

LA CONSTRUCCIÓN MEDIEVAL DE BÓVEDAS

ENRIQUE RABASA DIAZ

Los autores clásicos que se ocuparon de la construcción medieval en el siglo XIX, Viollet-le-Duc, Choisy, explicaron este periodo como una aventura que conduce, durante varios siglos, desde la incapacidad que sucede a la caída del Imperio romano hasta el súbito crecimiento de las primeras grandes catedrales góticas.

Las descripciones de estos autores, que iniciaron lo que podríamos llamar historia de la construcción –aunque ellos lo llamaban arqueología–, están presididas por la idea de que cada cambio en el sistema constructivo medieval supone la asunción de una mejora o la resolución de un problema.

En efecto, el desarrollo de los sistemas de abovedamiento que conducen al gótico es lento, y, en los aspectos que aquí interesan, es más dependiente de la evolución de un grupo que de las individualidades que lo componen. Es un proceso que aparenta mostrar una dirección clara, y en consecuencia, se lee fácilmente como un progreso constante, en el que, como diría Choisy, nunca se retoman soluciones pasadas sólo por un gusto por lo antiguo.

Aunque esta historia no se acaba estrictamente con el final de la Edad Media, pues el sistema gótico pervivirá mucho tiempo.

Para esbozar una descripción general, es fácil asumir esta interpretación de la evolución progresiva, pero no tanto el remate que alguna vez se ha propuesto, el que muestra el último periodo de la construcción gótica, el gótico en la Edad Moderna, superpuesto a las formas “a la romana”, como algo ya cansado y excesivo.

En efecto, esa idea de evolución, entre romántica y darwiniana, no se ocupaba mucho de lo que ocurría a partir del si-

glo XIV, y otros interpretaron como degeneración barroca lo que seguía a aquel gótico clásico, un tardogótico que explotaba al máximo recursos formales que diríamos meramente retóricos. Pero ese gótico tardío no sólo no pierde los principios constructivos, sino que, al contrario, toma clara conciencia de ellos¹. Tanto en Centroeuropa como en España, en el siglo XVI, perviviendo los hábitos medievales en la Edad Moderna, se sacará extraordinario partido de las posibilidades del sistema que se ha alcanzado. Podemos decir incluso que en el gótico tardío hay expresiones formales que muestran, en muchos aspectos más claramente que en el gótico clásico francés, lo que Viollet y Choisy llamaban “principios”.

En ambos autores –en otras cuestiones no siempre coincidentes– el término “principios” parece estar en el centro de su concepción del desarrollo de la construcción. Al traducir sus textos, cuando se habla del principio o de los principios, se podrían escribir en su lugar palabras como postulado, premisa, causa, fundamento, base, regla, norma. El principio, en el *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XV siècle* de Viollet-le-Duc o en la *Histoire de l'Architecture* de Choisy es una idea abstracta², porque se aplica a diversas situaciones y casos, pero es de naturaleza absolutamente ligada a lo material, al peso, la resistencia, el proceso de ejecución. Los principios que conducen a la bóveda de crucería, y que terminarán por constituir hábitos que facilitan el trabajo, son reflexiones o formas de pensar la organización de la traza general, los cortes de cantería, la división de funciones en elementos constructivos, la molduración, la organización de los contrarrestos, etc., pero es especialmente la coherencia entre todos estos aspectos, lo que nos permite pensarlos como un sistema.

Comencemos, sin embargo, con la situación inicial, el planteamiento de los problemas.

¹ El inglés Robert WILLIS fue quien primeramente explicó los hábitos de formalización de los elementos que hacen posible la bóveda gótica, y lo hizo precisamente para evidenciar el camino que lleva a la última fase anglosajona, las bóvedas de abanico, Robert WILLIS, “On the construction of the vaults of the Middle Age”, *Transactions of the Institute of British Architects*, vol. 1, parte 2, 1842, reimpresso en 1910. En cuanto a la valoración del tardogótico desde un punto de vista técnico: Javier GÓMEZ MARTÍNEZ, *El gótico español de la Edad Moderna. Bóvedas de crucería*, Valladolid, Universidad, 1998, y José Carlos PALACIOS GONZALO, “Spanish ribbed vaults in the 15th and 16th centuries”, en Santiago HUERTA, ed., *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, Instituto Juan de Herrera, 2003, 1547-1558.

² Eugène-E. VIOLLET-LE-DUC, *Dictionnaire raisonné de l'Architecture française du XIIe au XVIe siècle*, París, Bance-Morel, 1854-68; traducción de la voz “Construction” en *La construcción medieval*, Madrid, Instituto Juan de Herrera, 1996. Auguste CHOISY, *Histoire de l'Architecture*, París, Gauthier-Villars, 1899.



