

Las bóvedas de crucería del manuscrito *Llibre de trasas de viax y muntea*, de Joseph Ribes

Fabio Tellia
José Carlos Palacios
Universidad Politécnica de Madrid
fabiotellia@hotmail.com,
josecarlos.palacios@upm.es

RESUMEN

El manuscrito de Joseph Ribes, *Llibre de trasas de viax y muntea* (1708), es un auténtico tratado de cantería en el que aparece una extensa colección de trazas de monte de todo tipo. El libro, carente de texto, contiene trazas que van desde la cantería medieval hasta la estereotomía clásica. Desgraciadamente, esta importante obra no ha recibido la atención que merece y su contenido carece, hoy día, de un riguroso estudio. Este artículo tiene por objeto dar a conocer algunas de las características de este tratado y, en particular, el extenso capítulo dedicado a las bóvedas de crucería.

Las bóvedas de crucería que propone Ribes presentan inesperadas soluciones formales y variaciones absolutamente inéditas. Estudia cuarenta bóvedas diferentes ordenadas por el número de claves con que están construidas; desde las más sencillas, de una clave, hasta la más complicadas, de diecisiete. Solo el importante número de bóvedas estudiadas, no superado por ningún otro tratado conocido, así como la originalidad de sus diseños, harían de este libro un documento de referencia fundamental en la tratadística europea.

En la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, hemos tenido ocasión de construir una de estas bóvedas, sin duda una de las más originales del manuscrito. Se trata de una bóveda en red de inspiración claramente germánica. Esta extraordinaria oportunidad nos ha permitido alcanzar un conocimiento mucho más profundo de la misma. De ella nos ocuparemos en la segunda parte de este artículo.

Palabras clave:

Joseph Ribes; Cataluña; estereotomía; monteas; construcción; bóveda de crucería; gótico; dovelas; claves; jarjas; rampante; ojivos; terceletes; formeros

ABSTRACT

Rib vaults in Joseph Ribes' *Llibre de trasas de viax y muntea*

The manuscript of Joseph Ribes, the *Llibre de Trasas de viax and muntea* (1708), is an authentic treatise on stone cutting in which an extensive collection of tracings of all types appears. The book, devoid of text, contains traces ranging from medieval stonework to classical stereotomy. Unfortunately, this important work has not received the attention it deserves and its content lacks still a rigorous study today. This article aims to present some features of this treatise, particularly the extensive chapter on the ribbed vaults.

The ribbed vaults proposed by Ribes show unexpected formal solutions and unprecedented variations. Ribes studied forty different vaults sorted by the number of keystones used to build them: from the simplest with one keystone, to the most complicated with seventeen. The large number of vaults studied, unsurpassed by any other known treatise, and the originality of their designs, make this book a fundamental reference among European treatises on stereotomy.

In the Superior Technical School of Architecture of Madrid (ETSAM), we have had the opportunity to build one of these vaults, undoubtedly one of the most original of the manuscript. It is a network vault of clearly Germanic inspiration. This extraordinary opportunity has allowed us to gain deeper knowledge of the vault as presented in the second part of this article.

Keywords:

Joseph Ribes; Catalonia; stereotomy; tracing; construction; rib vault; Gothic; voussoirs; keystone; springer; diagonal rib; pointed arch; tierceron; wall rib

El *Llibre de trasas de viax y muntea*¹ es un extraordinario manuscrito sobre cantería y estereotomía redactado a principios de siglo XVIII en Barcelona por el maestro Joseph Ribas². Contiene 135 modelos de trazas de cantería, algunas de ellas de origen clásico y otras de inspiración gótica. Algunas de estas trazas son ya bien conocidas por estar presentes en anteriores tratados; sin embargo, otras son originales y totalmente inéditas³. Su contenido abarca trazas de monteas destinadas a construir arcos, trompas, capialzados y escaleras en piedra de cantería, así como un amplio capítulo que contiene un extraordinario repertorio de bóvedas de crucería y adoveladas.

El manuscrito se ordena por temáticas similares que van conformando capítulos claramente diferenciados. La estructura de cada capítulo es siempre la misma: Ribes comienza por desarrollar la solución más sencilla y, con los ejemplos sucesivos, va añadiendo variaciones geométricas que conducen hacia trazas más complicadas. Por lo que respecta al capítulo dedicado a las bóvedas de crucería, observamos de inmediato un orden de complejidad creciente según el número de claves de que consta la bóveda; sin embargo, un examen más atento ayuda a comprender los recursos geométricos que permitirían construir las nervaduras de cada una de ellas.

La mayoría de los aparejos vienen explicados en dos hojas. A la izquierda de la página, el autor proporciona la planta y sección —o alzado, si se considera más oportuno para aclarar la traza—, y a la derecha, en la página opuesta, añade las informaciones adicionales necesarias para determinar las plantillas, los ángulos de corte y las verdaderas magnitudes de las caras (figura 1). El tratado de Ribes carece de un texto

que describa el procedimiento empleado para llevar a cabo la construcción geométrica expuesta. Afortunadamente, las trazas son claras y están meticulosamente dibujadas, lo cual hace innecesarias mayores explicaciones a un lector familiarizado en el arte de la cantería. Las únicas referencias presentes en el tratado aluden a números que señalan vértices y claves, con ellos es posible entender las correspondencias entre plantas, alzados y secciones. Solo al final el manuscrito consta de dos páginas con algunas instrucciones técnicas que, como un apartado independiente, instruyen sobre cómo proceder para enlucir paramentos de piedra y fabricar morteros.

Sus folios, de 35 cm × 26 cm de tamaño, contienen una marca de agua situada en la parte central. Las marcas de agua eran las contraseñas de los papeleros y, a través de ellas, es posible averiguar el período de manufactura del papel. La filigrana del *Llibre de Trasas* es el escudo de la ciudad de Tarragona, con las características líneas onduladas, como era después de 1645 cuando fueron añadidas la corona y la palma⁴, emblema de santa Tecla, patrona de la ciudad. Hay evidencia de la instalación de un molino papelerero en Tarragona en 1686 que utilizaba como marca el escudo de la ciudad⁵. Según Oriol Valls en su *Paper and watermarks in Catalonia*, la filigrana es de 1704⁶. En el manuscrito de Ribes, la fecha anotada bajo el título es 1708.

La fecha de redacción de este manuscrito le añade un indudable valor, ya que constituye una excelente fuente documental para el conocimiento del arte de los maestros de cantería en la Barcelona del siglo XVII, previa al profundo cambio que se iba a producir en la estructura política e institucional de Cataluña como consecuencia del cambio dinástico del Reino de

España⁷. El libro de Ribes nos introduce en un momento histórico en que la transmisión del arte de la cantería se producía o por vía oral o se limitaba a manuscritos de escasa difusión. En España, antes de la Ilustración, al contrario de lo que sucedía en Francia, los tratados de cantería no fueron nunca publicados, solo fueron reproducidos algunos y muchos otros se perdieron.

