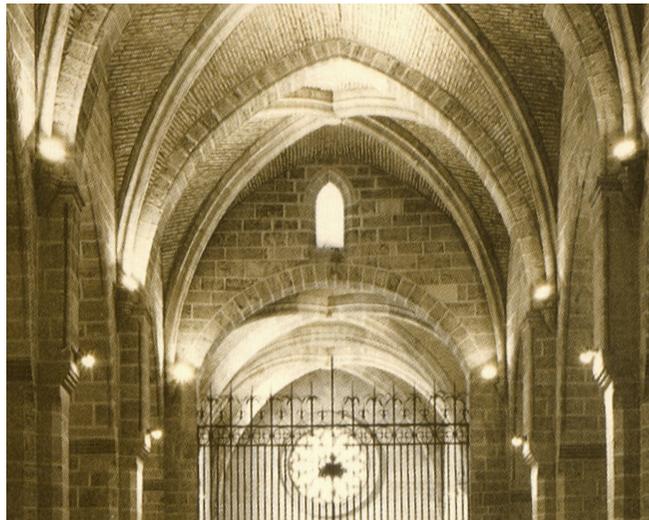


Fig.47. Arco perpiano o fajón ojival en la nave central (1er plano), arco rebajado en la entrada al coro (2º plano) y arco de medio punto entre las bóvedas del coro (3er plano). [Fotografía: Domínguez, 1992]

#### 6. Arco de medio punto (Fig. 46 derecha)

Este tipo de arco lo podemos encontrar en el arco central del coro. Su trazado es una semicircunferencia, siendo su flecha igual a su semiluz.

#### 7. Arco rebajado (Fig. 46 izquierda)

En la entrada al coro desde la nave central podemos encontrar un arco rebajado, de cuya construcción no existen efemérides.

El arco rebajado se caracteriza por tener una flecha menor a su semiluz. Su centro se encontrará siempre por debajo de la línea de arranque. [Gómez y Luz, 2005, p.15]

#### 8. Arco ojival o apuntado (Fig. 46 centro)

Se trata de un arco propio del estilo gótico. Lo podemos encontrar en la iglesia de El Puig, fundamentalmente en los arcos formeros y en los arcos centrales de las bóvedas de crucería de las naves.

El arco apuntado está formado por dos arcos de circunferencia iguales, de radio mayor que la semiluz, cuyos centros se sitúan simétricamente sobre la línea de arranque. [Gómez y Luz, 2005, p.18]

#### 9. Arco formero

Lo podemos encontrar en la entrada al coro sobre el arco rebajado así como en los tres muros que delimitan el coro, siendo un total de seis arcos formeros. Este tipo de arco se sitúa entre pilares, paralelamente al eje longitudinal de la nave de la iglesia y, en el caso del coro, como se aprecia en su entrada y en su interior, los arcos formeros son ciegos, puesto que están empotrados en el muro.

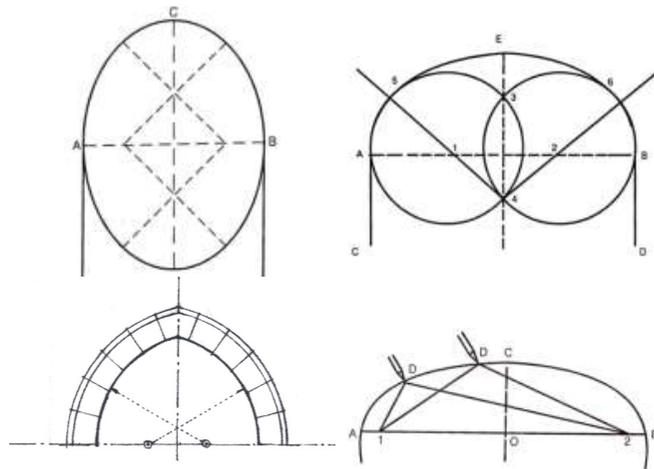


Fig.48. Arco oval (arriba izq.), arco apuntado rebajado (abajo izq.) y arco elíptico trazado con tres arcos de circunferencia (arriba der.) o con sus focos (abajo der.). [Gómez y Luz, 2005, p.16 y D.K.Ching, 2015, p.25]



Fig.49. Arcos formeros ciegos ovales o apuntados rebajados, arcos de bóveda ovales o elípticos y bóveda de crucería simple. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

### 10. Arco oval y arco elíptico (Fig. 48)

El arco de geometría oval es la principal seña de identidad de las bóvedas del coro de la iglesia de El Puig. Siendo el coro de planta trapezoidal, podemos suponer como hipótesis previa que los nervios de las bóvedas trazan arcos de geometría oval. Los arcos ovales se construyen mediante óvalos con arcos de tres centros de circunferencia y los arcos elípticos tienen forma semielíptica y su trazado se puede representar de diferentes métodos, siendo el más común mediante sus focos. [Gómez y Luz, 2005, p.16]

### 11. Arco oval o apuntado rebajado (Fig. 48 abajo izq.)

Este tipo de arco lo podemos encontrar, como hipótesis principal, en los arcos formeros del coro. Pese a que los arcos formeros de las bóvedas de crucería trazan arcos ojivales, en la restauración del espacio coral se decidió construir este tipo de arco, sirviendo como pauta el arco rebajado de entrada al coro. Como hipótesis previa al análisis geométrico podemos decir que los arcos formeros del coro son o bien óvalos o bien arcos apuntados rebajados de dos centros.

### 12. Arco fajón

Este tipo de arco es un elemento estructural de refuerzo de las bóvedas de cañón. Se disponen transversalmente al eje longitudinal de la bóveda, dividiendo ésta en tramos y formando una especie de costilla visible desde el interior.

Cabe decir que este tipo de arcos tienen su réplica en el estilo gótico, denominándose **arcos perpiaños**, los cuales los podemos encontrar en la nave central de la iglesia de El Puig (Fig. 47).

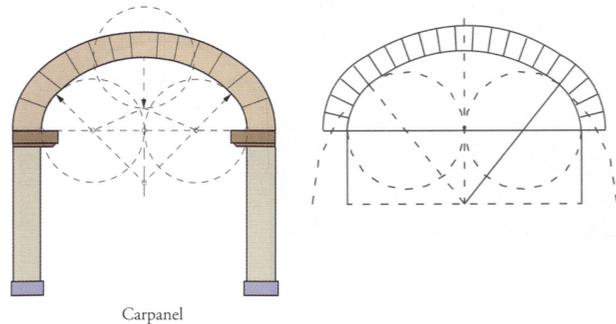


Fig.50. Arco carpanel.  
[De la Plaza, Morales, Martínez, 2015, p.46 y Broto, 2005, p.49]



Fig.51. Arcos fajones carpaneles y bóveda de cañón del antiguo coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1915]

#### Arco carpanel (Fig. 50 y Fig. 51)

En el antiguo coro del siglo XVII, podemos distinguir este tipo de arco, el cual formaba parte de la bóveda de cañón. El arco carpanel es un tipo de arco simétrico parecido al elíptico en el que la semielipse es sustituida por una sucesión de arcos de circunferencia tangentes entre sí. El número de centros de circunferencias dependerá de la flecha en relación con la luz. [Gómez y Luz, 2005, p.16]

#### Bóveda de crucería simple

Son bóvedas compuestas por arcos ojivales que se cruzan diagonalmente en su punto central o clave, formando nervios.

En el coro de la iglesia de El Puig se encuentran dos bóvedas de crucería simple, aunque cabe resaltar su peculiaridad. Debido a varios motivos, las bóvedas realizadas en la restauración del siglo XX fueron construidas mediante cruceros ovales o elípticos, dando como resultado arcos formeros ciegos ovales o apuntados rebajados. Esta construcción hizo que la línea de clave fuera horizontal y que, a resultas, la bóveda se encontrara 'a caballo' entre una bóveda de arista y una bóveda de crucería simple. Si bien apuntamos esta singularidad, haremos una simplificación denominando a las bóvedas del coro como bóvedas de crucería simple.

#### Bóveda de cañón

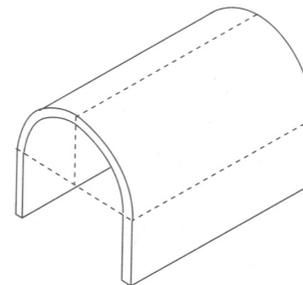


Fig.52. Bóveda de cañón. [Broto, 2005, p.44]

La bóveda de cañón es un tipo de bóveda propia del estilo románico, compuesta con arcos de medio punto. Siendo su directriz un arco, la bóveda de cañón podrá formarse con cualquier tipo de arco. En el antiguo coro se construyó una bóveda de cañón en arco carpanel.



#### 4. Introducción a la restauración de bóvedas de crucería simple

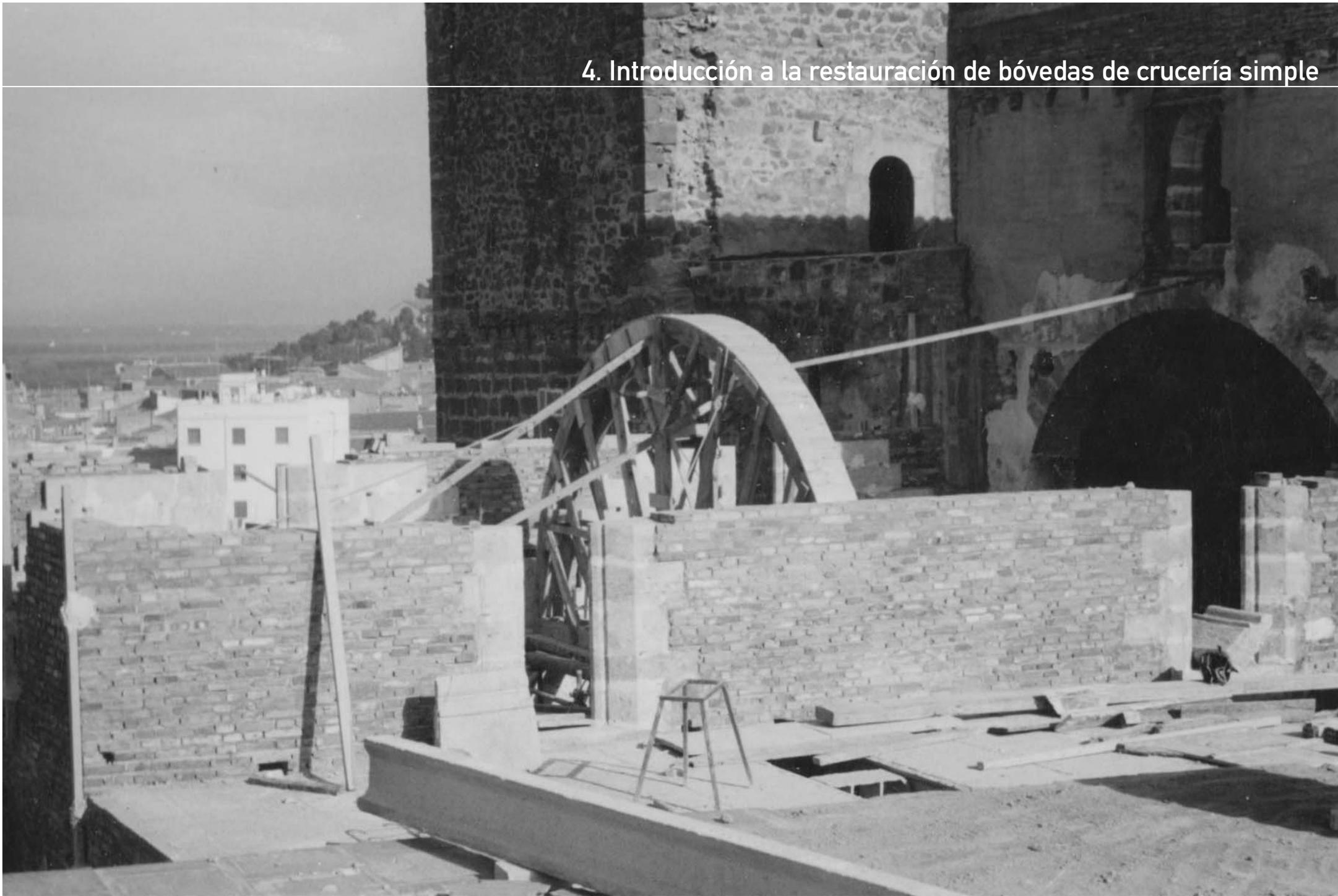


Fig.53. Fotografía de la construcción de las bóvedas de crucería del coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

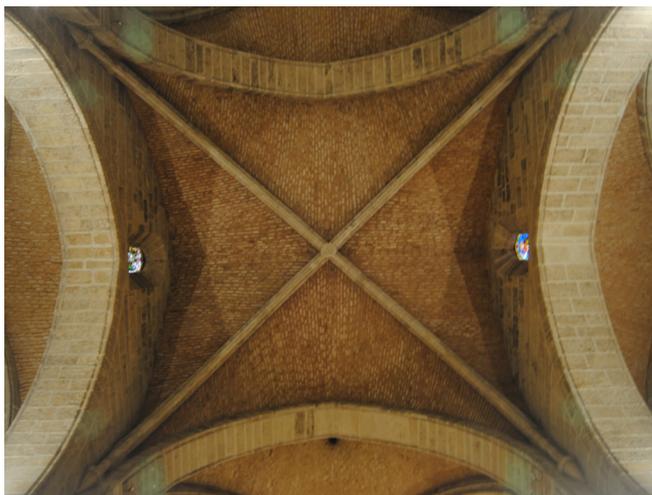


Fig.54. Bóveda de crucería de la nave central de la iglesia de El Puig. [Imagen propia, 2018]

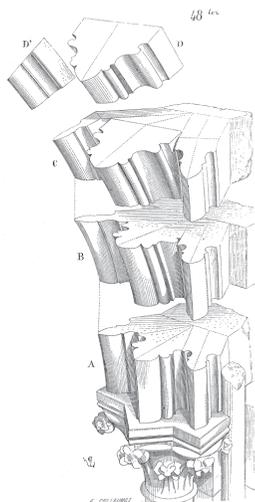


Fig.55. Dibujo de jarjamento de Viollet-le-Duc. [Lámina 48 ter del término "Construcción" del *Dictionnaire raisonné*, s.XIX]

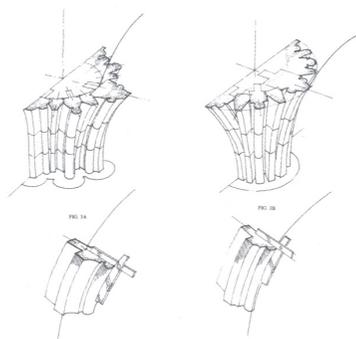


Fig.56. Dibujos de enjarjes. [Palacios Gonzalo, 2009]

Una vez realizado un repaso histórico y tipológico de las bóvedas presentes en el coro de la iglesia de El Puig, con especial hincapié en las bóvedas de crucería, debemos centrar nuestra mirada en la construcción de éstas, así como en la intervención y restauración de estos elementos arquitectónicos.

En este capítulo se recoge el proceso de construcción de las bóvedas de crucería así como sus elementos: arcos, ménsulas, claves, plementería, etc. De igual forma, se recogen diferentes criterios en la restauración arquitectónica desde el siglo XIX de la mano de le-Duc, Ruskin y Boito, así como los congresos internacionales realizados a lo largo del siglo XX, quedando recogidos en cartas, como las de Atenas o Venecia.

Dado el proceso histórico vivido en el coro de la iglesia del Puig, con la construcción en el siglo XVII del coro primitivo y su posterior desmonte en el siglo XX para levantar un coro imitando el estilo gótico de las naves de la iglesia, es de interés conocer el procedimiento arquitectónico llevado a cabo por los arquitectos Román Jiménez y Juan Segura, y analizar su actuación en la restauración del coro.

Fue Román Jiménez quién planteó el nuevo estilo de la iglesia de El Puig. En busca de una imagen más austera se eliminó el estuco dejando a la vista el ladrillo en los plementos y la piedra en los arcos, muros y pilares. Sin embargo, el estado estructural del coro de finales del siglo XVII, especialmente en el muro sur y parte de su bóveda de cañón, les llevó a tomar la decisión de demolerlo. Así, se planteó prolongar el estilo de la nave central con la construcción de dos bóvedas de crucería en el coro acotando su distancia longitudinal.

La construcción del nuevo coro no respetó el estilo anterior y Jiménez ejecutó una restauración siguiendo las pautas definidas por Viollet-le-Duc en el siglo XIX.

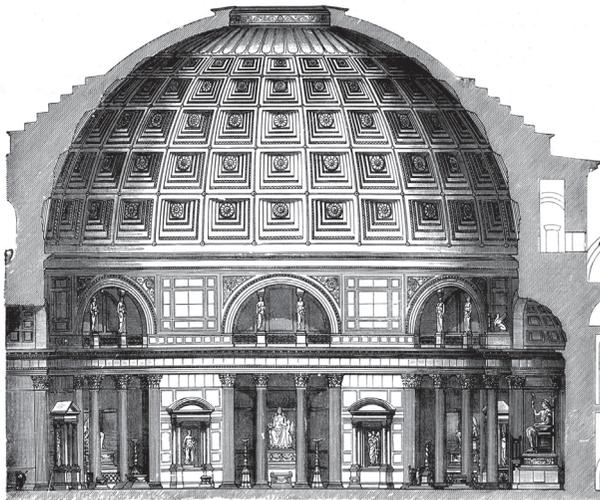


Fig.57. Sección del Panteón de Agripa, 118-125 d.c. [Plaza, Morales y Martínez, 2013, p.114]

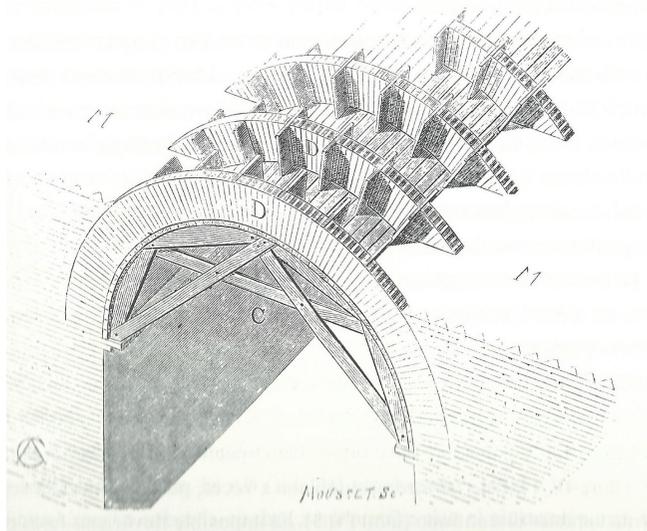


Fig.58. Construcción de una bóveda de cañón con esqueleto de ladrillo. [Choisy, A. citado en Capilla, 2016, p.62]

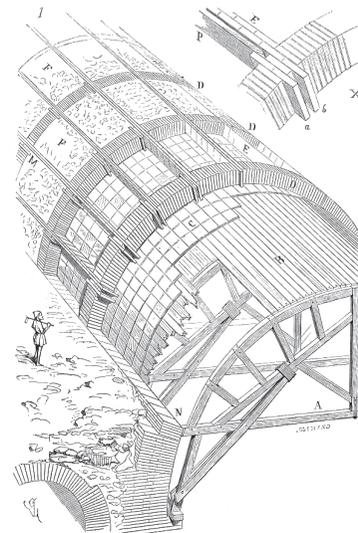


Fig.59. Método de construir bóvedas de cañón empleado por los romanos. [le-Duc, Viollet, 1856]

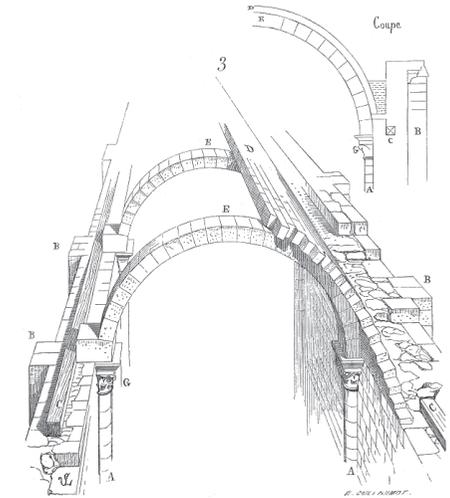


Fig.60. Proceso de construcción de una bóveda de cañón románica. [le-Duc, Viollet, 1856]

Debemos retrotraernos a la antigua Roma para encontrar el uso predominante del arco, las cúpulas y bóvedas en las construcciones arquitectónicas. Grandes obras como el Panteón de Agripa, con su colosal cúpula de hormigón, sentaron un precedente en el uso de estos elementos arquitectónicos que permitían cubrir grandes espacios.

Según recoge Capilla Tamborero (2016) citando a Choisy, el principio fundamental que regía las distintas disposiciones de las construcciones romanas era un exigente sentido del cálculo y la economía.

Las bóvedas romanas se construían con cimbras y se componían, según le-Duc, de cascotes y mortero. Los arcos de ladrillo quedaban embebidos en el hormigón, creando un solo cuerpo estructural.

Viollet-le-Duc apuntó en el Diccionario razonado de la arquitectura francesa del siglo XI al XVI que el análisis de las bóvedas romanas es vital para comprender las analogías entre este sistema y el adoptado por Francia a mediados del siglo XII. Una semejanza de principios, no de formas. (Capilla, 2016, p.63)

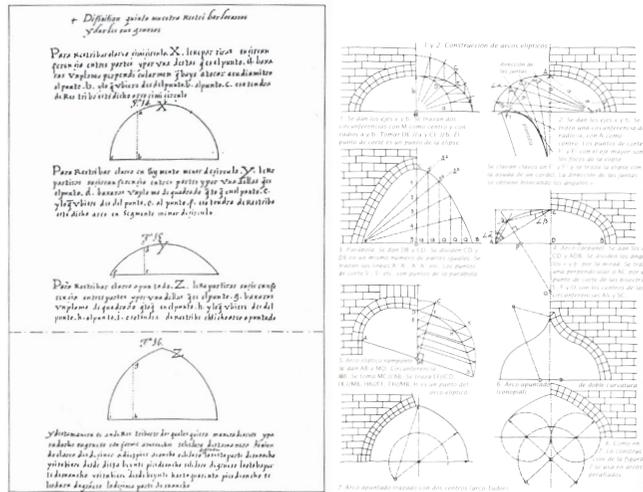


Fig.61. Regla del tercio en el manuscrito de Ginés Martínez de Aranda. [Huerta, S., 2004, Rabasa, 2000, p.21 y Gómez Martínez, 1998] y construcción de arcos ovales, elípticos, carpaneles y apuntados. [Thunnissen, 2012]

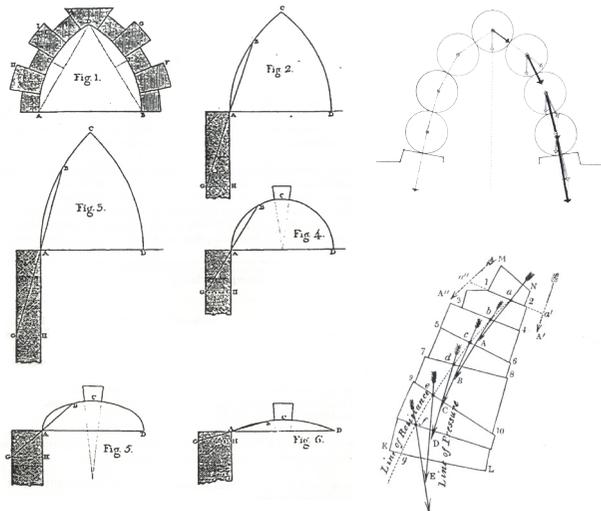


Fig.62. Regla de Blondel para determinar el grueso de los contrafuertes de una bóveda (izq.) [Palaia y Abdilla, 1995, p.52], línea de empujes de Moseley, 1843 (der. abajo). [Huerta, S., 2004 y Rabasa, 2000, p.22] y curva de empujes. Línea formada por las resultantes de las fuerzas de empuje y peso. Las fuerzas deben coincidir con la directriz del arco (der. arriba). [Ching, D.K., 2015, p.24]



Como hemos visto, las bóvedas de crucería simple beben del conocimiento constructivo romano. Para la construcción de bóvedas de crucería es necesario un proceso de cálculo, geometría y metodología constructiva. En primer lugar, es indispensable definir el tipo de arco y calcular su estribo o contrafuerte necesario para la estabilidad de la bóveda.

Durante los siglos XVI y XVII, mientras se desarrollaban los análisis científicos, se usaron las reglas de las proporciones, plasmadas en los textos de Alberti, en el Tratado de Palladio (1570) o en el Manuscrito de Rodrigo Gil de Hontañón (1550). Las reglas matemáticas de Gil de Hontañón serían similares a las planteadas por F. Blondel (1683). [Palaia, 1995, p.36-53]

A través del manuscrito de Ginés Martínez de Aranda somos capaces de discriminar los tipos de arcos legados de la tradición gótica francesa. En ellos observamos como el ancho del estribo es igual a un tercio del perímetro del arco proyectado sobre la línea de imposta. De igual forma, a través de la regla de Blondel también se divide “el total del perímetro en tres partes, pero el ancho del estribo viene definido por la duplicación de la línea diagonal tirada entre las cotas de cualquiera de los tercios extremos.” También debemos atender a la materialidad, la luz y la altura del arco en el cálculo del estribo. En general, “el arco apuntado es el que menos estribo necesita porque, cuanto más elevado sea el punto de un arco, más verticalmente se producirá el empuje y, cuanto más rebajado, el empuje será más oblicuo y necesitará mayores estribos.” Es decir, “el arco apuntado tiende a igualar las líneas de tensión, que son las marcadas por la curva de catenaria o de empujes.” [Gómez Martínez, 1998, p.164-165]

La línea de empujes es el lugar geométrico del punto de paso de los esfuerzos de planos de corte dados (Huerta, S., 2004) y representa la línea en la que las cargas están en equilibrio a través de la sección transversal del arco. Esta línea recae en el tercio medio de la sección del arco, estando toda la sección sometida a esfuerzos de compresión. [Palaia, 1995, p.65]

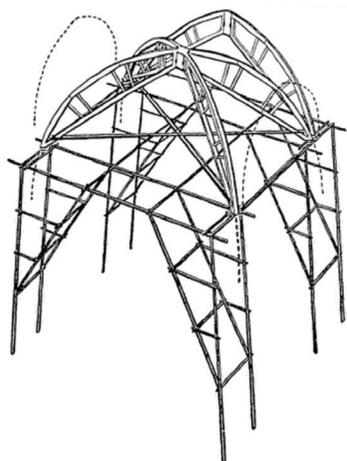


Fig.63. Cimbras y andamiaje para la construcción de una bóveda de crucería. Dibujo de Fitchen (The Construction of Gothic Cathedrals). [Rabasa, 2000, p.72]

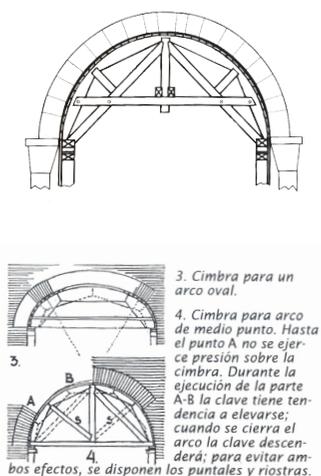


Fig.64. Cimbrado del arco de medio punto perpiña del coro. (izq.) [Archivo Histórico del Monasterio de El Puig, 1968], cimbrado para un arco de medio punto. (arr. der.) [Plaza, Morales y Martínez, 2013, p.114] y cimbras para un arco oval y para un arco de medio punto. [Thunnissen, 2012]

Para la construcción de bóvedas es necesaria una estructura auxiliar, habitualmente de madera, denominada cimbra. La cimbra es el armazón provisional utilizado para soportar una estructura durante su construcción hasta que sea capaz de hacerlo por sí misma. (Plaza, Morales y Martínez, 2013) "Las cimbras deben permanecer montadas varios meses después de cerrada la bóveda, aflojando paulatinamente los puntales para garantizar el correcto asiento de las piezas durante el proceso de fraguado." (Gómez Martínez, 1998, p.138) En el montaje de la cimbra se tiene que pensar directamente en cómo se va a descargar. La forma de la descarga influye en la magnitud del asiento de la bóveda tras su ejecución. La buena práctica antigua conllevaba que la cimbra se bajara ligeramente justo después que se cerrara la bóveda; se producían entonces pequeños movimientos y la bóveda se acomodaba, buscando su forma más adecuada. (Thunnissen, 2012, p.43)

Los intersticios creados entre la trama nervada son los plementos, cuyo conjunto forma el casco de la bóveda. Se trata de una capa envolvente con un grosor entre 15 y 20 cm., construida con ladrillo y yeso. La capa de mortero con que se cubre el trasdós de las bóvedas contribuye a cohesionar la estructura y a protegerla de la humedad. (Gómez Martínez, 1998, p.156) Las plementerías se pueden aparejar de dos formas diferentes: a la francesa, el método más usado, o a la inglesa. Un aparejo a la francesa consiste en disponer los ladrillos como si se tratara de una bóveda de arista, paralelos a los dos ejes ortogonales de la bóveda. (Palacios Gonzalo, 2009, p.112)

"La clave es la pieza de piedra que resuelve el encuentro de las nervaduras. Se compone de un cilindro central del que parten radialmente los distintos brazos que han de recibir los nervios." (Palacios Gonzalo, 2009, p.109) Según Gómez Martínez (1998) citando a Fitchen, "El arco apuntado, para su firmeza, necesita ser cargado en la clave y en sus tercios. En sus arranques, las dovelas tienden a abrirse por la línea del trasdós y en su tercio superior, las dovelas tienden a abrirse por la línea del intradós, empujando a la clave hacia arriba. El equilibrio se basa en reforzar los arranques por el trasdós (contrafuertes) y en colocar peso sobre la clave."

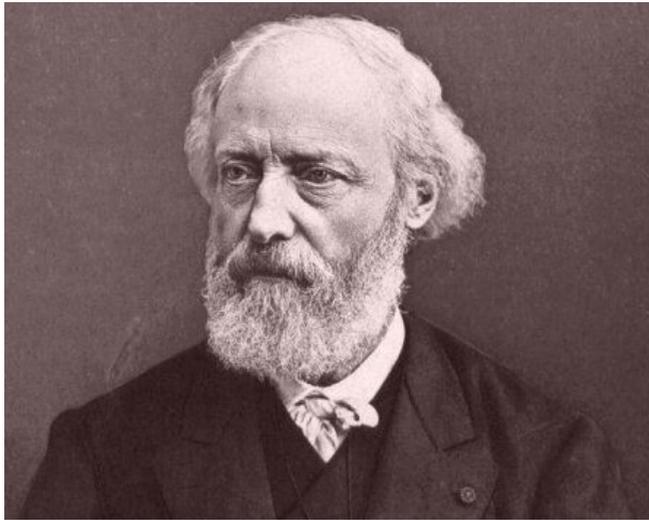


Fig.65. Viollet-le-Duc, 1814-1879. [Tournachon, G. (Nadar), s.XIX]

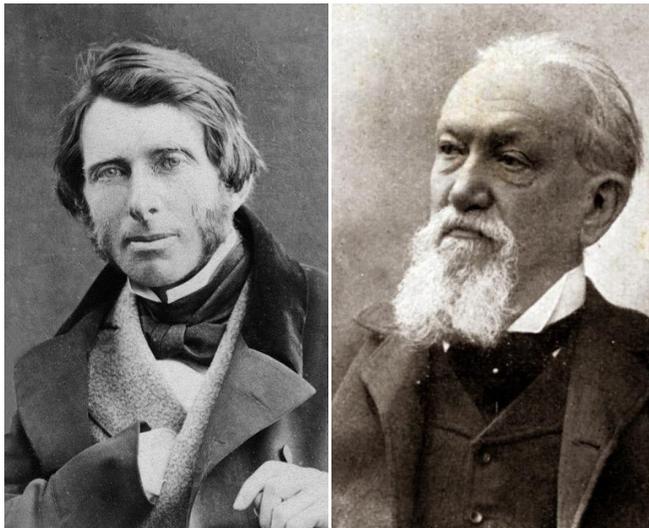


Fig.66. John Ruskin, 1819-1900 [W. & D. Downey, s.XIX] y Camillo Boito, 1836-1914 [Varischi, Artico e C., s.XIX]

En términos generales, se entiende por restauración cualquier intervención realizada para devolver la eficacia a un producto de la actividad humana, siendo aplicable a todo tipo de objetos. (Macarrón, 2007, p.48)

En el siglo XIX se realizó un giro de valoración de la Edad Media y del arte gótico. Fue así, que Viollet-le-Duc buscaba revivir las obras, la restauración “estilística”, y Ruskin defendía lo contrario, pero ambos desde una visión y valoración positiva del gótico.

### Viollet-le-Duc

“Restaurar un edificio significa restablecerlo en un grado de integridad que pudo no haber tenido jamás”

Con esta cita, podemos entender perfectamente el criterio de restauración propuesto por le-Duc. Un tipo de reconstrucción donde la libertad y la invención tienen especial presencia y donde lo que importa es la unidad formal, la unidad estilística y, sobre todo, la forma ideal que tuvo o no el edificio. Le-Duc busca la pureza del estilo, incluso completando el estilo del edificio que hubiera quedado inconcluso con una actitud típicamente decimonónica.

Para le-Duc era necesaria una discreción religiosa, una renuncia completa a toda idea personal, y en los problemas nuevos, cuando se deban añadir partes nuevas aunque no hayan existido nunca, es preciso situarse en el lugar del arquitecto primitivo y suponer qué cosa haría él si volviera al mundo y tuviera delante de sí el mismo problema. (Dictionnaire Raisonné de l'Architecture française citado en Macarrón, 2007, p.48)

Fue Martín Laviña, el primer arquitecto que aplicó los criterios de Viollet-le-Duc en España, concretamente en la catedral de León.

Vicente Lampérez, discípulo de le-Duc, hablaba de monumentos muertos, que tan sólo se deben conservar a través de la consolidación, y monumentos vivos, donde se tenía que usar el estilo primitivo del monumento. (Macarrón, 2007, p.48)



Fig.67. Grabado de la catedral de Notre Dame (París) a finales del siglo XIX, tras la intervención de le-Duc. [Alexandre Delauney, s.XIX]



Fig.68. Dibujo del palacio Contarini-Fasan de Venecia y de la capilla de Roslin [John Ruskin, s. XIX]

### John Ruskin

“Contar las piedras como se haría con las joyas de una corona; poner centinelas a su alrededor, como se haría con las puertas de una ciudad asediada; Al final llegará su hora y que ningún deshonroso y falso añadido lo prive del oficio fúnebre del recuerdo.”

La antítesis de Le-Duc la encontramos en Ruskin. Sociólogo y literato londinense no concebía la libertad como un factor a la hora de restaurar. Para Ruskin la obra de arte en algo místico que hay que respetar de forma casi religiosa, lo cual se traduce en la no intervención.

### Camillo Boito

“Los monumentos documentan toda la historia de la humanidad. Deben ser preferentemente consolidados antes que reparados y reparados antes que restaurados evitando las renovaciones y adiciones. En caso de precisar de éstas, se realizarán sobre datos seguros, con caracteres y materiales distintos y distinguibles, llevando un signo de identificación o la fecha de restauración. Todos los añadidos de cualquier época deben respetarse y las adiciones modernas no deberán interferir la unidad de la imagen, respetándose la forma del edificio.”

Camillo Boito sentó los preceptos de la alternativa a Ruskin y le-Duc. Dichas tesis quedaron recogidas en la conferencia de Turín en 1884 y quedaron resumidas en los siguientes puntos: la diferencia de estilo entre lo nuevo y lo antiguo, la diferencia de materiales de fábrica, supresión de ornamentos, exposición con los elementos trastocados, signo convencional o grabado con la fecha de la restauración, inscripción explicativa sobre el monumento restaurado, descripción de las etapas del trabajo, publicación de los trabajos y notoriedad.

Se trata de un intento de legislación restauradora frente al intervencionismo libre de le-Duc y la contemplación mística de Ruskin.



Fig.69. Leopoldo Torres Balbás, 1888-1960.  
[González-Capitel Martínez, A., 2012]



Fig.70. El Partal de la Alhambra de Granada, antes y después de la restauración de Torres Balbás. [González-Capitel Martínez, A., 2012]

Como hemos visto, en el siglo XIX se perfilan dos grandes tendencias, por un lado los partidarios de la restauración radical y por otro los defensores de una intervención mínima, más conservadora. En el siglo XX aumentan los debates sobre los criterios en la restauración y se realizan diversos congresos internacionales, quedando recogidos en diferentes cartas:

### Carta de Atenas (1931)

La carta de Atenas fue el resultado de la conferencia de Atenas, donde tomaron parte activa Gustavo Giovannoni, Paul León y L. Torres Balbás.

La conferencia de Atenas hace mención a la restauración en su artículo 2, en el cual recomienda, en los casos en los que la restauración sea indispensable, respetar la obra histórica y artística del pasado, sin menospreciar el estilo de ninguna época. En su artículo 4, se constata una tendencia común en las técnicas expuestas: “cuando se trata de ruinas, se impone una escrupulosa labor de conservación y, cuando las condiciones lo permitan, es recomendable volver a su puesto aquellos elementos originales encontrados (anastilosis), siendo los materiales nuevos siempre reconocibles.” En su artículo 5, se aprobó el uso del homigón armado como recurso para la consolidación de edificios antiguos, si bien los medios modernos de refuerzo debían estar disimulados para no alterar el aspecto y carácter del edificio a restaurar.

### Carta de Venecia (1964)

Se hace referencia en primer lugar a la interdisciplinariedad de la conservación y la restauración. En su artículo 9 se establece la restauración como una operación con carácter excepcional, que debe conservar y revelar los valores estéticos e históricos del monumento, respetando la esencia antigua y los documentos auténticos. En su artículo 11 se dispone que las valiosas aportaciones de todas las épocas en la edificación de un monumento deben ser respetadas, dado que la unidad de estilo no es un fin a conseguir en una obra de restauración. Así como, se indica que el juicio sobre la decisión de la eliminación de algún elemento o del estilo propio no puede depender únicamente del autor del proyecto.



Fig.71. Cesare Brandi, 1906-1988. [Cesarebrandi.org, s.XX]



Fig.72. Teatro romano de Sagunto, antes (1984) y después de la restauración de Grassi y Portacelli. [Macarrón Miguel, A.M., 2007]

### Carta del Restauro (1972)

Cesare Brandi, principal autor de dicha carta, definiría la restauración como “el momento metodológico del reconocimiento de la obra de arte en su consistencia física, y en su doble polaridad, estética e histórica, en vistas a su transmisión al futuro”.

La Carta italiana del Restauro define la conservación como el conjunto de actuaciones de prevención y salvaguardia referidos a asegurar una duración pretendidamente ilimitada a la configuración material del objeto. En su artículo 4 “se entiende por restauración cualquier intervención encaminada a mantener vigente, a facilitar la lectura y transmitir íntegramente al futuro las obras de arte y los objetos definidos en los artículos precedentes.” Se recuerda la necesidad de considerar todas las operaciones de restauración bajo un perfil sustancialmente conservador, respetando todos los elementos añadidos y evitando en todo caso intervenciones innovadoras de o de reprimario. Constituye una exigencia fundamental de la restauración el respetar y salvaguardar la autenticidad de los elementos constructivos.