Fig. 1 / Arco de la ciudad romana de Cáparra, Cáceres

LAS BÓVEDAS ROMANAS DESPUÉS DE ROMA

La construcción romana atendía al trabajo de cantería como un campo especializado de la construcción, pero no veía necesario apoyarlo en una teoría geométrica ni una organización especial de trazados como lo que ahora llamamos estereotomía.³ En la práctica, la construcción romana evita las disposiciones de despieces de sillería que crean problemas geométricos, piezas de formas complejas; o, por decirlo con más propiedad, los sillares de formas singulares, cuando existen, son el resultado de una talla *in situ*, de la toma de datos sobre el tajo o el tanteo sucesivo para alcanzar un correcto encaje, resultando un despiece de apariencia poco regular. Los arcos de medio punto o las bóvedas de cañón no requieren el auxilio de una geometría especializada, y cuando las bóvedas de cañón aparejadas en dovelas de piedra se cruzan, con frecuencia se evita la intersección de superficies disponiéndolas a diferentes alturas. Son escasas las bóvedas de arista, intersección de dos cañones iguales con arranques al mismo nivel, que están construidas en piedra de sillería; constituye excepción la de Cáparra, y en este caso es evidente que no hay un trazado para la planificación del despiece, sino la mera resolución de encuentros sobre la marcha y a la medida del hueco que en cada momento hay que llenar [Fig. 1]⁴. Vitrubio describe con detalle cómo trazar relojes de sol, y, aunque se perdieron los dibujos, no nos cabe duda de lo que quiere explicar; sin embargo esta sorprendente capacidad para resolver en el plano problemas espaciales no es aplicada a la formalización de las piezas de cantería, y no hay nada en su libro comparable a la traza medieval para el corte de piedras. Es cierto que tampoco está en Vitrubio la técnica que hará posible la construcción de las grandes

bóvedas romanas que cubrirán el Panteón o las termas; eso llegará algo después, cuando se emplee ladrillo cocido –cuando Vitrubio habla de ladrillo se refiere al adobe– para la disposición de un esqueleto de nervios a rellenar con elementos de hormigón romano. La atención a los cortes de piedras comienza en el medievo, si bien hay que esperar hasta el siglo XVI para encontrar textos escritos en relación con el tema.

El constructor medieval prerrománico y románico emplea arcos semicirculares y bóvedas de cañón. En el periodo bizantino se hacen bóvedas vaídas en ladrillo –hay algún precedente romano–, y, como es sabido, con Santa Sofía aparecen las pechinas como tránsito que permite el apoyo de una calota independiente. La bóveda vaída es una semiesfera cortada por los cuatro planos verticales de un cuadrado inscrito en su planta circular; si cortamos esta superficie a la altura de las claves de los arcos perimetrales, quedan por debajo las pechinas, triángulos esféricos, y por encima un casquete esférico, que puede ser sustituido por otro de distinta curvatura, incluso por una cúpula semiesférica. En inglés llaman a la vaída, muy gráficamente, *sail vault*, por su forma de vela hinchada; pero el parentesco evidente entre la vaída y la cúpula sobre pechinas justifica que ambas sean denominadas en francés con la misma expresión: *voûte sur pendentifs*⁵.

En la Siria romana y bizantina hay también bóvedas de arista con aparejo de sillares, semejantes a las que abundarán a partir del Renacimiento⁶. En España, la que cubre el crucero de Santa María de Melque es, con muchas deformaciones, probablemente originales, algo parecido a una bóveda vaída de sillaría [Fig. 2]. A pesar de la distancia, recuerda inevitablemente a la que cubre el espacio central de la planta de cruz del mausoleo de Gala Placidia, en Rávena [Fig. 3]. Observemos que en ésta hay un detalle difícil de entender: la superficie esférica termina en arcos perimetrales, y éstos se reúnen en los rincones formando una esquina cuadrada saliente, que carece de correspon-

³ Sobre estas cuestiones técnicas, véase Jean Pierre ADAM, *La construcción romana, materiales y técnicas*, León, Centro de los Oficios, 1996. (*La construction romaine, matériaux et techniques*, París, J. Picard, 1989).

⁴ Jean Pierre ADAM menciona una bóveda de arista en el teatro de Philippopolis, en *op. cit.*, p. 206 (cita a Pierre COUPEL y Edmond FRÉZOULE, *Le théâtre de Philippopolis en Arabie*, París, Librairie Orientaliste Paul Guethner, 1956). En apariencia sus piezas son geoméricamente comparables a las renacentistas. No ocurre lo mismo con las del arco de Cáparra. Esto confirma el nivel del corte de piedras en la Siria romana, que conduce a pensar, como proponía Viollet-le-Duc, que la cantería occidental recogió estos saberes.

⁵ De hecho, la que parece ser la primera bóveda vaída construida en piedra de sillaría, en la torre de la catedral de Murcia (1526), presenta una taja decorativa que separa las pechinas de la calota y haría difícil, si no dispusiéramos de levantamientos precisos, estimar si se trata de uno u otro tipo (José CALVO LÓPEZ, Miguel Ángel ALONSO RODRÍGUEZ, Enrique RABASA DÍAZ, y Ana LÓPEZ MOZO, *Cantería renacentista en la catedral de Murcia*, Murcia, Colegio de Arquitectos, 2005).