A día de hoy, el *Llibre de Trases* de Ribes es el único manuscrito de cantería de procedencia catalana que ha sobrevivido⁸. Sin embargo, a la luz de investigaciones recientes, con toda probabilidad, no fue el único. Tenemos constancia de que Joan Fiter (1720), un maestro de obra catalán que operó entre finales del siglo XVII y comienzos del XVIII, poseía un manuscrito de *biaix y muntea*; el albañil Francesc Martí (1686) era propietario de un libro de muntea manuscrito⁹; Josep Desrius (1641) tenía tres libros de trazas, y Pere Rossell (1607), dos¹⁰; Juan Bell-lloc (1530), que dirigió las obras de la catedral de Girona, poseía un libro de geometría¹¹, y Joan Sarnoto (1517), maestro de obra en la catedral de Tortosa, también poseía un libro de geometría¹². No sabemos con seguridad cuántos de ellos contenían trazas de estereotomía ni cuántos eran instrucciones generales de obra; sin embargo, sí podemos afirmar que los manuscritos de cantería fueron siempre libros preciosos que daban prestigio al maestro que los poseía.

En este contexto, se puede empezar a delinear el perfil de Joseph Ribes, un *mestre de obras* del cual sabemos muy poco¹³. Posiblemente, fue hijo de un payés de Santa Creu d'Olorda, una pequeña localidad al oeste de Barcelona, empezó los rudimentos del oficio en 1670 con los maestros barceloneses Francesc Salazar i Jeroni Poses, fue investido *mestre* de la Confraría en 1688 y murió en 1713 o 1714. Su descendencia prosiguió en el oficio de la construcción hasta culminar con Joseph Ribes i Margarit, arquitecto de indudable éxito profesional, activo en Barcelona en la segunda mitad del siglo XVIII.

Podríamos suponer que Ribes escribió el tratado para transmitir su saber a sus hijos, Jaume y Joseph, como ha sido el caso de otros manuscritos de cantería cuya historia ha sido mejor documentada¹⁴, o, quizás, debido a la falta de un texto de referencia, deba considerarse un libro de obra, con los apuntes de estereotomía de un cantero. Como la cuestión no ha sido del todo cerrada, y solo con el fin de agotar las opciones, se podría opinar que el autor del manuscrito fuera el hijo de Joseph Ribes: llamado Joseph también y de apellidos Ribes i Ferrer, que, nacido entre 1682 y 1685, recibió el título de *mestre de cases* en 1707.

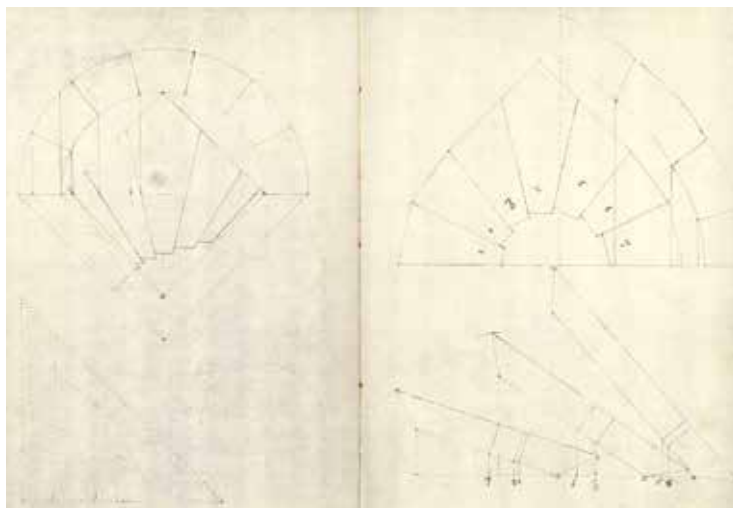


Figura 1.
Una trompa del *Llibre de Trases*, caracterizada por el insólito trompillón (dovela del centro) en diente de sierra.

Las bóvedas de crucería del manuscrito

Como anteriormente se mencionó, una característica verdaderamente notable de esta obra es el extenso capítulo dedicado a las bóvedas de crucería góticas. El peculiar interés que Ribes manifiesta por ellas no es, en realidad, anacrónico, sino que se inscribe en una innegable y contundente prolongación del gótico a lo largo de los siglos XVII y XVIII. Este gótico, escasamente conocido, está reclamando un estudio profundo que haga aflorar una arquitectura cuya existencia contradice la cronología de la historiografía más ortodoxa. Su desarrollo, paralelo al barroco y al neoclásico, nos habla de perennidad de un estilo que, lejos de desaparecer, termina por conectarse con el gótico romántico del siglo XIX.

El *Llibre de Trases* se inscribe en el contexto anteriormente descrito que hizo posible las numerosas obras de concepción gótica que se fueron construyendo en la ciudad de Barcelona hasta los siglos XIX y XX. Algunos de sus ejemplos más notables fueron, por ejemplo, la fachada y el cimborio de la catedral de Santa Eulalia o el puente del Bisbe, sin lugar a dudas una de las obras de arquitectura más fotografiadas por los visitantes de la Ciudad Condal.

Joseph Ribes estudia cuarenta bóvedas de crucería clasificándolas en tres grandes bloques: bóvedas de planta cuadrada y rectangular, bóvedas triangulares y bóvedas redondas y octogonales¹⁵ (figura 2). Posteriormente, las ordena por el número de sus claves, empezando por la bóveda de una clave, hasta terminar con una bóveda estrellada de diecisiete claves. La mayor

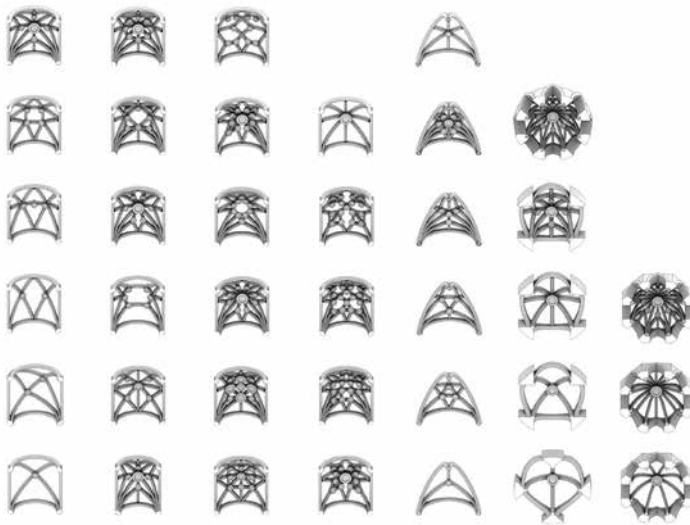


Figura 2.
Las bóvedas de cruceira del *Llibre de Trasas*.

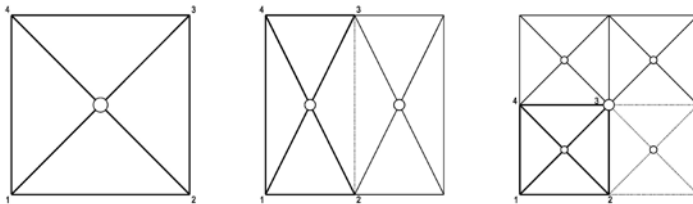


Figura 3.
Bóvedas cuatripartitas yuxtapuestas.