Según cita Macarrón Miguel en su libro ‘La conservación y la restauración en el siglo XX’ (2007, p.162), el teatro de Sagunto es un ejemplo del uso incorrecto de los principios de Brandi, quien recomienda que la reintegración no interfiera en la lectura de la obra. Para Macarrón los arquitectos no respetaron la ruina y plantearon un graderío fijado a la antigua piedra.

### Carta de Cracovia (2000)

Inspirados en el espíritu de la carta de Venecia, la Conferencia Internacional sobre Conservación de Cracovia se produjo con la entrada en el nuevo milenio y la unificación europea. En sus artículos 3 y 4 se menciona que la conservación del patrimonio edificado se debe llevar a cabo según el proyecto de restauración, que incluye la estrategia para su conservación a largo plazo. Del mismo modo, debe evitarse la reconstrucción en “el estilo del edificio” de partes enteras del mismo.



Fig.73. Román Jiménez, arquitecto de la restauración del coro.  
[Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia, 2017]

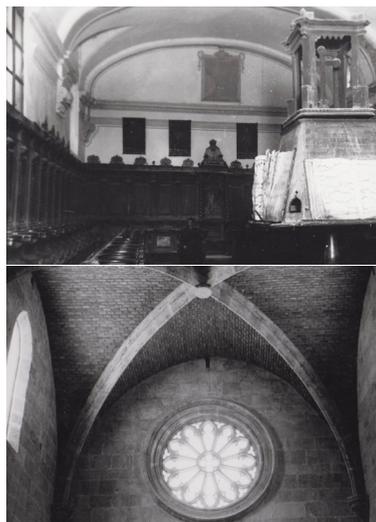


Fig.74. Coro de la iglesia, antes y después de la restauración de Román Jiménez. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig]

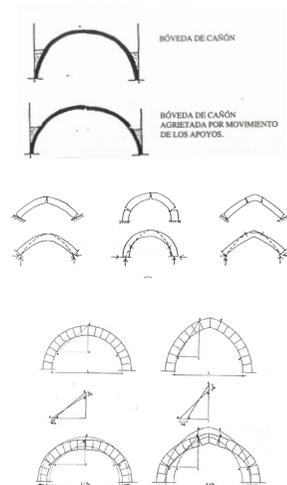


Fig.75. Lesiones en bóvedas de cañón. Grietas en arcos por disminución de luz entre apoyos. [Palaia y Abdilla, 1996, p.71] y movimientos en los apoyos y en la clave [Huerta, S., 2004, p.123]

La restauración de la iglesia de Santa María de El Puig tuvo comienzo el 14 de mayo de 1962, después de una visita del alcalde de Valencia, A. Rincón Arellano. La obra, financiada por la Diputación de Valencia, comenzó con la portada de la iglesia. El estado de la portada era lamentable, ya que los fustes de las columnas habían desaparecido, las basas estaban completamente destrozadas, los capiteles e impostas se encontraban muy deteriorados, las molduras rotas, el óculo ciego y partido por la cornisa. La restauración también incluía la reparación de los relieves de la fachada principal. La última escena fue completamente restaurada en 1964.

A la restauración de los principales elementos de la iglesia prosiguió la intervención en el coro. Como ya hemos mencionado, el arquitecto Román Jiménez comandó la obra de restauración junto a Juan Segura, iniciada en 1968. Ambos determinaron que la estructura de la bóveda de cañón carpanel del siglo XVII estaba profundamente debilitada debido a problemas estructurales en el apoyo del muro sur. Como recoge Palaia Pérez en su libro '*Técnicas de intervención en arcos, bóvedas y cúpulas*' los problemas estructurales en bóvedas se pueden evidenciar en pequeñas grietas en el intradós o extradós debidas a tensiones de flexión o a grietas producidas por esfuerzos de tracción. Estas lesiones en arcos y bóvedas se deben a una patología característica que consiste en la separación de los apoyos. Si bien en la única fotografía histórica del coro predecesor no se aprecian grietas a simple vista, debemos tener en cuenta la evolución del coro en más de medio siglo en estado de degradación hasta la restauración.

Se llevó a cabo la intervención por considerar que el estado estructural de la bóveda de cañón era aciago. La actuación llevada a cabo en la iglesia "se trató ante todo de una repriminación, una vuelta al origen desvelando el blanco velo que tapaba la tectónica cisterciense." (Domínguez, 1992, p.265) Sin embargo, la actuación en el coro supuso una interpretación al estilo gótico como nunca antes se había planteado en dicho espacio, pues recordemos que no existen datos anteriores al siglo XVII. Por tanto, debemos evidenciar que dicha restauración no sigue las pautas definidas en las cartas de Atenas o Venecia, siendo más propia de los planteamientos estilísticos de le-Duc.

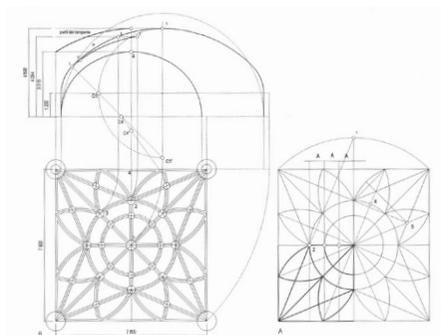


Fig.76. Bóveda de la sacristía vieja de la catedral de Sevilla, 1537. [Palacios Gonzalo, 2009]

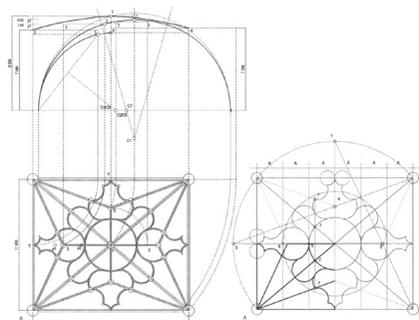


Fig.77. Bóveda del crucero de la colegiata de Zafra (Badajoz, s.XVI). [Palacios Gonzalo, 2009]

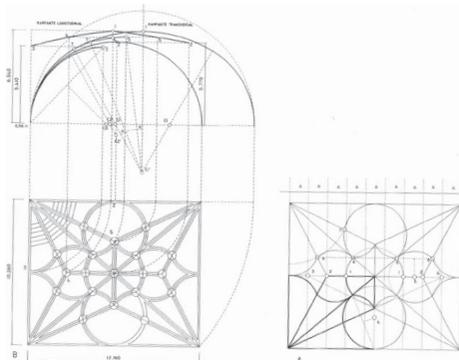


Fig.78. Bóveda de la capilla de la sacristía de la catedral de Segovia. [Palacios Gonzalo, 2009]

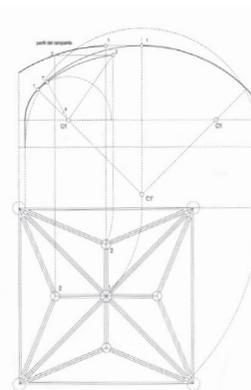


Fig.79. Bóveda de crucería con terceletes, cuyos arcos son ovales. [Palacios Gonzalo, 2009]

La restauración del coro de la iglesia de El Puig definió un nuevo espacio coral. Las reconstrucciones de los muros sur y oeste acotaron una planta trapezoidal, cuya desviación angular llevó a la construcción de dos bóvedas de crucería con arcos de aparente trazado oval. Dada la peculiaridad de dichos arcos, es interesante recoger diferentes ejemplos de bóvedas de crucerías ovales. Según recoge Palacios Gonzalo en su libro 'La cantería medieval, la construcción de la bóveda gótica española', las bóvedas de crucería oval son aquellas en las que los arcos diagonales, en lugar de semicircunferencias, son arcos de tres centros.

Según Palacios Gonzalo, en este tipo de bóvedas, solamente los arcos diagonales y perpiaños son óvalos completos, el resto de arcos, terceletes y formeros, suelen ser una porción del arco oval diagonal.

#### Bóveda de la sacristía vieja de la catedral de Sevilla (1537)

Bóveda compleja de 24 claves y 8 terceletes construida por Diego de Riaño. En el análisis geométrico efectuado por Palacios Gonzalo, podemos observar que sus arcos diagonales son ovales y peraltados en su arranque. Los arcos formeros son óvalos, próximos a la semicircunferencia.

#### Bóveda del crucero de la colegiata de Zafra (Badajoz, s.XVI)

Bóveda de crucería estrellada de planta rectangular y 17 claves, de cuya clave central se puede apreciar a 60 cm por debajo de la clave del arco de medio punto, siendo su arco crucero de trazado oval.

#### Bóvedas de la capilla de la sacristía de la catedral de Segovia (1572)

Bóveda de crucería con terceletes construida por Rodrigo Gil. Los arcos diagonales son carpaneles de tres centros, que en sus arranques son tangentes a la vertical.



## 5. Bóvedas del coro de la iglesia de Santa María. Levantamiento gráfico.

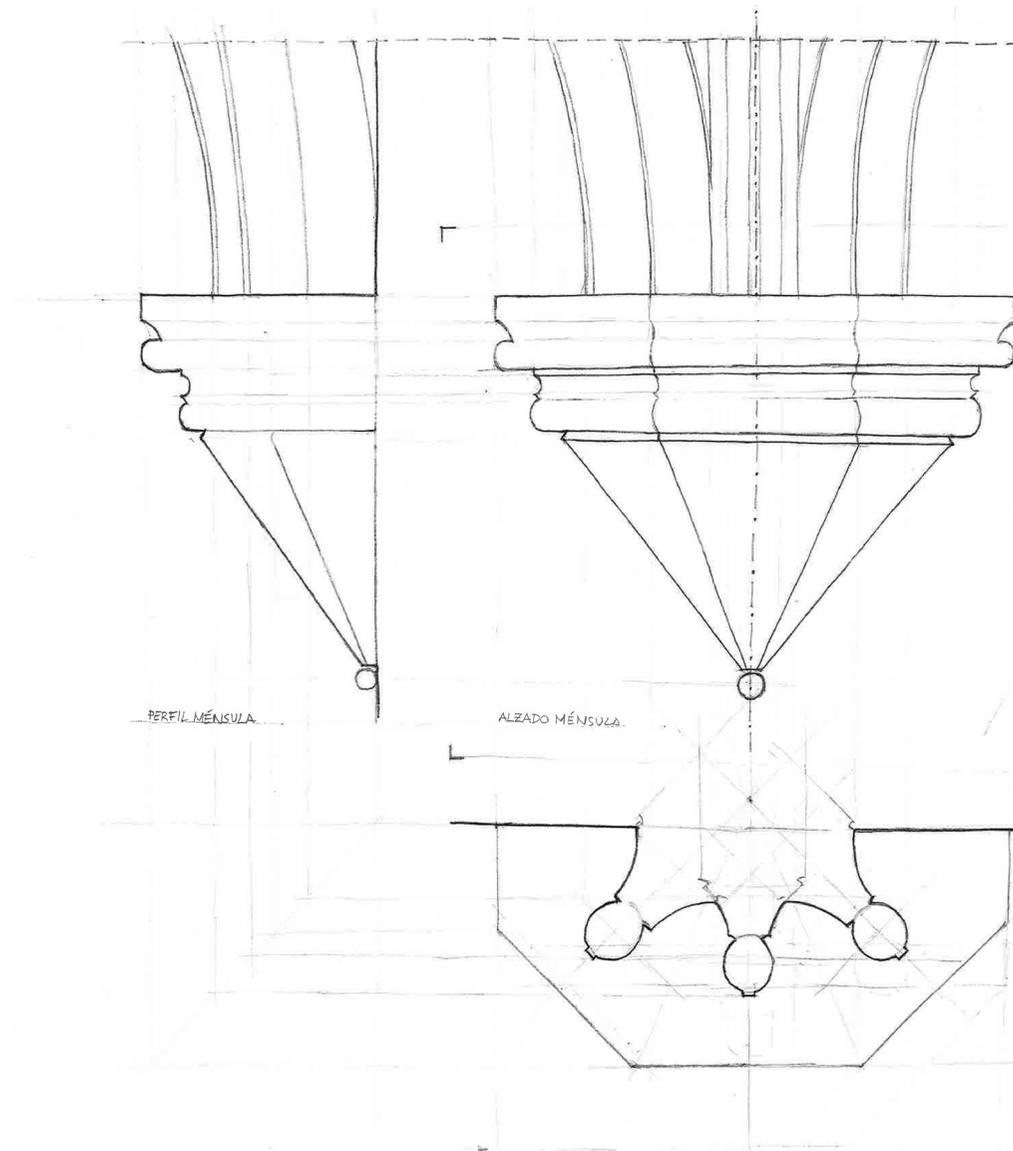


Fig.80. Croquis de la ménsula de pared del coro.  
[Dibujo propio, 2018]

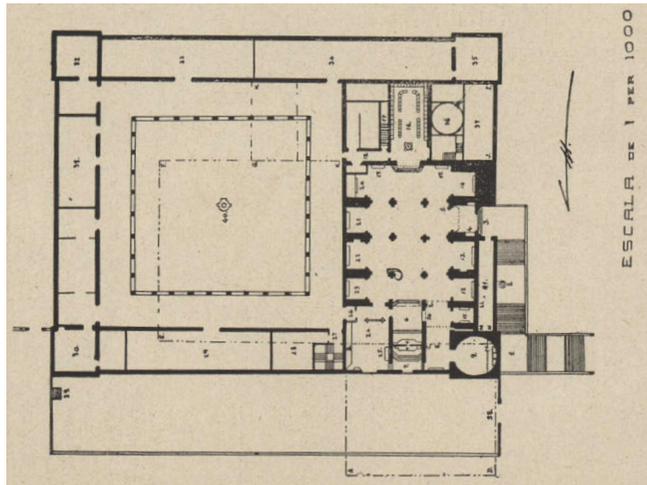


Fig.81. Planta de la iglesia y del monasterio a principios del siglo XX. [Barberá, F.,1915]

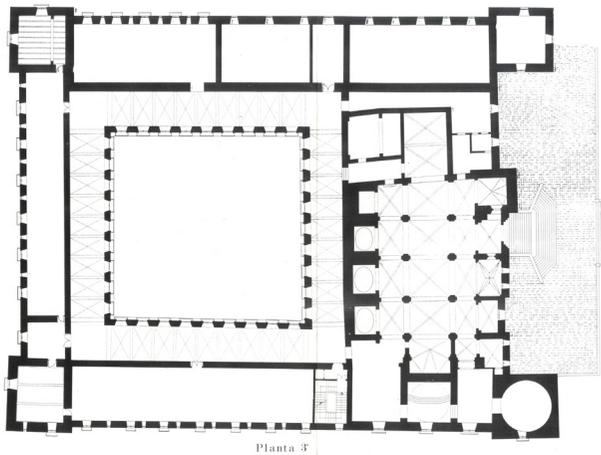


Fig.82. Planta de la iglesia y del monasterio tras la restauración de 1968. [Domínguez Rodrigo, 1992]

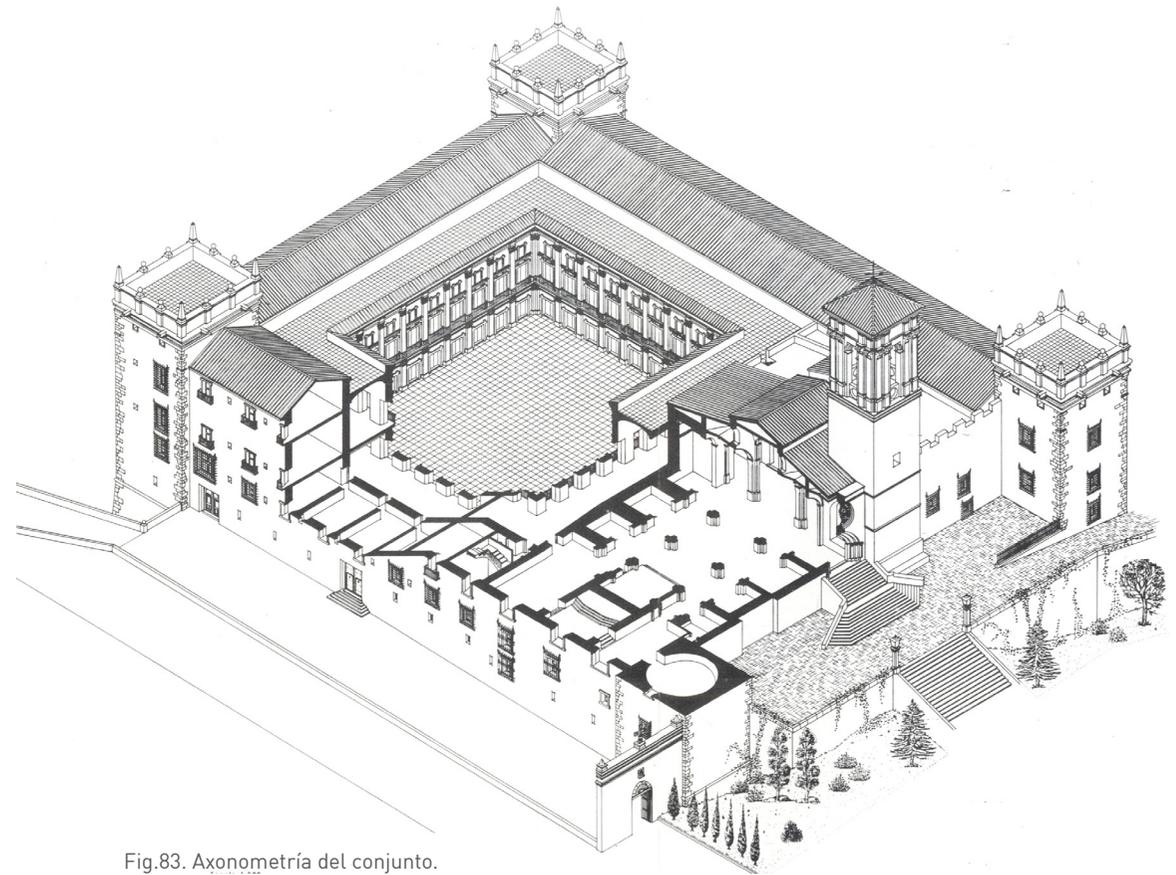


Fig.83. Axonometría del conjunto. [Domínguez Rodrigo, 1992]



Fig.84. Panorámica pasillos del Monasterio. [Imagen propia, 2018]



Fig.85. Vista aérea Monasterio de El Puig, S.XX.  
[Diez Arnal, J., 2018]



Fig.86. Vista aérea Monasterio de El Puig, S.XXI.  
[Diez Arnal, J., 2018]

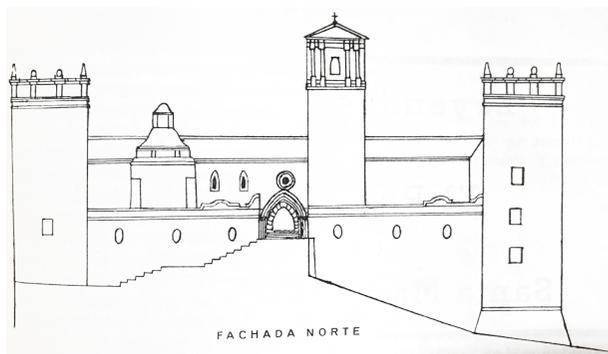


Fig.87. Fachada norte antigua del Monasterio de El Puig  
[Revista Monasterio de El Puig, 1966]

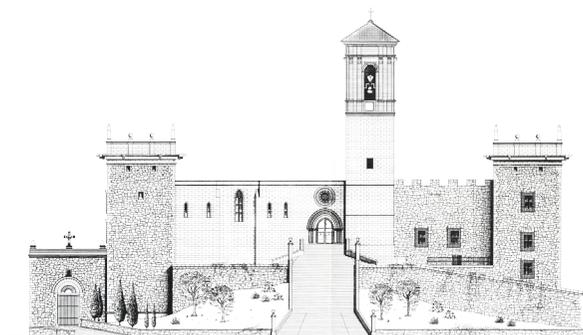


Fig.88. Fachada norte restaurada del Monasterio de El Puig  
[Domínguez, 1992]



Fig.89. Entrada a la iglesia de Santa María de El Puig.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.90. Rehabilitación de la fachada norte Monasterio de El Puig. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig]



Fig.91. Fachada norte Monasterio de El Puig. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig]

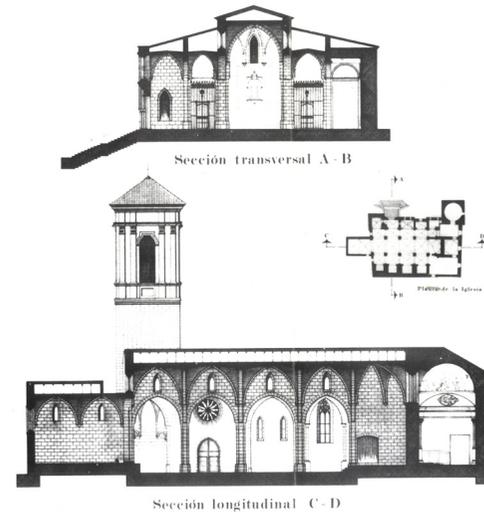
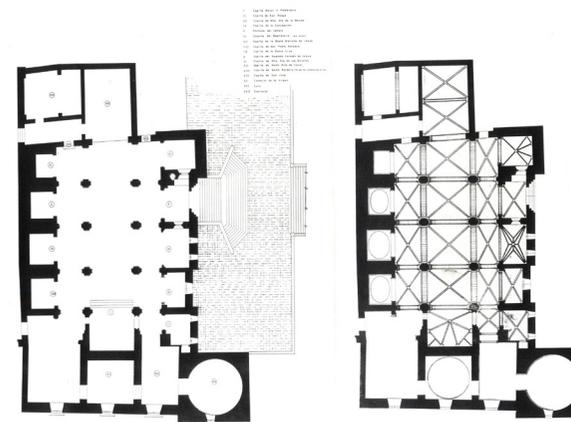


Fig.92. Secciones de la iglesia. [Domínguez, 1992]



Plantas de la Iglesia

Fig.93. Plantas de la iglesia de Santa María. [Domínguez, 1992]



Fig.94. Fachada norte Monasterio de El Puig.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.96. Pasillo Monasterio de El Puig.  
[Imagen propia, 2018]

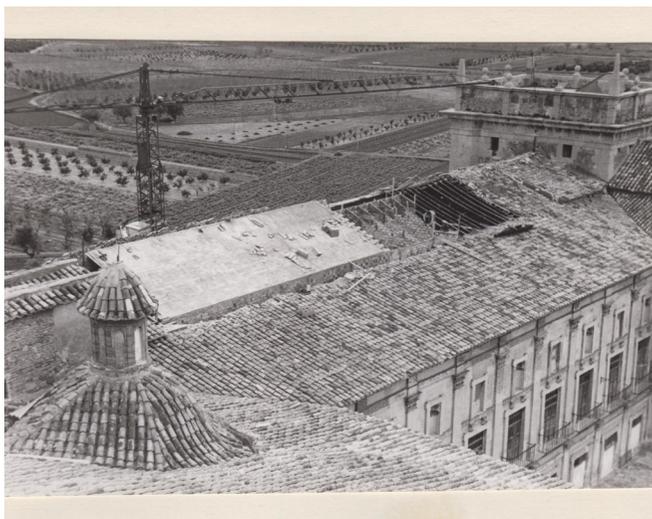


Fig.95. Rehabilitación de la cubierta del Monasterio.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.97. Cubierta del patio del Monasterio de El Puig.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.98. Nave central de la iglesia a principios del siglo XX.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig]



Fig.99. Nave central de la iglesia tras la restauración del siglo XX.  
[Guía Histórico-Artística del Real Monasterio de El Puig de Santa María, 1973]



Fig.100. A la izquierda: capilla Baptisterio. A la derecha: capilla de la Inmaculada. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.101. A la izquierda: capilla de la Merced. A la derecha: capilla del padre Jofre. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

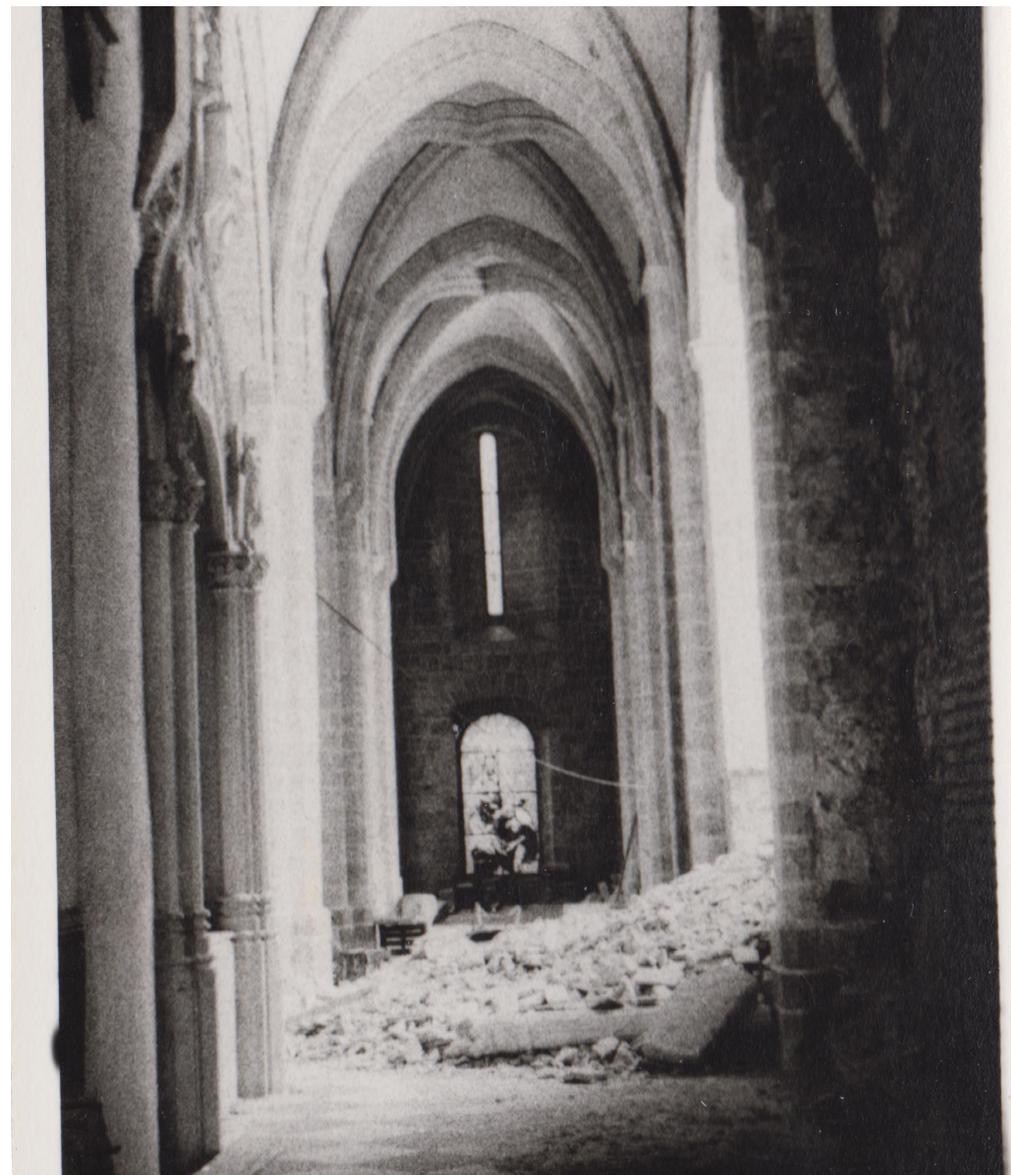


Fig.102. Imagen de la nave lateral de la iglesia y el desplome de la bóveda de la capilla de la Inmaculada. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

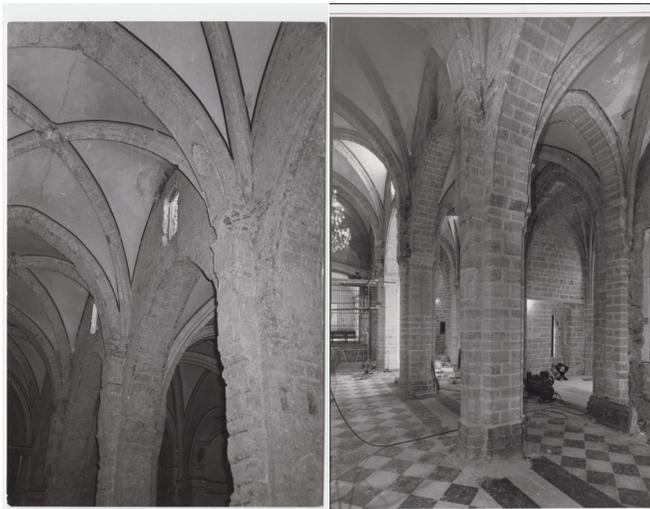


Fig.103. Naves laterales de la iglesia en su restauración.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1970]



Fig.105. Nave central iglesia de El Puig.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.104. Nave central de la iglesia en su restauración.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1970]



Fig.106. Nave central de la iglesia tras su restauración.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1967]



Fig.107. Obras de restauración en el coro. s.XX  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1969]

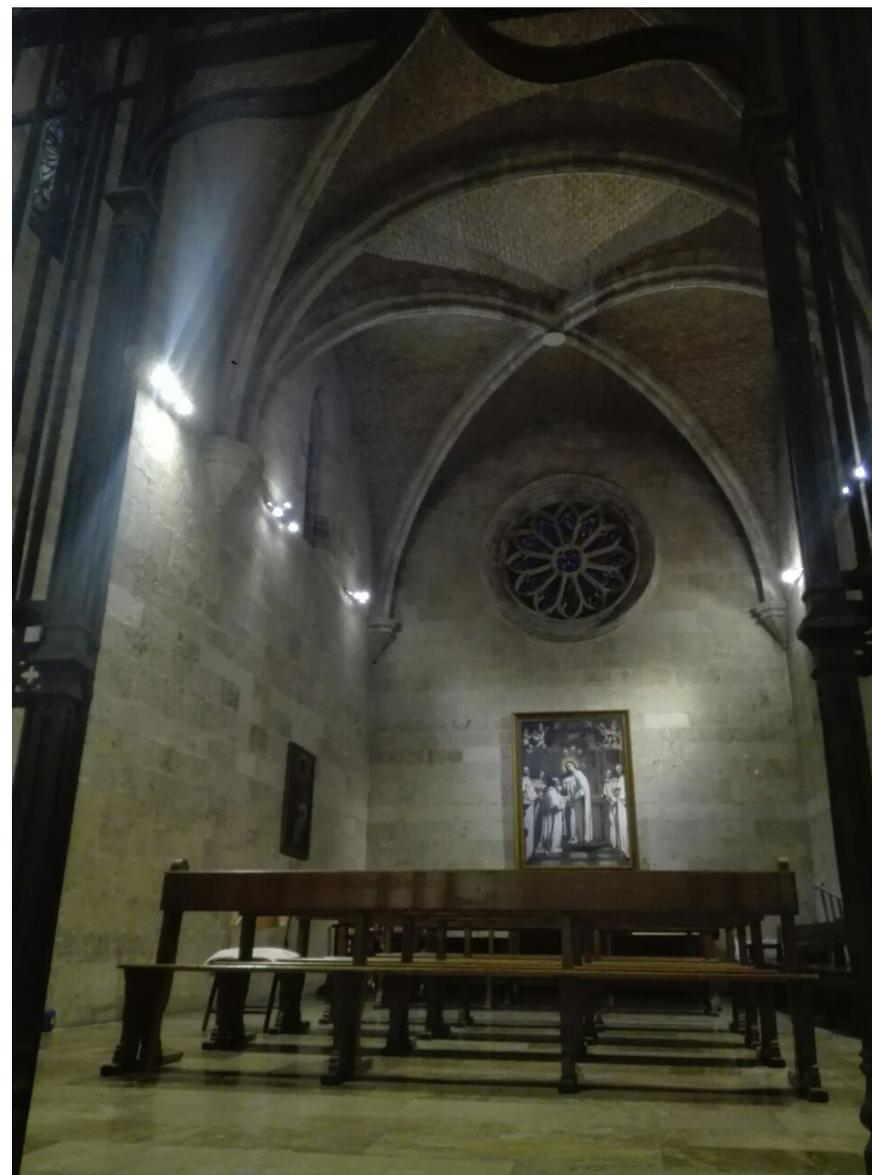


Fig.108. Entrada al coro desde la nave central de la iglesia.  
[Imagen propia, 30/11/17]

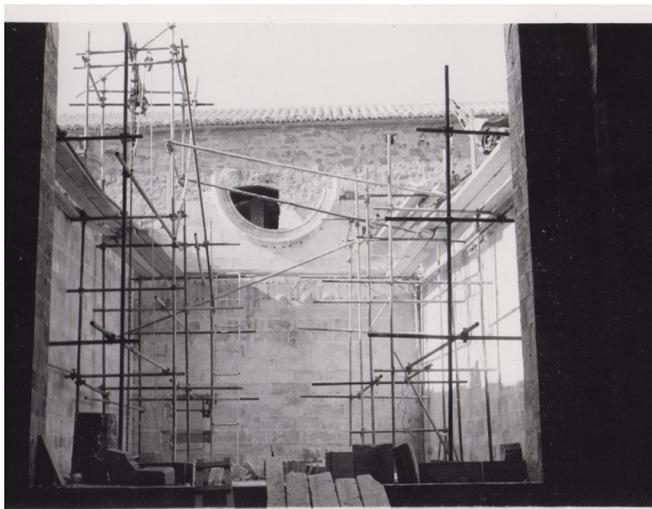


Fig.109. Construcción del rosetón del coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

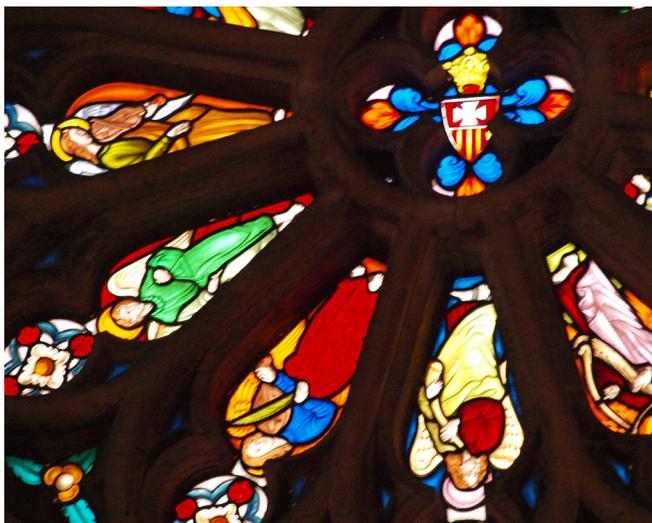


Fig.110. Detalle vidrieras del rosetón del coro.  
[Imagen propia, 2018]

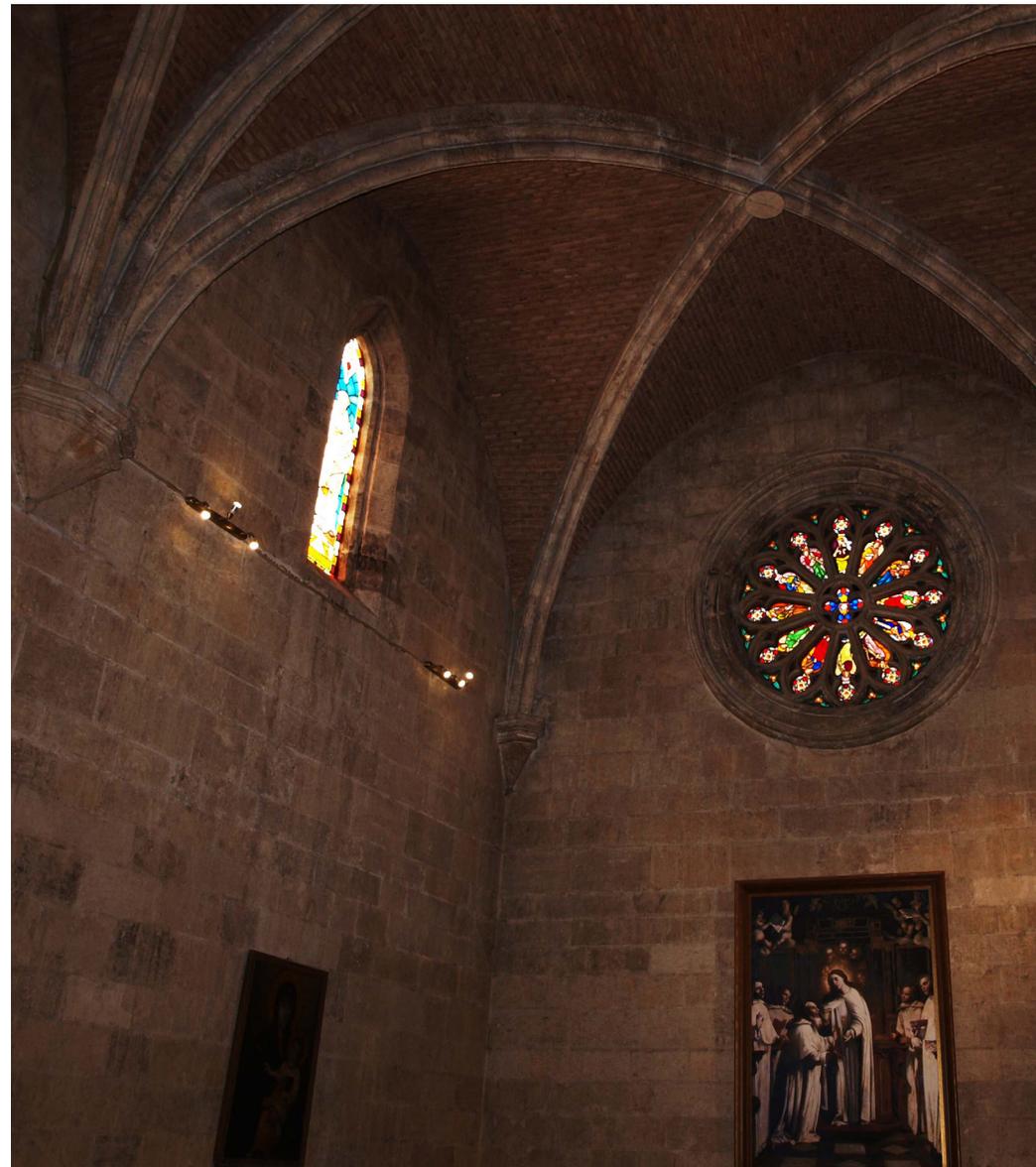


Fig.111. Arco formero y rosetón del coro.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.112. Desmonte del antiguo coro. Imagen desde la nave central. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.114. Estado actual del coro. Imagen desde la nave central. [Imagen propia, 30/11/17]