⁶ Aunque en sus enjutas o pechinas se advierte una rara disposición de lechos, convergentes como los de un arco, que no volveremos a ver; en las renacentistas las hiladas de esa zona están formadas por dovelas como las de las hiladas superiores circulares, o bien con lechos horizontales, pero en las sirias las líneas de junta están arqueadas hacia abajo, como si los lechos fueran planos radiales. Auguste CHOISY, *El arte de construir en Bizancio*, Madrid, CEHOPU e Instituto Juan de Herrera, 1997. (traducción de *L'art de bâtir chez les byzantins*, París, Librairie de la Société Anonyme de Publications Périodiques, 1883), pp. 90-91.

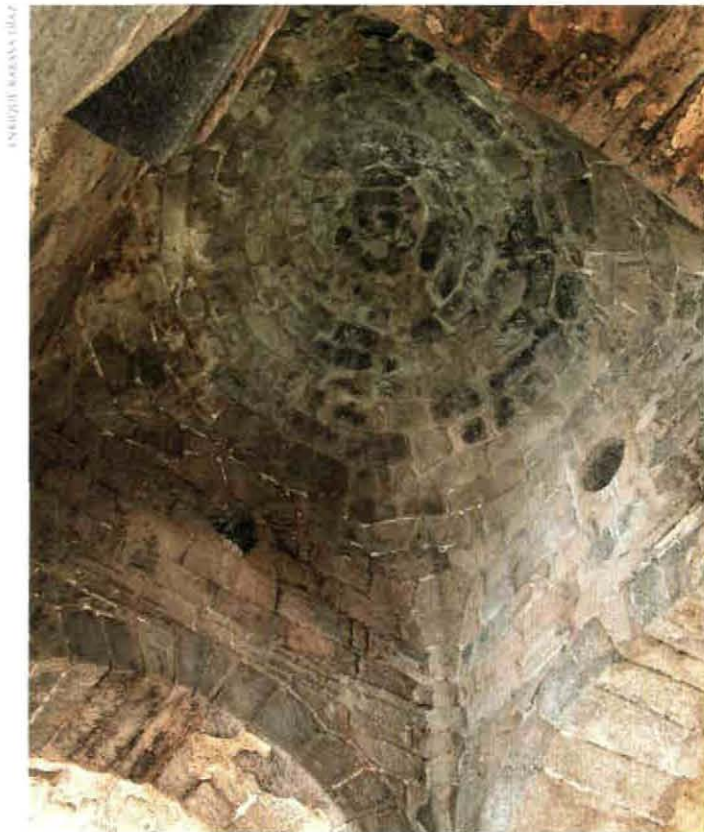


Fig. 2 / Bóveda central en Santa María de Melque. Toledo

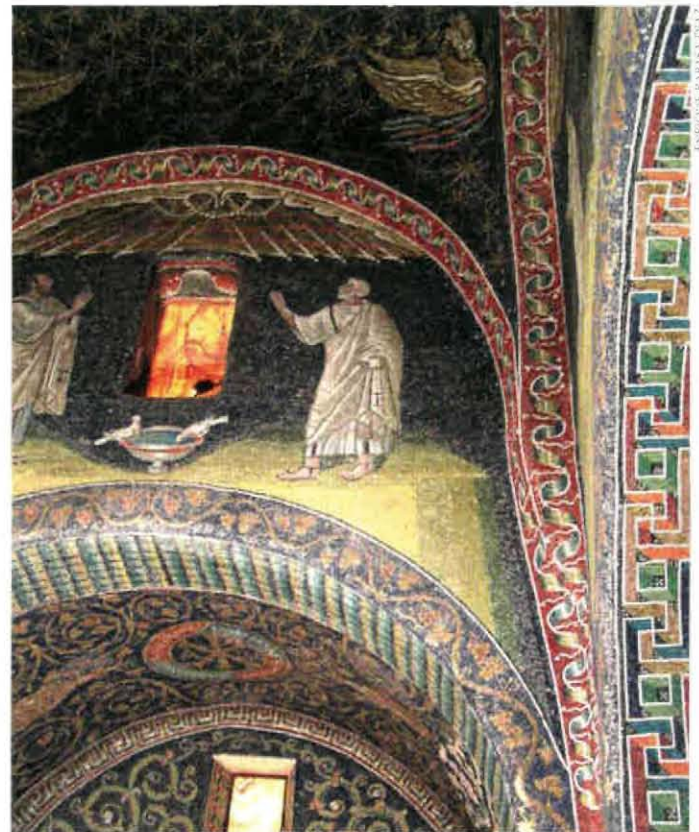


Fig. 3 / Bóveda del Mausoleo de Gala Placidia en Rávena

dencia en la planta y se ve obligada a desaparecer hacia abajo, simplemente disminuyendo, sin ménsula ni apoyo ninguno. En Melque se da una disposición parecida, pues, a pesar de la irregularidad de la forma, se observa en esa zona una especie de arista saliente que va retrasándose hasta desaparecer en el rincón. Si no hay una relación directa, al menos debemos señalar que esto está sucediendo en bóvedas ambas ricamente decoradas, en Rávena con mosaicos, y en Melque con estucos, que cubren estos elementos y no siempre destacan su articulación.

Estas esquinas raramente salientes en las enjutas de unas váidas medievales nos conducen a la bóveda por arista, pero pasemos antes por el simple medio cañón.