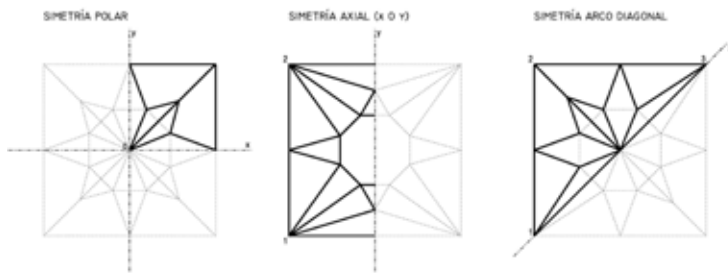


Figura 4.
Simetría de las bóvedas (desde la izquierda): simetría central, axial y diagonal.

parte de ellas son de simetría central, otras son de simetría axial y, en ocasiones, con diseños de nervaduras inéditas en el gótico español. Al mismo tiempo, experimenta con otros recursos compositivos, por ejemplo: yuxtaponiendo bóvedas cuatripartitas (figura 3) para crear trazas similares a las bóvedas de la Sala de Contratación de Valencia (1481)¹⁶, en otras ocasiones, crea diseños de bóvedas de eje de simetría diagonal, que visualmente dan la impresión de ser trazas asimétricas (figura 4).

Todas las bóvedas de cruceira de Ribes presentan una característica común: son de intradós esférico. Independientemente de la geometría de la planta, ya sea poligonal o circular, todas ellas se resuelven con arcos de cruceira de medio punto y rampante redondo. Probablemente, Ribes dibuja sus bóvedas con geometría esférica, con el objetivo de simplificar el dibujo y, al mismo tiempo, destacar y comparar con más facilidad los nervios de las diferentes monteas del tratado. Sin embargo, la geometría esférica de la cáscara de una bóveda implica que todos los nervios tengan curvaturas diferentes y, en consecuencia, sus dovelas deben labrarse con la curvatura de cada arco. Esta particularidad complica notablemente la construcción de la bóveda y la aleja de los principios de estandarización del gótico. Otra característica singular de las bóvedas de Ribes es que todas ellas tienen sus claves inclinadas, es decir, el eje de su cilindro central se orienta hacia el centro de la bóveda¹⁷. Es esta una particularidad constructiva, escasamente señalada, que hace su aparición en las bóvedas de cruceira construidas a partir del siglo XVI en España y Portugal¹⁸. Por lo demás, identifica la forma de las claves como típicamente mediterráneas, con su característico perfil acampanado, tan alejada de las claves del área castellana.

Los dibujos del *Llibre de Trasas* recuerdan la obra de Joseph Gelabert, *De l'art de picapedrer*¹⁹, próxima al tratado de Ribes por área geográfica y por fecha. No obstante, las trazas de las capillas góticas de Gelabert son completamente distintas, ya que, aunque sus claves sean también inclinadas, los nervios son siempre apuntados y, en consecuencia, las plementerías forman superficies alabeadas entre ellos. El resultado final consiste en bóvedas de volúmenes completamente alejados de las formas esféricas de Ribes²⁰.

Otra característica interesante de las bóvedas de Ribes es el considerable tamaño de las claves en relación con la superficie de aquellas, lo cual es característico del gótico catalán²¹, si bien, en las trazas de Ribes, al alternarse claves de dimensiones diferentes, se crea una jerarquía y un interesante motivo compositivo que se añade al diseño de las nervaduras (figura 5).

Bóvedas en planta cuadrada y rectangular

Donde Joseph Ribes pone de manifiesto su originalidad compositiva es en las bóvedas en planta cuadrada. En ellas, para definir la posición de ojivos y terceletes, Ribes propone diferentes estructuras geométricas completamente inéditas (figura 6).

En el diseño más tradicional de crucería estrellada, los terceletes pueden estar colocados en la bisectriz del ángulo que se crea entre el nervio diagonal y el perpiñaño. La construcción geométrica consiste en trazar una circunferencia circunscrita a la planta de la bóveda, se continúan los ejes de simetría y, en el punto en que estos ejes cortan a la circunferencia, se une una recta que conecta este punto con el vértice opuesto de la bóveda. Esta recta coincide con la bisectriz y su traza determina la posición del tercelete. En otros casos, Ribes sitúa el tercelete sobre la recta que conecta una esquina de la planta de la bóveda con el punto medio del lado opuesto.

Algunas trazas se forman con la ayuda de una figura geométrica central, ya sea un rombo o un octógono. En este caso, el tercelete es un elemento de conexión entre los vértices de esta figura central y las esquinas de la bóveda. Sobre estas geometrías, añadiendo y sustrayendo claves, Ribes va creando variaciones que pueden enriquecerse mediante el uso de tramas ortogonales (figura 7).

Los diseños estrellados, cuyo origen quizás haya que buscarlo en las *Sterngewölbe* alemanas, alcanzaron un enorme grado de sofisticación y complejidad en Castilla²². En Cataluña, aunque no llegaron al mismo grado de desarrollo, existen, sin embargo, algunos ejemplos notables. Podría decirse que, en el gótico catalán, mantuvieron siempre un carácter más esencial y estructural en el que la amplitud y la altura de las bóvedas²³, así como la gran esbeltez de los pilares, fueron sus características más notables. Algunos de los elegantes ejemplos recogidos en el *Llibre de Trasas* son diseños que tuvieron una cierta difusión en las regiones levantinas, como, por ejemplo, la *volta ab nou claus*, una bóveda estrellada a ocho puntas y clave central que encontramos en la capilla de los Santos Felipe y Jaime el Menor, anteriormente capilla de la Confraria dels Mestres de Cases i Molers, en el claustro de la catedral de Barcelona, que fue acabada por Bartomeu Gual en 1431²⁴ (figura 8).

Es este un ejemplo precoz de bóveda estrellada con rampante redondo y superficie de intradós levemente cupulada, muy parecido a la bóveda de nueve claves de la capilla dedicada a la Virgen de la Misericordia, construida entre 1484 y 1486 en la Lonja de Valencia, donde pudo haber colaborado Juan Guas, maestro mayor de obras de los Reyes Católicos²⁵. Tampoco se puede olvidar la semejanza con las bóvedas que el mismo Guas construyó en el Real Monasterio de Santo Tomás de Ávila, terminado en 1493. Ribes propone algunas variantes a este modelo: una bóveda a siete claves (como en Saint-Gervais, en París) y otra más compleja de

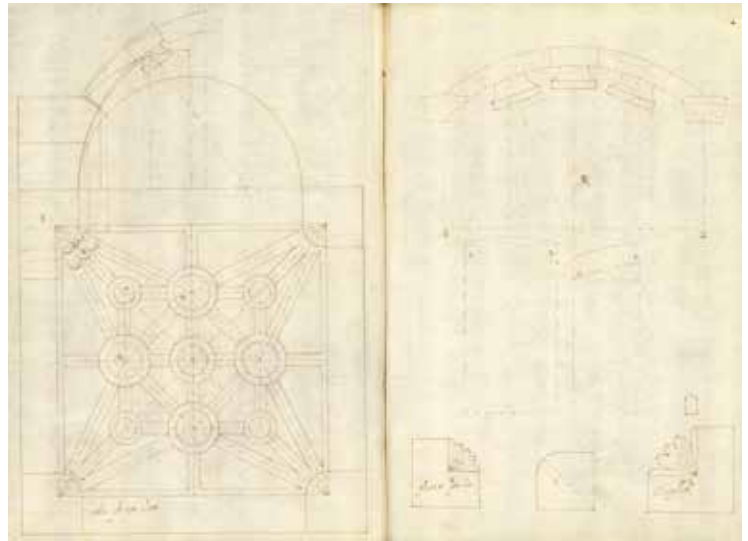


Figura 5. Bóveda con claves de dimensiones diferentes.