Fig.113. Trasdós de la antigua bóveda de cañón del antiguo coro. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.115. Trasdós de las bóvedas de crucería realizadas en la restauración de 1968. [Imagen propia, 1/2/18]



Fig.116. Paso superior en la cubierta del coro. Al fondo la cubierta y el patio del Monasterio. [Imagen propia, 1/2/18]



Fig.118. Paso superior en la cubierta. A la izquierda la cubierta ventilada a dos aguas del coro. A la derecha ventana que corona el arco de entrada al coro e ilumina la nave central. [Imagen propia, 1/2/18]



Fig.117. Desmante del antiguo coro quedando vista la fachada oeste de la nave central de la iglesia. En ese punto se construiría el paso superior en la cubierta del coro. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.119. Javier Magán en las escaleras de paso sobre la cubierta del coro. [Imagen propia, 1/02/18]



Fig.120. Reconstrucción del muro sur del coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.122. A la izquierda: trasdós del muro sur. A la derecha: intradós del muro sur. [Imágenes propias, 2018]



Fig.121. Construcción del dintel de las ventanas y el arco central.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.123. Trasdós del muro sur, con el contrafuerte a la altura del arco central. [Imagen propia, 1/2/18]



Fig.124. A la izquierda: separación del coro de la fachada del Monasterio. A la derecha: construcción del rosetón en el muro oeste. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

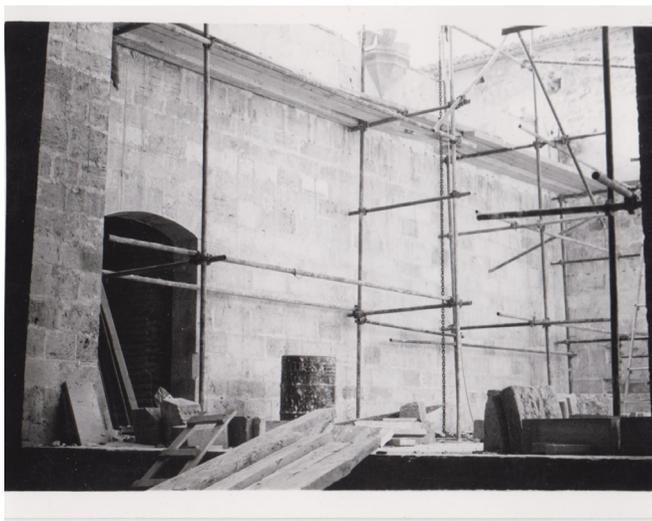


Fig.125. Reconstrucción del muro sur del coro. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.126. Espacio entre el muro oeste y la fachada del monasterio. Anteriormente el coro ocupaba este espacio y su longitud era mayor. [Imagen propia, 2018]



Fig.127. Estado actual del trasdós del muro sur del coro a la altura de la cubierta del Monasterio. [Imagen propia, 2018]



Fig.128. Construcción de la cubierta del coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.130. Estado actual del trasdós de las bóvedas del coro.  
[Imagen propia, 1/2/18]



Fig.129. Construcción del arco central del coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.131. Vista cenital del arco central del coro.  
[Imagen propia, 1/2/18]

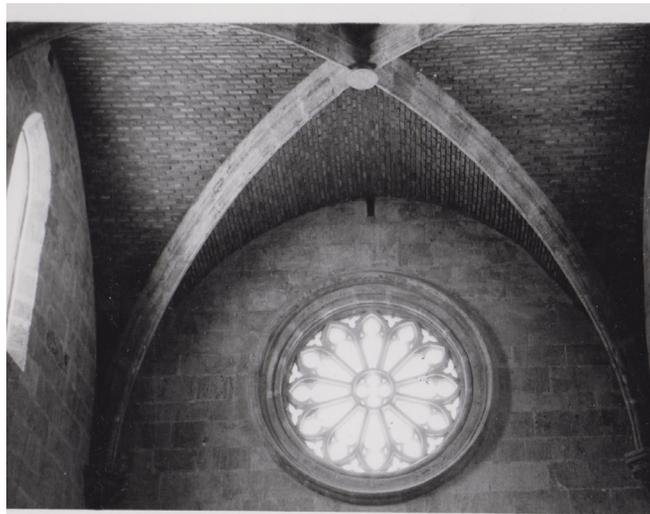


Fig. 132. Finalización de la obra de restauración del coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1969]

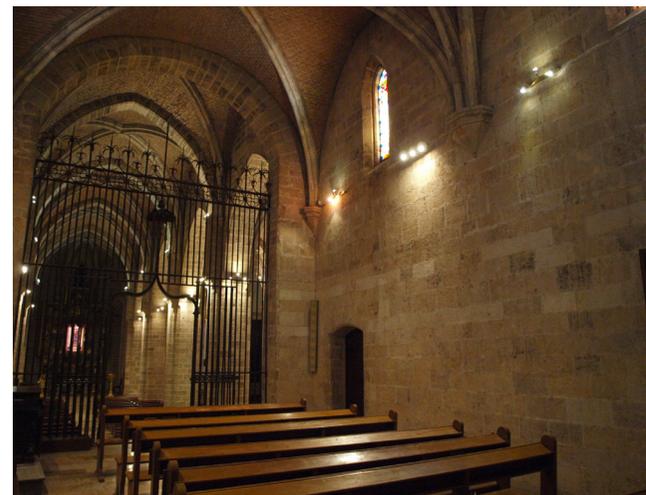


Fig. 134. Muro sur del coro, con la puerta al pasillo de la sacristía.  
[Imagen propia, 2018]



Fig. 133. Andamiaje para la construcción de las bóvedas del coro.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

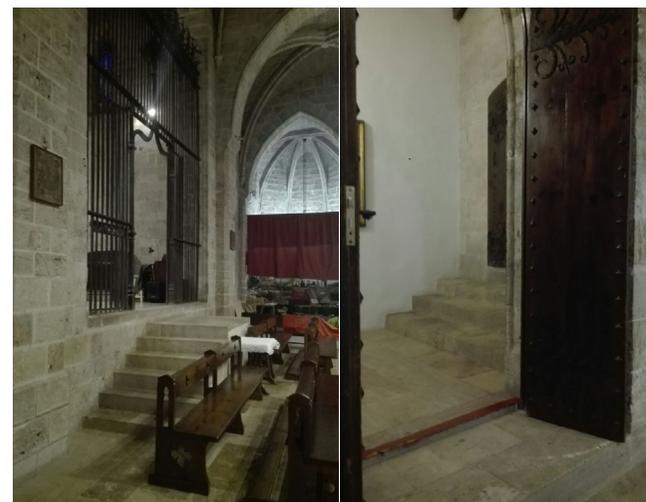


Fig. 135. Entrada principal este y entrada secundaria sur desde la nave lateral de la iglesia. [Imágenes propias, 3/1/2018]



Fig.136. Construcción de la cubierta y del patio contiguo. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.138. Fachada norte del coro y patio contiguo. [Imágenes propias, 1/2/18]

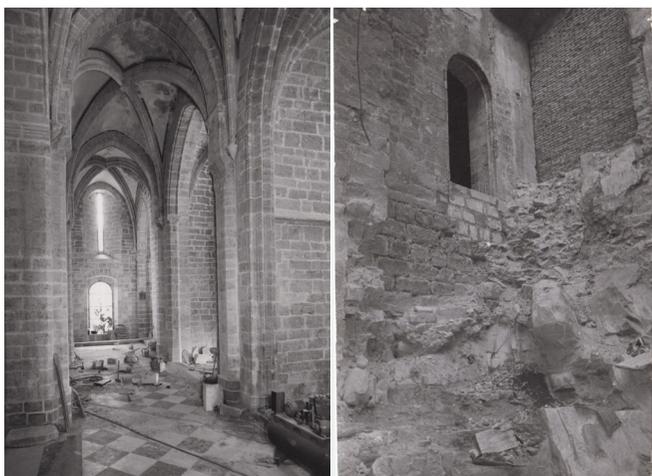


Fig.137. A la izquierda: nave lateral de la iglesia. A la derecha: muro norte del coro y exterior de la iglesia con la antigua puerta de entrada a la nave lateral. [Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1968]



Fig.139. Patio junto al muro norte. Se puede apreciar en la restauración del muro el vestigio de la antigua puerta lateral. [Imágenes propias, 2018]

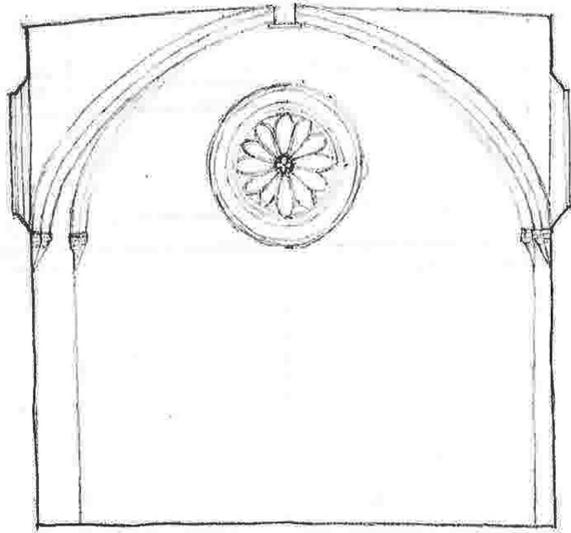


Fig.140. Croquis de la proyección de los arcos diagonales del coro.  
[Dibujo propio, 30/11/18]

Mediante este Trabajo final de Grado se busca acercar la mirada a la representación geométrica y el levantamiento de bóvedas de crucería en espacios irregulares, así como a la restauración de bóvedas de crucería. Dado que gran parte de las bóvedas góticas de crucería simple se construyen en espacios regulares, cuadrados o rectangulares, los arcos cruceros son arcos de circunferencia, con un único centro. Sin embargo, en este caso se trata de un espacio irregular, cuya planta tiene forma trapezoidal con una variación angular noroeste de dos grados y medio y de tres grados y medio en el ángulo suroeste. Es por tanto significativa dicha variación para llevar a cabo un análisis de los arcos de las bóvedas de crucería del coro, dado que difícilmente podrán trazar arcos de circunferencia al no tener la misma longitud dichos arcos ni el mismo número de dovelas.

De esta manera, se ha llevado a cabo una toma de datos in-situ con el fin de definir la geometría espacial del coro. A través de un tablero y láminas se ha dibujado a mano alzada croquis en planta y sección, siguiendo las proporciones del conjunto coral.

Así podemos llevar a cabo un estudio de dichos arcos, que a priori deberán trazar arcos ovales con tres centros o elípticos con sus focos, que corresponderán a la geometría que apoya en cada una de la seis ménsulas del coro. A su vez, el arco fajón situado entre las bóvedas se dispone entre los muros norte y sur y dado que la distancia entre ambos es aproximadamente el doble que la altura del arco, podemos suponer inicialmente un arco de circunferencia.

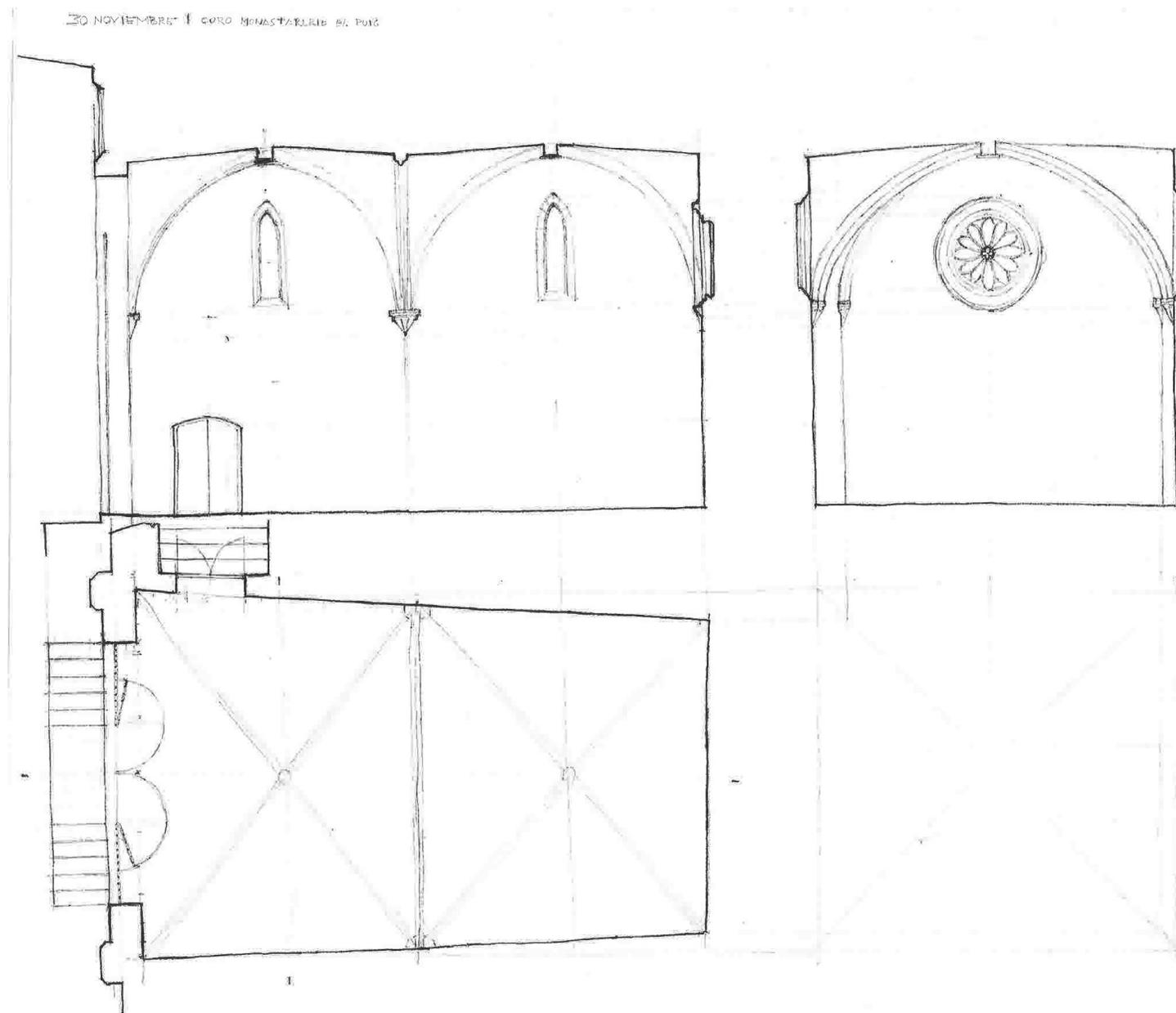


Fig.141. Croquis planta y secciones verticales del coro.  
[Dibujo propio, 30/11/18]

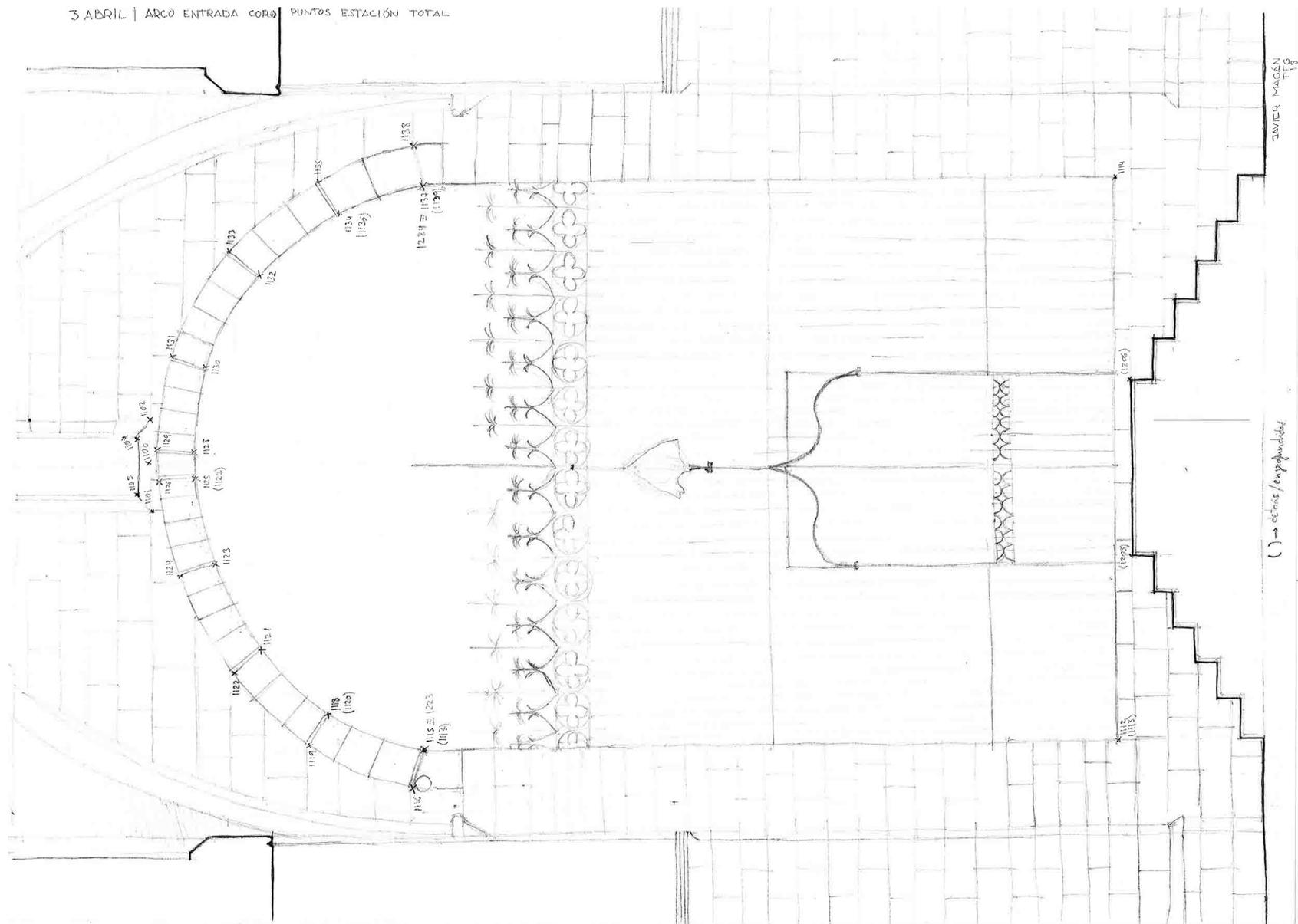


Fig.142. Croquis de la entrada al coro desde la nave central.  
Sección transversal por la escalinata de acceso. [Dibujo propio, 3/04/18]

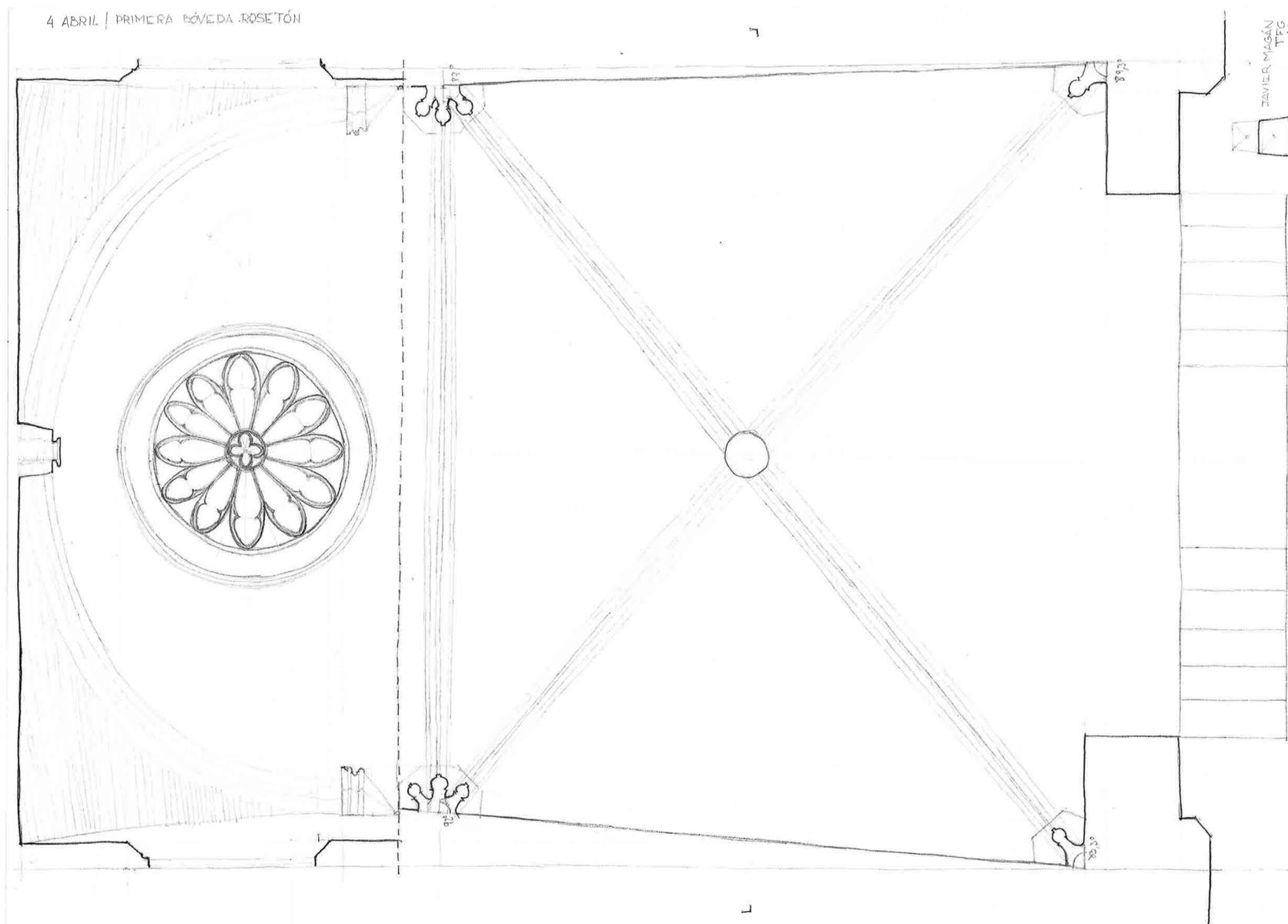


Fig.143. Croquis de uno de los tramos de las bóvedas del coro.  
Planta y sección transversal. [Dibujo propio, 4/04/18]

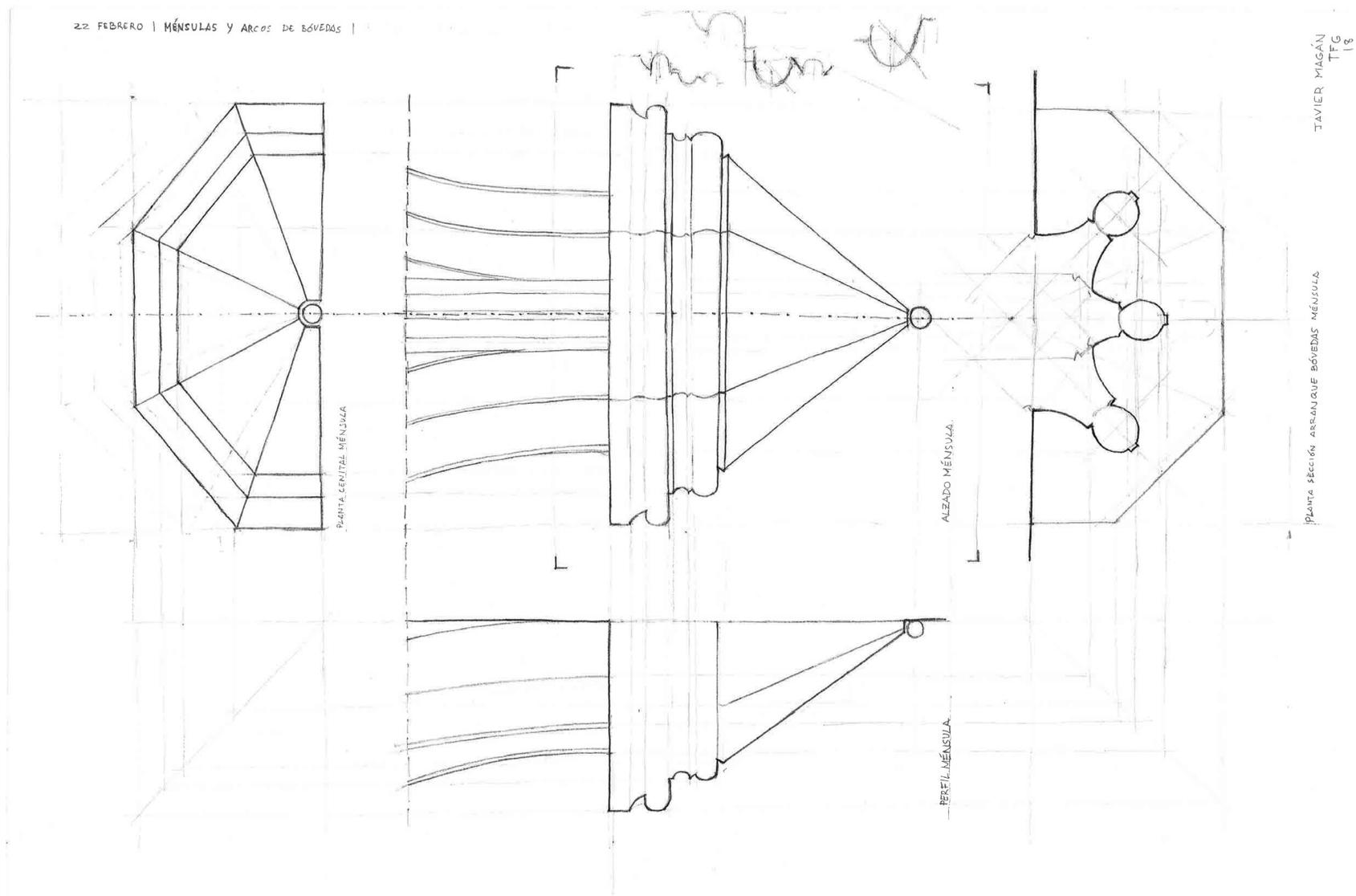


Fig.144. Croquis ménsula .  
[Dibujo propio, 22/03/18]

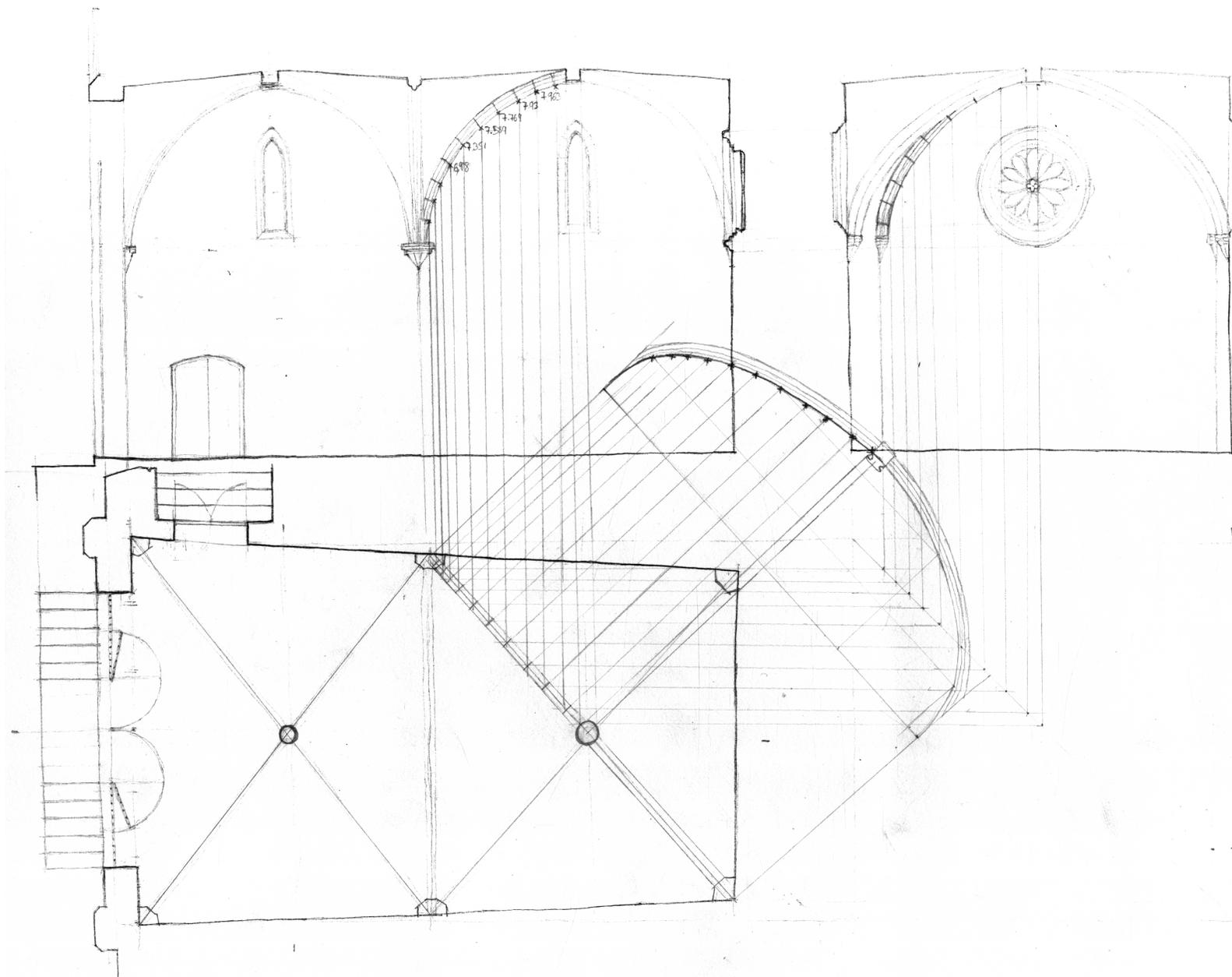


Fig.145. Croquis abatimiento del arco diagonal de la bóveda.  
[Dibujo propio, 2019]

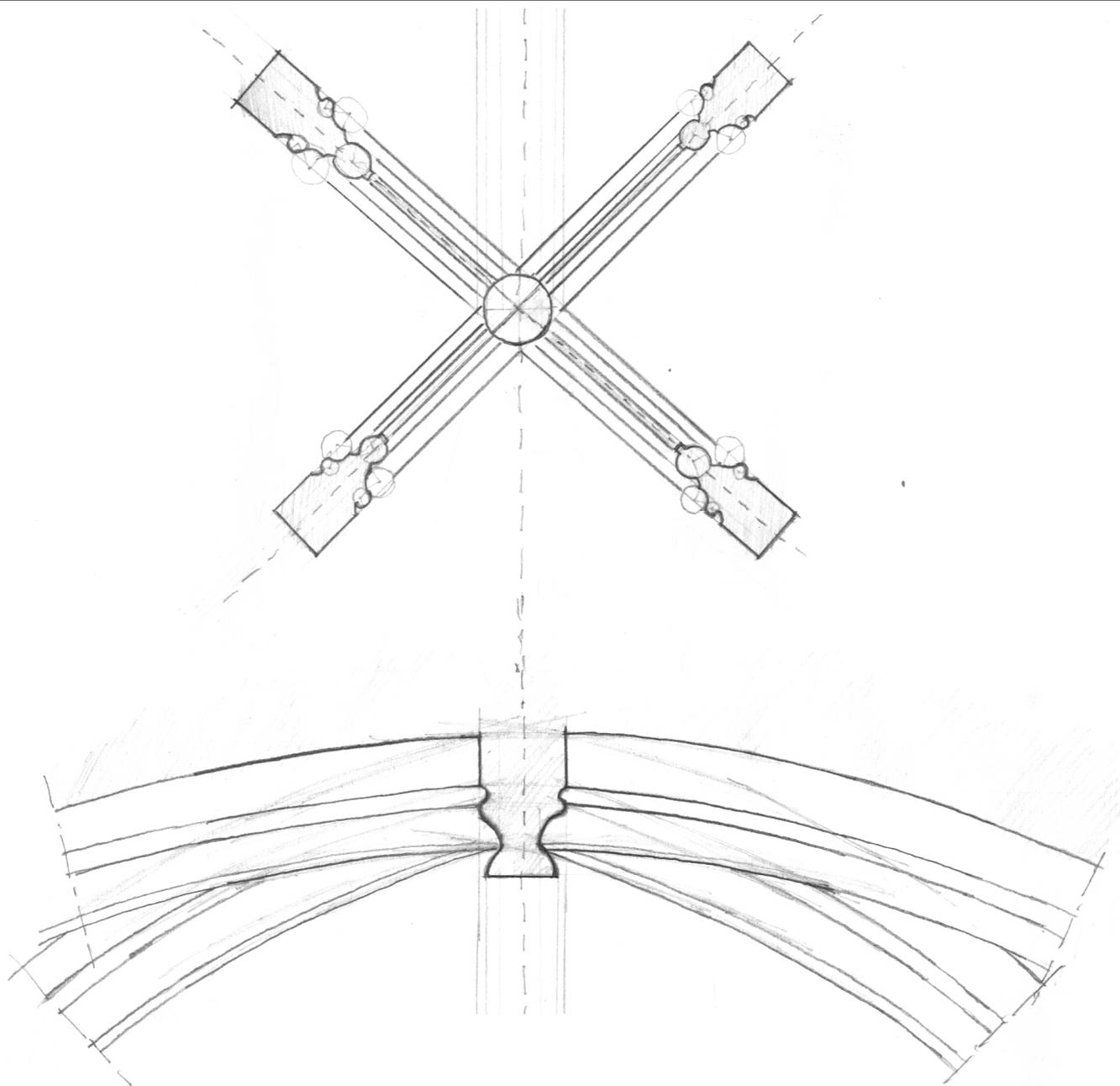


Fig.146. Clave de las bóvedas del coro.  
[Dibujo propio, 2019]



Fig.147. Fotografía del distanciómetro láser.  
[Imagen propia, 25/01/18]



Fig.148. Fotografía del telescómetro.  
[Imagen propia, 2018]

A través de instrumentos de precisión se han realizado mediciones del espacio en planta, tanto de su longitud como de su anchura y sus diagonales para triangular el espacio, así como todo tipo de cotas necesarias para un posterior análisis de la geometría a través de dibujo mediante el programa AutoCad. Se ha incluido también la representación y acotación de las escaleras de acceso desde la nave central de la iglesia. Igualmente se han tomado medidas en altura: de las claves de bóveda, del arco de entrada, puerta sur, ventanas y ménsulas, plementería y rosetón. Dichas mediciones se realizan mediante diversos instrumentos: distanciómetro láser, telescómetro, cinta métrica, pie de rey, etc.

Seguidamente se realizaron mediciones de los ángulos de la planta del coro con medidores de ángulos digital y analógico, tanto en los encuentros como de los puntos centrales de los muros.

Además, se obtuvo el perfil de las dovelas de los arcos de las bóvedas y de las ménsulas. Para ello utilizamos instrumentos como el pie de rey, el peine de arqueólogo y el distanciómetro láser.