Una gran cantidad de templos prerrománicos y románicos están cubiertos en su nave central por bóvedas de cañón. Con frecuencia van reforzados con seres de arcos perpiaños o fajones que parten su longitud total en tramos. Estos fajones están alineados con contrafuertes exteriores y pilastras interiores [Fig. 4]. Tales refuerzos del muro tienden a evitar efectivamente que el empuje de la bóveda los desplome. Sin embargo ya Sabouret advirtió que no es igual el papel de los arcos fajones, es decir, que no podemos decir que refuercen la bóveda en el mismo sentido

que el contrarresto refuerza y estabiliza el cerramiento⁷. En efecto, un arco de medio punto sometido a su propio peso u otras cargas, se sostiene si su grosor o canto es suficiente para que lo que llamamos "línea de empujes" quepa en su interior. Si el canto es mayor del necesario será perfectamente estable, y si es menor fallará. Una bóveda de cañón puede ser analizada como una sucesión de arcos, de manera que su estabilidad depende del canto. Si periódicamente se ciñen a la bóveda arcos perpiaños, en esos lugares quedará reforzada por el aumento del canto, pero en el tramo entre los arcos, de longitud importante en relación con los espesores, la bóveda no puede aprovechar ese refuerzo; en consecuencia, como un arco, requiere un espesor general, con independencia del añadido periódico⁸.

Una bóveda por arista, es decir, el cruce de estos cañones con otros en el sentido transversal, conduciría las cargas de manera más clara hacia los puntos de apoyo, los cuatro vértices del cuadrado de su planta, y además permitiría apertura de huecos. Sin embargo, esto no va a suceder en las naves centrales de esos templos románicos, sino en las laterales. La bóveda de arista romana, la intersección ideal de formas cilíndricas iguales, a pesar de su atractivo, va a presentar dificultades notables para el constructor medieval.

⁷ Victor SABOURET, "L'évolution de la voûte romane du milieu du Xle siècle au début du XIle" en *Le Génie Civil*, vol. 104, 1914, pp. 240-243.

⁸ Es fácil que el empuje, continuo en toda la longitud, pueda ser conducido por el muro (o va en los riñones, normalmente macizados) hasta los contrafuertes, es decir, que podemos imaginar un arco en el interior del muro que descargue en el contrarresto; pero en el tramo de cañón entre perpiaños la proporción entre la luz (la distancia entre ellos) y el canto del tramo probablemente no permitirá entender la sección longitudinal de la bóveda funcionando como un arco para apoyarse en los refuerzos.

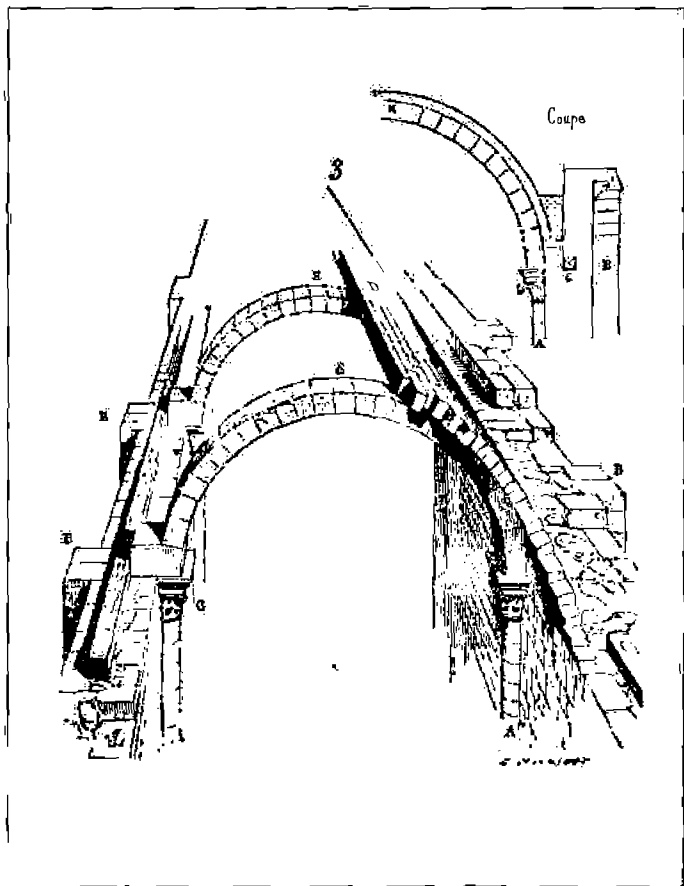


Fig. 4 / Bóveda de cañón románica, según Viollet-le-Duc [*Dictionnaire raisonné. . 1854*]

Choisy de una bóveda de arista que él mismo pudo ver en el teatro romano de Pérgamo [Fig. 5, izquierda]⁹. Obsérvese que en la parte baja las hiladas de uno de los cañones llegan completas hasta la arista y las del otro quedan cortadas cuando encuentran el trasdós de las primeras. Es decir, la hilada está formada por dovelas iguales, que al llegar al plano diagonal quedan cortadas, en un caso según el otro cilindro, y en el otro caso según el trasdós de las primeras. A partir de cierta altura se alternan las hiladas de un cañón y otro en alcanzar la arista, dando lugar a recortes complicados¹⁰. Las piezas, todas diferentes, presentan una forma que sería imposible de prever, en ese momento, mediante trazados planos o monteas.