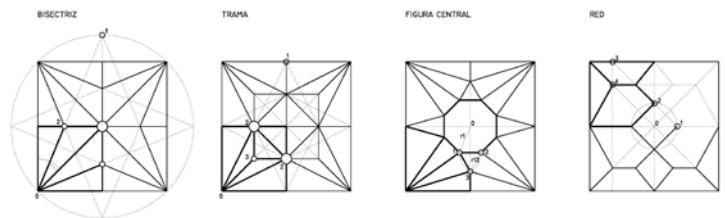


Figura 6. La posición del tercelete.

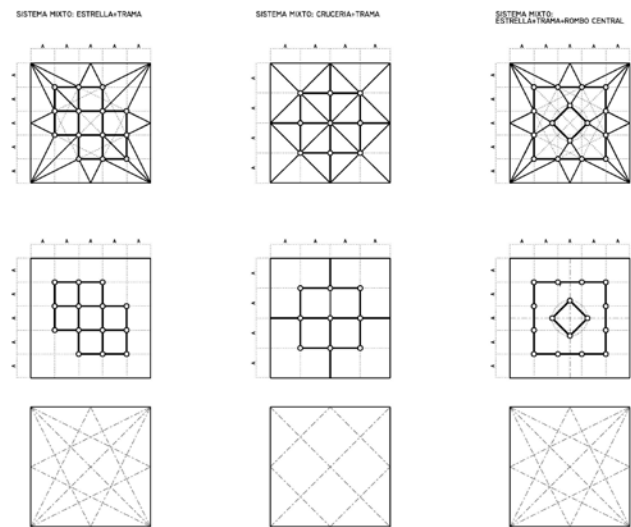


Figura 7. Superposición de tramas.

diecisiete claves, cuyo dibujo puede inspirarse en algunas bóvedas germánicas. Ribes, en ocasiones, muestra otras bóvedas menos «ortodoxas», caracterizadas por su diseño aparentemente asimétrico, originado por el posicionamiento de algunas claves aparentemente extrañas a la composición (figura 9).



Figura 8.
Capilla de la Confraria dels Mestres de Cases i Molers, en el claustro de la catedral de Barcelona.

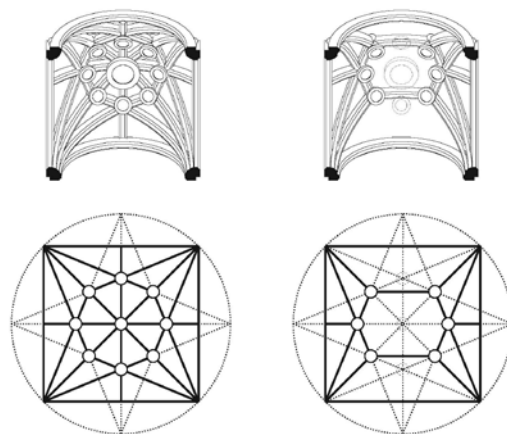


Figura 10.
Sustracción de claves y nervios.

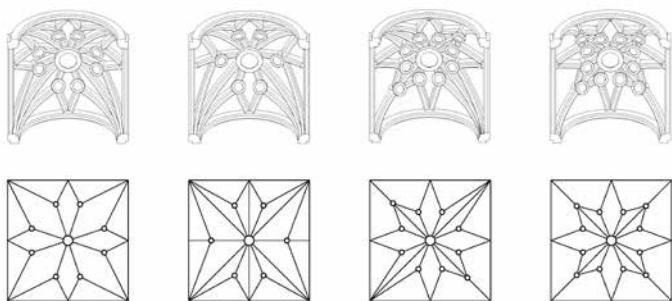


Figura 9.
Bóvedas estrelladas: elaboraciones sobre el mismo prototipo.

Mencionemos también otro alarde compositivo de Ribes, que se produce al transformar el conocido dibujo de la bóveda cuadrada con un octógono formado por ligaduras alrededor del polo²⁶, en un inesperado diseño carente de clave central (figura 10).

Una de las bóvedas del *Llibre de Trasas* tiene una regla compositiva singular. Es una bóveda en red de tipo alemán, una *Netzgewölbe*, es decir, una bóveda en red de geometría insólita tanto en Castilla como en Cataluña, de la cual nos ocuparemos en la segunda parte de este artículo.

El único ejemplo de bóveda en planta rectangular que aparece en el tratado de Ribes es una bóveda estrellada de cinco claves con proporción sesquiarta (5:4).

Bóvedas en planta triangular, redonda y octagonal

Con frecuencia, la arquitectura gótica utilizaba trompas de terceletes para resolver la transición entre formas cuadradas y poligonales.

En lugar de las trompas cónicas del románico, las góticas eran bóvedas de crucerías de planta triangular. Así son los *tercerols* del cimborio de la catedral de Barcelona o de la cabecera de la capilla del Palau Episcopal de Tortosa. En otras ocasiones, la bóveda en planta triangular, lejos de representar un elemento accesorio, era un elemento protagonista de la composición del edificio, tal es el caso de Nôtre-Dame de Moulins y de St-Jean-au-Marché en Troyes (siglo XVI), donde aparece la *boveda ab quatre claus ab triangol* (figura 11). En su tratado, Ribes dibuja este tipo de bóvedas con planta de triángulo equilátero de intradós esférico.

Por lo que respecta a las bóvedas de planta circular, Ribes describe cinco casos resueltos con bóvedas estrelladas de cinco y nueve claves. Con frecuencia, estos modelos estaban destinados a ser utilizados en las torres campanario. Recordemos al respecto la capilla del campanario de la catedral de Alghero, completado en 1547 en estilo gótico catalán, cuya traza corresponde a la *volta ab planta rrodonna*, o sea, una bóveda de crucería sencilla sobre planta redonda (figura 12). Curiosamente, en el ejemplo citado, aparece el despiece de la plementería, que, sorprendentemente, en lugar de aparejarse en vuelta de horno como hubiera sido lo natural, lo hace a la francesa, es decir, según el eje X e Y.

Las bóvedas de crucerías en planta ochavada y redonda estaban destinadas a conformar las cabeceras de los templos (figura 13), los cimborios y las capillas. También en este caso, Ribes proporciona ejemplos que van desde los más sencillos hasta los más elaborados. En Cataluña, estas estructuras tuvieron un éxito y una difusión notables, desde las soluciones más elementales con los nervios

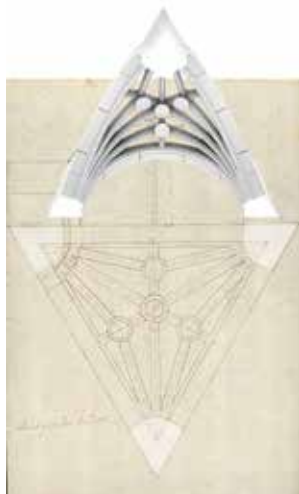


Figura 11.
Boveda ab quatre claus ab triangol.