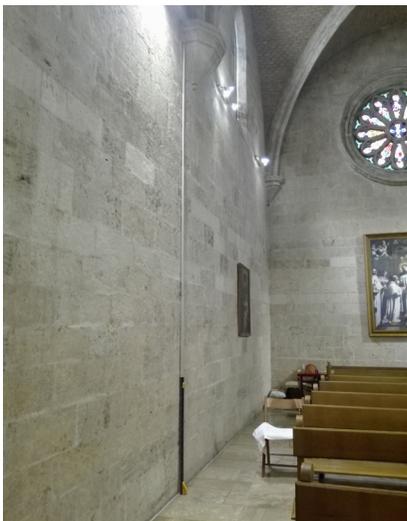


Fig. 149. Medición de la altura de la ménsula con telescopio.  
[Imagen propia, 2018]



Fig. 151. Medición láser de la altura de la plementería.  
[Imagen propia, 2018]



Fig. 150. Medición de la altura de la puerta sur con telescopio.  
[Imagen propia, 2018]



Fig. 152. Toma de datos sobre tablero de dibujo.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.153. Medidor de ángulos digital y tablero de dibujo.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.155. Medición del ángulo del muro en el punto central del coro.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.154. Medidor de ángulos analógico.  
[Imagen propia, 2018]

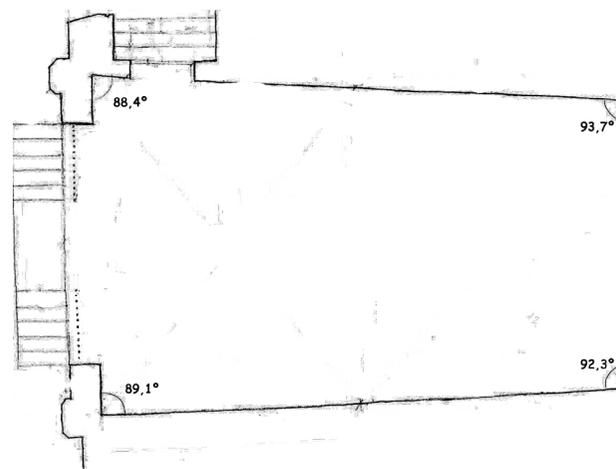


Fig.156. Croquis planta con ángulos.  
[Dibujo propio, 2018]





Fig. 158. Perfil de una dovela obtenido con peine de arqueólogo.  
[Dibujo propio, 2018]



Fig. 159. Obtención del perfil de la dovela con peine de arqueólogo.  
Javier Magán y la tutora Esther Capilla.  
[Imagen propia, 2018]



Fig. 160. Dibujo del perfil obtenido sobre la lámina.  
[Imagen propia, 2018]

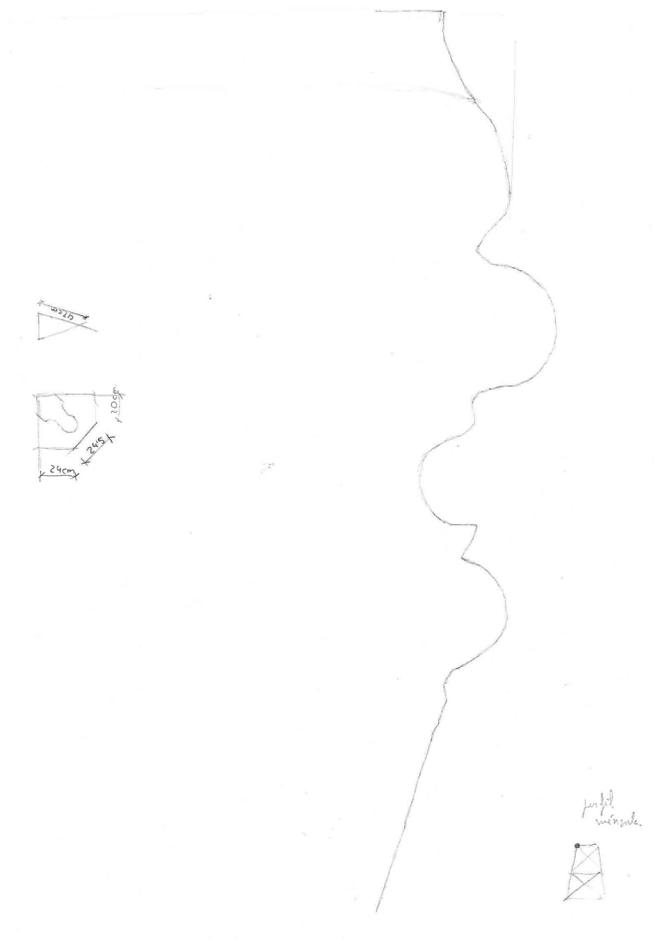


Fig.161. Perfil de una ménsula obtenido con peine de arqueólogo. [Dibujo propio, 2018]



Fig.162. Obtención del perfil de la ménsula. Javier Magán y Adrián Pastor con la escalera para la toma de datos. [Imagen propia, 2018]

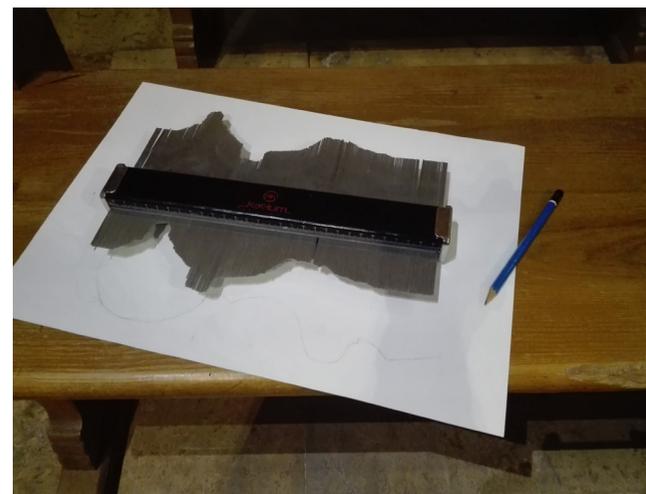


Fig.163. Dibujo del perfil obtenido sobre la lámina. [Imagen propia, 2018]

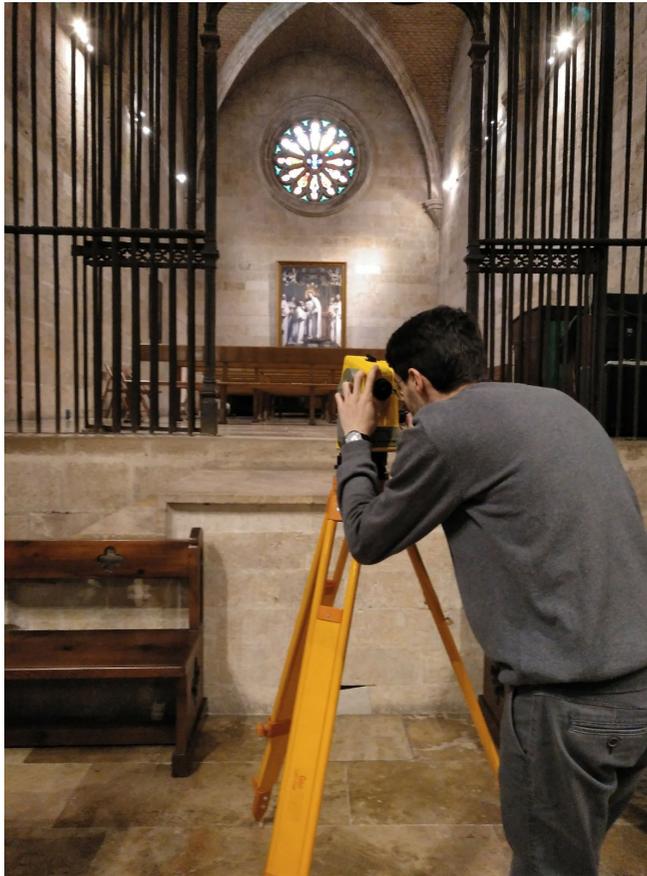


Fig.164. Javier Magán tomando puntos en la estación total.  
[Imagen propia, 4/4/18]



Fig.165. Recreación de la toma de puntos con estación total en el coro. [Imagen propia, 2019]

Tras la elaboración de los croquis a mano alzada, se ha procedido a la toma de puntos mediante la estación total.

Este instrumento topográfico de tipo óptico-electrónico nos permite realizar mediciones de distancias y alturas hasta los mil metros. A través de su puntero láser podemos llevar a cabo una medición sin prisma, es decir, podemos medir cualquier superficie interior o exterior determinando el punto en el espacio XYZ.

A fin de garantizar una adecuada medición se debe realizar un procedimiento previo consistente en la puesta en estación, centrado y nivelación.

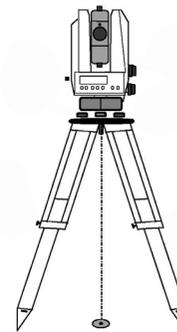


Fig.166. Estación total.  
[Manual Trimble 3300DR]

En primer lugar, se extienden las patas del trípode a una altura confortable de observación. A continuación se instala el cabezal y se nivela con precisión. Para ello se asienta el trípode aproximadamente encima de un punto marcado en el suelo y se centra la marca circular de la plomada óptica sobre la marca en el suelo.

Posteriormente, con la ayuda del ocular, debemos enfocar el telescopio en busca de una imagen nítida.

Una vez instalada la estación se procede a definir los puntos de los elementos arquitectónicos del coro a través del visor láser, el cual se proyecta sobre el punto deseado sobre el que se va a producir la medición.

Para una toma de puntos precisa se han priorizado encuentros, esquinas, juntas, uniones, de modo que la geometría del coro quede bien definida.

Por medio de los croquis elaborados previamente, en cada lámina se ha procedido a marcar punto a punto con un número de referencia. Así, el conjunto de puntos definidos quedarán almacenados en un archivo .dxf generado por la estación total, que posteriormente se exportará a AutoCad generando un archivo .dwg.



Fig.167. Nivelación de la cabeza de la estación total. Javier Magán junto a Saúl, becario de colaboración. [Imagen propia, 2018]



Fig.169. Instalación de la estación total en la nave central de la iglesia. [Imagen propia, 2017]

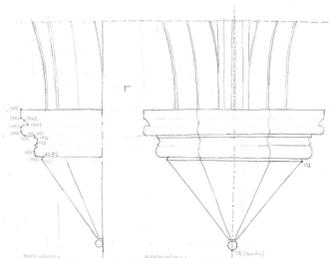


Fig.168. Toma de puntos perfil ménsula. Alzado y sección. [Dibujo propio, 2018]

La toma de puntos mediante la estación total ha sido obtenida para el proyecto de investigación de bóvedas de crucería de la tutora del presente Trabajo Final de Grado, la profesora Esther Capilla, "Bóvedas de crucería valencianas de los siglos XIII a XVI. Análisis geométrico de sus elementos" durante los cursos 2016-17 y 2017-18. Para llevar a cabo dicha toma de datos contó con la ayuda de sendos becarios, Patricia Alemany Pereira y Saúl Aroca Tévar, que tuvieron beca de colaboración del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

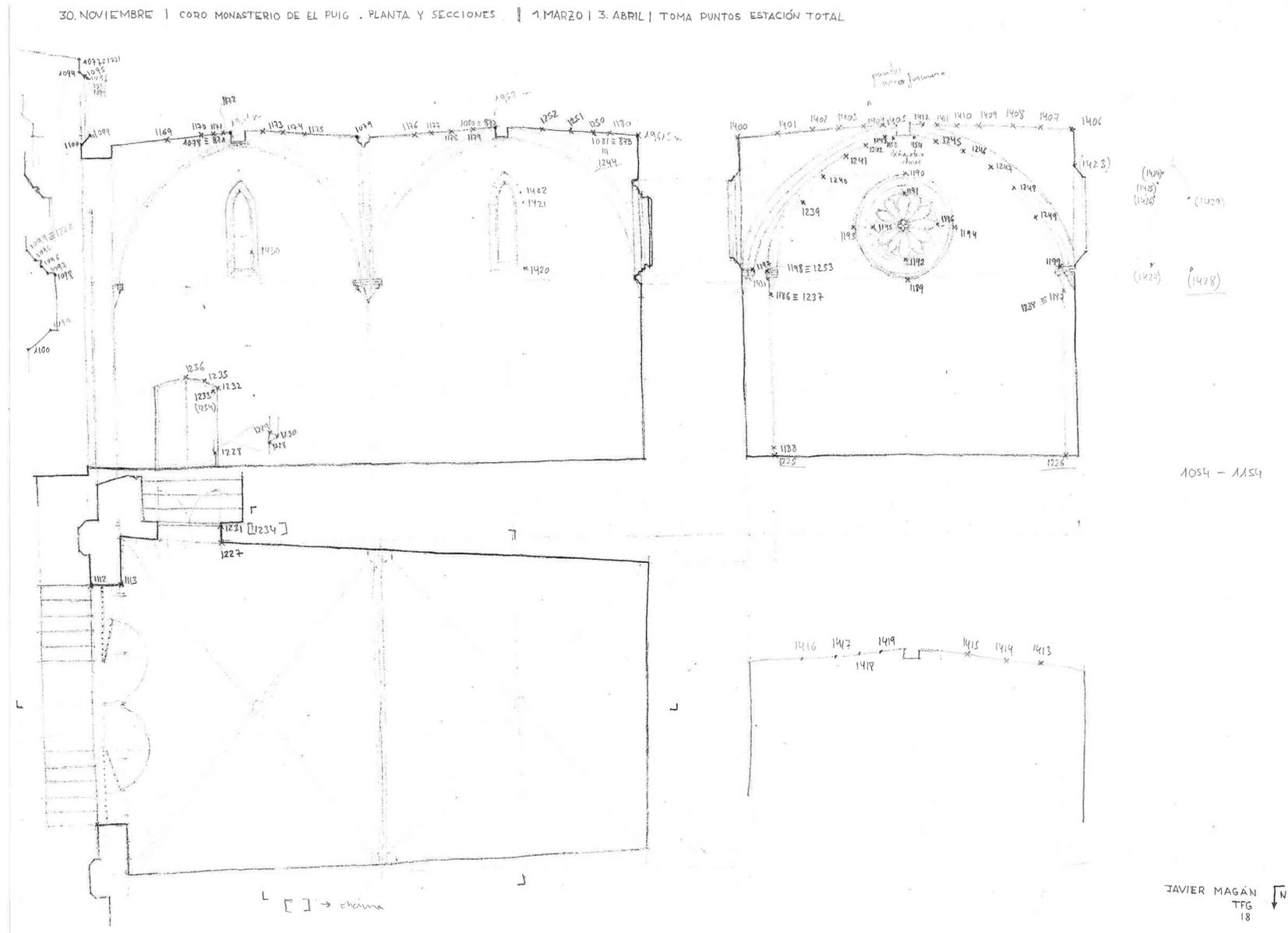


Fig.170. Indicación, en el croquis general del coro, de los puntos tomados con la estación total. [Dibujo propio, 3/04/18]

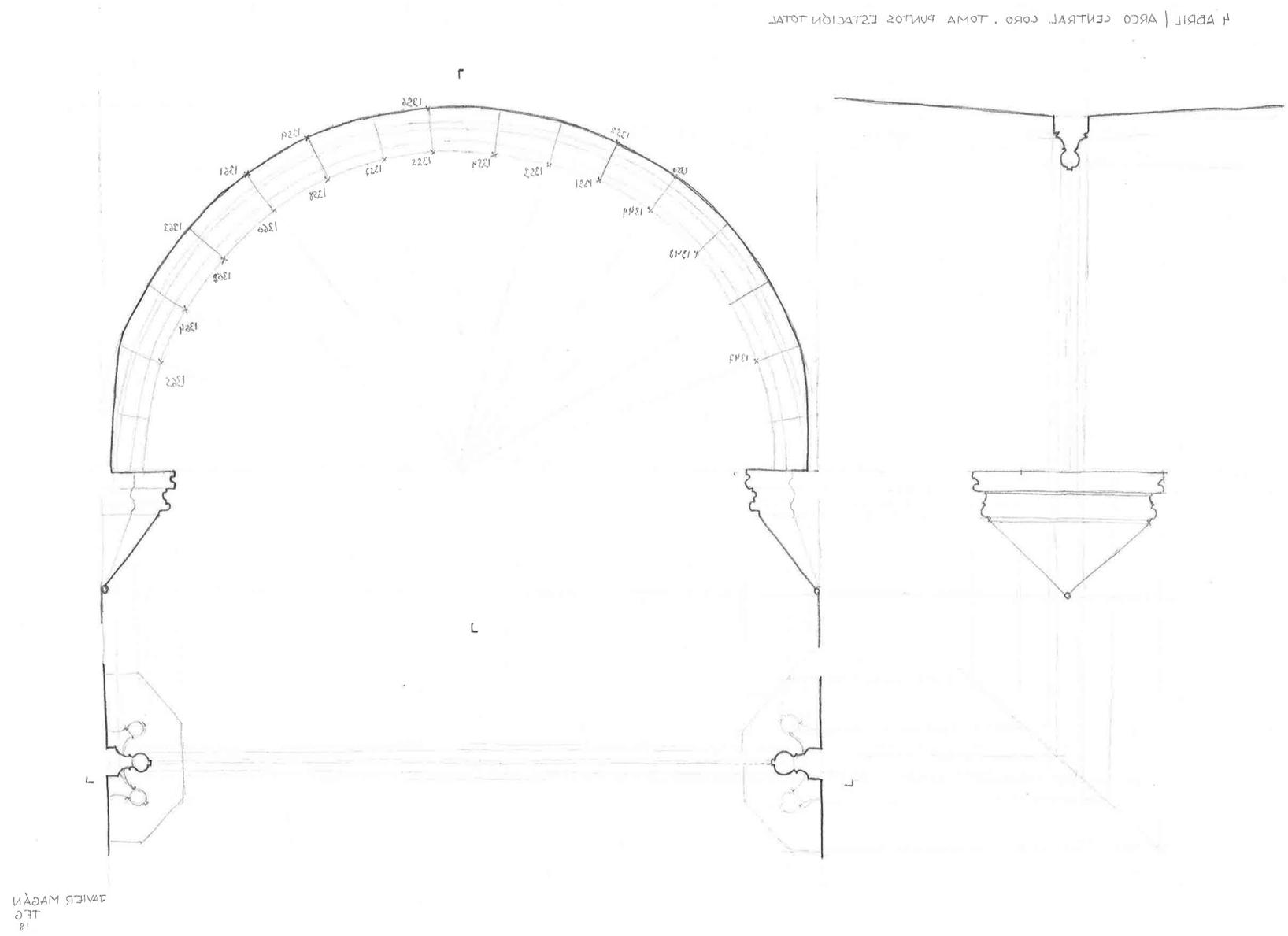


Fig.171. Indicación, en el croquis del arco central del coro, de los puntos tomados con la estación total para la definición del arco y de las dovelas. [Dibujo propio, 4/04/18]



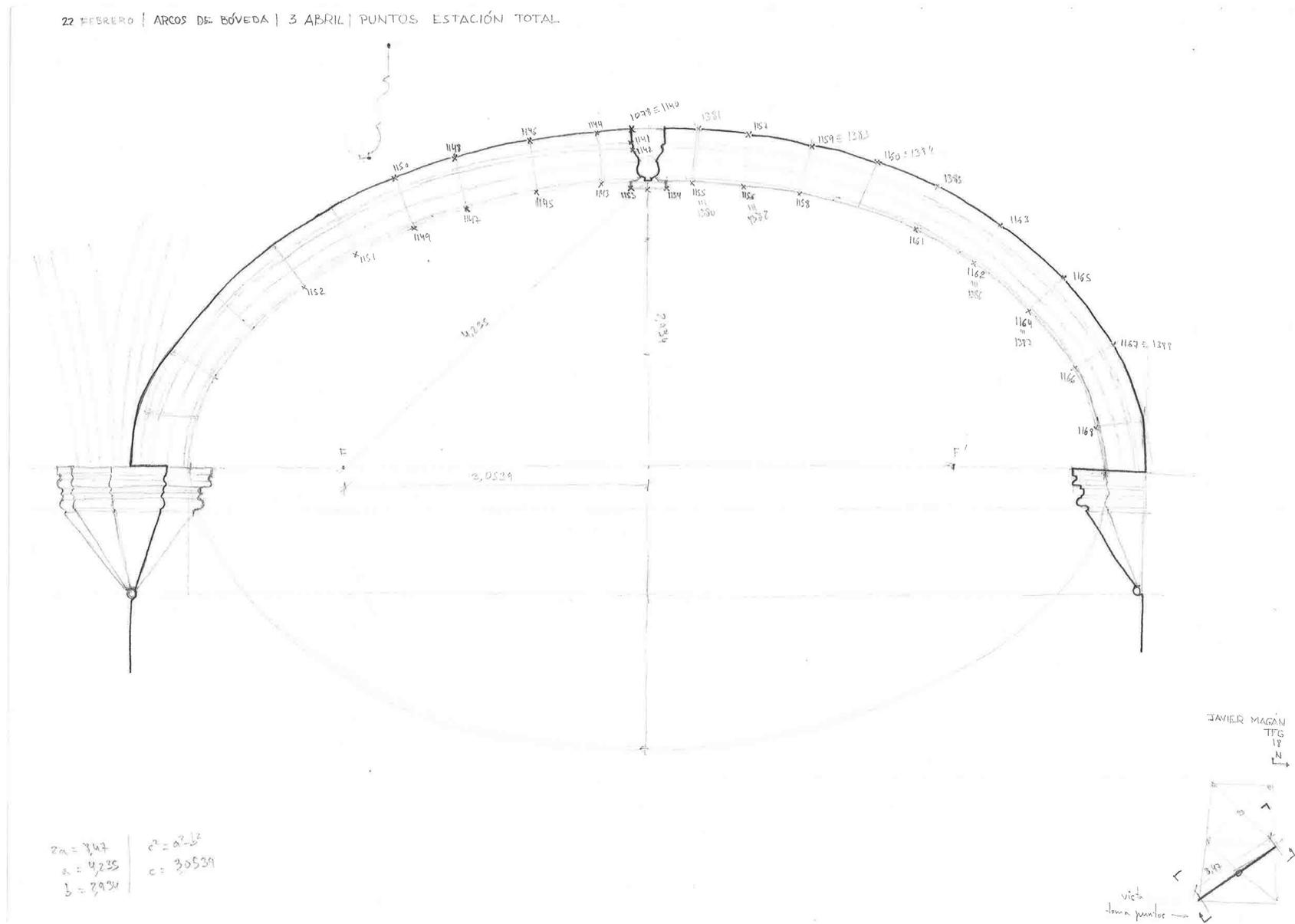


Fig.173. Indicación, en el croquis del segundo arco crucero de la primera bóveda, de los puntos tomados con la estación total para la definición del arco y de las dovelas. [Dibujo propio, 22/03/18]

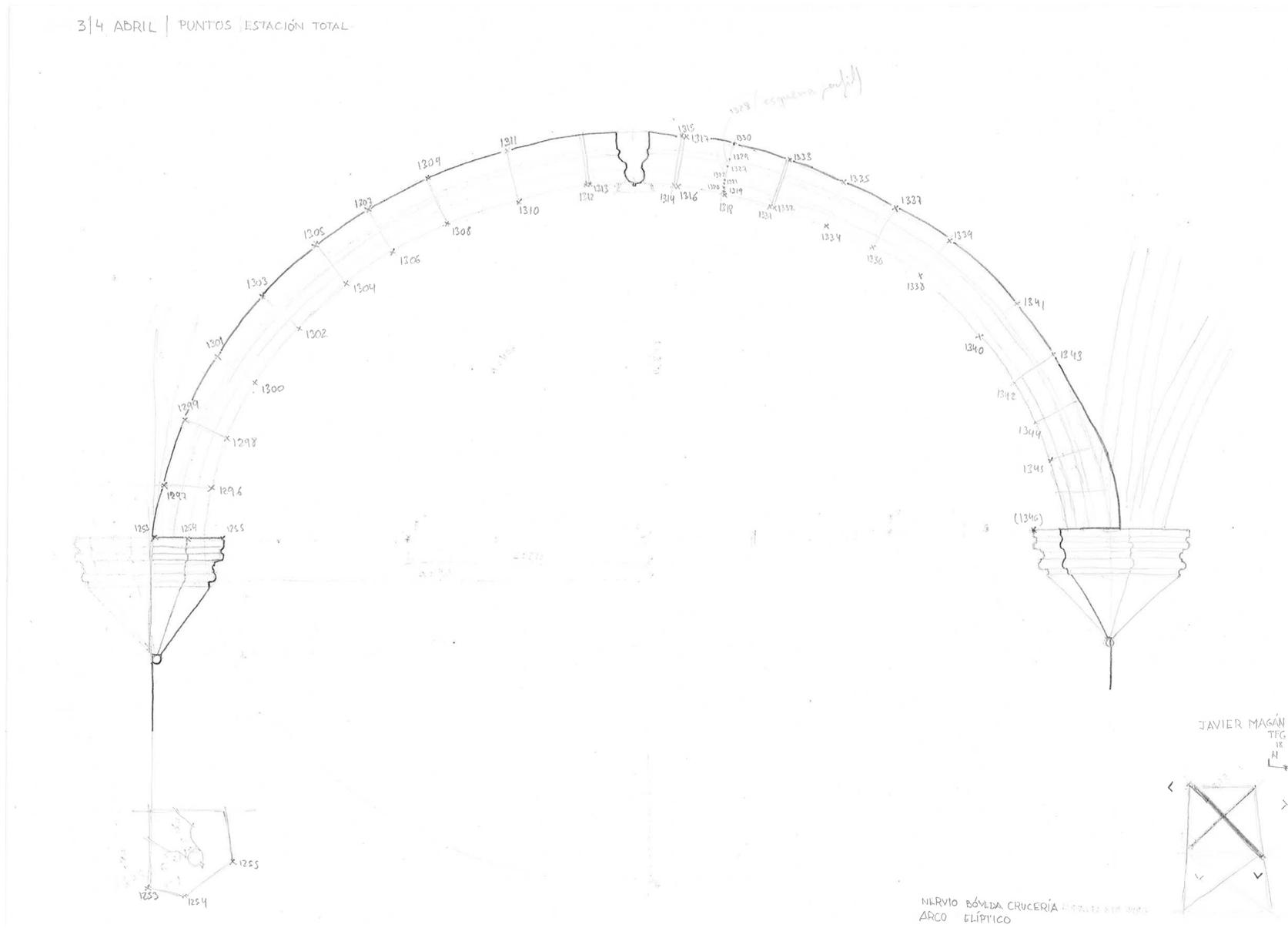


Fig.174. Indicación, en el croquis del primer arco crucero de la segunda bóveda, de los puntos tomados con la estación total para la definición del arco y de las dovelas. [Dibujo propio, 4/04/18]





Fig.176. Proceso de elaboración del modelo 3D con Photoscan.

1. Nube de puntos.
  2. Nube de puntos densa.
  3. Modelo 3D con textura.
- [Imágenes propias, 2019]

Mediante cámara réflex digital Olympus E-450 se han tomado fotografías del conjunto del coro - fotografías cenitales de las bóvedas, muros laterales, arco de entrada y elementos tales como ménsulas, ventanas y dovelas - solapadas tres cuartas partes entre sí.



Fig.177. Proceso de toma de fotografías mediante solape para su procesado con el programa Photoscan. [Imágenes propias, 25/1/18]

En total, se tomaron trescientas fotografías, discriminando el suelo del coro debido a la imposibilidad de mover las bancadas, con el fin de obtener una representación del coro con la mayor precisión posible.

Seguidamente, a través del programa informático Photoscan (Agisoft), se volcaron las fotografías y se construyó el modelo 3D del conjunto del coro. Este sistema de fotogrametría digital nos facilita la representación de los elementos que encontramos en el coro, tales como ménsulas, ventanas y bóvedas.

El procesamiento de imágenes mediante Photoscan nos dió como resultado inicial una nube (1) con cerca de seis cientos mil puntos, la cual convertimos en una nube densa (2) representando visualmente el coro. Finalmente, tras una reducción de puntos y una texturización del modelo, obtenemos la imagen 3D (3), siendo eliminado el enrejado de la entrada y suelo del coro por la falta de información previa para su representación.



Fig.178. Nube de puntos obtenida por fotogrametría multi-imagen.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.179. Nube de puntos obtenida por fotogrametría multi-imagen.  
[Imagen propia, 2019].



Fig.180. Nube de puntos obtenida por fotogrametría multi-imagen.  
[Imagen propia, 2019]



Fig. 181. Nube de puntos densa obtenida por fotogrametría multi-imagen. [Imagen propia, 2019]

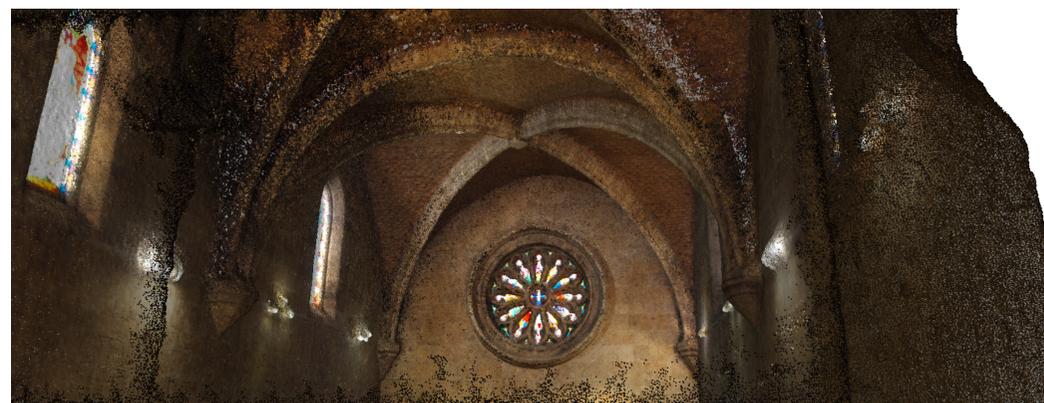


Fig. 182. Nube de puntos densa obtenida por fotogrametría multi-imagen. [Imagen propia, 2019].



Fig. 183. Nubes de puntos densas obtenidas por fotogrametría multi-imagen. [Imágenes propias, 2019]



Fig.184. Modelo 3D Photoscan. Vista entrada al coro.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.185. Modelo 3D Photoscan. Muro sur del coro.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.186. Modelo 3D Photoscan. Vista cenital bóvedas del coro.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.187. Modelo 3D Photoscan. Bóvedas del coro.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.188. Modelo 3D Photoscan. Vista a la altura de las ménsulas.  
[Imagen propia, 2019]

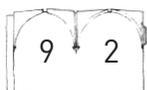


Fig.189. Modelo 3D Photoscan. Entrada del coro.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.190. Modelo 3D Photoscan. Vista cenital del coro.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.191. Modelo 3D Photoscan. Vista a la altura de las ménsula.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.192. Modelo 3D Photoscan. Vista superior de las bóvedas.  
[Imagen propia, 2019]

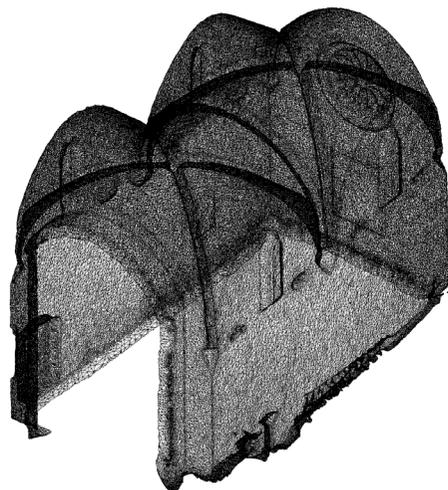


Fig.193. Modelo 3D Photoscan exportado a AutoCad.  
[Imagen propia, 2019]

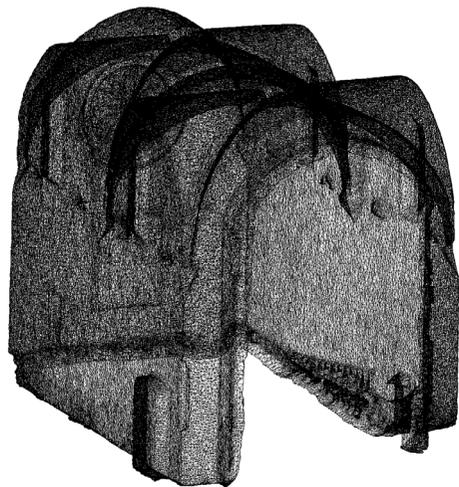


Fig.194. Modelo 3D Photoscan exportado a AutoCad.  
[Imagen propia, 2019]

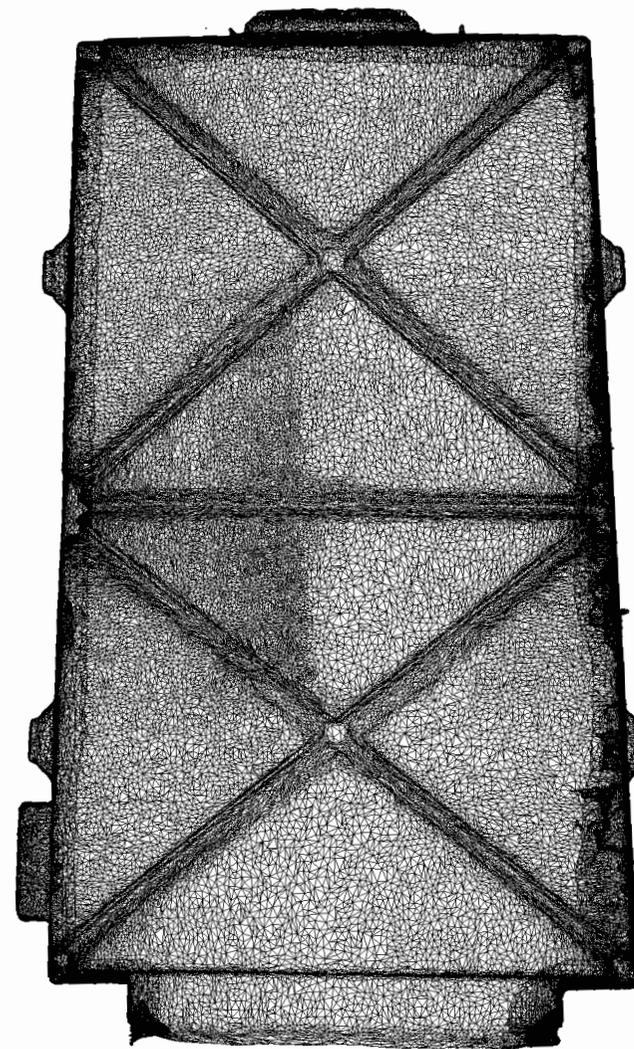


Fig.195. Modelo 3D Photoscan exportado a AutoCad.  
[Imagen propia, 2019]

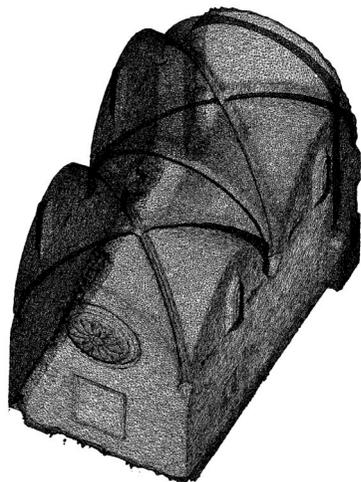


Fig.196. Modelo 3D Photoscan exportado a AutoCad.  
[Imagen propia, 2019]

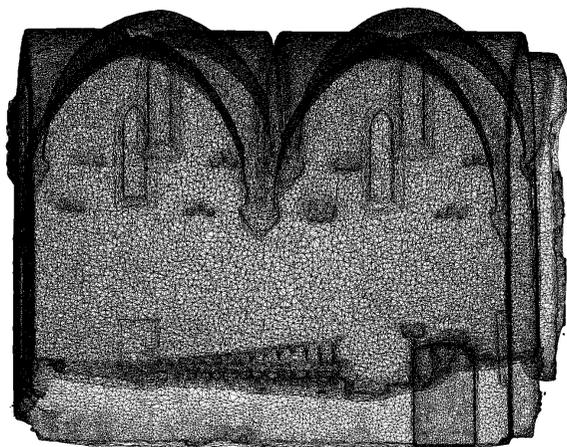


Fig.197. Modelo 3D Photoscan exportado a AutoCad.  
[Imagen propia, 2019]

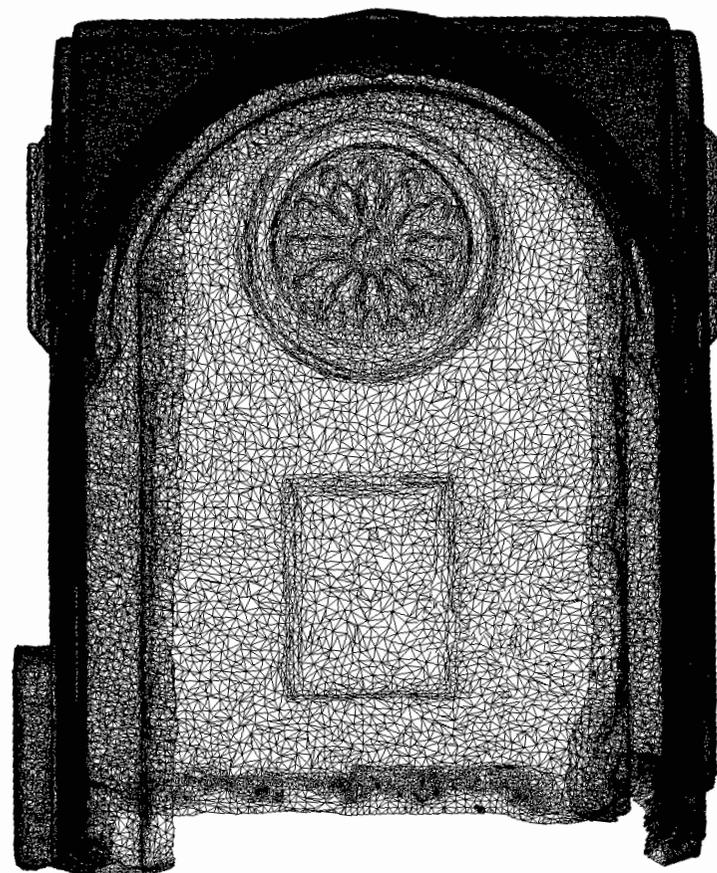


Fig.198. Modelo 3D Photoscan exportado a AutoCad.  
[Imagen propia, 2019]



## 6. Bóvedas del coro de la iglesia de Santa María. Análisis geométrico

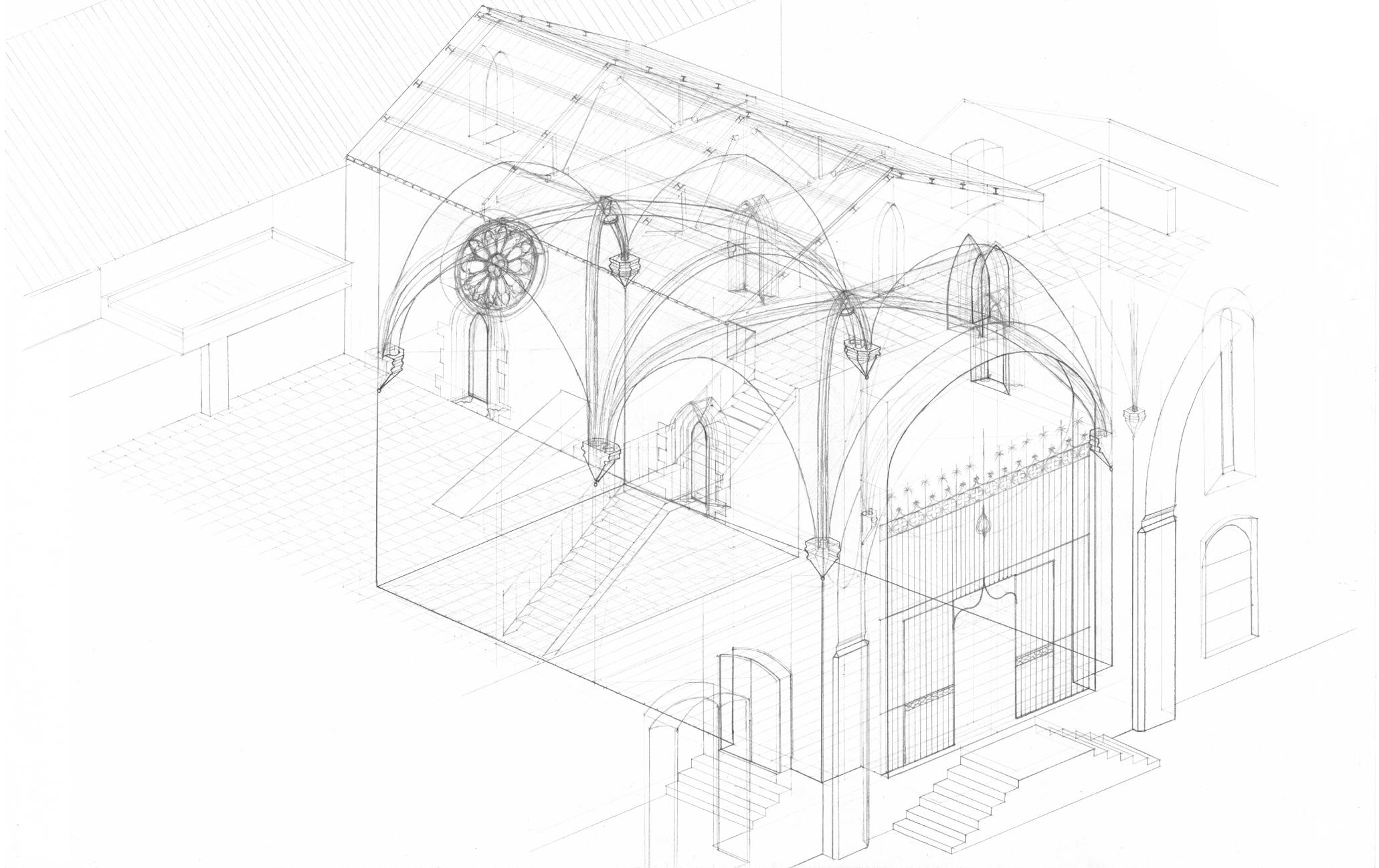


Fig.199. Axonometría del coro de la Iglesia de Santa María de El Puig.  
[Dibujo propio, 2019]



Fig.200. Fotografía de una de las cuatro ménsulas de rincón. [Imagen propia, 2019]

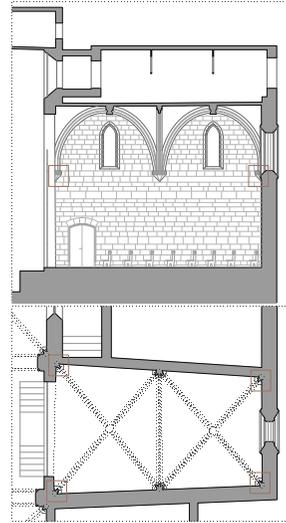


Fig.201. Situación de las ménsulas. [Dibujo propio, 2019]

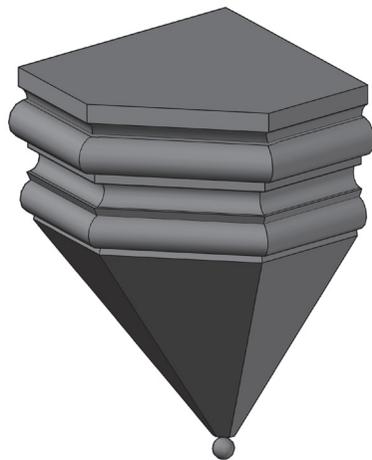


Fig.202. Modelo 3D ménsula de rincón [Dibujo propio, 2019]

Las bóvedas de crucería del coro de la iglesia de Santa María de El Puig, están formadas por dos nervios o cruceros y un nervio central perpiaño, el cual sirve para atar ambas bóvedas. Las nervaduras de las bóvedas arrancan a una altura de 5 metros, desde cuatro ménsulas, situadas en las esquinas de los muros del espacio coral, y desde dos ménsulas de mayor tamaño, situadas en el punto medio del coro, recogiendo cada una de ellas tres arranques.