En la parte alta de estas aristas es posible que esta alternancia de hiladas dispuestas a modo de gualdrapado presente una apariencia exterior sencilla, como de triángulos al tresbolillo, pero sólo si el canto de las dovelas es de magnitud comparable a su espesor, pues así es el lecho inferior el que manda en cada encuentro. En algunas bóvedas de crucería simple, cuando por cualquier accidente ha caído sólo el nervio diagonal, se pueden ver los extremos de las hiladas de la plementería alternándose de una manera semejante.

En el despiece descrito, las juntas de hilada coinciden en el mismo punto de la arista, lo cual permite partir igualmente los dos cañones; pero las piezas que alcanzan el encuentro presentan algunos ángulos agudos. Siempre ha sido condición de un correcto despiece de sillería el evitar los ángulos agudos en las piezas, pues son delicados en la talla, susceptibles de desportillamiento en el transporte y montaje y punto débil ante los esfuerzos una vez colocadas. Entre las bóvedas de arista medievales que nos han llegado, que no están cubiertas por enfoscados o enlucidos y que muestran una ejecución con piezas de sillería –condiciones difíciles de reunir, en especial la última, pues también pueden recurrir al sillarejo, al ladrillo o a la fábrica de cal y canto–, las de las naves laterales de la basílica de San Isidoro de León, a pesar de su apariencia torpe, han buscado un diseño que evita los ángulos agudos. Permiten que la hilada que no va a alcanzar la arista termine cortada en una testa vertical convencional. En efecto, las piezas que llegan a

La primera afecta a la geometría general; la intersección de los dos semicilindros resulta ser dos semielipses sobre los planos verticales diagonales. La elipse es una línea de curvatura constantemente variable. Se puede evitar el trazado de esta curva materializando, por ejemplo en una cimbra, uno de los cilindros y cortándolo por planos verticales; también se puede sustituir la forma elíptica por una oval semejante, formada por arcos de circunferencia. Los tratados renacentistas no dudarán en trazar estas curvas diagonales obteniendo de ellas la cantidad de puntos que sea necesaria; veremos que el constructor medieval va a buscar una alternativa más práctica. Otro problema es la difícil adaptación de la bóveda por arista a la planta rectangular, que, si mantenemos la forma semicilíndrica de los cañones, conduciría a líneas de intersección alabeadas o bien a lo que llamamos lunetos. Puede convenir a la nave central esta proporción rectangular en coordinación con las cuadradas de las laterales.

Pero me interesa detenerme en un problema constructivo que se puede contemplar como muy significativo del paso de la bóveda románica a la de crucería gótica, como es el encuentro de las hiladas de los dos cañones en la arista. Se trata de algo que destaca con un análisis formal minucioso el dibujo de

⁹ Auguste CHOISY, *Histoire de l'Architecture*, París, Gauthier-Villars, 1899, vol. I, p. 51 B.

¹⁰ La pieza que llega a la arista presenta dos curvas, una cilíndrica según el intradós del sentido perpendicular, y otro plano, según el lecho de aquella otra a la que encuentra; ésta, la que no llega a la línea de arista sino en un punto, debe ser cortada en su extremo según el lecho inferior de la primera. Como es habitual en Choisy, a pesar de la apariencia de croquis sencillo, el dibujo es perfecto desde el punto de vista geométrico, y la facilidad de su lectura, algo engañosa, ha sido alcanzada sin concesión alguna al rigor formal.