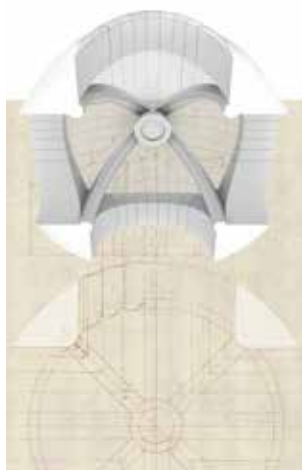


Figura 12.
Volta ab planta rrodona.



Figura 13.
Volta buitavada ab nou claus.



Figura 14.
Volta ab dotsa claus.

tímidamente marcados en la cabecera del monasterio de Sant Cugat, hasta el notabilísimo ejemplo de la capilla del Santísimo en la catedral de Barcelona.

La construcción de la *volta ab dotsa claus*

La singularidad y casi la extravagancia del dibujo en red de la *volta ab dotsa claus* (figura 14) que hemos mencionado anteriormente es la razón que justifica el exhaustivo estudio realizado sobre esta bóveda, el cual ha incluido la construcción de un modelo real de 3 metros de lado en el marco de la asignatura de Taller de Construcción Gótica, de la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid.

Hipótesis de trazado

La *volta ab dotsa claus* se caracteriza por su simetría axial, carece de nervios diagonales y de clave central. La cúspide de la bóveda se cierra con cuatro claves, a partir de la cual, se origina la retícula de los nervios.

La traza en planta de la bóveda se inicia con el cuadrado que forman las cuatro claves centrales, equidistantes del centro (figura 15), y las diagonales y las ligaduras que conectan las claves entre sí. Para determinar la geometría que define la posición de las otras claves, se procede trazando una línea que, pasando por dos que son contiguas (clave 3 y W), se prolongue hasta cortar el borde del cuadrado (T) y, desde este punto, se traza otra línea perpendicular al mismo borde. La intersección de esta línea con la diagonal del

cuadrado determina la posición de la clave de la diagonal (clave 1). Trazando desde esta clave una línea paralela al borde del cuadrado hasta encontrar la línea de prolongación de las claves centrales previamente trazada, se obtiene la posición de la clave próxima a la ligadura (clave 2). Para completar el dibujo de la retícula, basta con conectar las dos claves que se acaban de definir (claves 1 y 2) con los puntos medios de los dos lados del cuadrado (claves 5 y 6), que serían la cúspide de los arcos formeros. Se obtiene entonces el dibujo de un cuarto de la bóveda, que, por simetría, es suficiente para determinar el dibujo completo de la planta. Como acabamos de ver, la distancia de las cuatro claves centrales con el centro de la bóveda determina de manera unívoca la posición de las otras claves; por tanto, al variar este parámetro, las demás claves adoptan otra posición definida geoméricamente por el método de traza. El diseño en planta de la bóveda está sujeto a una ley geométrica que define paraméricamente la posición de cada clave, de tal modo que cualquier variación de una de ellas conlleva el cambio de posición del resto.

Como acabamos de exponer, las bóvedas en red, al contrario que las bóvedas estrelladas, carecen de clave central. Se construyen con una red de nervios que forman una retícula de geometría más o menos compleja. Este tipo de bóvedas alcanzan el máximo de su expresividad en las iglesias en planta de salón, es decir, con las naves a la misma altura. En este tipo de iglesias, el diseño de la red va conectando todos los tramos entre sí hasta extenderse a la totalidad del templo. En Alemania, este tipo de bóvedas se construían con un solo arco. Por compleja que fuera la red, un solo arco y, por tanto, una única dovela, permitían construir toda la bóveda. Conseguir cons-

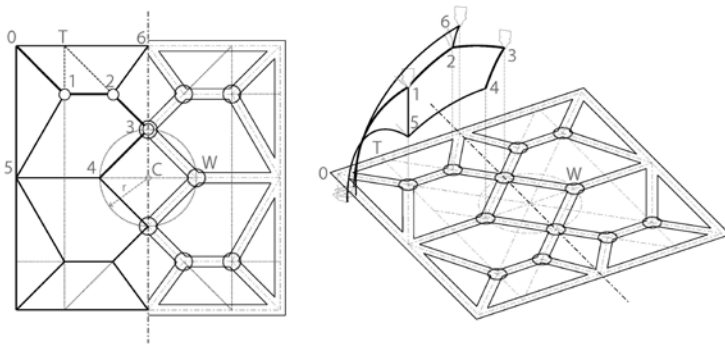


Figura 15. Geometría de la traza de la *volta ab dotsa claus*; a la derecha, posición de los nervios de un cuarto de bóveda en el espacio.

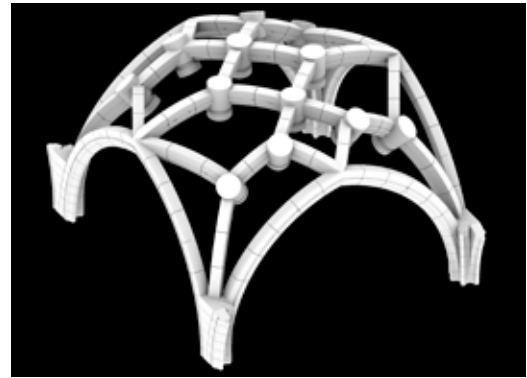


Figura 16. Volumetría de la bóveda.

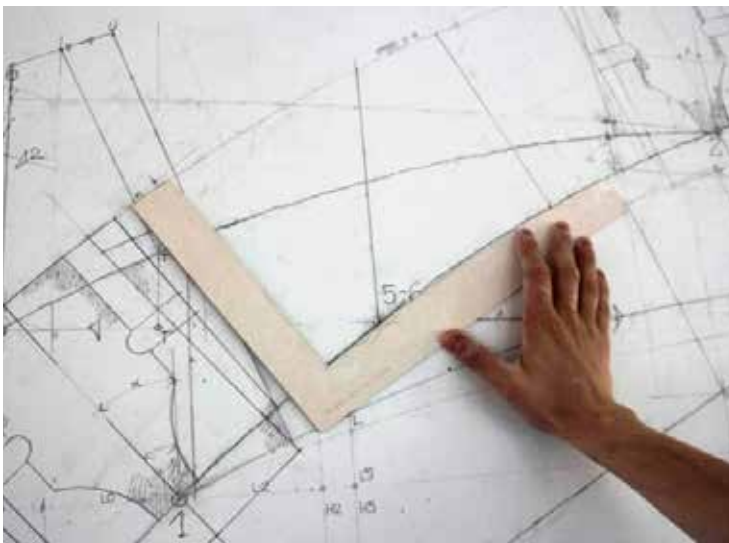


Figura 17. Un único baivel.



Figura 18. Uso del baivel para la labra de dovelas.

truir toda la red con un solo arco, *el arco principal*, requería estar en posesión de ciertas habilidades geométricas; requería conocer un método típicamente germánico para el trazado de bóvedas que permitía determinar las alturas de las claves, de forma que toda la bóveda pudiera construirse con un solo arco. Este método se conoce con el nombre de *Prinzipalbogen*²⁷.