### Ménsulas de rincón

En el caso de las ménsulas situadas en los cuatro rincones del coro, su perfil es similar al de las ménsulas de las naves de la iglesia. Debemos tener en cuenta que este tipo de ménsula fue replicada en la restauración del s.XX.

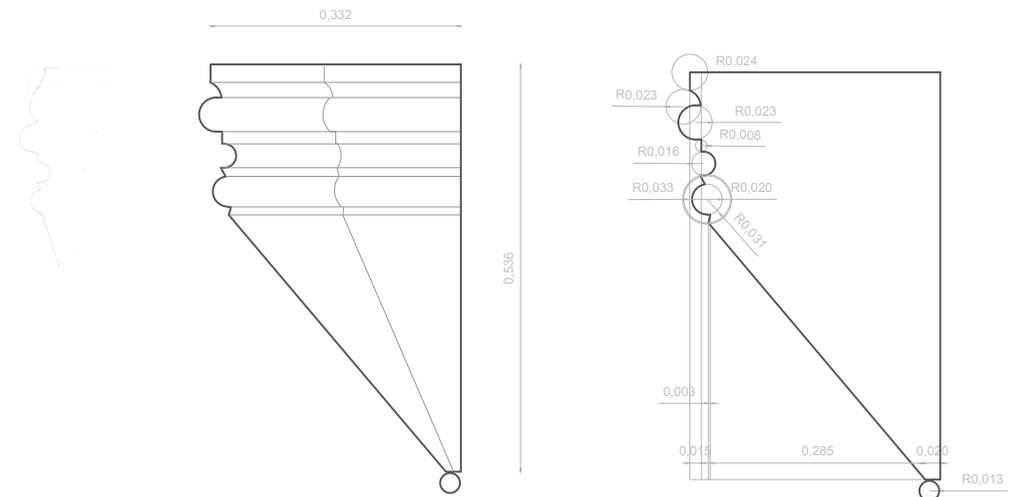


Fig.203. Perfil de la ménsula de rincón. Escala 1:10 [Dibujos propios, 2019]



Fig.204. Fotografía de una de las ménsulas de pared.  
[Imagen propia, 2018]

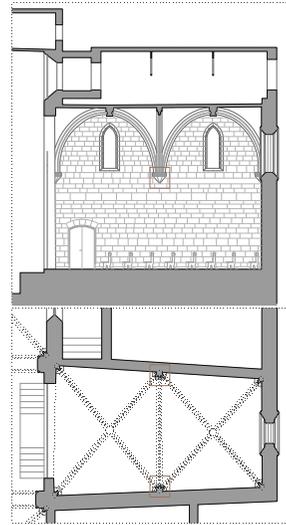


Fig.205. Situación de las ménsulas.  
[Dibujo propio, 2019]

### Ménsulas de pared

Además de las cuatro ménsulas de rincón, en el punto medio de los muros longitudinales norte y sur se sitúan dos ménsulas de mayor tamaño, de las cuales arrancan tres nervios en cada una.

Pese a que en la restauración del s.XX se replicara el estilo gótico de la iglesia, con todos sus elementos, la geometría del espacio coral obligó a una solución única en la iglesia de Santa María de El Puig. Se construyeron dos ménsulas en los muros del coro, desde las que arrancan los nervios de las bóvedas y el nervio del arco central perpiaño.

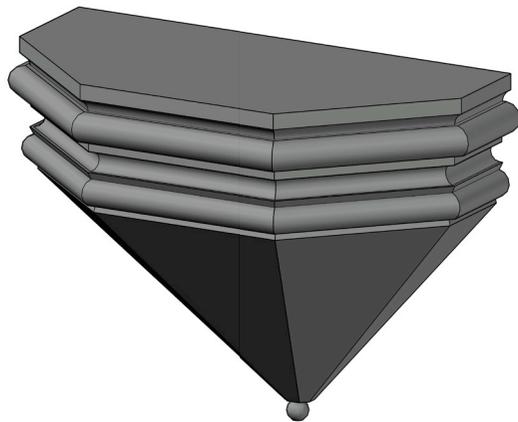


Fig.206. Modelo 3D ménsula pared.  
[Dibujo propio, 2019]

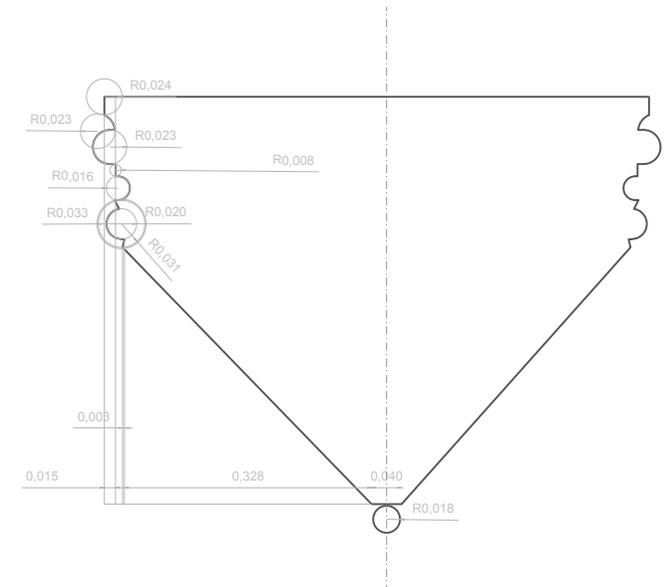
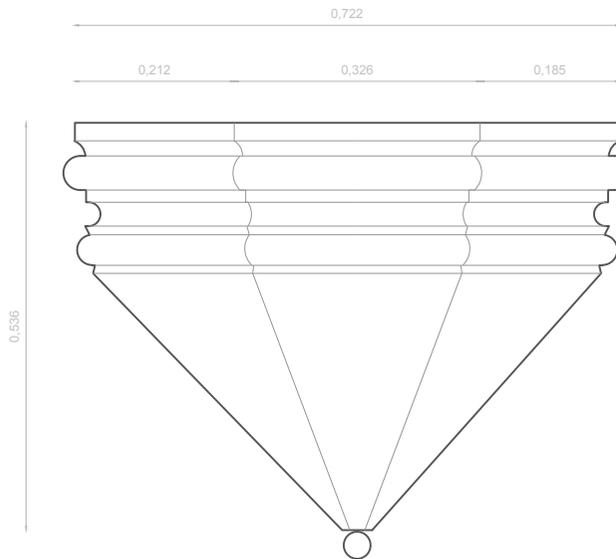
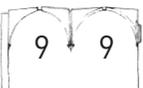


Fig.207. Perfil de la ménsula de pared. Escala 1:10  
[Dibujos propios, 2019]

1/10. 50CM



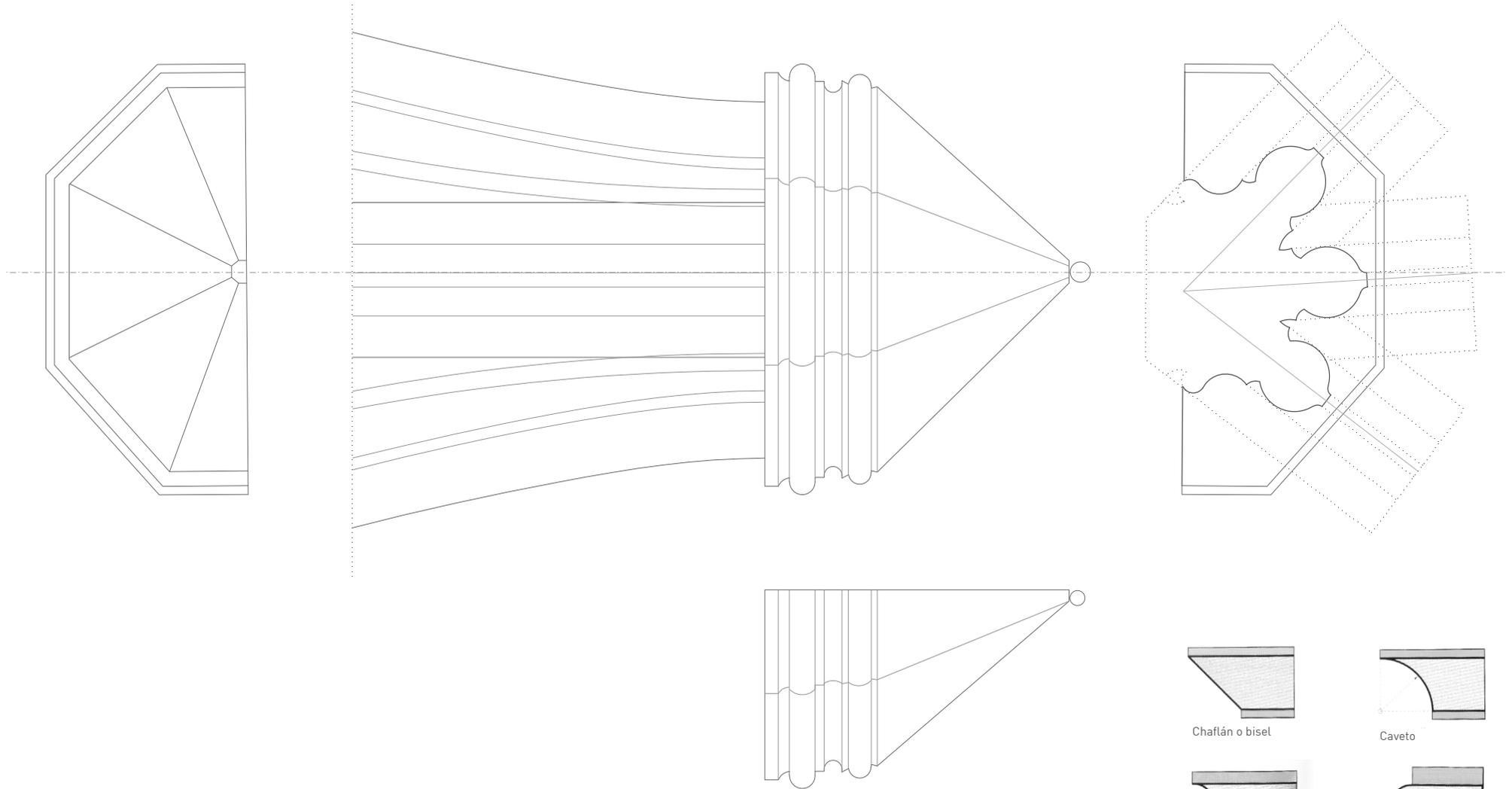
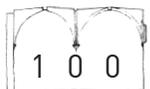


Fig.208. Proyecciones de la ménsula de pared. Escala 1:10  
[Dibujo propio, 2019]

Fig.209. Tipos de molduras presentes en el perfil de las ménsulas. [De la Plaza, Morales, Martínez, 2015]



100 E 1/10. 50CM



Fig.210. Perfil del nervio del arco central del coro.  
[Archivo Histórico del Monasterio de El Puig, 1968]

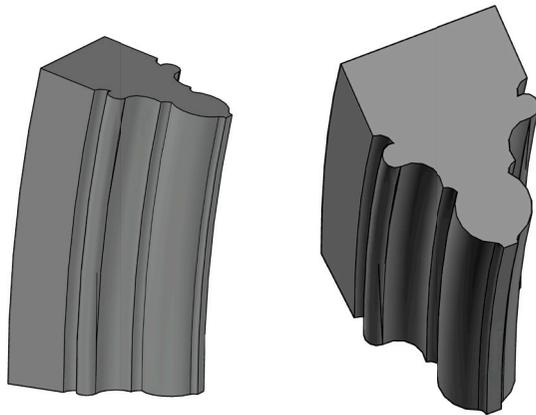


Fig.211. Modelos 3D de una dovela.  
[Dibujos propios, 2019]

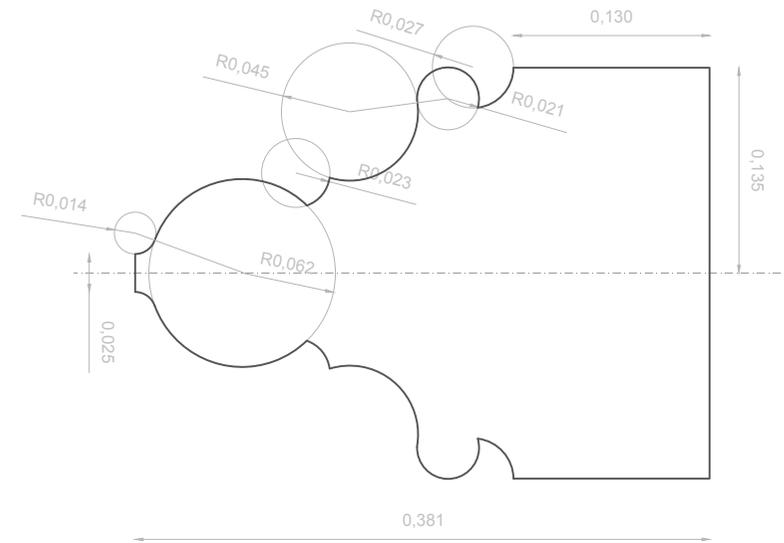


Fig.212. Perfil de los nervios del coro. Escala 1:5  
[Dibujo propio, 2019]

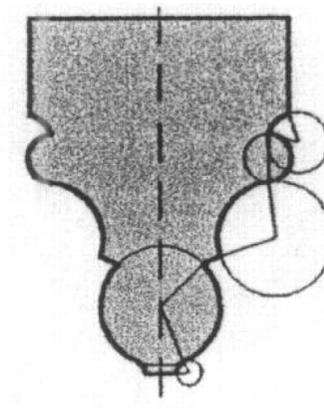


Fig.213. Perfil de los nervios de la iglesia según Navarro Fajardo.  
[Navarro Fajardo, 2004]

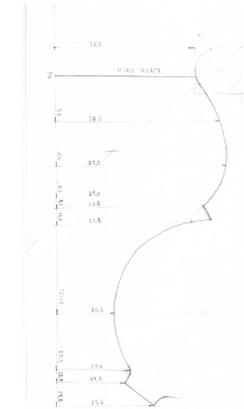


Fig.214. Perfil del arranque desde ménsula de pared.  
[Dibujo propio, 2018]

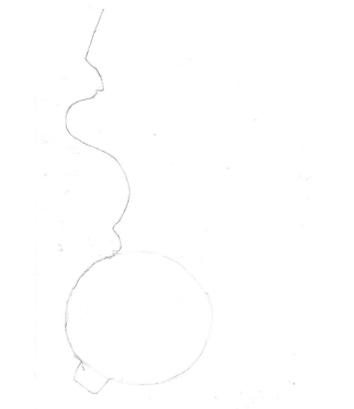
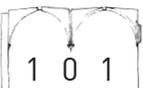


Fig.215. Perfil del arranque desde ménsula de esquina, obtenido con peine de arqueólogo.  
[Dibujo propio, 2018]



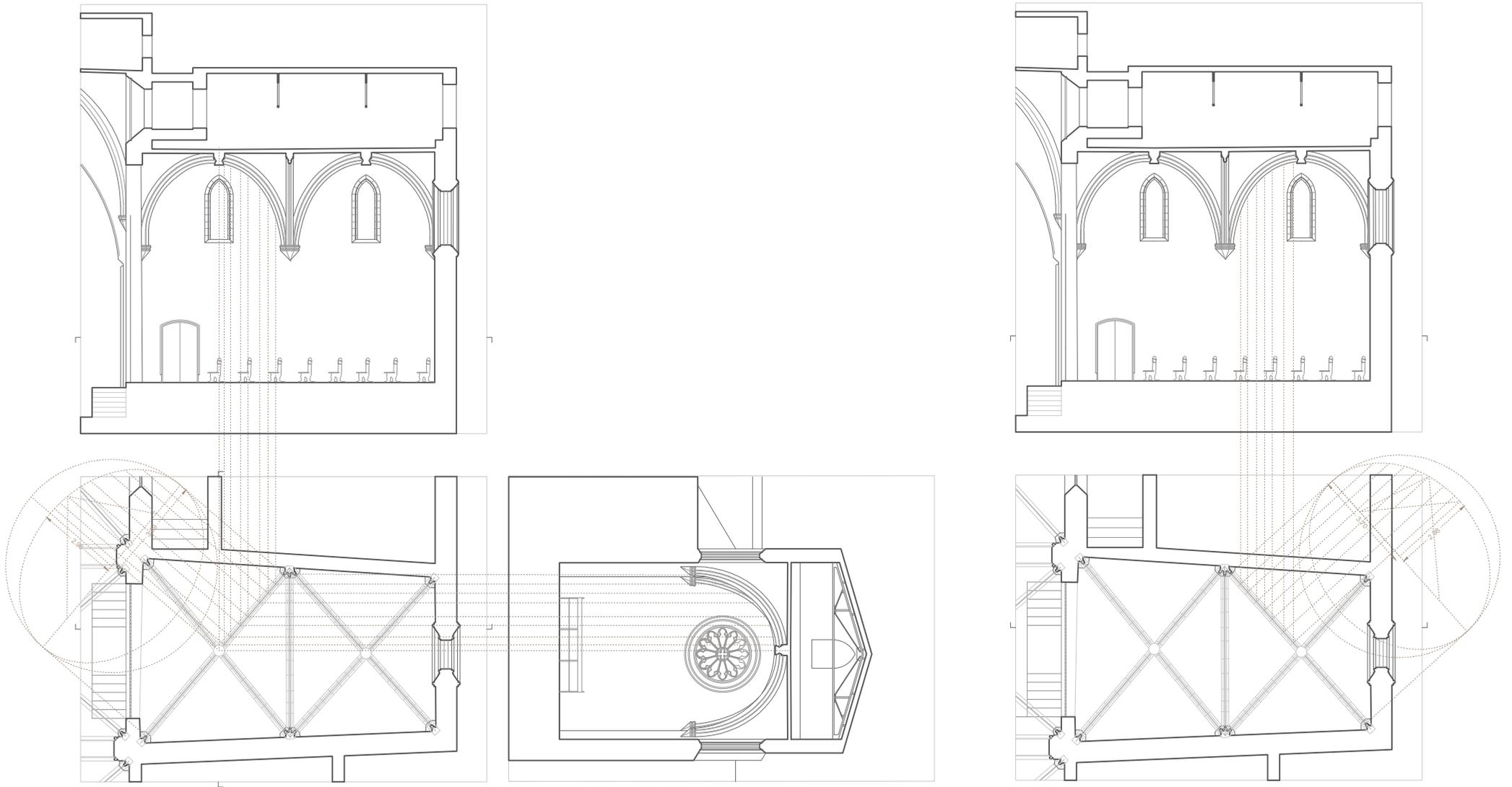


Fig.216. Abatimientos de los arcos cruceros. Escala 1:200  
[Dibujo propio, 2019]

1/200. 1 5 10 20



Fig.217. Arco central perpiño del coro.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.218. Arco rebajado de la entrada al coro.  
[Imagen propia, 2018]



Fig.219. Arco formero ciego del muro oeste del coro.  
[Imagen propia, 2018]

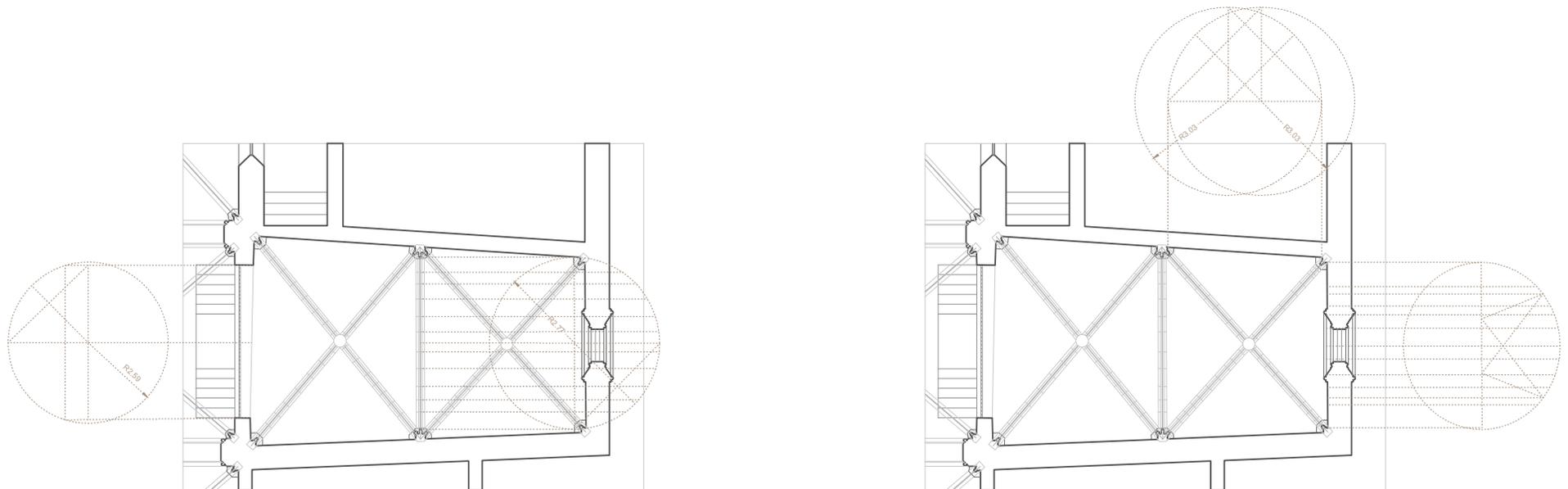


Fig.220. Abatimientos del arco rebajado de la entrada al coro, del arco perpiño del centro del coro y de los arcos formeros. Escala 1:200. [Dibujo propio, 2019]

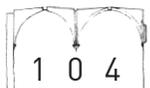
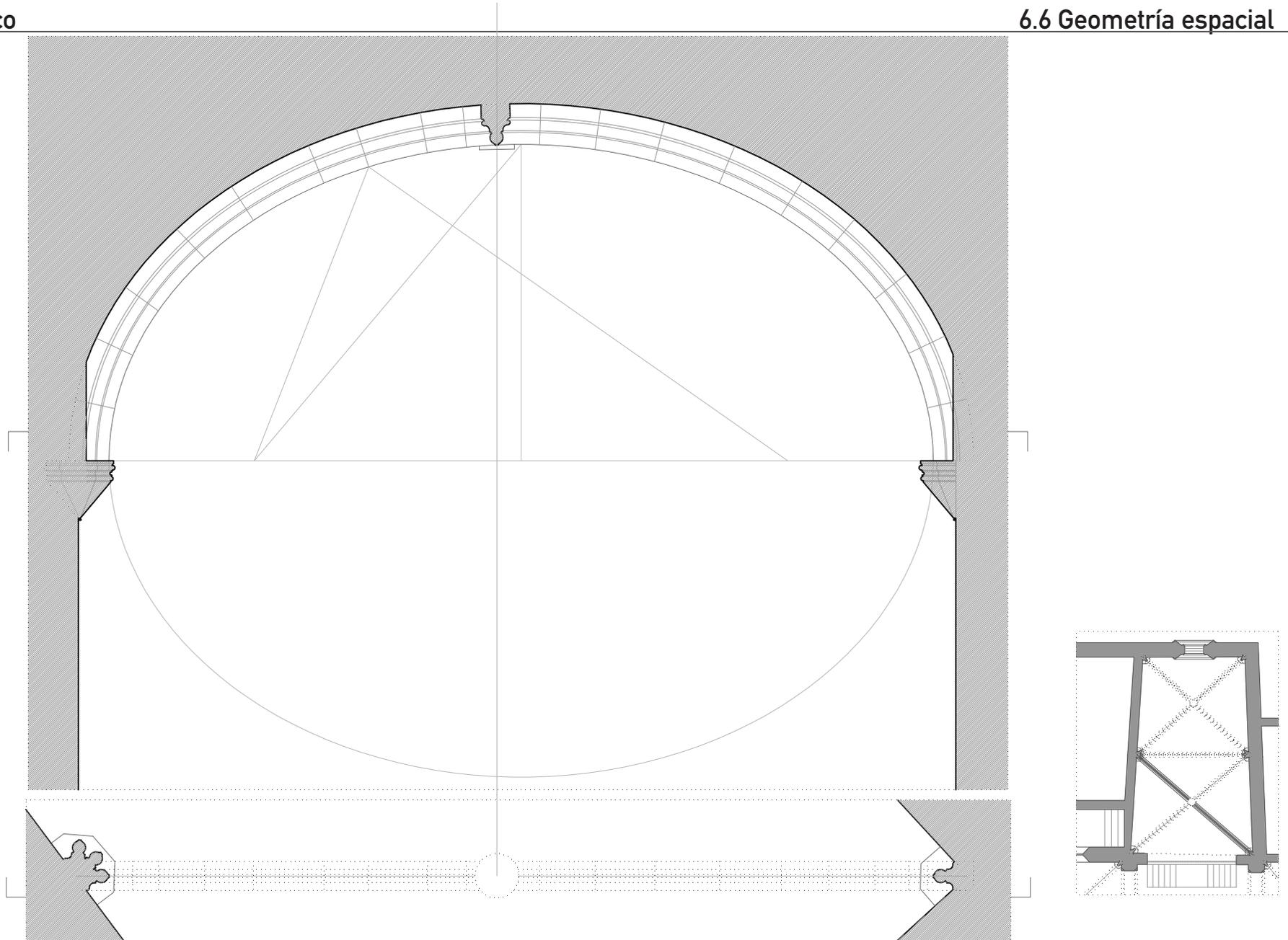


Fig.221. Abatimiento del primer arco de la primera bóveda del coro. Escala 1:50  
[Dibujo propio, 2019]

1/50.



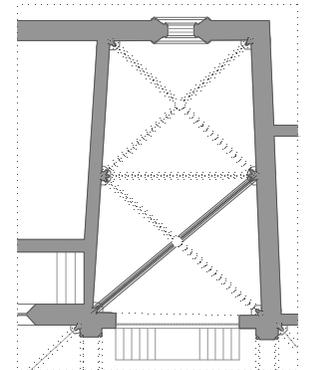
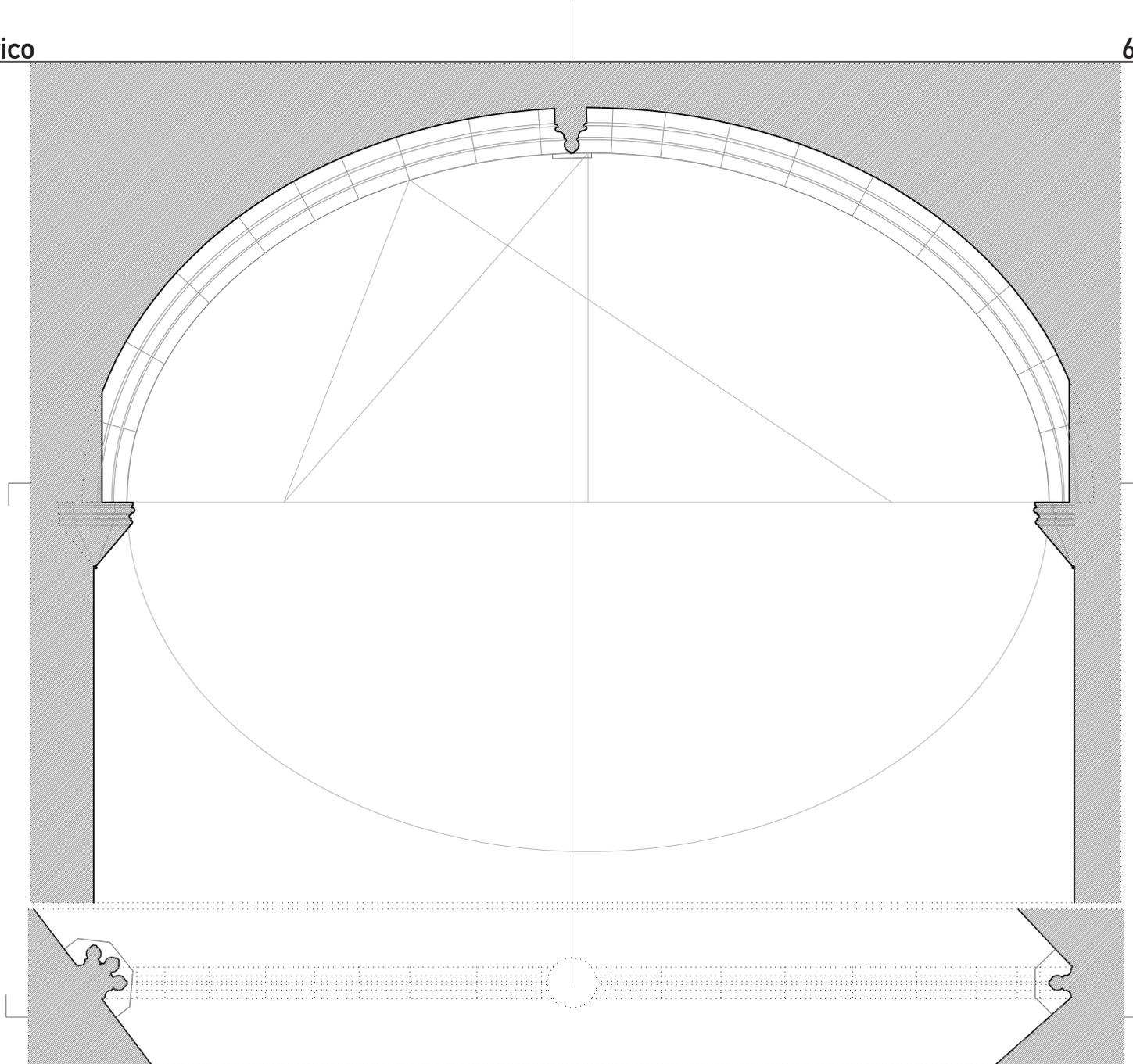


Fig.222. Abatimiento del segundo arco de la primera bóveda del coro. Escala 1:50 [Dibujo propio, 2019]



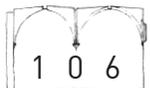
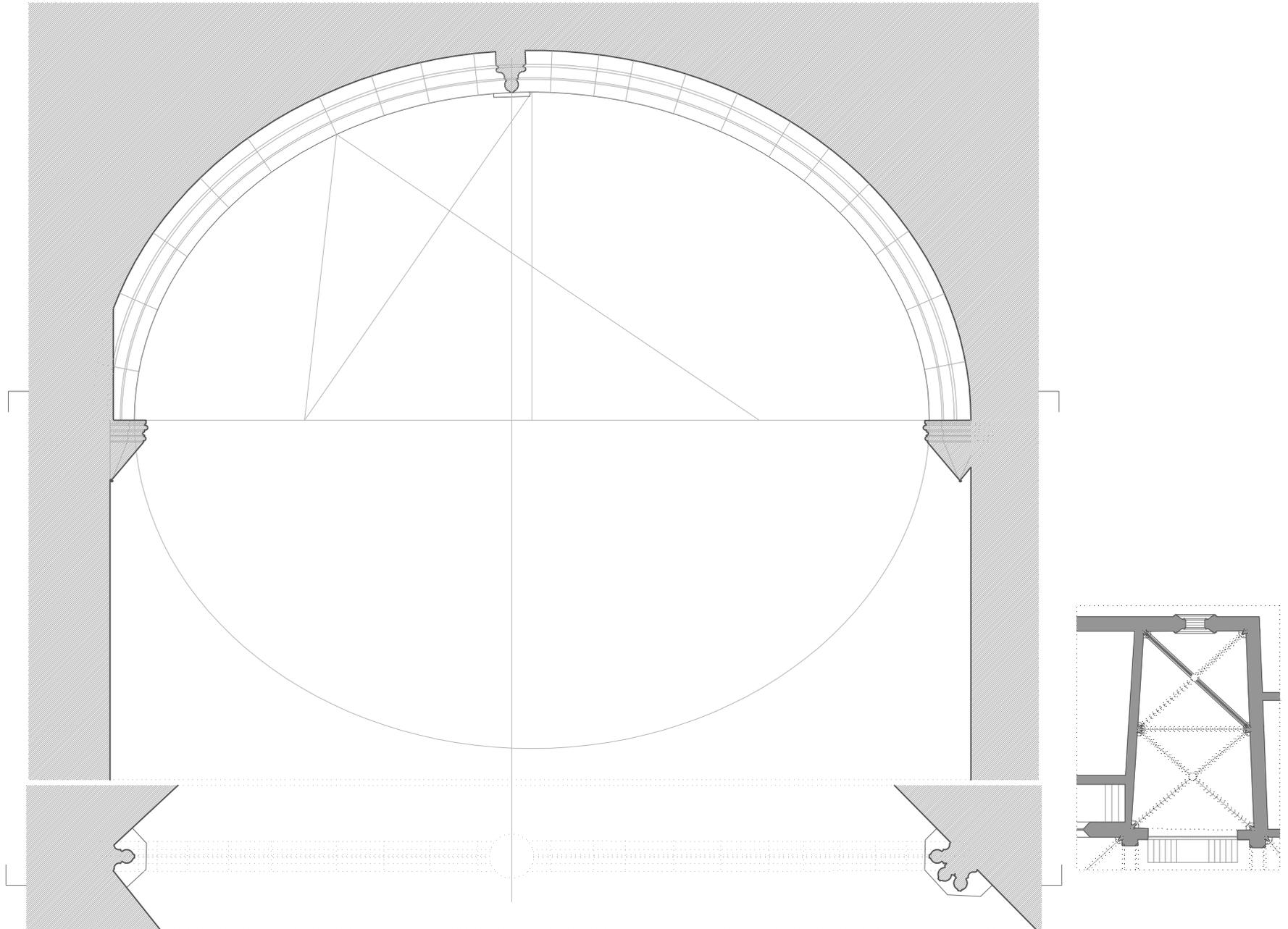


Fig.223. Abatimiento del primer arco de la segunda bóveda del coro. Escala 1:50  
[Dibujo propio, 2019]



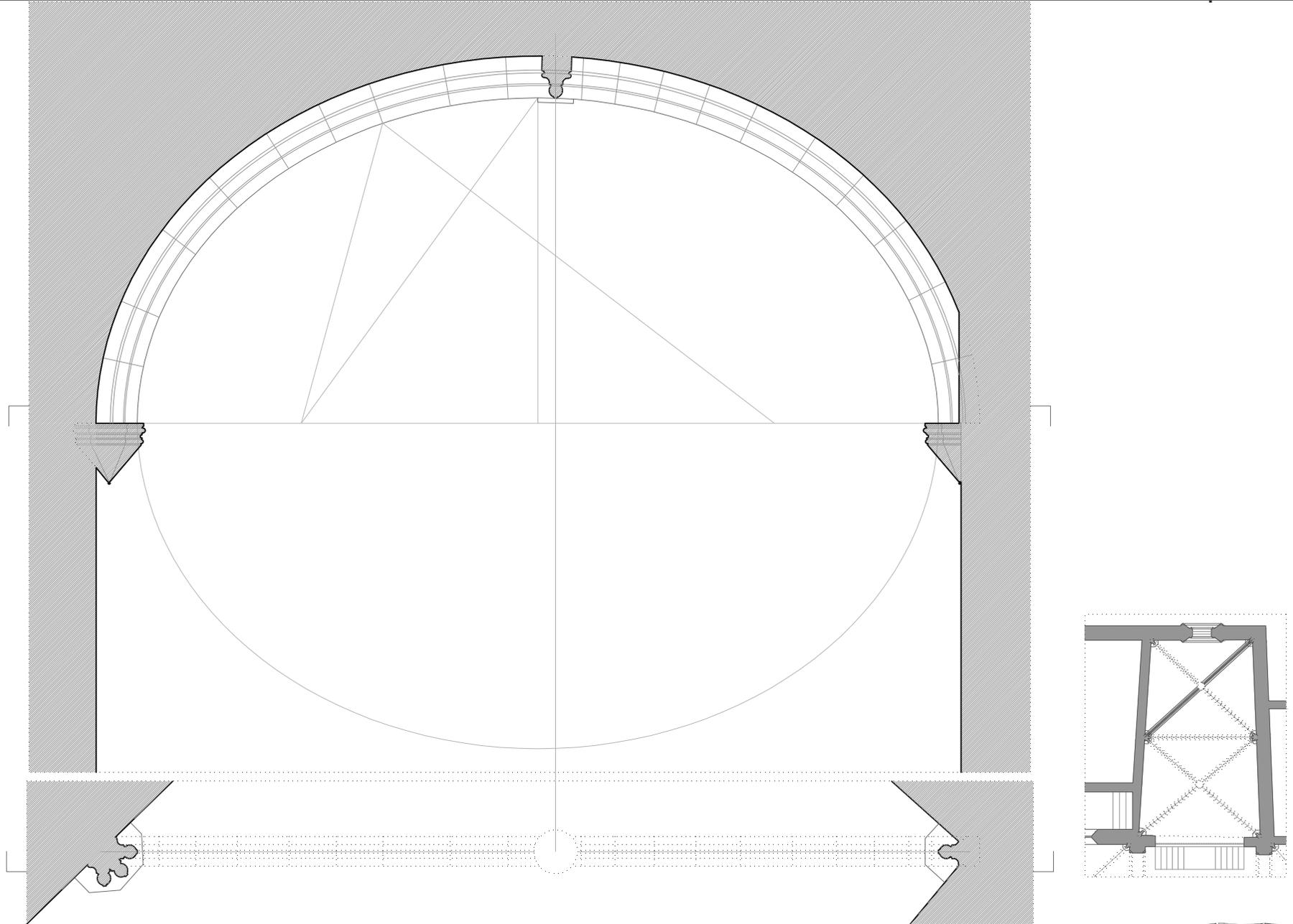
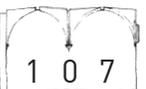


Fig.224. Abatimiento del segundo arco de la segunda bóveda del coro.  
Escala 1:50. [Dibujo propio, 2019]

1/50.