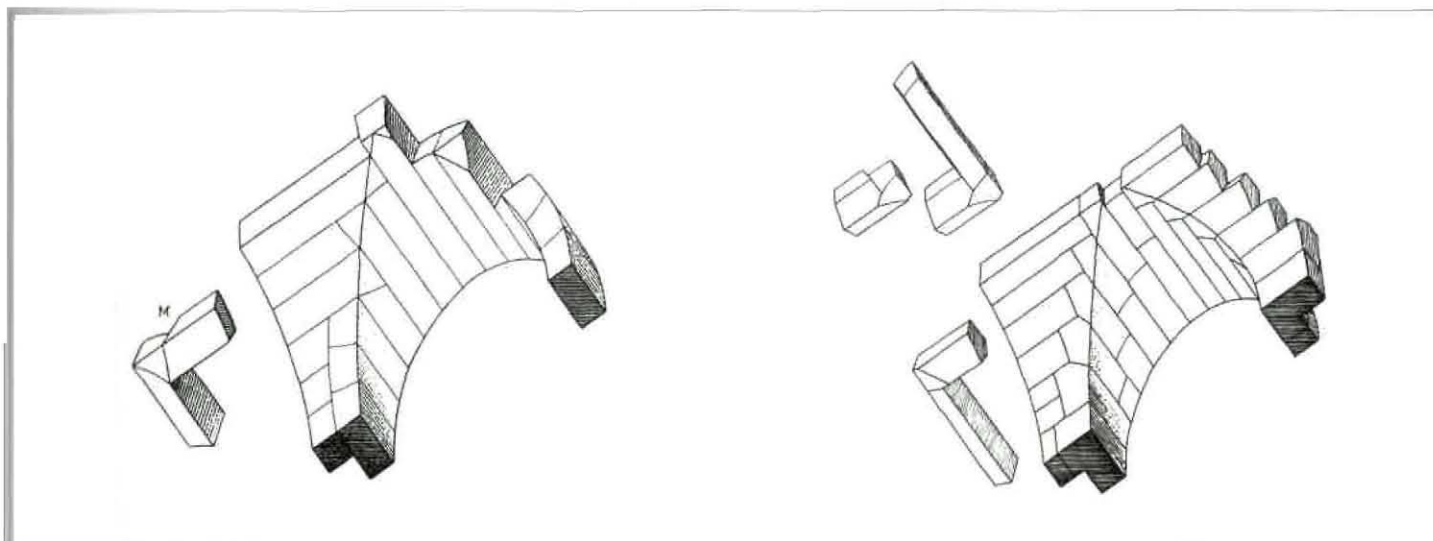


Fig. 5 / Bóveda de arista en Pérgamo, según interpretación del autor, del libro de Choisy [*Histoire de l'Architecture*, 1899] [izquierda], y, en similar estilo la alternativa que ofrecen las bóvedas de San Isidoro de León [derecha]

la arista han sido cortadas en ese extremo de manera que presenten un plano vertical para recibir la testa del otro sentido y un lecho superior para apoyar incluso la siguiente. El resultado es más correcto desde el punto de vista canteril, pero da lugar a formas aún más complejas que las de la dibujada por Choisy. En la ilustración se puede ver, junto al dibujo de Choisy, otro de similar estilo que muestra esta alternativa [Fig. 5, derecha].

Ésta es la bóveda reproducida en maqueta para la exposición. Hemos querido dar la forma real a cada elemento, incluyendo lo que resulta oculto a la vista, así que, aunque en yeso, está formada por piezas separadas y montadas para obtener el conjunto [Fig. 6]. Con ese objeto diseñamos el despiece y la



forma de cada elemento previamente, de manera que la labra de los extremos de las piezas de la arista contara con suficientes datos. Este proceso nos confirmó en lo que ya sospechábamos; tomar una dovela normal y tallar su extremo con los cortes necesarios para que ocupe correctamente su lugar en el rompecabezas, empleando para ello las medidas, distancias y ángulos que conocemos por el diseño geométrico previo, es tarea engorrosa y absurda frente a la alternativa de buscar los cortes *in situ*, durante el propio proceso de montaje. En efecto, si bien no resulta evidente qué tipo de cimbras fue el preferido por los constructores de estas bóvedas, de lo que no cabe duda es de que las piezas de la arista se tallaban cavando, sustrayendo, sobre una dovela, lo que ésta pedía, que se hacía evidente si era colocada en su lugar.

Muy diferente será la estereotomía de las bóvedas de arista renacentistas, cuando se piense la forma ideal, la dovela acodada, por el trazado, y se articulen los medios para obtenerla, bien a partir de un sólido escuadrado (lo que se llamará "por escuadría" o "por robos") o directamente cara por cara, pero en todo caso tomando medidas, plantillas y ángulos de una forma que ha sido encontrada gráficamente, lo que permite la división del trabajo y la independencia del proceso de labra y la colocación.

Un caso muy singular de bóveda de arista medieval es la que se encuentra en la planta baja de la tumba de Teodorico en Rávena [Fig. 7], donde a una ejecución técnica de la labra muy precisa se une un despiece tremendamente complicado y curioso, llevando al extremo la idea del dibujado por Choisy en Pérgamo.

Fig. 6 / Piezas de yeso para la confección de la maqueta de bóveda de arista



Fig. 7 / Bóvedas de arista en la planta baja de la tumba de Teodorico en Rávena

En San Vicente de Ávila interesan especialmente las bóvedas de la nave central, donde es evidente un cambio de plan que introdujo arcos diagonales donde no estaba previsto, para hacer bóvedas de crucería. Las bóvedas de las naves laterales que vemos tras la restauración de Enrique Repullés son de ladrillo, y quizá lo han sido siempre¹¹. Pero sobre su enfoscado de cal hay pintadas juntas que imitan un despiece de sillería. Son de dos clases, porque en algunas zonas se ve una sola línea negra y en otras la junta está representada con dos líneas paralelas. Observando el despiece que fingien, encontraríamos que las de doble raya, quizá del siglo XVII, presentan en la arista dovelas acodadas con ramales largos al modo renacentista, mientras que en las otras, más modernas, uno de los ramales es muy corto. Ninguna reproduce los modelos arriba explicados, pero al menos la segunda es más verosímil, está falseada por alguien que conoce los problemas del despiece [Fig. 8].