Aunque parece muy improbable que Joseph Ribes conociera dicho método, la construcción de esta bóveda ha sido llevada a cabo usando esta herramienta geométrica, con objeto de conocer de forma más profunda las consecuencias que plantea el singular diseño de esta traza. Por tanto, en nuestro estudio, nos hemos distanciado de la reconstrucción literal de la bóveda tal y como aparece descrita en el tratado, es decir, con su intradós perfectamente esférico y con todos los nervios de distinta curvatura.

La montea

Utilizando este procedimiento, se comienza por dibujar la montea, es decir, los dibujos a tamaño natural de la bóveda, tanto en planta como en alzado. Toda la bóveda se traza con el mismo arco, y la altura de las claves se determina en función de un recorrido que el arquitecto elige siguiendo el trazado de los nervios en la proyección horizontal de la bóveda, desde el arranque hasta su punto más alto. Este método de traza, *el Prinzipalbogen*, tiene la particularidad de que la altura de las claves y, por tanto, la forma de la bóveda pueden variar en función del recorrido. La suma de las longitudes de cada tramo del recorrido en planta se usa como radio de un gran arco, que es precisamente el arco principal. Este gran arco de medio punto determina las alturas de las claves y la forma de los diferentes arcos. El método establece una vinculación directa entre planta y volumetría y permite estandarizar las curvaturas de los arcos definiendo un proto-

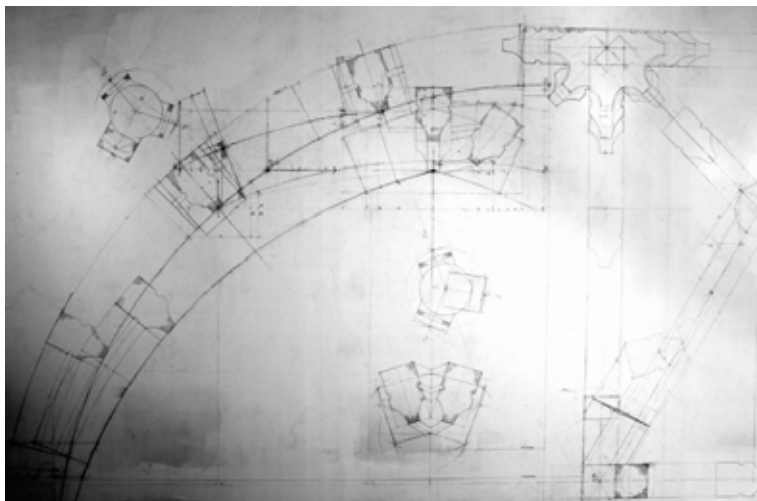


Figura 19.
La montea de la bóveda de Ribes.



Figura 20.
Una plantilla posicionada sobre la montea.

colo de talla y ejecución claro y sencillo, lo cual facilita enormemente la organización de esta.

El *Prinzipalbogen* es un sistema muy riguroso y, a la vez, dúctil que permitía al arquitecto medieval adaptar la bóveda según su gusto estético, siempre bajo una rigurosa racionalidad constructiva. Los resultados podían ser, entonces, bóvedas de crucerías muy diferentes, caracterizadas por enjarjes de nervios que parten a alturas distintas y claves, o más bien, a cruces de arcos que se intersecan a distintas alturas, lo cual da origen a los característicos nervios superpuestos y a otras faltas de concordancias tan llamativas en el gótico alemán²⁸.

Para edificar esta bóveda, se escogió un recorrido y, en consecuencia, un arco principal con el que construir una volumetría armoniosa y más bien redondeada, como quería Joseph Ribes. Las claves, es decir, el punto en que los arcos se intersecan entre sí, lo hacen a la española, es decir, en un punto. Las jarjas de esta bóveda, aunque el arco diagonal parte a distinta altura, son también próximas a la estética de la bóveda española, caracterizadas por un claro plano de imposta.

El arco principal se determina por la suma de las distancias en planta entre las claves del recorrido que parte del punto 0 y pasa por las claves 1 y 2 hasta alcanzar la clave 3 (figura 15). En nuestro caso, con la intención de crear un intradós redondeado, hemos supuesto que la clave 4 está a la misma cota que la clave 3. A continuación, se irán colocando en línea las distancias anteriormente mencionadas y, usando la suma de todas ellas como radio, se trazará un arco de medio punto que es, precisamente, el arco principal. Todos los arcos de la bóveda son iguales y tienen esta misma curvatura. A partir de aquí, se procede a realizar ciertos

ajustes, por ejemplo: para determinar el nervio 5-0 y mantener la tangencia con las jarjas, se ha rebajado el plano de imposta de toda la bóveda. El resultado es un peralte del arranque del nervio 0-1. También se ha procedido a inclinar los nervios 1-5 y 2-6 con el fin de evitar un cruce de arcos superpuestos. Siguiendo el dibujo de Ribes, todas las claves de la bóveda han sido orientadas hacia el centro de esta, es decir, son claves radiales. El resultado obtenido puede apreciarse en la figura 16.

La labra de los nervios

A partir de la montea, se dibuja y se fabrica el baivel, que es una herramienta imprescindible para controlar la talla de las dovelas. Es una escuadra de dos brazos no articulados, uno de ellos cortado con la curvatura del intradós del arco y el otro recto, orientado hacia el centro geométrico del arco (figura 17).

Con la ayuda del baivel, se procede a tallar las dovelas con la certeza de que su curvatura interior y la inclinación de sus lechos de apoyo se atienen con total precisión al *Prinzipalbogen* (figura 18).

Las jarjas

Para el apoyo de los nervios y el contrarresto de los empujes, la bóveda requiere de la construcción de unas sólidas jarjas. Las jarjas o salmeres de la bóveda son los arranques de la misma. Sabemos que, en una bóveda de crucería, las jarjas deben llegar hasta el punto en que los arcos que concurren en un arranque se independizan unos



Figura 21.
Las plataformas de trabajo de la bóveda.



Figura 22.
Colocación de los pies derechos que sujetarán las claves.



Figura 23.
Colocación de las claves.

de otros. Para la construcción de las jarjas, recurrimos de nuevo a la montea (figura 19).

Sobre la sección, se van dibujando los planos horizontales que se consideren oportunos y, en la planta, se van trazando las proyecciones horizontales resultantes en cada nivel. Con estas secciones, se dibujan una serie de plantillas (figura 20) que permitirán tallar las piezas que forman cada lecho. La plantilla inferior se calca en el plano inferior del sillar elegido y, con la plantilla superior, se hace lo mismo sobre la cara superior. Posteriormente, se procede a la labra enlazando una cara con la otra.

La última jarja recibe los arcos y ha de tallarse con la inclinación necesaria que pide cada uno de ellos, dato este que, de nuevo, ha de extraerse de la montea. Como mencionamos anteriormente, en nuestra bóveda, el nervio diagonal está peraltado respecto al plano de imposta, es decir, que arranca a diferente altura que el fornero, lo cual añade cierta dificultad a la labra de los bloques de las jarjas. El mismo baivel es suficiente para tallar también la curva del perfil de las jarjas.