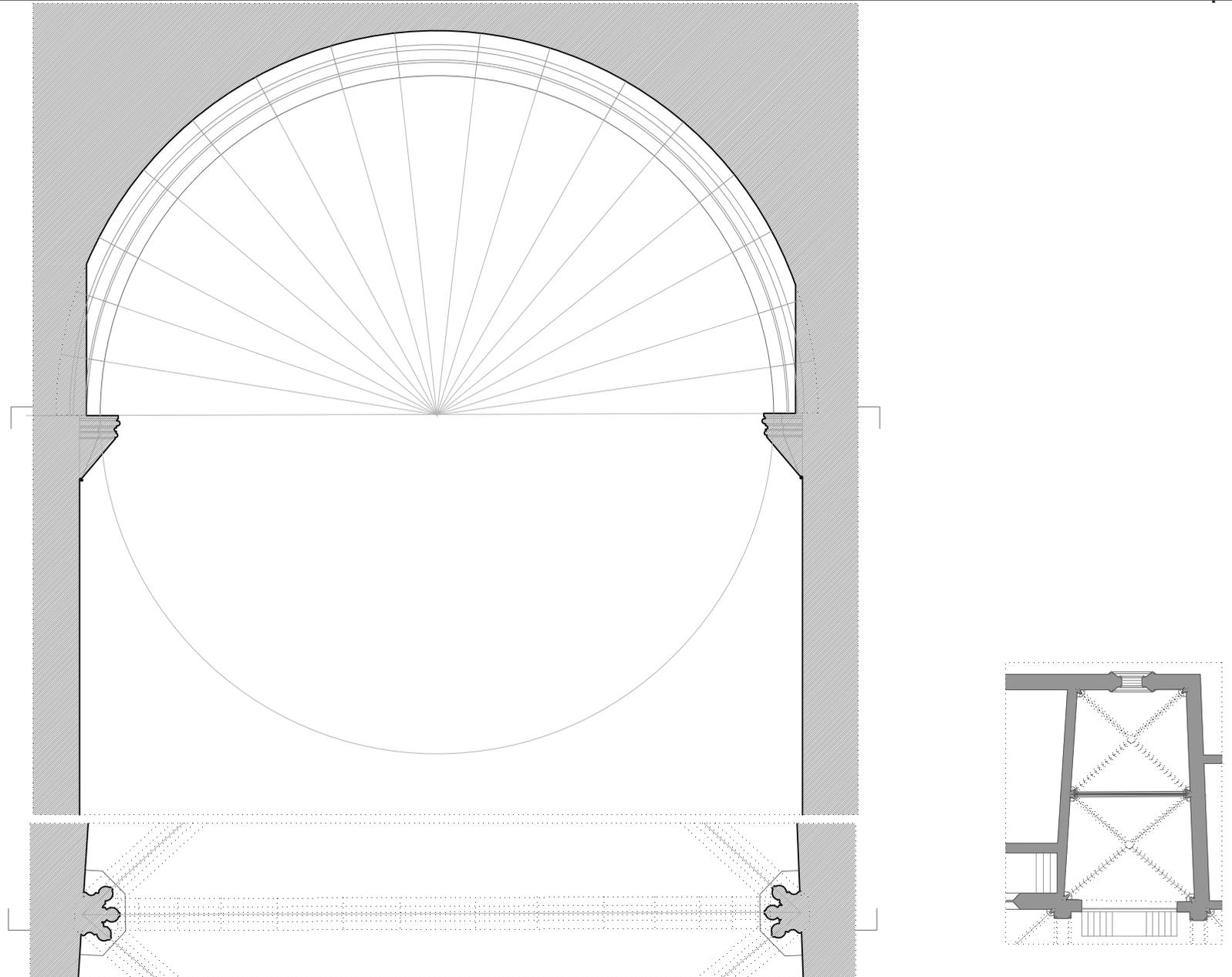


Fig.225. Abatimiento del arco central del coro. Escala 1:50  
[Dibujo propio, 2019]



Fig.226. Detalle de la clave de la segunda bóveda del coro.  
[Imagen propia, 2018]

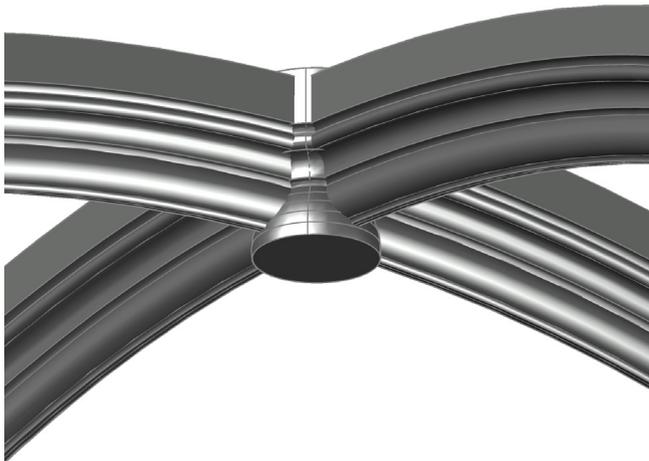


Fig.227. Modelo 3D de la clave de la primera bóveda del coro.  
[Dibujo propio, 2019]

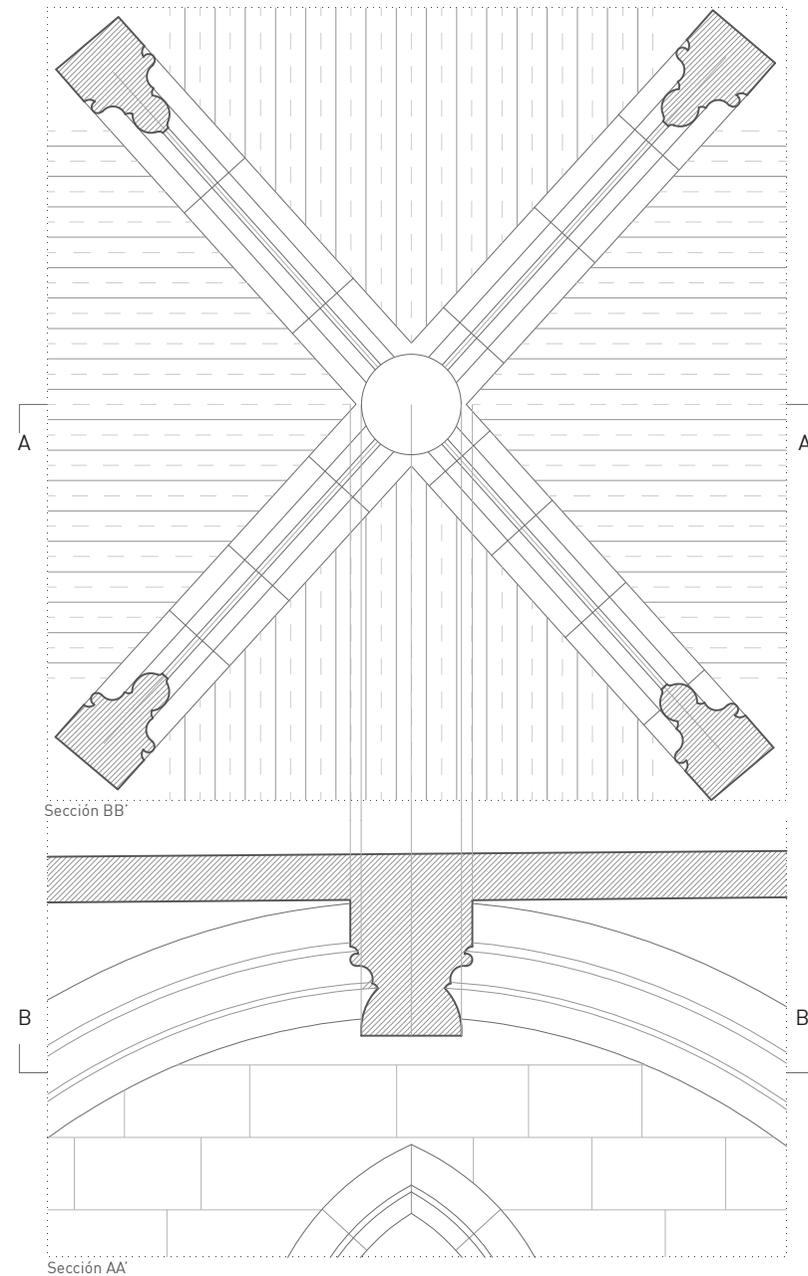


Fig.228. Planta cenital y sección de la clave de la segunda bóveda del coro. Escala 1:25 [Dibujo propio, 2019]

1/25.

0,5

1

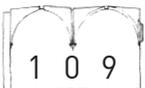




Fig.229. Vista cenital del coro. Modelo 3D Photoscan.  
[Imagen propia, 2019]



Fig.230. Plementería de la primera bóveda del coro.  
[Imagen propia, 2019]

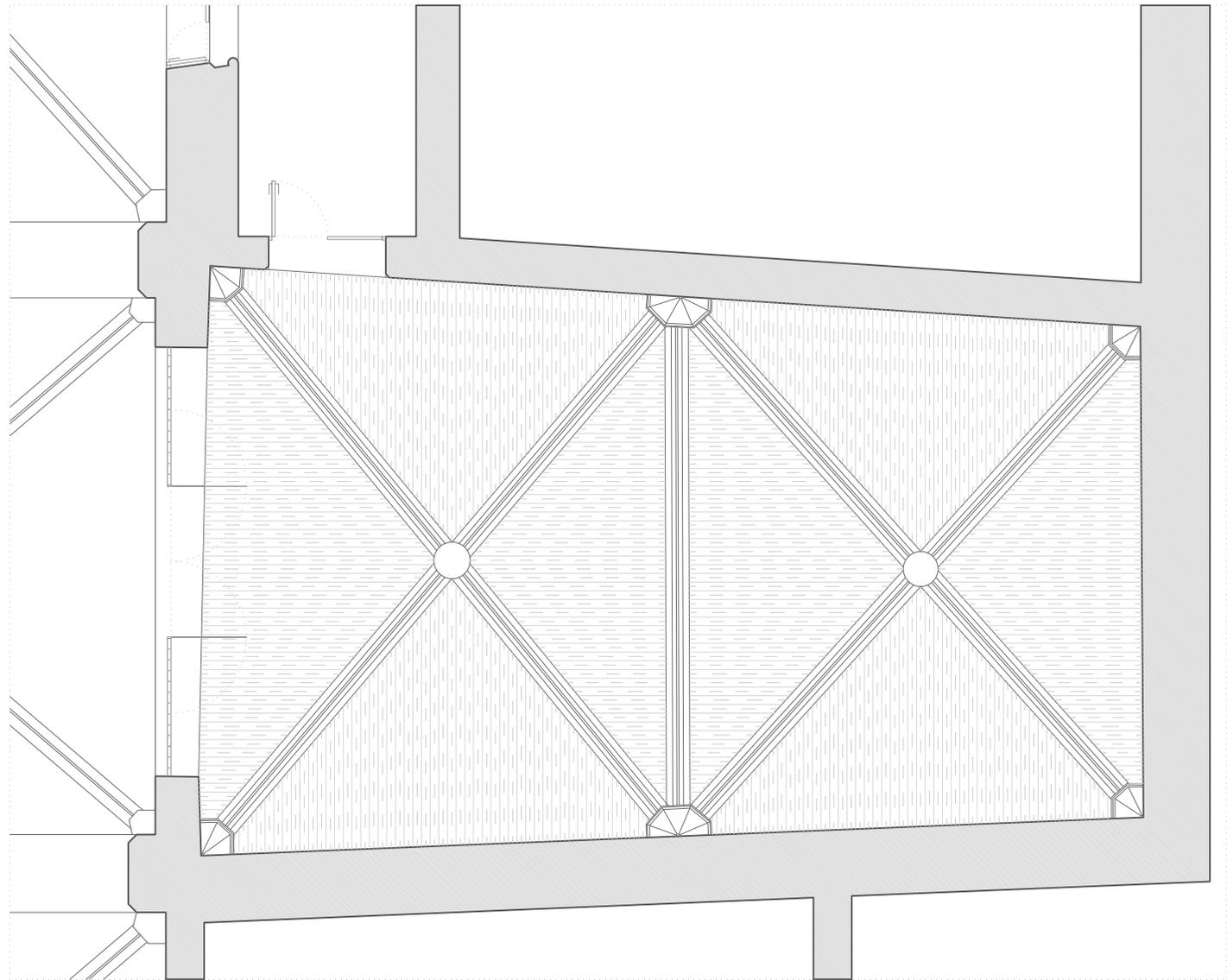


Fig.231. Planta cenital del coro con la plementería. Escala 1:75  
[Dibujo propio, 2019]



1 1 0



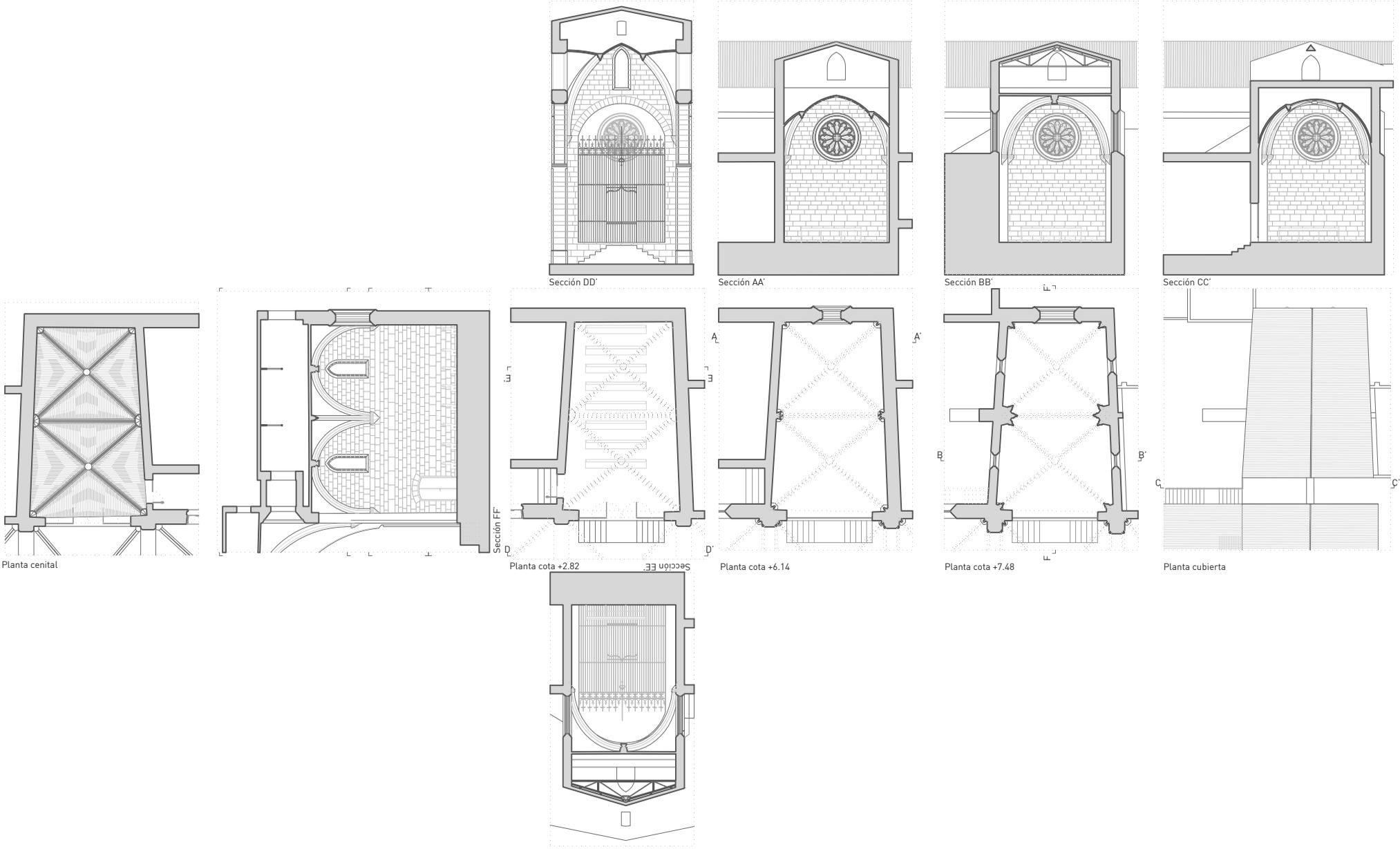
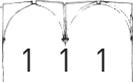
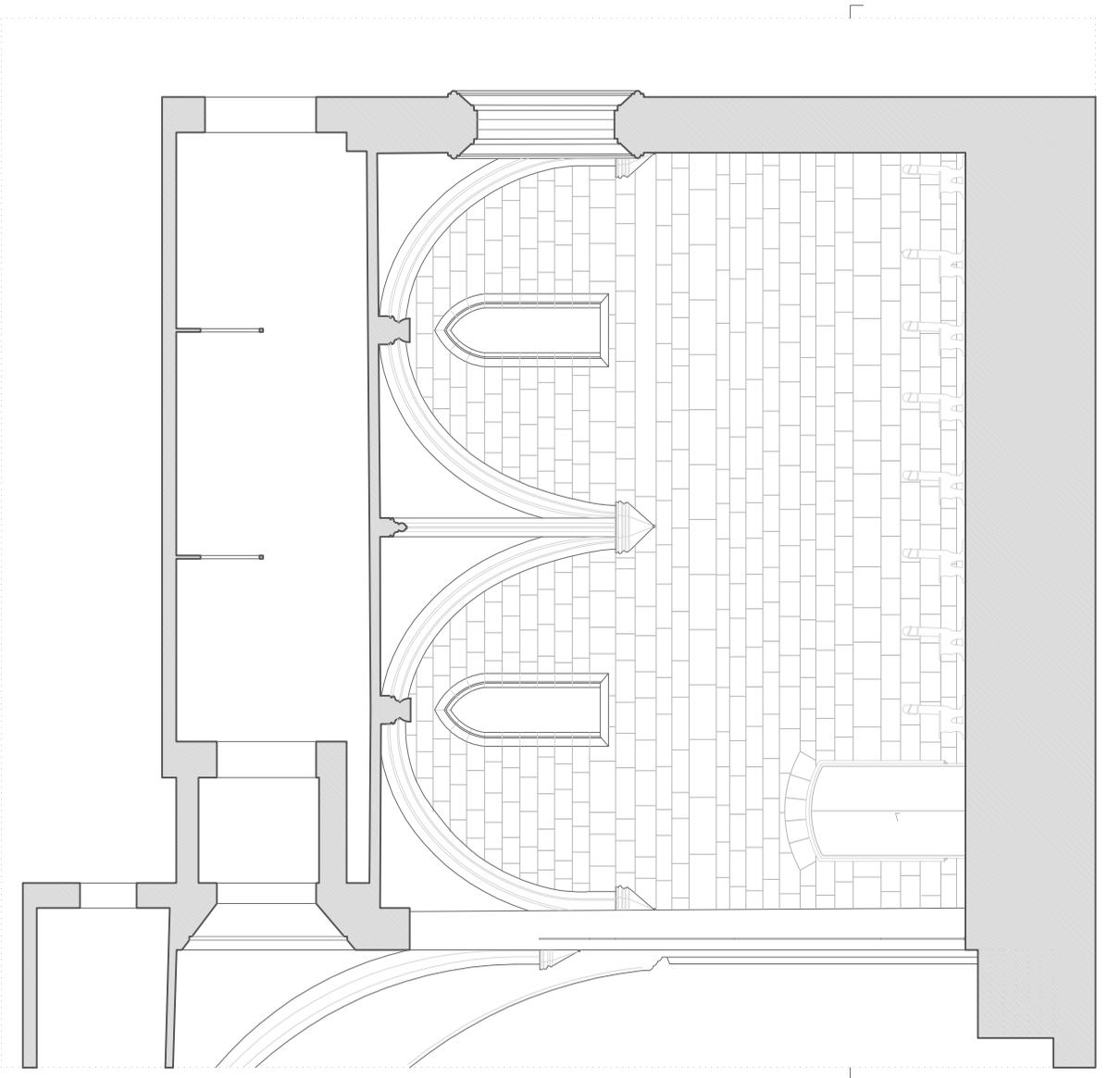
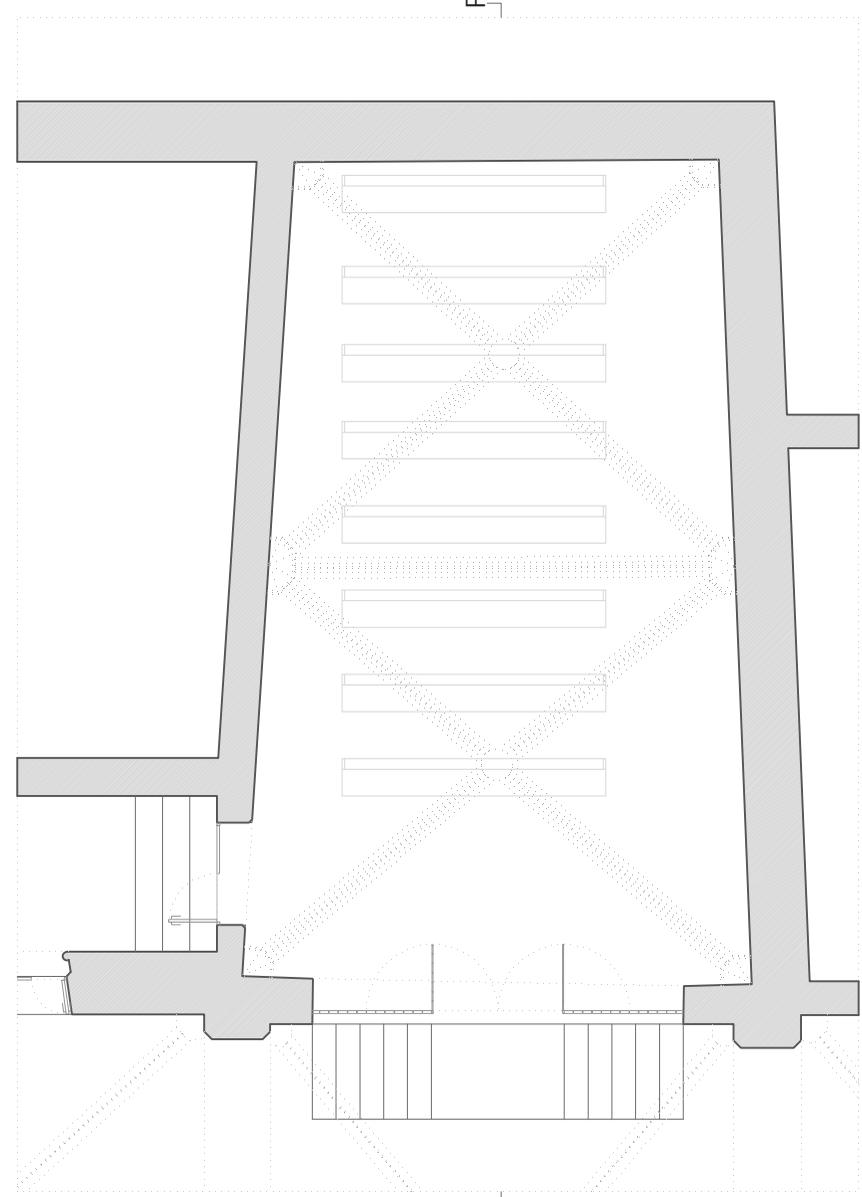


Fig.232. Plantas y secciones generales. Escala 1:300 [Dibujo propio, 2019]





Sección longitudinal FF'



Planta cota +2.82

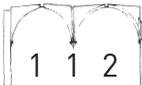


Fig.233. Planta a cota +2.82 y sección longitudinal. Escala 1:100 [Dibujo propio, 2019]

1/100.



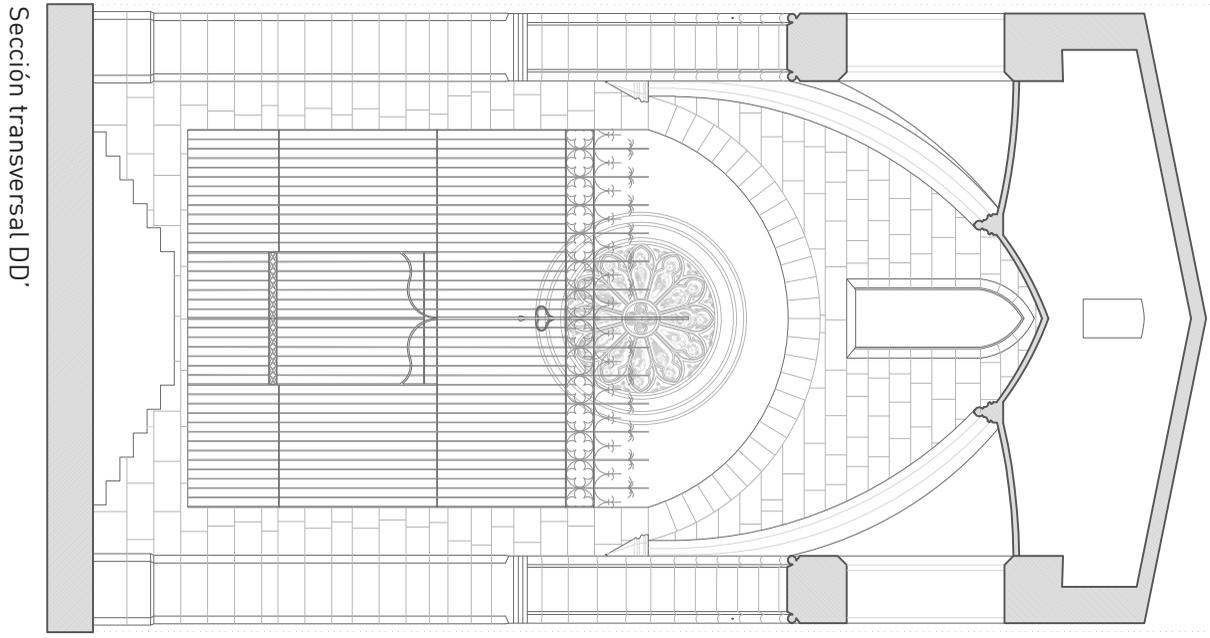
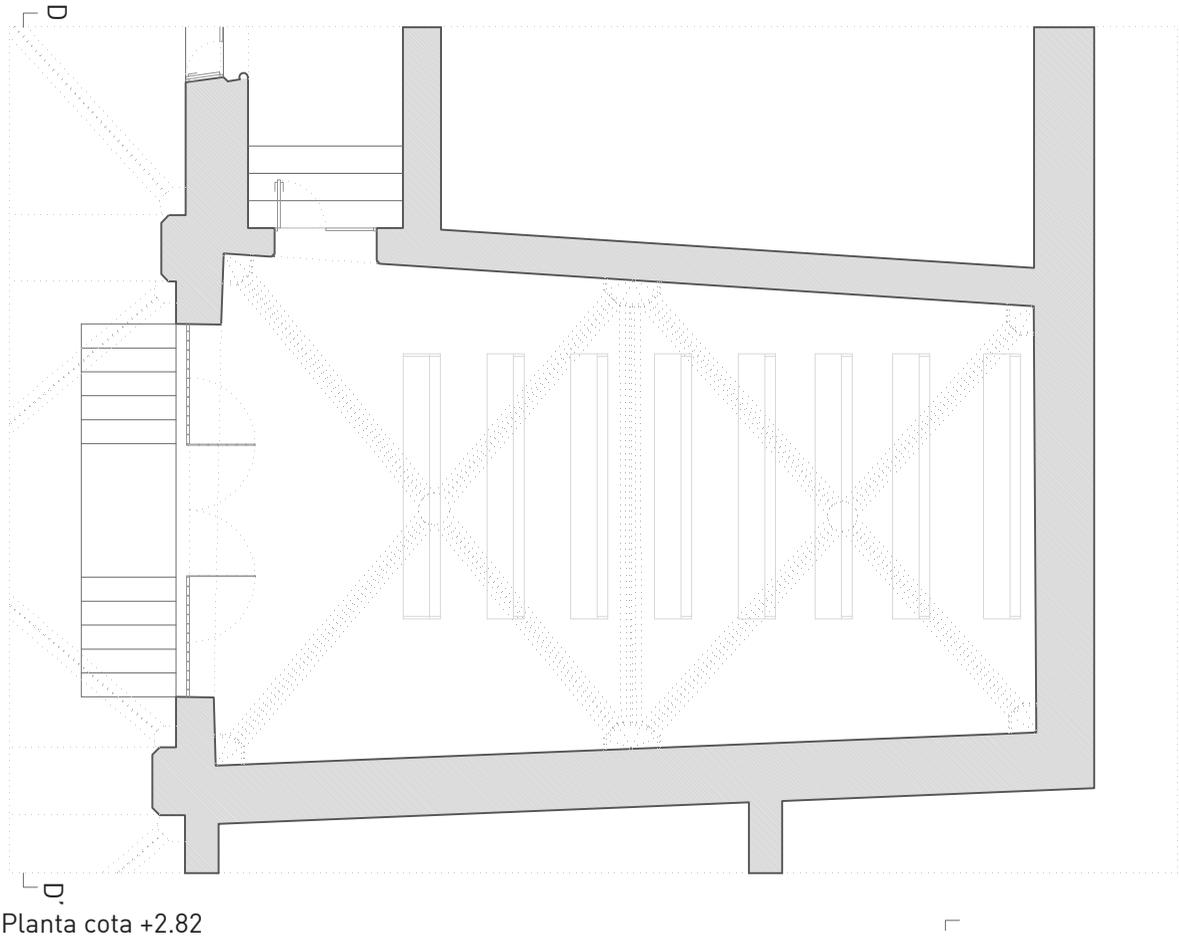


Fig.234. Planta a cota +2.82 y sección transversal por la entrada al coro. Escala 1:100. [Dibujo propio, 2019]



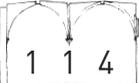
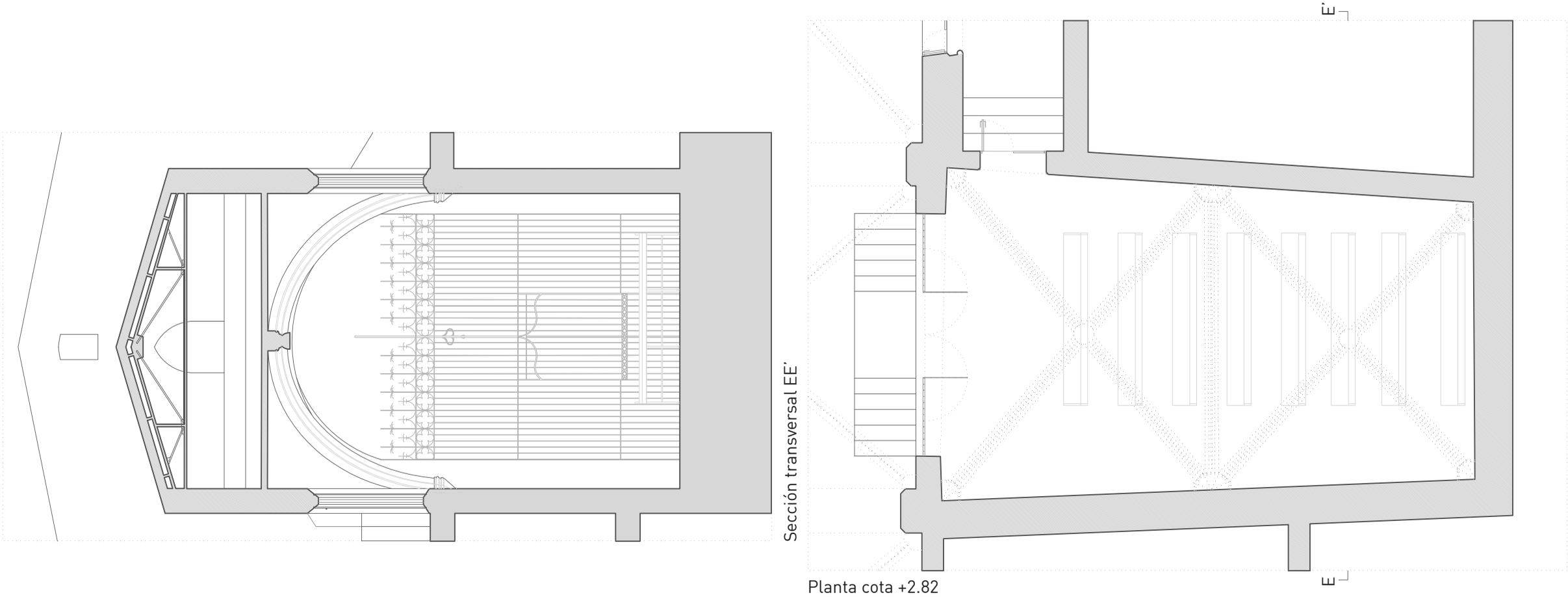
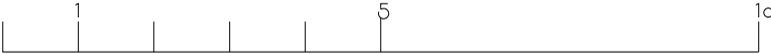


Fig.235. Planta a cota +2.82 y sección transversal por la segunda clave del coro. Escala 1:100. [Dibujo propio, 2019]

1/100



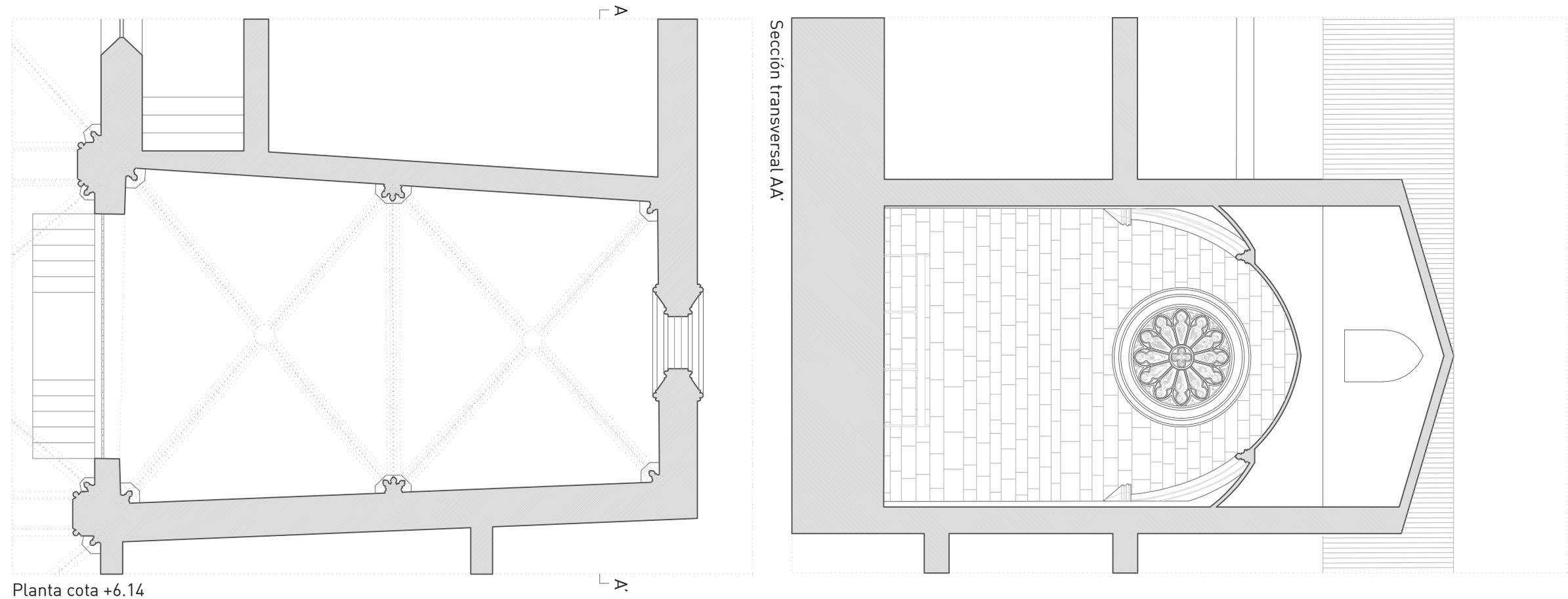
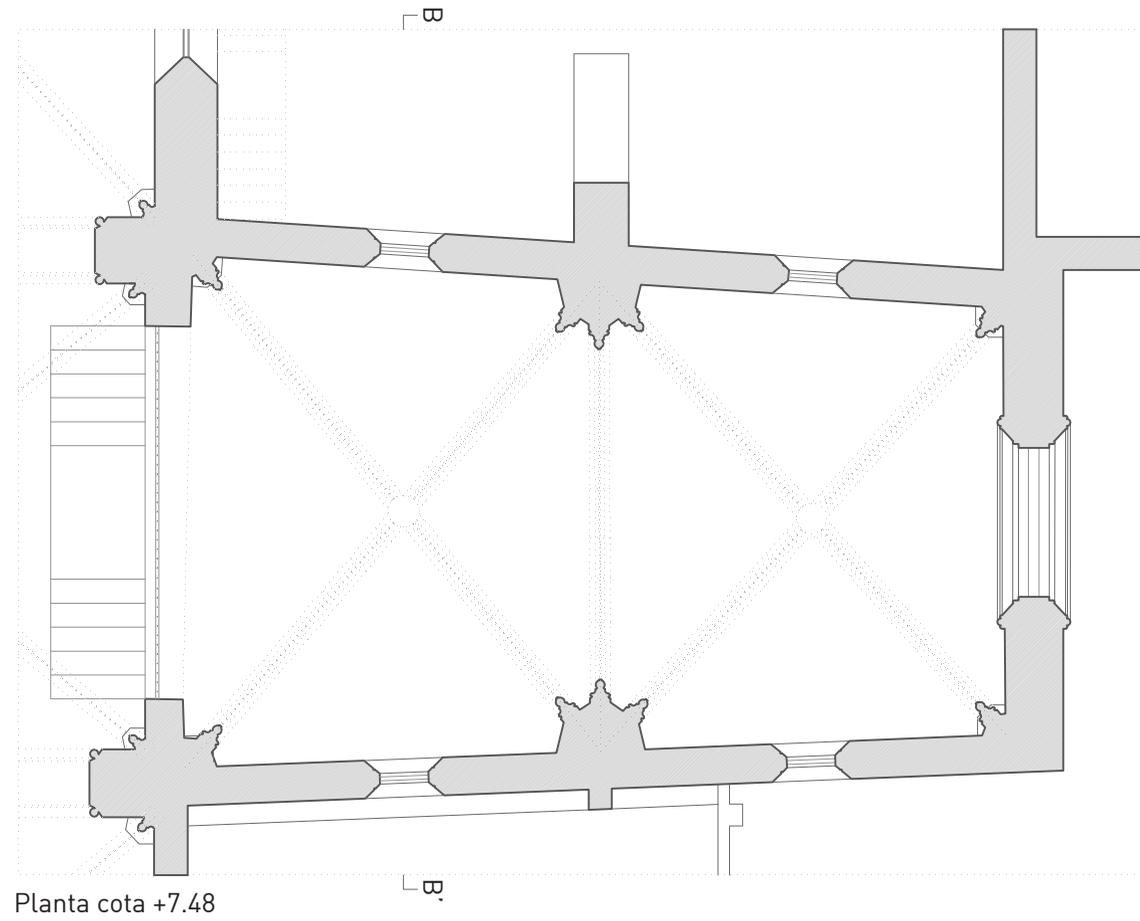
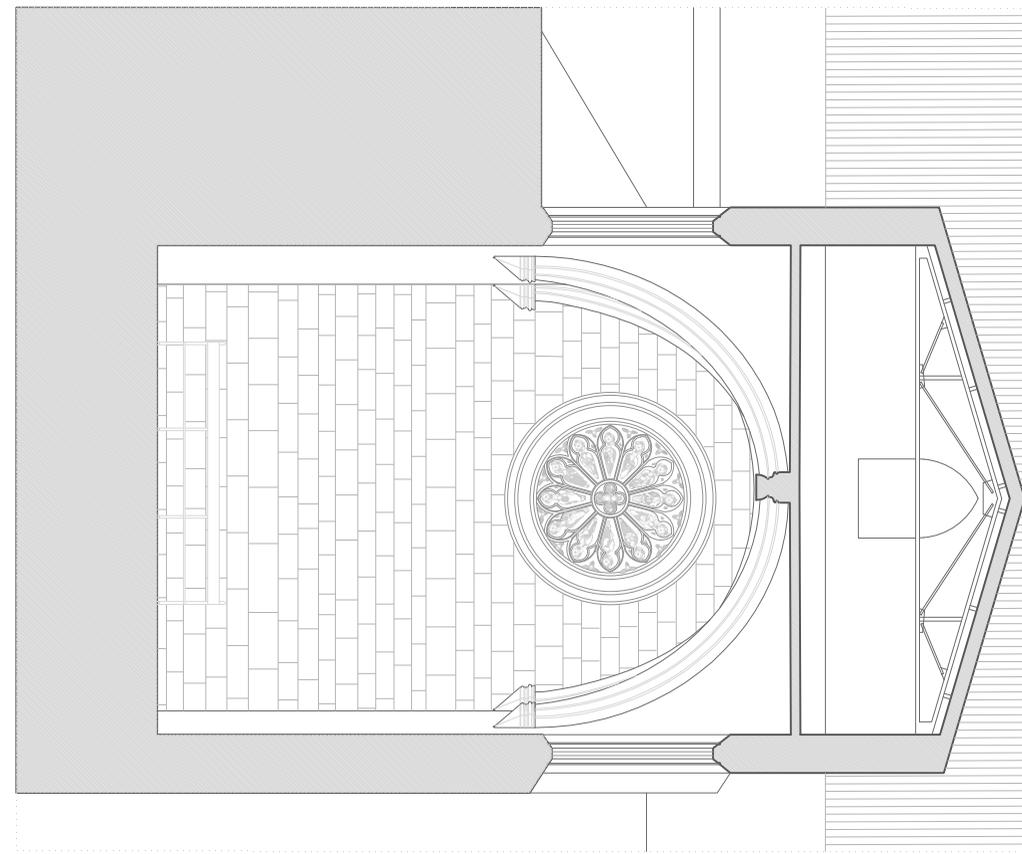