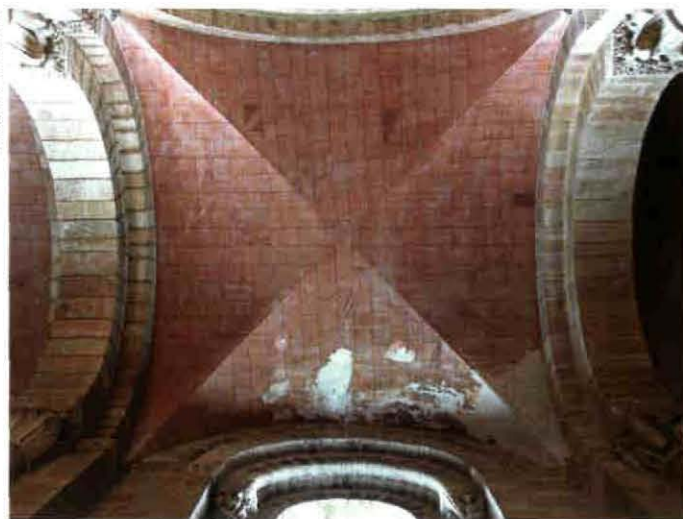
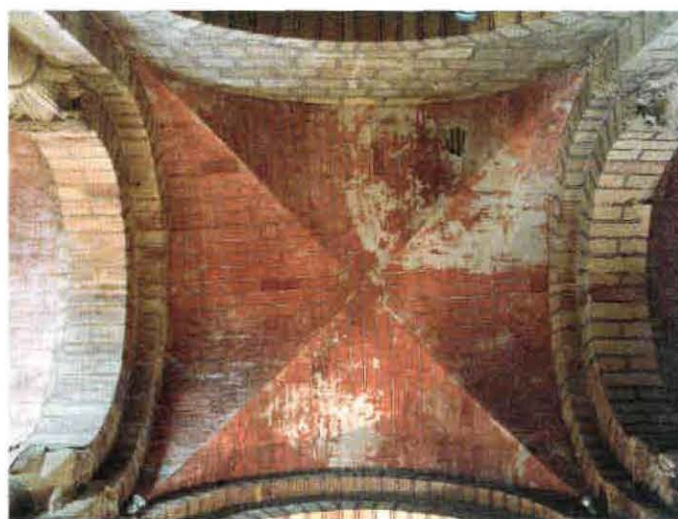


Fig. 8 / Bóvedas de arista de ladrillo con despiece fingido en las naves laterales de la iglesia de San Vicente, Ávila

EL SISTEMA GÓTICO

Los problemas enunciados conducirán a buscar una alternativa a las bóvedas de arista. Los arcos perpiaños de las bóvedas de cañón, sobre cuya relevancia como refuerzo hemos expresado dudas, conseguían, sin embargo, partir la longitud de la nave en tramos, y facilitar así el desarrollo de los trabajos. Los diversos tramos son ejecutados como unidades, y la junta entre estos elementos es cubierta en la parte inferior por los arcos. Los perpiaños o fajones son, entre otras cosas, tapajuntas. La idea de división de la obra en sectores y de realización de varias superficies o cascos, de alguna manera apoyados en arcos, cuyas juntas y encuentros quedarán ocultas por estos arcos o nervios –idea que recuerda a las cadenas de ladrillo de las bóvedas romanas–, es clara en las bóvedas de crucería más sencillas, las simplemente cuatripartitas por dos nervios diagonales, y presidirá el desarrollo de las crucerías góticas cuando pasen a ser una red de nervios cuyos huecos, generalmente triangulares, se rellenan con cascos de plementería.

Mucho tiempo antes de la invención del gótico en Francia, en Córdoba se levantaban bóvedas que llamamos de arcos cruzados, cuidadosamente trazadas. Sus arcos de piedra¹² coinciden



¹¹ Ésta es la opinión de Pedro FEDUCHI, quien ha estudiado el templo en la tesis doctoral "La basílica de San Vicente en Ávila", Madrid, ETSAM, 2007.

¹² Los de la capilla de Villaviciosa están protegidos por un enfoscado de cal sobre el que se han marcado juntas, probablemente reproduciendo las que realmente existen debajo. El trasdós de esta bóveda es un amasijo informe de obra, pero en algunos lugares se puede ver que emerge algún nervio de piedra. Las de la macsura no son accesibles.