Las claves

Como hemos mencionado anteriormente, las claves de todas las bóvedas de crucería estudiadas por Ribes son radiales. Las claves radiales o inclinadas aparecen en las bóvedas españolas y portuguesas en el siglo XVI, y quizás sean una característica específica del gótico de la península Ibérica. La talla de una clave inclinada, con sus correspondientes brazos de conexión, implica pasar de la proyección vertical de las claves tradicionales a la proyección sobre el plano tangente, todo un logro geométrico de la cantería gótica. La clave inclinada, contrariamente a lo que sucede con la clave vertical que se talla con ayuda de su proyección horizontal, se talla a partir de su proyección sobre el plano tangente²⁹.

Las cimbras

La cimbra se ha llevado a cabo siguiendo las pautas que aconsejaba Rodrigo Gil de Hontañón³⁰, el cual recomendaba, en primer lugar, la construcción de una plataforma de madera a la altura del nivel superior de las jarjas (figura 21).

Sobre ella, habría de dibujarse de nuevo la montea horizontal de la bóveda a tamaño natural. En las intersecciones de las líneas, es decir, en los puntos en que se sitúan las claves, se colocarían pies derechos con la altura adecuada (figura 22). Este dato, una vez más, se extrae de la montea.

Entre estos pies derechos, se colocan las cimbras curvas de los arcos, atando unos con otros y estabilizando el conjunto. Con objeto de facilitar el descimbrado, los pies derechos de las cuatro claves situadas en el centro de la bóveda se han situado, a su vez, sobre una plataforma más pequeña alzada sobre un sistema de cuña que permitirá que, al extraerse, las cuatro claves centrales descendan a la vez, de manera que toda la bóveda entrará en carga al mismo tiempo.

La construcción

Con las cimbras ya acabadas, se pueden ir colocando, en primer lugar, las claves sobre los pies derechos verticales (figura 23) y, a continuación, las dovelas. Es esta una operación que requiere gran habilidad. Para conseguir un correcto alineamiento de las dovelas, estas se colocan separadas unas de otras mediante juntas de mortero, con el que se consigue que los errores de talla en los lechos de contacto no se vayan trasladando de unas a otras y, además, asegurará un perfecto contacto entre las dovelas mismas.

Terminada esta fase, es posible apreciar por primera vez el singular diseño de la bóveda de Ribes (figura 24).

La retirada de la cimbra de una bóveda es siempre un momento apasionante. Durante ese proceso, las cargas dejarán de transmitirse verticalmente, para hacerlo, a través de los arcos, hacia sus apoyos laterales³¹. En este crítico instante, se genera el empuje horizontal que producen todas las bóvedas y que habrá de contrarrestarse mediante los contrafuertes, el precio a pagar por mantener las piedras suspendidas en el aire. Ahora, la bóveda, exenta del armazón de madera que la sujetaba, se muestra en toda su belleza (figura 25).



Figura 24.
La bóveda ya terminada sobre su cimbra.



Figura 25.
La bóveda en red de Ribes vista por su intradós.

* Este artículo es parte del proyecto de investigación *La construcción de bóvedas en el tardogótico español en el contexto europeo: Innovación y transferencias de conocimientos*, subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España (BIA2013-46896-P).

1. J. RIBES (1708), *Llibre de trasas de vies y muntea*, Barcelona, Biblioteca Nacional de Catalunya, manuscrito.

2. A.M. PERELLÓ FERRER, en *L'arquitectura civil del segle XVII a Barcelona*, Barcelona, L'Abadia de Montserrat, 1996, p. 49-50, procedente de su tesis doctoral de 1993, anotó la existencia del *Llibre de Trasas* y proporcionó una breve descripción del contenido. Entonces era todavía propiedad de una colección particular y, en 2003, fue adquirido por la Biblioteca Nacional de Catalunya.

Estudios posteriores volvieron a llamar la atención sobre el manuscrito: M. CARBONELL I BUADES (2008), «De Marc Safont a Antoni Carbonell: La pervivencia de la arquitectura gótica en Cataluña», *Artígrama*, núm. 23, p. 97-148, y F. TELLIA (2011), «El tratado de estereotomía de Joseph Ribes, 1708», en: *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, Instituto Juan de Herrera, p. 1413-1420.

3. Por ejemplo, el *portal ab campana*, caracterizado por una insólita clave que se empotra con las dovelas adyacentes, o las trompas cóncavas con clave central a diente de sierra, un modelo existente en Cataluña desde el siglo xv.

4. J. SALVAT y BOVÉ (1975), *El Escudo de armas de la ciudad de Tarragona*, Publicaciones del Ayuntamiento de Tarragona, p. 45.

5. G. GAYOSO CARREIRA (1974), «Apuntes para la historia papelera de las provincias de Tarragona, Baleares y Canarias», *Investigaciones y Técnica del Papel*, núm. 41, p. 675.

6. O. VALLS I SUBIRÀ (1970), *Paper and watermarks in Catalonia*, Amsterdam, Paper Publications Society. Agradecemos a la Biblioteca de Catalunya y, en particular, a la Sra. Iris Torregrossa su asesoramiento bibliográfico.

7. J.M. MONTANER MARTORELL (1990), *La modernització de l'utilitatge mental de l'arquitectura a Catalunya*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans. Describe la

evolución del saber arquitectónico en Cataluña en la época de la Ilustración, detallando el pasaje de la cultura práctica de los *mestres de cases* gremial a la cultura más técnica y científica, típica del siglo XVIII, que fue transmitida a los técnicos de la construcción principalmente por los cuerpos de ingenieros y por las academias. Anteriormente, la Confraria dels Mestres de Cases i Molers tutelaba la actividad y la enseñanza profesional.

8. En Barcelona, se han redactado y conservado otros textos de estereotomía posteriores, pero son copias de otros tratados que fueron escritos con finalidad principalmente didáctica y que eran utilizados en la enseñanza de la estereotomía como disciplina en los estudios de arquitectura. El más importante por envergadura es el de Antoni Rovira y Rabasa (1897), que contiene copias de dibujos y trazas de otros tratados tardíos franceses. Trata de la construcción en piedra desde sus albores e incluye la aplicación de la estereotomía a la madera y al hierro. De gran valor documental es la parte narrativa, que describe varios aparejos estereotómicos que existían en Barcelona antes del derribo de las murallas y de las numerosas operaciones de reconstrucción del tejido urbano.

Otros textos de estereotomía, todavía más tardíos, son conservados en la Biblioteca de la Escuela de Arquitectura y de Arquitectos Técnicos de Barcelona, y se trata más bien de aplicaciones de geometría descriptiva.

9. CARBONELL, *De Marc Safont a...*, op. cit., p. 117. Apud M. ARRANZ (2001), *La menestralia de Barcelona al segle XVIII: Els gremis de la construcció*, Barcelona, Arxiu Històric de la Ciutat / Proa, p. 89.

10. PERELLÓ, *L'arquitectura civil...*, op. cit., p. 49.

11. CARBONELL, *De Marc Safont a...*, op. cit., p. 142.

12. J. VIDAL FRANQUET (2009-2010), «Els dos testaments coneguts de Petit Joan Sarnoto: Edició i notes». *RACBASJ. Butlletí XXIII-XXIV*, p. 23, cita la tesis doctoral de Miguel Falomir publicada en 1996 con el título de *Arte en Valencia, 1472-1522*.