Fig.236. Planta a cota +6.14 y sección transversal por delante del rosetón. Escala 1:100. [Dibujo propio, 2019]





Sección transversal BB'



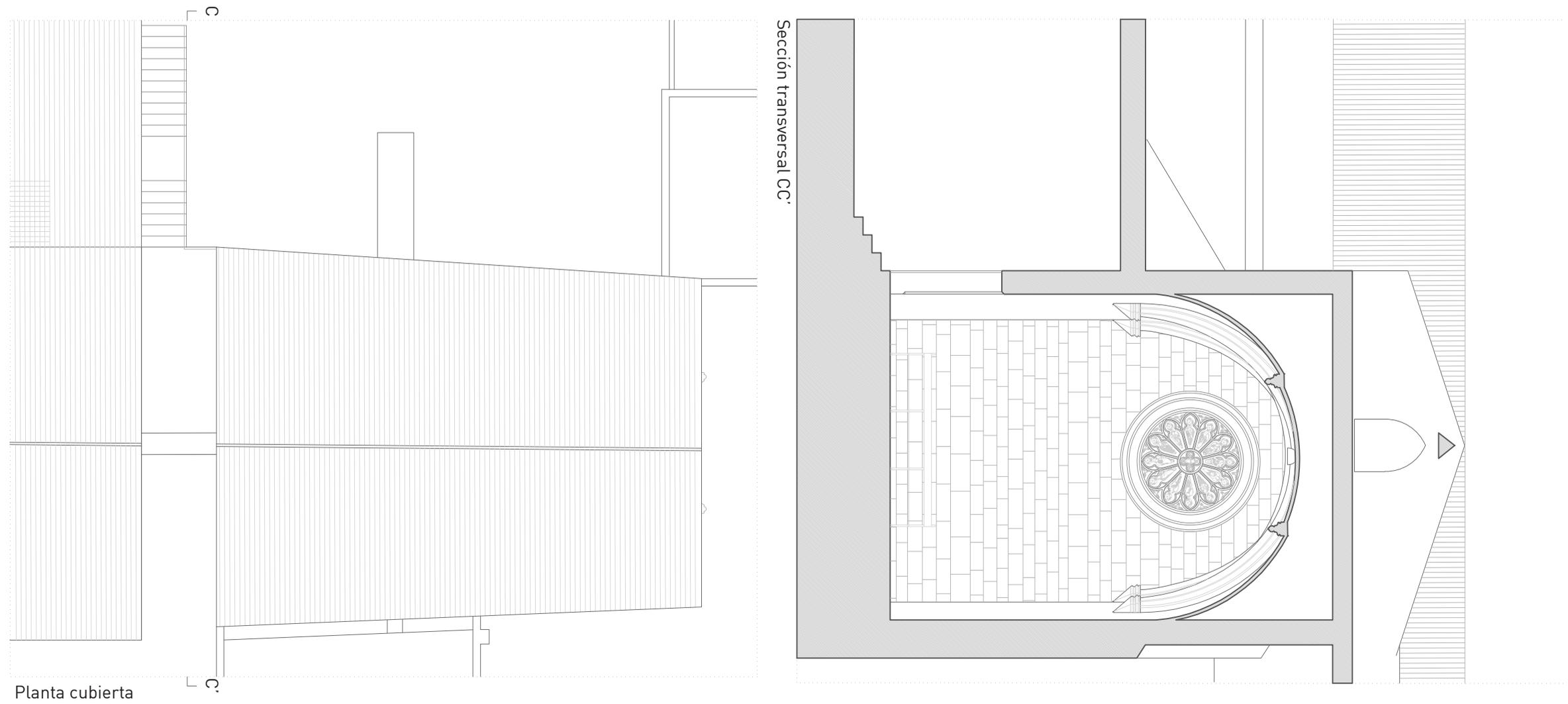
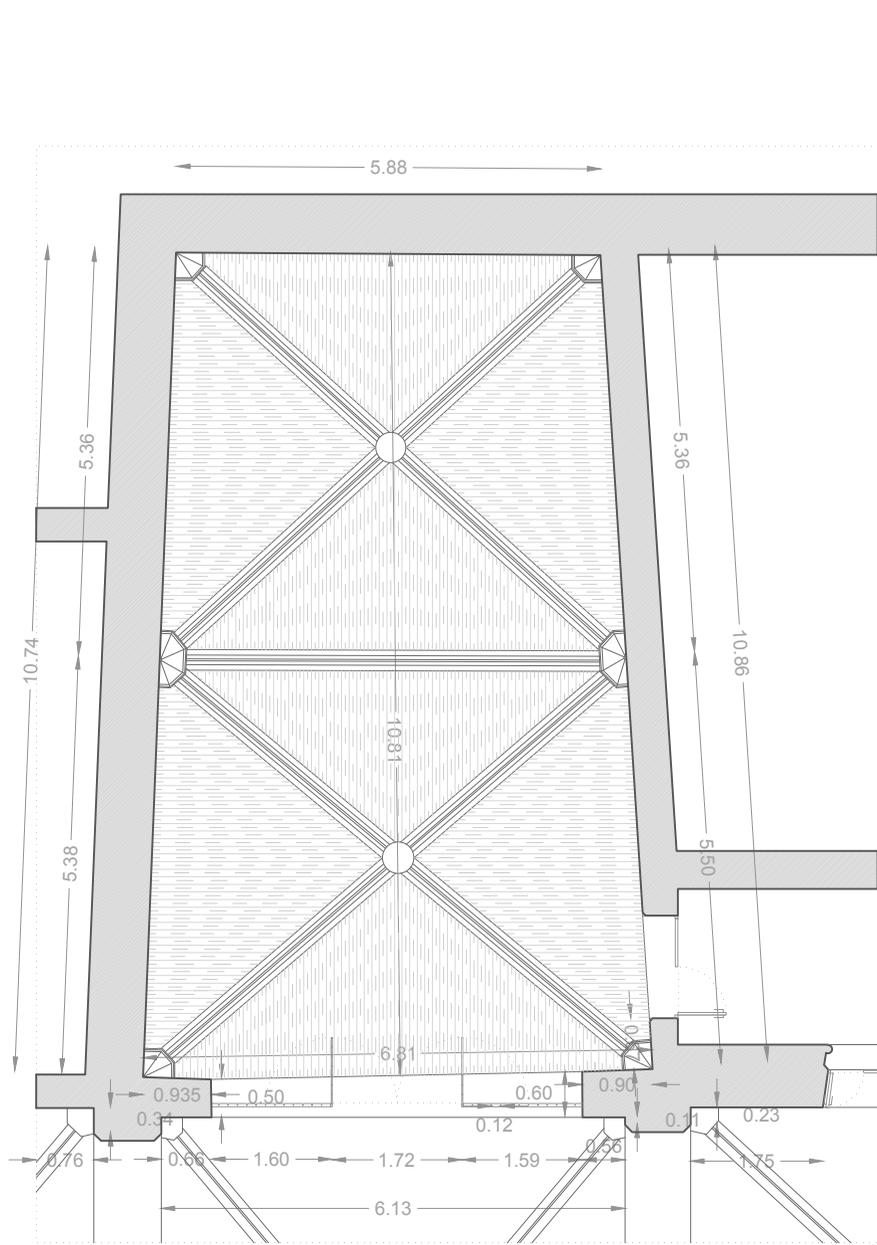


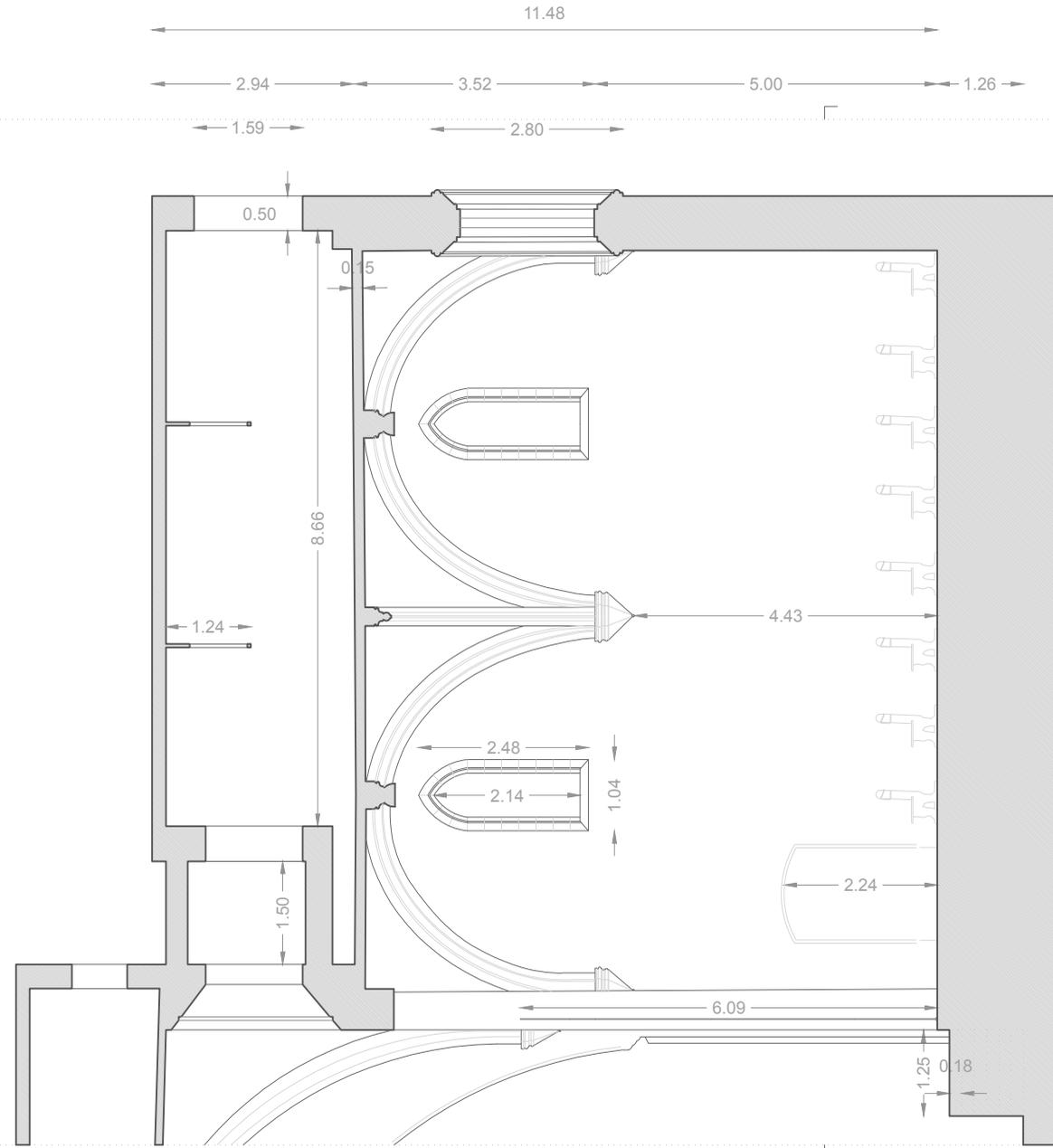
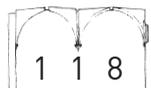
Fig.238. Planta cubierta y sección transversal por el paso superior del coro. Escala 1:100. [Dibujo propio, 2019]

1/100. 1 5 10

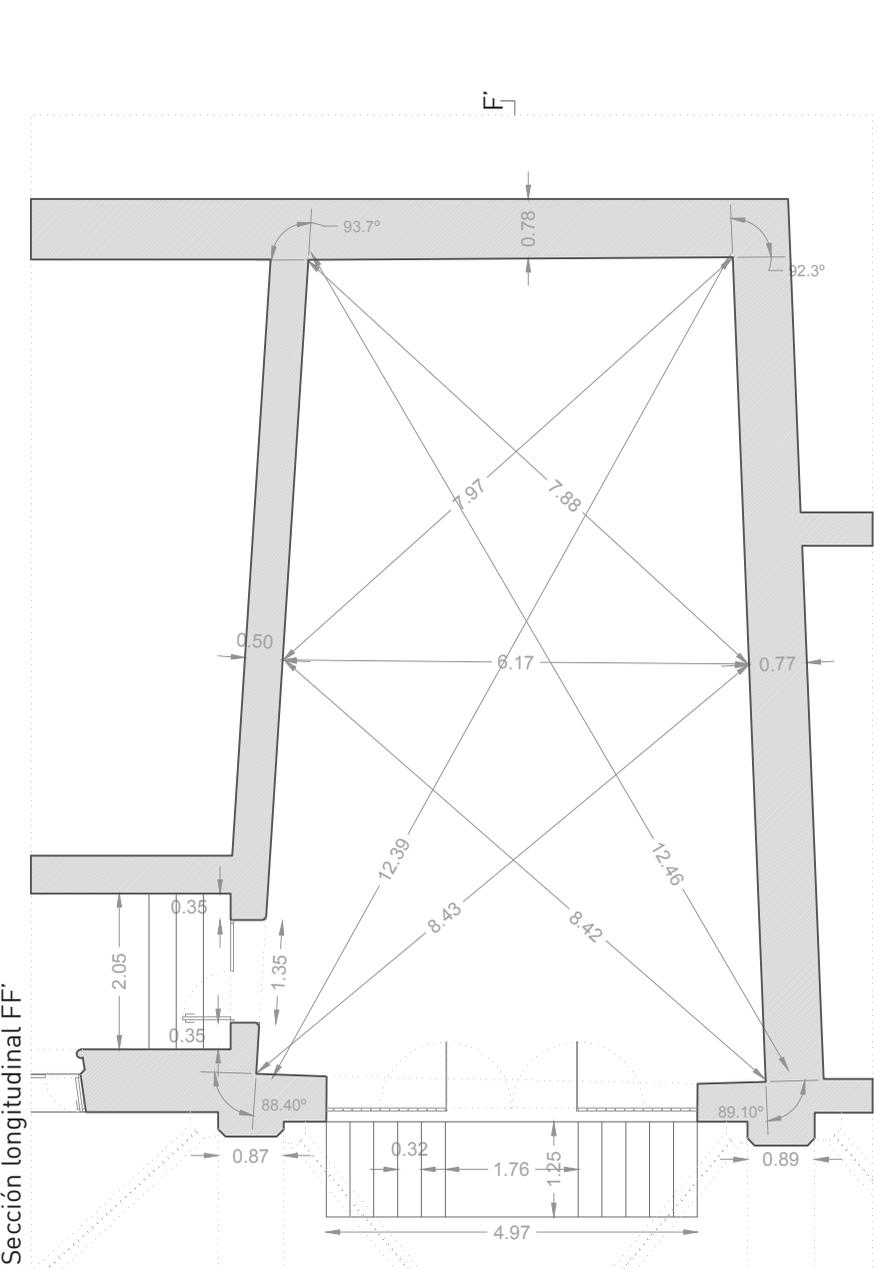


Planta cenital

Fig.239. Cotas generales del espacio coral. Escala 1:100  
[Dibujo propio, 2019]



Sección longitudinal FF



Planta cota +2.82

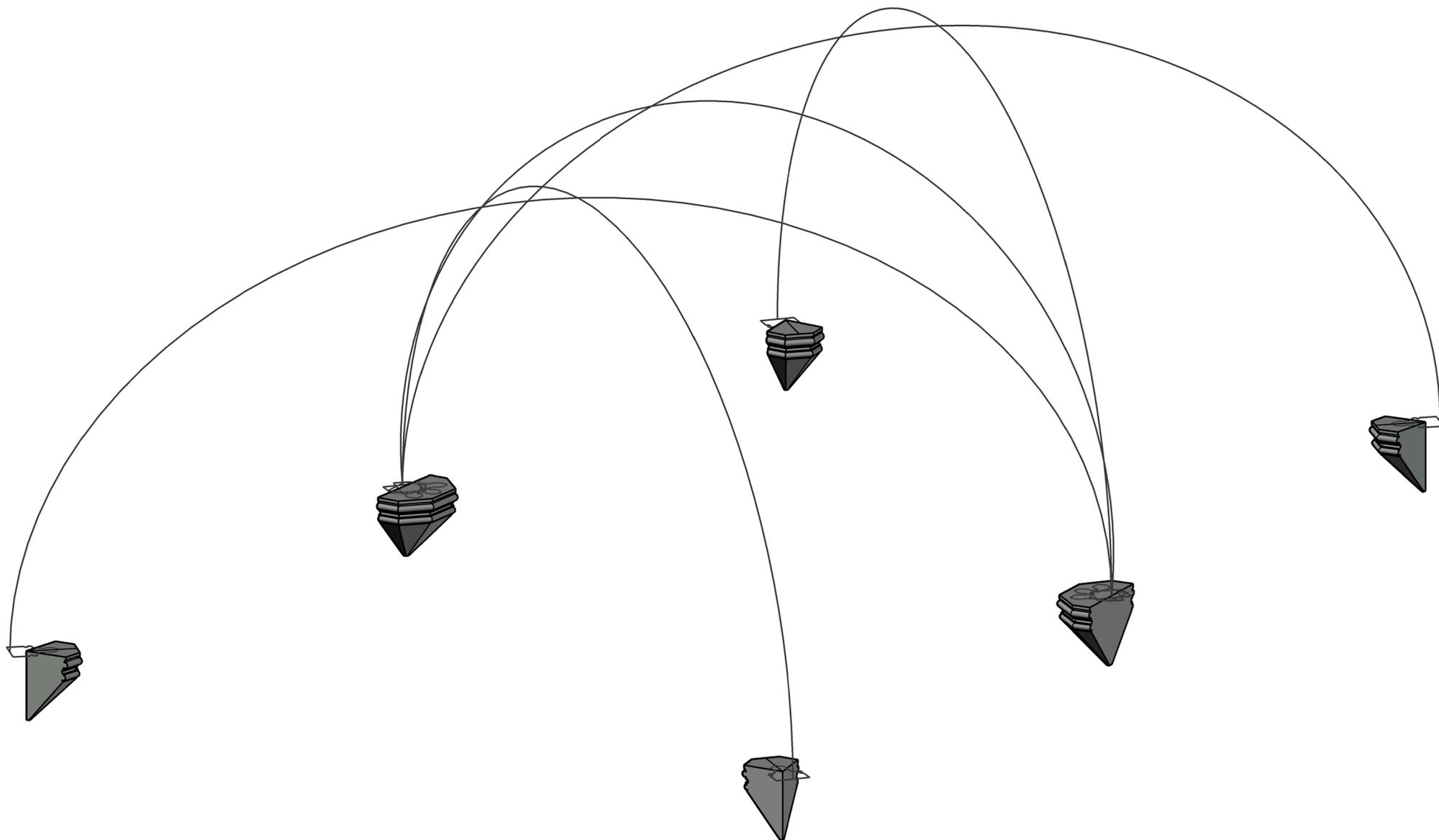
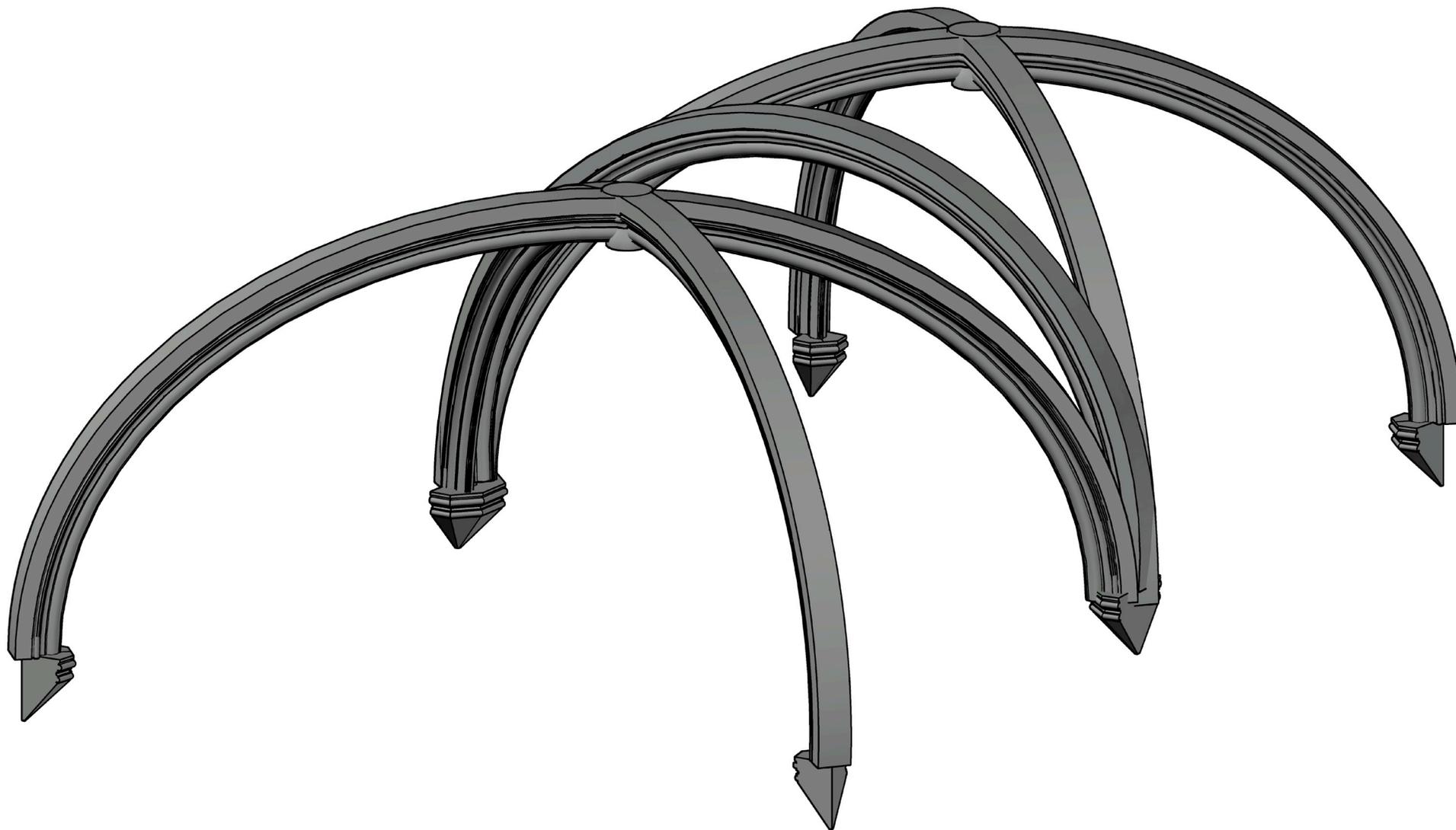
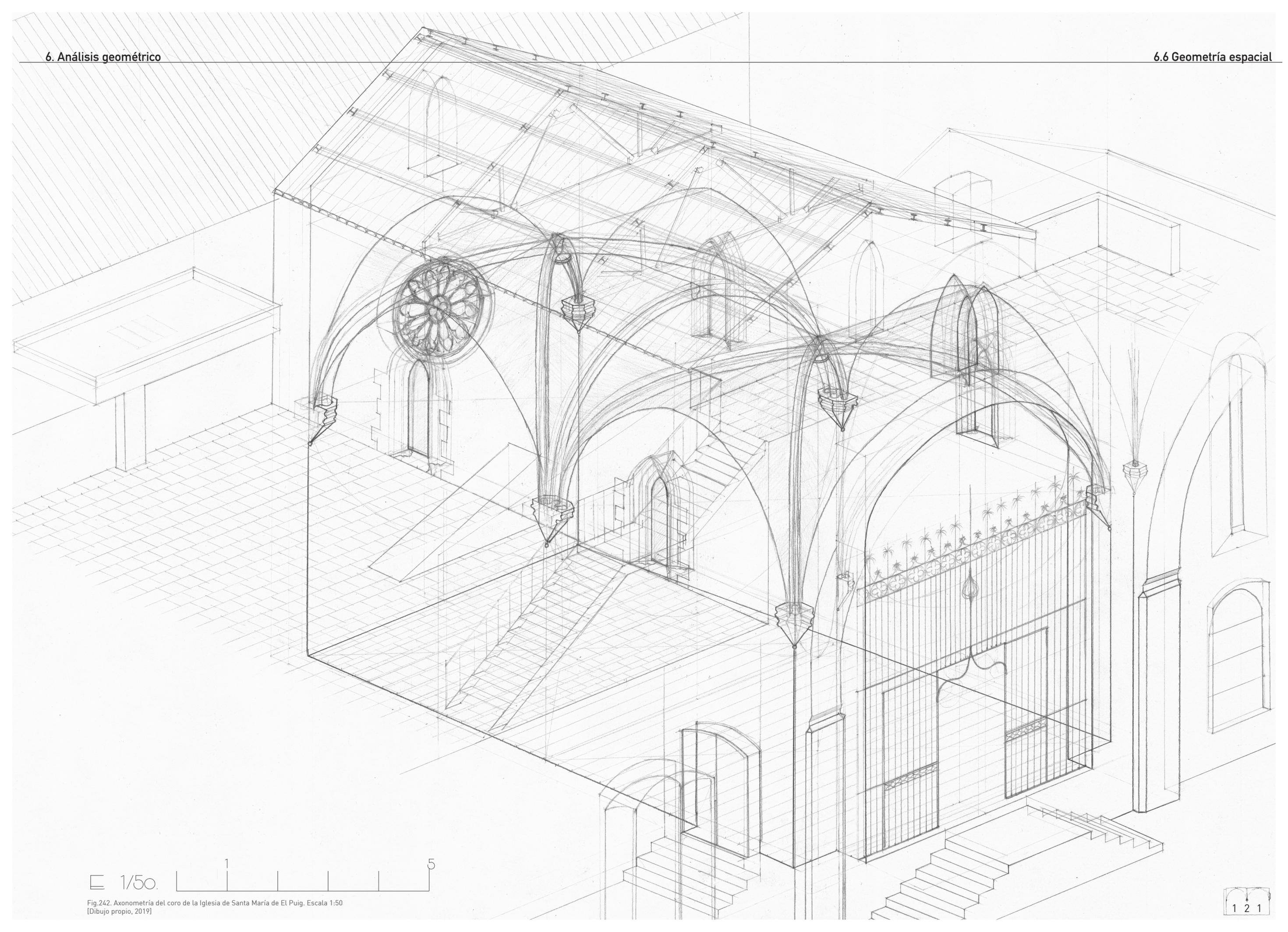


Fig.240. Modelo 3D de los arcos cruceros elípticos del coro.  
[Dibujo propio, 2019]





1/50. 1 5

Fig.242. Axonometría del coro de la Iglesia de Santa María de El Puig. Escala 1:50 [Dibujo propio, 2019]



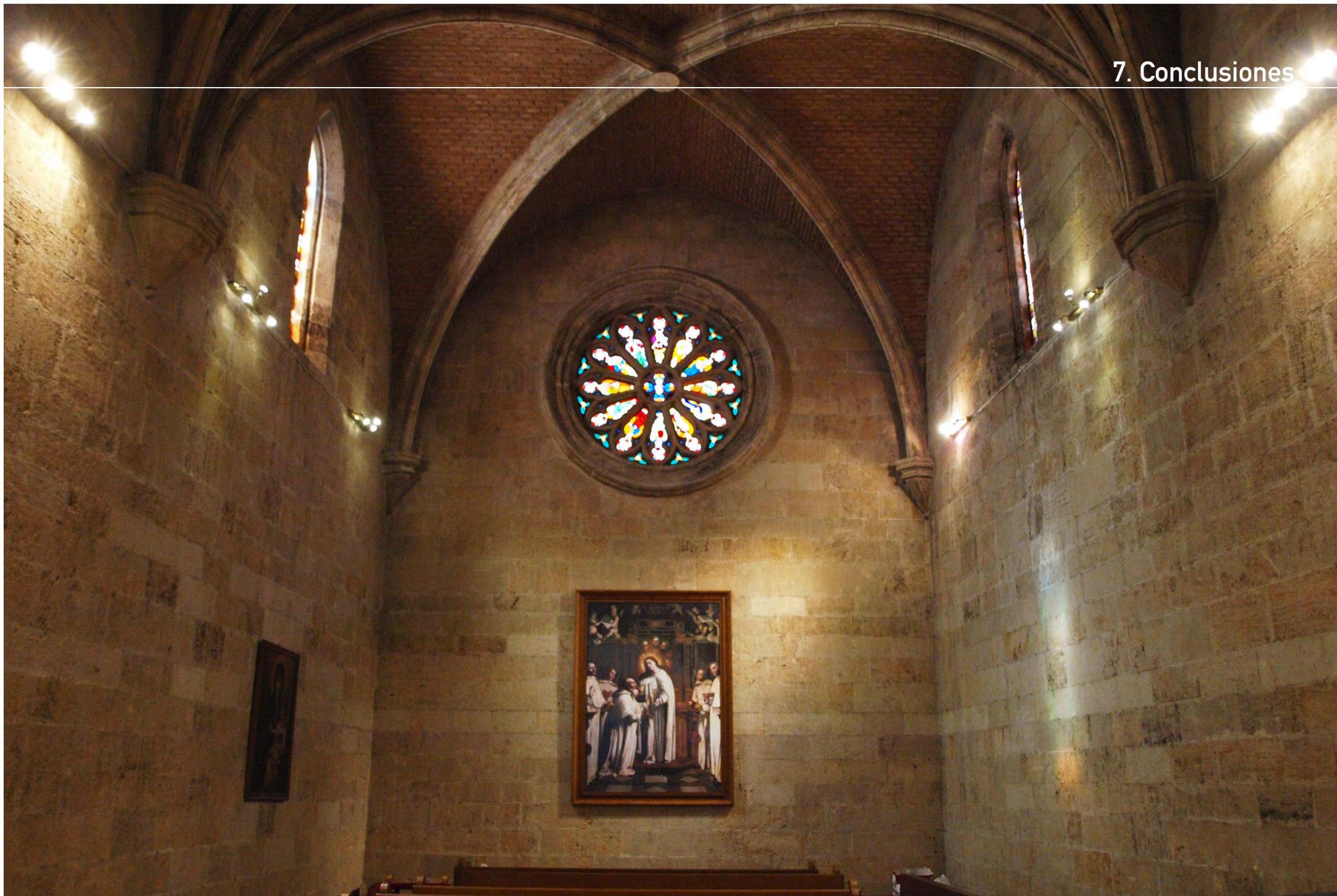
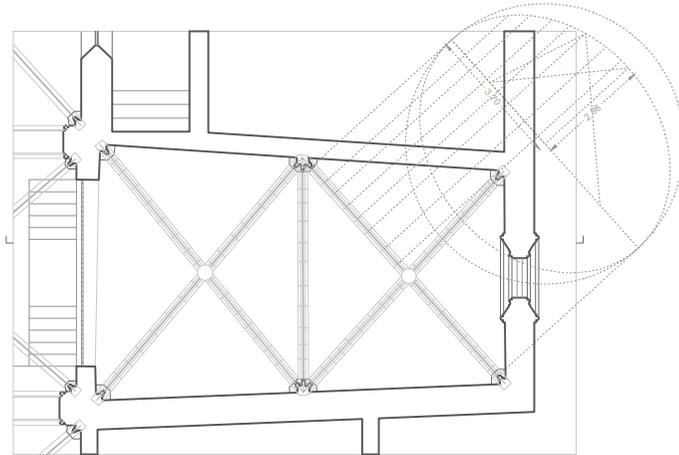


Fig.243. Segunda bóveda de crucería del coro. Arcos formeros y muros laterales.  
[Imagen propia, 2018]

El coro de la iglesia de Santa María de El Puig, objeto de este Trabajo Final de Grado, fue construido en 1968 en una intervención que sustituyó al coro de 1669. La peculiaridad del mismo radica en su planta trapezoidal y en los arcos cruceros de las bóvedas, para los cuales se adoptó como hipótesis inicial que se trataban de arco ovals. Tras los análisis llevados a cabo, se ha podido determinar geoméricamente que los arcos cruceros son elipses, construidas mediante sus focos y que la prolongación de las juntas constructivas de las dovelas del arco dan como resultado una evoluta, un lugar geométrico de los diferentes centros de la curvatura elíptica. (Fig.244)



Una vez realizado el análisis geométrico de las bóvedas del coro de la iglesia de Santa María de El Puig, se han podido comprobar las hipótesis definidas en el inicio del presente Trabajo Final de Grado y analizar geoméricamente cada uno de los elementos que conforman las bóvedas del coro.

Siguiendo con los objetivos definidos al inicio del trabajo, como se ha dicho, se ha definido la geometría de todos los elementos presentes en el coro, a través de una metodología fundamentada en toma de datos in-situ con dibujos, croquis, mediciones, tomas de puntos con estación total y fotogrametría multi-imagen.

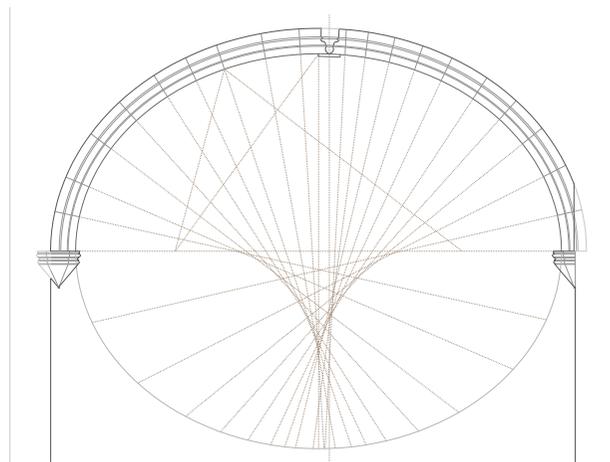


Fig.244. Abatimiento del segundo arco crucero de la segunda bóveda. [Dibujo propio, 2019]

Los nervios de las bóvedas descansan en seis ménsulas de arranque a una cota de 5 metros, siendo cuatro de ellas de rincón y dos de pared. Su perfil y geometría es similar al que podemos encontrar en las naves de la iglesia, ya que con la intervención llevada a cabo en el siglo XX, se reprodujeron similares ménsulas para el coro. Sin embargo, es importante destacar las dos ménsulas de pared del coro, pues fueron construidas para dar soporte a los arcos cruceros de las bóvedas y al arco central perpiaño que separa ambos tramos de bóvedas.

En relación con los nervios, la geometría de su perfil es similar al de los cruceros de la iglesia, pues al igual que las ménsulas, su perfil fue replicado en el siglo XX. Dichos nervios se pueden inscribir en un rectángulo de 38x27 cm.

Cada uno de los tramos de las bóvedas de crucería cuentan con cuatro plementos o cierres entre los arcos cruceros. La plementería está construida a la francesa, con ladrillo y yeso vistos. Su disposición y construcción es similar a la de las naves de la iglesia. Cabe destacar la horizontalidad en la línea de espinazo, siendo rampantes planas. Esto puede ser debido a la forma elíptica de los arcos cruceros, pudiendo asimilar la geometría de dichos cruceros, a las aristas de intersección de los cañones de una bóveda de arista.

Al igual que los elementos mencionados anteriormente, las claves de las bóvedas del coro se asemejan a las de las bóvedas de las naves de la iglesia. Se sitúan a una altura de 7.5 metros y no se encuentran alineadas con la línea trazada entre el punto medio del muro oeste y el punto medio del muro este del coro, debido a su forma trapezoidal.

Por último, los arcos presentes en el coro son de diferentes tipos, siendo el más característico el arco elíptico de los cruceros de las bóvedas, que no se corresponde con la geometría de los arcos cruceros de las bóvedas góticas que eran de medio punto. En la entrada encontramos un arco rebajado, datado por algunas fuentes en el siglo XIII, con una altura de 8 metros. El arco fajón o perpiaño del centro del coro, que separa los dos tramos de bóvedas tiene geometría circular, cuyas juntas de dovelas concurren al centro de la semicircunferencia que traza el arco. En los muros laterales, norte, sur y oeste, encontramos cinco arcos formeros ciegos, cuya geometría no ha sido determinada con claridad en el análisis geométrico, pues si bien en las bóvedas de crucería góticas los arcos formeros son apuntados, los del coro se tratan de arcos levemente apuntados, que podríamos definir como arcos apuntados rebajados o como arcos elípticos, cuyo eje menor sería la luz del arco formero, variable en cada uno de los tramos debido a la irregularidad de la planta, y cuyo semieje mayor es una flecha de 3.3 metros, si bien en algunos casos no se percibe con claridad el arco como apuntado sino que parece más bien una curva continua elíptica.

Como ya hemos mencionado, fruto del análisis geométrico, hemos podido definir la geometría elíptica de los arcos cruceros de las bóvedas del coro, siendo el semieje menor de la elipse la altura desde la línea de arranque, aproximadamente 3.3 metros en los cuatro arcos. Debido a la irregularidad de la planta, dichos arcos tienen longitudes diferentes y se ha podido definir que el lado menor de las elipses no es coincidente con el eje de la clave.

Mediante la documentación obtenida desde diversas fuentes bibliográficas, se ha podido determinar y datar la época de construcción de las bóvedas del coro. Si bien en el inicio del trabajo, y debido a la afinidad constructiva con las bóvedas de las naves de la iglesia, se pudo plantear que ambas construcciones podían ser coetáneas, la búsqueda de documentación, el análisis constructivo y geométrico descartó dicha hipótesis. La construcción del coro actual de la iglesia objeto de este Trabajo Final de Grado data de 1968, tras la intervención llevada a cabo por los arquitectos Juan Segura de Lago y Román Jiménez. Dicha actuación formó parte de una intervención en la iglesia de Santa María, que tuvo, como pauta principal, tratar de dar una imagen gótica que pudo haber tenido en el siglo XIV, tras las obras realizadas por Roger de Lauria. En la actuación llevada a cabo en el coro, se construyeron dos bóvedas de crucería de nueva planta, demoliendo el primitivo coro de la iglesia, construido en 1669, cuya geometría estaba formada por una bóveda de cañón de arcos fajones carpaneles con lunetos.

La intervención llevada a cabo en el coro no siguió las recomendaciones de las cartas de restauración, como la de Atenas o de Venecia. Por tanto, es concluyente que la actuación siguió los pensamientos estilísticos de Viollet-le-Duc y que la construcción levantada en el coro supone una interpretación propia que buscaba la imitación del estilo del templo del siglo XIV, que nada tenía que ver con el antiguo coro del siglo XVII.

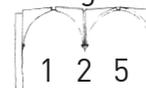






Fig.245. Fachada norte del Real Monasterio de Santa María de El Puig.  
[Archivo histórico del Monasterio de El Puig, 1962-1968]



Fig.246. Vista exterior sur-oeste del coro.  
[Imagen propia, 1/2/18]

### Libros, catálogos y monografías

Almagro Vidal, A. (traducción, 1999) *Carta del Rilievo Architettonico*. Nápoles.

Barberá Martí, F. (1915) *Crónica de la sesión solemne celebrada en el Paraninfo de la Universidad de Valencia con objeto de encarecer la importancia del Monasterio de El Puig de Santa María*. Valencia: Estab. Tip. Doménech

Benito Domenech, F. (1983) *Catálogo de monumentos 128, Real monasterio de Santa María*. Valencia, Consellería de cultura, educación y ciencia, pp. 54-64

Bérchez, J., Jarque, F. (1994) *Arquitectura renacentista valenciana (1500-1570)*. Valencia: Obra Social Bancaixa

Capilla Tamborero, E. y Calvo Roselló, V. (2014) "La cúpula interior de la basílica de la virgen de los desamparados de Valencia. Análisis geométrico y matemático". *Bóvedas Valencianas, arquitecturas ideales, reales y virtuales en época medieval y moderna*, Valencia: UPV, capítulo 8, p.196-237.

Capilla Tamborero, E. (2016) "Hipótesis de métodos geométricos en perfiles de dovelas de bóvedas de crucería del monasterio de Santa María de Valldigna (Valencia)". En: Felip et al. (eds.) *Dibujar, construir, soñar. Investigaciones en torno a la expresión gráfica aplicada a la edificación*. Tirant Lo Blanch, capítulo 54, p.731-744.

Capilla Tamborero, E. (2016) "Métodos geométricos para el trazado de los perfiles de los nervios de bóvedas de crucería. La capilla de la Lonja de Valencia". En *Actas del 16 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Alcalá de Henares, 2 y 3 junio, p.1251-1259.

Casinello Pérez, F. (1969) *Bóvedas y cúpulas de ladrillo*. Madrid: Instituto Eduardo Torroja

Devesa, J. (1966) *Guía histórico-artística del Real Monasterio de El Puig de Santa María*. Valencia: Ediciones Monasterio del Puig, D.L.

Domínguez Rodrigo, J. (1992) *El Puig de Santa María: Aproximación histórica y valoración crítica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Gómez, D. y Luz, H. (2005) *Construcción de arcos, bóvedas y cúpulas*. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Gómez Martínez, J. (1998) *El gótico español de la edad moderna: Bóvedas de crucería*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Huerta, S. (2004) *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan Herrera

Hurtado Valdez, P.A. (2008) *Auguste Choisy: El dibujo de las cimbras románicas y góticas*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

ICOMOS (1931) *Carta de Atenas 1931*. Madrid: UNESCO

ICOMOS (1965) *Carta internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y sitios. Carta de Venecia 1964*. Madrid: UNESCO

Macarrón Miguel, A.M. y González Mozo, A. (2007) *La conservación y la restauración en el siglo XX*. Madrid: Editorial Tecnos (grupo Anaya)

Martínez Justicia, M.J. (traducción, 1972) *Carta del Restauo*. Venecia.

Molina, Tirso de y Devesa, Juan (1968) *El Monasterio de El Puig y su Virgen*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia

Monasterio de El Puig (1973) *Guía histórico-artística del Real Monasterio de El Puig de Santa María*. Valencia: Ediciones Monasterio del Puig, D.L.

Navarro Fajardo, J.C. (2006) *Bóvedas de la arquitectura gótica valenciana: Traza y montea*. Valencia: Universidad de Valencia.

Navarro Fajardo, J.C., Palmero Iglesias, L., y Martínez Piqueras, J.F. (2011-12) *Bóveda del coro de la iglesia de Santa María en Villafranca del Cid (Castellón). Levantamiento gráfico*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Palacios Gonzalo, J.C. (2009) *La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española*. Madrid: Munilla-Lería.

Palacios Gonzalo, J.C. (2005) *La geometría de la bóveda de crucería española del siglo XVI*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Palacios Gonzalo, J.C. (2005) *Taller de construcción gótica I*. Madrid: Munilla-Lería.

Palaia Pérez, L. y Abdilla Muedra, E. (1995) *Técnicas de intervención en arcos, bóvedas y cúpulas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Pellicer Valero, J.A. (1958) *El Puig de Santa María en la conquista de Valencia*. Valencia: Valencia Atraccion, D.L.

Rovira y Rabassa, A. (1897) *Estereotomía de la piedra*. Barcelona: Librería y estampería calle de Fernando VII, nº33.

Rabasa Díaz, E. (2000) *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Ediciones Akal S.L.

Rivera Blanco, J. y Pérez Arroyo, S. (2000) *Carta de Cracovia 2000. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido*. Valladolid: Instituto Español de Arquitectura. Universidad de Valladolid.

Thunnissen, H.J.W. (2012) *Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura*. Madrid: Instituto Juan Herrera.

Zaragozá Catalán, A. (2000) *Arquitectura gótica valenciana. Siglos XIII-XV. Monumentos de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Conselleria Cultura i Educació.

### Tesis doctorales

Capilla Tamborero, E. (2016). *Geometría, arte y construcción. Las bóvedas de los siglos XIII a XVI en el entorno valenciano*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Domínguez Rodrigo, J. (1989) *El Real Monasterio de Santa María del Puig. Aproximación histórica y valoración crítica. Notas metodológicas para la defensa de nuestro patrimonio histórico ambiental. Tomos I y II*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Huerta Fernández, S. (1990). *Diseño estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Navarro Fajardo, J.C. (2004) *Bóvedas de crucería de los siglos XIV al XVI. Traza y montea*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

### Artículos, revistas y periódicos

Gómez Collado, M.C., Calvo Roselló, V. y Capilla Tamborero, E. (2018) *Mathematical modeling of oval arches. A study of the George V and Neuilly Bridges*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 23 febrero, Vol.32, p.144-155.

Devesa, J. (1969) *El libro de la Obra del Convento de Nra. Sra. del Puch. Año 1588*. Revista quincenal El Puig de Santa María, órgano de la asociación "amics del Puig" Número 143

Furió, Javier (2017) "El Monasterio de El Puig celebra los 600 años de la muerte del Padre Jofré" Horta noticias, 23 de mayo. Disponible en: <https://www.hortanoticias.com/monasterio-puig-celebra-600-anos-muerte-padre-jofre/> [Consultado 3/6/19]

Martínez Ortiz, J.(1968) *El Puig, centro espiritual e histórico y monumento museo de gran interés*. Diario ABC, Madrid, 14 de enero, p.61

Martín, R. y Maira, R. (2013) *Del trazado a la construcción: Versatilidad de las bóvedas de crucería*. Revista Informes de la construcción, Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura, octubre, vol.65, p.21-34

Millán, J.(1968) *¿Cómo era la iglesia que fundó en El Puig Jaime I?* Revista quincenal El Puig de Santa María, órgano de la asociación "amics del Puig" Número 134

Millán, J.(1968) *Prosigue la restauración del Monasterio*. Revista quincenal El Puig de Santa María, órgano de la asociación "amics del Puig" Número 135

Millán, J.(1969) *El coro del Monasterio de Santa María de El Puig*. Revista quincenal El Puig de Santa María, órgano de la asociación "amics del Puig" Número 145

Navarro Fajardo, J.C., Palmero Iglesias, L. y Martínez Piqueras, J.F. (2012) *Bóveda del coro de la iglesia de Santa María en Villafranca del Cid (Castellón). Levantamiento gráfico*. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia. Números 6 y 7.

Navarro Fajardo, J.C. (2012) *Trazas ocultas de la arquitectura. La iglesia de la cartuja de Porta Coeli en Serra (Valencia)*. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia. Números 6 y 7.

Palacios, J.C. (2000) *Las bóvedas de crucería españolas, ss.XV y XVI*. Tercer congreso nacional de historia de la construcción, Sevilla, octubre, p.26-28

Redacción (2018) "El agua entra en el Torreón sud-este del Monasterio de El Puig", El Meridiano L'Horta, 18 de noviembre. Disponible en: <https://elmeridiano.es/el-puig/el-agua-entra-en-el-torreon-sud-este-del-monasterio-de-el-puig/> [Consultado 3/6/19]

Redacción (1936) "La histórica y artística iglesia del Monasterio del Puig, destruída", Las Provincias, 22 de febrero. Disponible en Archivo Histórico del Monasterio de El Puig. [Consultado 19/5/18]

Tormo, Silvia (2009) "Secretos del monasterio del Puig" Las Provincias, 26 de septiembre. Disponible en: [https://www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20070926/horta/secretos-monasterio-puig\\_20070926.html](https://www.lasprovincias.es/valencia/prensa/20070926/horta/secretos-monasterio-puig_20070926.html) [Consultado 3/6/19]

Vázquez de Castán, M.D.(1949) *Nuestra Señora de El Puig, cuna de la reconquista valenciana*, Revista Senda, p. 16.-18.

Zaragozá Catalán, A. (2009) *A propósito de las bóvedas de crucería y otras bóvedas medievales. Anales de historia del arte, volumen extraordinario*. Madrid: Universidad Complutense, p.99-126.

### Disposiciones oficiales y legislación urbanística

Decreto 1747/1969, de 11 de julio, por el que se declara monumento Histórico Artístico el Real Monasterio del Puig de Santa María (Valencia).

Plan Especial de Protección del Real Monasterio de Santa María de El Puig y su entorno. El Puig de Santa María (Valencia).

## Diccionarios

De La Plaza Escudero, L., Morales Gómez, A., Martínez Murillo, J.M. (2013) *Pequeño diccionario visual de términos arquitectónicos*. Madrid: Ediciones Cátedra.

De La Plaza Escudero, L., Morales Gómez, A., Martínez Murillo, J.M. (2015) *Diccionario visual de términos de arte*. Madrid: Ediciones Cátedra.

D.K. Ching, F. (2015) *Diccionario visual de arquitectura. Segunda edición ampliada*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL.

Broto, C. (2005) *Diccionario visual de arquitectura*. Barcelona: Structure.

## Páginas web

Orden de la Merced (2018) Monasterio del Puig. Disponible en: <https://monasteriodelpuig.es.tl> [Consultado 3/6/19]

Diez Arnal, J. (2019) Monasterio del Puig. Disponible en: <http://www.diezarnal.com/monasterioelpuig.html> [Consultado 20/6/19]

Turismo Comunitat Valenciana (2019) Real Monasterio de El Puig. Disponible en: <http://comunitatvalenciana.com/donde-ir/valencia-terra-i-mar/el-puig-de-santa-maria/monumento/real-monasterio-de-santa-maria-del-pu> [Consultado 20/6/19]

## Filmografía

Reportaje NODO, filmoteca TVE (1980) Real Monasterio de Santa María de El Puig. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=48lld0yg6c> [Consultado 26/6/19]

Documental Canal 9 (2008) Jaume I, el rei dels valencians. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=b8Afx11vtO4> [Consultado 26/6/19]

## Figuras

- Figura.00. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Restauración del coro [Fotografía]  
 Figura.01. Carderera, Valentín (1851) Real Monasterio de El Puig. [Dibujo]  
 Figura.02. Dibujo propio (2018) Croquis planta del coro. [Dibujo]  
 Figura.03. Imagen propia (2018) Arco de entrada al coro. [Fotografía]  
 Figura.04. Imagen propia (2018) Arco formero y rosetón del coro. [Fotografía]  
 Figura.05. Imagen propia (2018) Archivo histórico del Monasterio de El Puig. [Fotografía]  
 Figura.06. Puig AMP, VI, G.F. (22/02/1936) Estado de la iglesia y Monasterio de El Puig [Fotografía]  
 Figura.07. Imagen propia (2017) Montaje de la estación total. [Fotografía]  
 Figura.08. Guía Histórico Artística Monasterio de El Puig (1973) Monasterio de El Puig. [Fotografía]  
 Figura.09. Puig AMP, VI, G.F. (1915) Antiguo coro. [Fotografía]  
 Figura.10. Guía histórico-artística del Monasterio de El Puig (1966) Real Monasterio de Santa María de El Puig [Fotografía]  
 Figura.11. Barberá, Faustino (1915) Croquis del emplazamiento del Monasterio de Santa María y la Villa de El Puig. [Dibujo]  
 Figura.12. de Sas, Marzal (1410-20) Batalla de Enesa. [Pintura]  
 Figura.13. Ayuntamiento de El Puig (1991) Plan General de El Puig. [Dibujo]  
 Figura.14. Domínguez Rodrigo, Javier (1992) Vista aérea de El Puig. [Fotografía]  
 Figura.15. Domínguez Rodrigo, Javier (1992, p.246) A la izquierda: Reforma del padre A. Casaus, con la reja en el presbiterio. A la derecha: Reforma del siglo XX, con la reja en el coro. [Fotografías]  
 Figura.16. Barberá, Faustino (1915) Croquis de la planta principal del Monasterio de Nuestra Señora de El Puig. [Dibujo]  
 Figura.17. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Fachada norte del Monasterio. [Fotografía]  
 Figura.18. Domenech, Benito (2014) Imagen aérea del Monasterio. [Fotografía]  
 Figura.19. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Demolición de los arcos fajones del coro del s.XVII. [Fotografía]  
 Figura.20. Domínguez Rodrigo, Javier (1992, p.259) Cimbraje y colocación de dovelas del arco principal y montaje del óculo. [Fotografía]  
 Figura.21. Puig AMP, VI, G.F. (1915) Antiguo coro construido en 1669. [Fotografía]  
 Figura.22. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Entrada al coro con la reja coronada con la cruz. [Fotografía]  
 Figura.23. Barberá, Faustino (1915) Croquis del coro del siglo XVII. [Dibujo]  
 Figura.24. Domínguez Rodrigo, Javier (1992) Croquis del coro del siglo XX. [Dibujo]

Figura.25. Imagen propia (2018) Detalle de la vidriera policromada de fray Gilabert Jofré. [Dibujo]

Figura.26. Imagen propia (2018) Arco y reja de entrada al coro. [Dibujo]

Figura.27. Imagen propia (2018) Vidriera del coro con fray Andrés Garrido. [Fotografía]

Figura.28. Imagen propia (2018) Vidriera del coro con fray Pedro de Amer. [Fotografía]

Figura.29. Imagen propia (2018) Vidriera del coro con fray Gilabert Jofré. [Fotografía]

Figura.30. Imagen propia (2018) Vidriera del coro con fray L. Company. [Fotografía]

Figura.31. Imagen propia (2018) Composición fotográfica de las bóvedas de crucería del coro. [Fotografía]

Figura.32. Neff Verlag, Paul (1908) Planta y sección de Santa Sofía, Estambul. 532-537 d.c. [Dibujo]

Figura.33. Thunnissen (2012) Planta y sección de San Vital de Rávena, Italia. 526-547 d.c. [Dibujo]

Figura.34. Anónimo (1932) Bóveda sasánida. Ruinas del palacio de Cosroes II en Ctesifonte, Irak. 531-579 d.c. [Fotografía]

Figura.35. Fundación Cultural Oriente (2018) Gran cúpula de la Mezquita Real de Isfahan, Irán. 1086-1087 d.c. [Fotografía]

Figura.36. Imágenes propias (2019) Bóveda de cañón de la catedral de Aviñón y bóvedas de crucería de la catedral de Zagreb. [Fotografías]

Figura.37. Imagen propia (2018) Bóvedas de crucería estrellada de la catedral de Cuenca. [Fotografía]

Figura.38. Zaragoza Catalán, A. (2000) Iglesia y claustro de San Francisco de Morella, 1950. [Fotografía]

Figura.39. Bérchez y Jarque (1994) Arcos carpaneles fajones del antiguo hospital de Valencia. [Fotografía]

Figura.40. Navarro Fajardo, J.C. (2006) Dibujos de Viollet-le-Duc de tipologías de bóvedas de crucería. [Dibujo]

Figura.41. Navarro Fajardo (2006) e imagen propia (2018) Bóvedas sexpartitas de la iglesia de Utiel y de la catedral de Cuenca. [Fotografías]

Figura.42. Navarro Fajardo, J.C. (2006) Claustro de la cartuja de Santa María de Porta Coeli. [Fotografía]

Figura.43. Navarro Fajardo, J.C. (2006) Dibujo de Fitchen de una bóveda sexpartita. [Dibujo]

Figura.44. Navarro Fajardo, J.C. (2006) Bóveda del coro de Santa María de Morella. [Fotografía]

Figura.45. Imagen propia (2018) Elementos de las bóvedas. Vista cenital del coro de la iglesia de El Puig. [Fotografía]

Figura.46. De la Plaza, Morales y Martínez (2015) Arco rebajado, arco apuntado y arco de medio punto. [Dibujos]

Figura.47. Domínguez Rodrigo, Javier (1992) Arcos del coro y la nave central de la iglesia de El Puig. [Fotografía]

Figura.48. Gómez y Luz (2005) y Ching, D.K. (2015, p.25) Arco oval, apuntado rebajado y elíptico. [Dibujos]

Figura.49. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Arcos formeros y arcos de bóveda del coro. [Fotografía]

Figura.50. De la Plaza, Morales y Martínez (2015, p.49) y Broto (2005, p.49) Arco carpanel. [Dibujo]

Figura.51. Puig AMP, VI, G.F. (1915) Arcos fajones y bóveda de cañón del antiguo coro. [Fotografía]

Figura.52. Broto (2005, p.44) Bóveda de cañón. [Dibujo]

Figura.53. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Construcción de las bóvedas de crucería del coro. [Fotografía]

Figura.54. Imagen propia (2018) Bóveda de crucería de la nave central. [Fotografía]

Figura.55. Viollet-le-Duc (s.XIX) Jarjamento según Viollet-le-Duc. [Dibujo]

Figura.56. Palacios Gonzalo, J.C. (2009) Dibujos de enjarjes. [Dibujo]

Figura.57. De la Plaza, Morales y Martínez (2013, p.114) Sección del Panteón de Agripa. [Dibujo]

Figura.58. Capilla Tamborero, E. (2016, p.62) Construcción de una bóveda de cañón con esqueleto de ladrillo. [Dibujo de Choisy, A.]

Figura.59. le-Duc, Viollet (1856) Método de construir bóvedas de cañón. [Dibujo]

Figura.60. le-Duc, Viollet (1856) Construcción de una bóveda de cañón. [Dibujo]

Figura.61. Huerta, S. (2004) Regla del tercio de Ginés Martínez Aranda y Thunnissen (2012) Construcción de arcos. [Dibujos]

Figura.62. Palaia y Abdilla (1995, p.52) Regla de Blondel, Huerta, S. (2004) y Rabassa, (2000) Línea de empujes de Moseley y Ching, D.K. (2015, p.24) Curva de empujes. [Dibujos]

Figura.63. Rabasa Díaz, E. (2000, p.72) Cimbras y andamiaje para la construcción de una bóveda de crucería [Dibujo]

Figura.64. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Cimbrado del arco de medio punto perpiaño del coro, De la Plaza, Morales y Martínez (2013, p.114) Cimbra para un arco de medio punto y Thunnissen (2012) Cimbras para un arco oval y para un arco de medio punto. [Fotografía y dibujos]

Figura.65. Tournachon, G. (Nadar, s.XIX) Viollet-le-Duc, 1814-1879. [Fotografía]

Figura.66. W. & D. Downey (s.XIX) John Ruskin, 1819-1900 y Varischi, Artico e C (s.XIX) Camillo Boito, 1836-1914 [Fotografías]

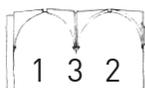


Figura.67. Alexandre Delauney, A. (s.XIX) Grabado de la catedral de Notre Dame (París). [Dibujo]

Figura.68. Ruskin, J. (s.XIX) Dibujo del palacio Contarini-Fasan de Venecia (Italia) y la capilla de Roslin. [Dibujos]

Figura.69. González-Capitel Martínez, A. (2012) Leopoldo Torres Balbás, 1888-1960. [Fotografía]

Figura.70. González-Capitel Martínez, A. (2012) El Partal de la Alhambra de Granada, antes y después de la restauración de Torres Balbás. [Fotografías]

Figura.71. Cesarebrandi.org. (s.XX) Cesare Brandi, 1906-1988. [Fotografía]

Figura.72. Macarrón Miguel, A.M. (2007) Teatro romano de Sagunto. [Fotografías]

Figura.73. Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia (2017) Román Jiménez, arquitecto de la restauración del coro. [Fotografía]

Figura.74. Puig AMP, VI, G.F. (1915-68) Coro de la iglesia, antes y después de la restauración de Román Jiménez. [Fotografías]

Figura.75. Palaia y Abdilla (1996, p.71) Lesiones en bóvedas de cañón, grietas en arcos por disminución de luz entre apoyos. [Dibujos]

Figura.76. Palacios Gonzalo, J.C. (2009) Bóveda de la sacristía vieja de la catedral de Sevilla, 1537 [Dibujo]

Figura.77. Palacios Gonzalo, J.C. (2009) Bóveda del crucero de la colegiata de Zafra (Badajoz). [Dibujo]

Figura.78. Palacios Gonzalo, J.C. (2009) Bóveda de la capilla de la sacristía de la catedral de Segovia. [Dibujo]

Figura.79. Palacios Gonzalo, J.C. (2009) Bóveda de crucería con terceletes, cuyos arcos son ovales. [Dibujo]

Figura.80. Dibujo propio (2018) Croquis de las ménsulas de pared del coro. [Dibujo]

Figura.81. Barberá, F. (1915) Planta iglesia y monasterio, 1915. [Dibujo]

Figura.82. Domínguez Rodrigo, J. (1992) Planta iglesia y monasterio, 1968. [Dibujo]

Figura.83. Domínguez Rodrigo, J. (1992) Axonometría del conjunto. [Dibujo]

Figura.84. Imagen propia (2018) Panorámica pasillos del Monasterio. [Fotografía]

Figura.85. Diez Arnal, J. (2018) Vista aérea Monasterio de El Puig, s.XX. [Fotografía]

Figura.86. Diez Arnal, J. (2018) Vista aérea Monasterio de El Puig, s.XXI. [Fotografía]

Figura.87. Revista Monasterio de El Puig (1966) Fachada norte antigua del Monasterio de El Puig. [Dibujo]

Figura.88. Domínguez Rodrigo, Javier (1992) Fachada norte del Monasterio de El Puig. [Dibujo]

Figura.89. Imagen propia (2018) Entrada a la iglesia de Santa María de El Puig. [Fotografía]

Figura.90. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Rehabilitación de la fachada norte Monasterio de El Puig. [Fotografía]

Figura.91. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Fachada norte Monasterio de El Puig. [Fotografía]

Figura.92. Domínguez Rodrigo, J. (1992) Secciones de la iglesia. [Dibujo]

Figura.93. Domínguez Rodrigo, J. (1992) Plantas de la iglesia de Santa María. [Dibujo]

Figura.94. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Fachada norte Monasterio de El Puig. [Fotografía]

Figura.95. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Rehabilitación de la cubierta del Monasterio. [Fotografía]

Figura.96. Imagen propia (2018) Pasillo Monasterio de El Puig. [Fotografía]

Figura.97. Imagen propia (2018) Cubierta del patio del Monasterio de El Puig. [Fotografía]

Figura.98. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Nave central de la iglesia a principios del siglo XX. [Fotografía]

Figura.99. Guía Histórico-Artística del Real Monasterio de El Puig de Santa María (1973) Nave central de la iglesia tras la restauración del siglo XXI. [Fotografía]

Figura.100. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Rehabilitación de las capillas del Baptisterio y de la Inmaculada. [Fotografía]

Figura.101. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Rehabilitación de las capillas de la Merced y del padre Jofre. [Fotografía]

Figura.102. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Nave lateral de la iglesia y el desplome de la bóveda de la capilla de la Inmaculada. [Fotografía]

Figura.103. Puig AMP, VI, G.F. (1970) Naves laterales de la iglesia en su restauración. [Fotografías]

Figura.104. Puig AMP, VI, G.F. (1970) Nave central de la iglesia en su restauración. [Fotografías]

Figura.105. Imagen propia (2018) Nave central iglesia de El Puig. [Fotografía]

Figura.106. Puig AMP, VI, G.F. (1967) Nave central de la iglesia tras su restauración. [Fotografía]

Figura.107. Puig AMP, VI, G.F. (1969) Obras de restauración en el coro s.XX. [Fotografía]

Figura.108. Imagen propia (2017) Entrada al coro desde la nave central de la iglesia. [Fotografía]

Figura.109. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Construcción del rosetón del coro. [Fotografía]

Figura.110. Imagen propia (2018) Detalle vidrieras del rosetón del coro. [Fotografía]

Figura.111. Imagen propia (2018) Arco formero y rosetón del coro. [Fotografía]

Figura.112. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Desmonte del antiguo coro. [Fotografía]

Figura.113. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Trasdós de la antigua bóveda de cañón. [Fotografía]

Figura.114. Imagen propia (2018) Estado actual del coro. [Fotografía]

Figura.115. Imagen propia (2018) Trasdós de las bóvedas de crucería. [Fotografía]

Figura.116. Imagen propia (2018) Paso superior en la cubierta del coro. [Fotografía]

Figura.117. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Desmonte del antiguo coro. [Fotografía]

Figura.118. Imagen propia (2018) Paso superior en la cubierta. [Fotografía]

Figura.119. Imagen propia (2018) Javier Magán en las escaleras de paso sobre la cubierta del coro. [Fotografía]

Figura.120. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Reconstrucción del muro sur del coro. [Fotografía]

Figura.121. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Construcción del dintel de las ventanas y el arco central [Fotografía]

Figura.122. Imagen propia (2018) Trasdós e intradós del muro sur. [Fotografía]

Figura.123. Imagen propia (2018) Trasdós del muro sur, con el contrafuerte a la altura del arco central. [Fotografía]

Figura.124. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Separación del coro de la fachada del Monasterio. [Fotografías]

Figura.125. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Reconstrucción del muro sur del coro. [Fotografía]

Figura.126. Imagen propia (2018) Espacio entre el muro oeste y la fachada del monasterio. [Fotografía]

Figura.127. Imagen propia (2018) Estado actual del trasdós del muro sur del coro. [Fotografía]

Figura.128. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Construcción de la cubierta del coro. [Fotografía]

Figura.129. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Construcción del arco central del coro. [Fotografía]

Figura.130. Imagen propia (2018) Estado actual del trasdós de las bóvedas del coro. [Fotografía]

Figura.131. Imagen propia (2018) Vista cenital del arco central perpiaño del coro. [Fotografía]

Figura.132. Puig AMP, VI, G.F. (1969) Finalización de la obra de restauración del coro. [Fotografía]

Figura.133. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Andamiaje para la construcción de las bóvedas del coro. [Fotografía]

Figura.134. Imagen propia (2018) Muro sur del coro. [Fotografía]

Figura.135. Imagen propia (2018) Entrada principal este y entrada secundaria sur. [Fotografía]

Figura.136. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Construcción de la cubierta y del patio contiguo. [Fotografía]

Figura.137. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Nave lateral de la iglesia y muro norte del coro. [Fotografías]

Figura.138. Imagen propia (2018) Fachada norte del coro y patio contiguo. [Fotografías]

Figura.139. Imagen propia (2018) Patio junto al muro norte. [Fotografías]

Figura.140. Dibujo propio (2018) Croquis proyecciones arcos diagonales. [Dibujo]

Figura.141. Dibujo propio (2018) Croquis planta y secciones verticales del coro. [Dibujo]

Figura.142. Dibujo propio (2018) Croquis sección transversal entrada al coro. [Dibujo]

Figura.143. Dibujo propio (2018) Croquis sección transversal y planta primera bóveda. [Dibujo]

Figura.144. Dibujo propio (2018) Croquis ménsula. [Dibujo]

Figura.145. Dibujo propio (2019) Croquis abatimiento arco diagonal bóveda. [Dibujo]

Figura.146. Dibujo propio (2019) Clave de las bóvedas del coro. [Dibujo]

Figura.147. Imagen propia (2018) Distanciómetro láser. [Fotografía]

Figura.148. Imagen propia (2018) Telescómetro. [Fotografía]

Figura.149. Imagen propia (2018) Medición de la altura de la ménsula con telescómetro. [Fotografía]

Figura.150. Imagen propia (2018) Medición de la altura de la puerta sur con telescómetro. [Fotografía]

Figura.151. Imagen propia (2018) Medición láser de la altura de la plementería. [Fotografía]

Figura.152. Imagen propia (2018) Toma de datos sobre tablero de dibujo. [Fotografía]

Figura.153. Imagen propia (2018) Medidor de ángulos digital y tablero de dibujo. [Fotografía]

Figura.154. Imagen propia (2018) Medidor de ángulos analógico. [Fotografía]

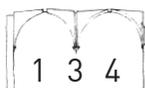
Figura.155. Imagen propia (2018) Medición del ángulo del muro en el punto central del coro. [Fotografía]

Figura.156. Dibujo propio (2018) Croquis planta con ángulos. [Dibujo]

Figura.157. Dibujo propio (2018) Mediciones y triangulación. Croquis general del coro. [Dibujo]

Figura.158. Dibujo propio (2018) Perfil de una dovela obtenido con peine de arqueólogo. [Dibujo]

Figura.159. Imagen propia (2018) Obtención del perfil de una dovela con peine de arqueólogo. [Fotografía]



- Figura.160. Imagen propia (2018) Dibujo del perfil obtenido sobre la lámina. [Fotografía]
- Figura.161. Dibujo propio (2018) Perfil de una ménsula obtenido con peine de arqueólogo. [Dibujo]
- Figura.162. Imagen propia (2018) Obtención del perfil de la ménsula. [Fotografía]
- Figura.163. Imagen propia (2018) Dibujo del perfil obtenido sobre la lámina. [Fotografía]
- Figura.164. Imagen propia (2018) Javier Magán tomando puntos en la estación total. [Fotografía]
- Figura.165. Imagen propia (2019) Recreación de la toma de puntos con estación total en el coro. [Fotografía]
- Figura.166. Manual Trimble 3300DR (2018) Estación total. [Dibujo]
- Figura.167. Imagen propia (2018) Nivelación de la cabeza de la estación total. [Fotografía]
- Figura.168. Dibujo propio (2018) Toma de puntos perfil ménsula. [Dibujo]
- Figura.169. Imagen propia (2017) Instalación de la estación total en la nave central de la iglesia. [Fotografía]
- Figura.170. Dibujo propio (2018) Toma de puntos plementería y arco formero. [Dibujo]
- Figura.171. Dibujo propio (2018) Toma de puntos arco central. [Dibujo]
- Figura.172. Dibujo propio (2018) Toma de puntos 1er crucero 1ª bóveda. [Dibujo]
- Figura.173. Dibujo propio (2018) Toma de puntos 2º crucero 1ª bóveda. [Dibujo]
- Figura.174. Dibujo propio (2018) Toma de puntos 1er crucero 2ª bóveda. [Dibujo]
- Figura.175. Dibujo propio (2018) Toma de puntos 2º crucero 2ª bóveda. [Dibujo]
- Figura.176. Imágenes propias (2018) Proceso de elaboración del modelo 3D con Photoscan. [Fotografías]
- Figura.177. Imagen propia (2018) Proceso de solape de imágenes 3/4 partes. [Fotografías]
- Figura.178. Imagen propia (2019) Nube de puntos. [Render]
- Figura.179. Imagen propia (2019) Nube de puntos. [Render]
- Figura.180. Imagen propia (2019) Nube de puntos. [Render]
- Figura.181. Imagen propia (2019) Nube de puntos densa. [Render]
- Figura.182. Imagen propia (2019) Nube de puntos densa. [Render]
- Figura.183. Imagen propia (2019) Nube de puntos densa. [Render]
- Figura.184. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.185. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.186. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.187. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.188. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.189. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.190. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.191. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.192. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [Render]
- Figura.193. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [CAD]
- Figura.194. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [CAD]
- Figura.195. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [CAD]
- Figura.196. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [CAD]
- Figura.197. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [CAD]
- Figura.198. Imagen propia (2019) Modelo 3D Photoscan. [CAD]
- Figura.199. Dibujo propio (2019) Axonometría del coro de la iglesia de Santa María de El Puig. [Dibujo]
- Figura.200. Imagen propia (2018) Fotografía ménsula de rincón. [Fotografía]
- Figura.201. Dibujo propio (2019) Situación de las ménsulas. [Dibujo]
- Figura.202. Dibujo propio (2019) Modelo 3D ménsula de rincón. [Dibujo]
- Figura.203. Dibujos propios (2019) Perfil de la ménsula de rincón. [Dibujo]
- Figura.204. Imagen propia (2018) Fotografía ménsula de pared. [Fotografía]
- Figura.205. Dibujo propio (2019) Situación de las ménsulas. [Dibujo]
- Figura.206. Dibujo propio (2019) Modelo 3D ménsula de pared. [Dibujo]
- Figura.207. Dibujos propios (2019) Perfil de la ménsula de pared. [Dibujo]
- Figura.208. Dibujo propio (2019) Proyecciones de la ménsula de pared. [Dibujo]
- Figura.209. De la Plaza, Morales, Martínez (2015) Tipos de molduras presentes en el perfil de las ménsulas. [Dibujo]
- Figura.210. Puig AMP, VI, G.F. (1968) Perfil del nervio del arco central. [Fotografía]
- Figura.211. Dibujo propio (2019) Modelo 3D de una dovela. [Dibujo]
- Figura.212. Dibujo propio (2019) Perfil de los nervios del coro. [Dibujo]
- Figura.213. Navarro Fajardo, J.C. (2004) Perfil de los nervios de la iglesia. [Dibujo]
- Figura.214. Imagen propia (2018) Perfil del arranque. [Dibujo]
- Figura.215. Dibujo propio (2018) Perfil del arranque con peine arqueólogo. [Dibujo]
- Figura.216. Dibujo propio (2019) Abatimientos de los arcos cruceros. [Dibujo]
- Figura.217. Imagen propia (2018) Arco central perpiaño del coro. [Fotografía]
- Figura.218. Imagen propia (2018) Arco rebajado de la entrada al coro. [Fotografía]
- Figura.219. Imagen propia (2018) Arco formero ciego del muro oeste. [Fotografía]
- Figura.220. Dibujo propio (2019) Abatimientos de los arcos rebajado, perpiaño y formeros. [Dibujo]
- Figura.221. Dibujo propio (2019) Abatimiento del primer arco crucero de la primera bóveda. [Dibujo]
- Figura.222. Dibujo propio (2019) Abatimiento del segundo arco crucero de la primera bóveda. [Dibujo]

- Figura.223. Dibujo propio (2019) Abatimiento del primer arco crucero de la segunda bóveda. [Dibujo]
- Figura.224. Dibujo propio (2019) Abatimiento del segundo arco crucero de la segunda bóveda. [Dibujo]
- Figura.225. Dibujo propio (2019) Abatimiento del arco central del coro. [Dibujo]
- Figura.226. Imagen propia (2018) Detalle de la clave. [Fotografía]
- Figura.227. Dibujo propio (2019) Modelo 3D de la clave. [Dibujo]
- Figura.228. Dibujo propio (2019) Planta cenital y sección de la clave. [Dibujo]
- Figura.229. Imagen propia (2018) Vista cenital del coro. [Render]
- Figura.230. Imagen propia (2019) Plementería de la primera bóveda. [Fotografía]
- Figura.231. Dibujo propio (2019) Planta cenital del coro. [Dibujo]
- Figura.232. Dibujo propio (2019) Plantas y secciones generales. [Dibujo]
- Figura.233. Dibujo propio (2019) Planta a cota +2.82 y sección longitudinal. [Dibujo]
- Figura.234. Dibujo propio (2019) Planta a cota +2.82 y sección transversal. [Dibujo]
- Figura.235. Dibujo propio (2019) Planta a cota +2.82 y sección transversal. [Dibujo]
- Figura.236. Dibujo propio (2019) Planta a cota +6.14 y sección transversal. [Dibujo]
- Figura.237. Dibujo propio (2019) Planta a cota +7.48 y sección transversal. [Dibujo]
- Figura.238. Dibujo propio (2019) Planta cubierta y sección transversal. [Dibujo]
- Figura.239. Dibujo propio (2019) Cotas generales del coro. [Dibujo]
- Figura.240. Dibujo propio (2019) Modelo 3D de los arcos cruceros. [Dibujo]
- Figura.241. Dibujo propio (2019) Modelo 3D de los arcos cruceros. [Dibujo]
- Figura.242. Dibujo propio (2019) Axonometría del coro de la iglesia. [Dibujo]
- Figura.243. Imagen propia (2018) Bóveda del coro y arco formero. [Fotografía]
- Figura.244. Dibujo propio (2019) Abatimiento del segundo arco crucero de la segunda bóveda. [Dibujo]
- Figura.245. Puig AMP, VI, G.F. (1962-68) Fachada norte del Real Monasterio de Santa María de El Puig. [Fotografía]
- Figura.246. Imagen propia (2018) Vista exterior sur-oeste del coro. [Fotografía]