13. M. ARRANZ (1991), *Mestres d'obres i fusters: La construcció a Barcelona en el segle XVIII*. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, ha estudiado la vida de los maestros de obra del

siglo XVIII comparando los documentos de los archivos históricos de la ciudad, los libros de Confraria y los protocolos notariales.

14. Por ejemplo, Rodrigo Gil escribe el *Compendio* para pasarlo a su hijo (J. GÓMEZ MARTÍNEZ [1998], *El gótico español de la edad moderna: Bóvedas de crucería*, Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico), o el *Unterweisung*, redactado por Lorenz Lechler en 1516 para su hijo Moritz, que contenía dibujos geométricos y otros temas de construcción (L.R. SHELBY [1977], *Gothic design techniques: The fifteenth-century design booklets of Mathes Roriczer and Hanns Schmuttermayer*, Carbondale, Southern Illinois University Press). Por otro lado, Joseph Gelabert escribió su tratado como si fuera un manual para los profesionales de la construcción (E. RABASA DIAZ [2011], *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*, Madrid, Fundación Juanelo Turriano [Ms. 1653]).

15. 24 bóvedas de crucería en planta cuadrada, 1 rectangular, 7 triangular, 5 redonda y 3 capillas ochavadas.

16. Los primeros ejemplos de bóvedas cuadripartitas unidas para formar una sola se pueden encontrar desde principios del siglo XIII en la catedral de Lincoln, en Inglaterra, y en Nuestra Señora de Tréveris, en Alemania (JAVIER GÓMEZ MARTÍNEZ [1998], *El gótico español en la Edad Moderna: Bóvedas de crucería*, Valladolid, Universidad de Valladolid, p. 86).

17. En Cataluña, muchas claves son verticales, pero el disco del intradós es tangente a la cáscara, lo cual da la sensación de que toda la clave es inclinada, como, por ejemplo, en Sant Nicolau de Bellpuig (segunda mitad del siglo XVI). La razón principal para elegir una clave inclinada respecto a una vertical, motivos estilísticos aparte, se encuentra en el considerable ahorro de material. El volumen del sólido necesario para realizar una clave inclinada es mucho menor que el de una clave vertical. Esto se puede apreciar especialmente en las claves periféricas, las que están más alejadas del centro de la bóveda. La relativa sencillez de la trama de las bóvedas góticas catalanas no ha requerido el uso sistemático de este avance técnico del gótico peninsular.

18. Al respecto, se puede consultar J.C. PALACIOS y F. TELLIA (2015),

«Inclined keystones in Spanish Late Gothic», en: *Proceedings of the 5th International Congress on Construction History*, Chicago.

19. J. GELABERT (1653), *De l'art de picapedrer*, Palma de Mallorca, Biblioteca del Consell Insular de Mallorca, 1977 (manuscrito facsímile).

20. En la tratadística española, el estudio de la bóveda de crucería es un tema desarrollado por diferentes autores. Rodrigo Gil describe la construcción y el montaje de una bóveda gótica semiesférica; Hernán Ruiz (ca. 1560), de una bóveda de rampante redondo tendente a la esfericidad, y Vandelvira (ca. 1591) substituye los procedimientos de la cantería medieval con el método de talla de dovelas esféricas.

21. A. ZARAGOZÁ CATALÁN (2008), «A propósito de las bóvedas de crucería y otras bóvedas medievales», *Anales de Historia del Arte*, volumen extraordinario, p. 99-126. También nos recuerda que Bassegoda ha propuesto que primero se situaba la clave en su lugar en el espacio por medio de un castillete y luego se construía el resto de la bóveda. Este procedimiento será descrito en la segunda parte de este artículo, que estará dedicada a la construcción de una bóveda del tratado de Ribes.

22. J.C. PALACIOS GONZALO (2009), *La cantería medieval, la construcción de la bóveda gótica española*, Madrid, Munilla-Lería.

23. La nave de la catedral de Girona alcanzó los 22,8 metros de anchura; la de la catedral de Mallorca, 19,4 metros de anchura y 44 metros de altura; la de Santa María de Manresa, 18,5 metros;

la de San Juan de Perpiñán, 18,29 metros, y la de Castelló d'Empúries, 15 metros. Se puede hacer una comparación con las fábricas castellanas: en la catedral de Segovia, más tardía, la luz de las bóvedas del tramo central es de 13,74 metros, y en la catedral de Córdoba, de 13,7 metros. En Francia, las bóvedas de la nave central de Notre-Dame d'Amiens, con 14,6 metros de ancho, alcanzan los 42,3 metros de altura. La nave más alta, inacabada, alcanza los 48 metros en Saint-Pierre de Beauvais. Más información en *Wikipedia*: <https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page> [Consulta: 23 junio 2015].

24. M. CARBONELL I BUADES (2003), «Marc Safont (ca. 1385-1458) en l'arquitectura barcelonina del segle xv: Documents per a un esbós biogràfic», *Estudis Històrics i Documents dels Arxius de Protocols*, núm. 21, p. 181-226.

25. ARTURO ZARAGOZÁ CATALÁN y MARÍA GÓMEZ-FERRER LOZANO (2007), *Pere Comte, Arquitecto*, Valencia, Generalitat Valenciana, p. 84-86.

26. Navarro Fajardo describe la incidencia de esta bóveda en el Levante y nos recuerda que Arturo Zaragoza ha visto como precedente la bóveda de la capilla de la Visitación de la catedral de Burgos (1440-1442), obra de Juan de Colonia: Juan Carlos NAVARRO FAJARDO (2004), *Bóvedas valencianas de crucería de los siglos XIV al XVI: Traza y monte*, tesis doctoral, Universitat de València, Servei de Publicacions, p. 114.

27. El diseño y trazado de bóvedas en el ámbito germánico ha sido ampliamente estudiado por Wer-

ner MÜLLER (1990), *Grundlagen gotischer Bautechnik: Ars sine scientia nihil*, Múnich, Deutscher Kunstverlag. Uno de los métodos enumerados por Müller, y sin duda el más peculiar, se trata del método del arco principal o *Prinzipalbogen*, en alemán.

28. Es, por tanto, interesante señalar que el método del *Prinzipalbogen* no es rígido en absoluto. Dependiendo del recorrido que se escoja en el dibujo en planta de la bóveda, la longitud final, es decir, el radio del arco, va a variar notablemente. Una variación de esta longitud conlleva un importante cambio en la curvatura del arco y, como consecuencia, en la forma de la bóveda. Además, una variación del arco principal va a provocar importantes cambios en las jarjas, en las que los arcos partirán a alturas diferentes, y en el cruce de los arcos, las claves, en las que los cruces de los arcos pueden variar considerablemente de altura.

29. PALACIOS y TELLIA (2015), «Inclined keystones in Spanish Late Gothic», op. cit.

30. S. GARCÍA (1681), *Compendio de arquitectura y simetría de los templos*, Valladolid, Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid, estudios introductorios de Antonio Bonet Correa y Carlos Chanfón Olmos, 1991.

31. José Carlos PALACIOS y Fabio TELLIA (2014), *Descimbrado de una bóveda de crucería gótica de Josep Rives* [en línea], Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, <<https://www.youtube.com/watch?v=WfBRtVNs8Dc>> [Consulta: 23 junio 2015].