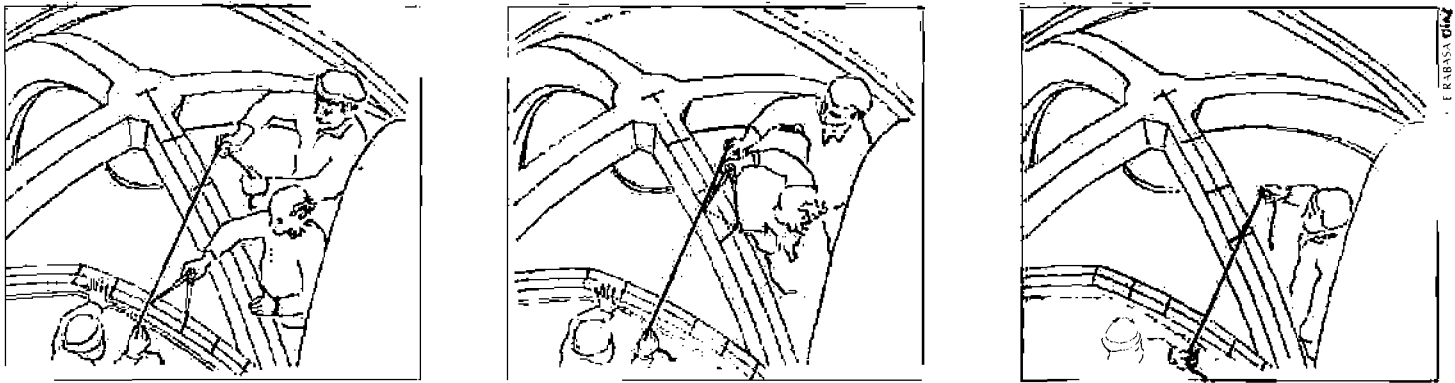


Fig. 9 / Proceso de replanteo de las hiladas de plementería. Dibujos del autor basados en el manuscrito de Joseph Gelabert | *De l'Art de Picapedrer*. 1653 |

con absoluta precisión en algunos puntos, o bien ofrecen un intradós limpiamente continuo de uno a otro. Pero son contadas y sobre sus métodos no sabemos casi nada. Las cristianas que repitan el esquema de cruces de arcos que dejan una estrella central, mostrarán una factura mucho más torpe.

Los arcos diagonales de las bóvedas de crucería, lo que denominamos también ojivos, son, por lo general, semicirculares. En consecuencia la altura de la clave central que marca su cruce es mayor que la que presentaría una bóveda de arista de igual planta¹³. A cambio de sustituir la elipse por el arco semicircular, la bóveda de crucería simple evita los problemas de encuentro de las hiladas en la arista. La plementería está compuesta de hiladas de sillarejo o de ladrillo, de pequeñas piezas unidas por gruesas juntas, cuya forma es ya menos relevante, que vienen a coincidir, acabando de cualquier manera, en el quiebro de la arista sobre el nervio, que quedará oculto por éste. Los arcos perimetrales pueden ser apuntados, y así la altura de sus claves no difiere mucho de la altura de la clave central. Entre los arcos de las cuatro embocaduras de la bóveda –los formeros que se apoyan en el muro y dejan paso a las ventanas, y los perpiaños que separan un tramo de otro en la longitud de la nave– y los nervios cruceros, se tienden hiladas de plementería que ya difieren de las rectas y horizontales de la bóveda de arista. Son con frecuencia hiladas arqueadas, estables por su forma durante el proceso de construcción, a veces de espesor constante, y a veces variable para unir los puntos que resultan de dividir en partes iguales los dos nervios que unen.

Estas bóvedas de crucería simples, cuatrimpartitas, se repetirán durante mucho tiempo de igual manera en la Corona de Aragón. Tras un brillante siglo XV, que llega, con Francesc Baldomar, a invertir los términos del lenguaje –para despiezar en sillería bóvedas aristadas, sólo formalmente góticas, ya sin nervios–, lo que se ha llamado el gótico mediterráneo¹⁴ no va a

conocer el desarrollo de las nervaduras en la misma magnitud que en el resto de España. Gracias a esto, un manuscrito mallorquín del siglo XVII, el escrito por el maestro cantero Joseph Gelabert, contendrá aún una sorprendente colección de bóvedas de crucería cuatrimpartitas, con sólo alguna adición de las algo más complejas de terceletes, tratando el tema en ese momento como si fuera de actualidad¹⁵.

Éste es el segundo modelo de yeso que se puede ver en la exposición, una bóveda de crucería cuatrimpartita, con nervios de molduración sencilla, a la manera de las catalanas y levantinas, y con algunas piezas de la peculiar plementería que Gelabert explica y describe, y a la que nos referiremos brevemente.

Gelabert describe un tipo de plementería que, aunque doscientos años anterior, es evidentemente avanzado sobre aquellas hiladas de sillarejo que constituyeron las primeras bóvedas góticas. Las líneas de junta aparente son rectas; las piezas –una sola laja de nervio a nervio, o partida en dos o tres trozos– presentan el intradós ligeramente curvado, pero no en el sentido de la longitud de la pieza, sino en el del nervio, como si fueran dovelas. Serían enteramente como dovelas si las aristas que limitan su intradós fueran paralelas, es decir, si los cuatro vértices de esa cara estuvieran en un mismo plano. Esto no puede suceder, porque se apoyan en dos nervios no sólo divergentes en planta, sino de inclinaciones distintas. El proceso que Gelabert describe para la talla de estas piezas pasa precisamente por labrar una dovela recta y corregirla imprimiendo un alabeo a su intradós, y resulta así emparentado con los viejos métodos de tanteo y talla *in situ*. Como se puede ver en la ilustración [Fig. 9], primeramente se marcan con cuerdas las posiciones que tendrán estas líneas de junta entre piezas, procurando que la distancia entre ellas sea más o menos constante (y pasando por alto que no son real-

¹³ Los hay también rebajados, como en la gran sala del Palacio de Gelmírez en Santiago de Compostela, si existe un límite de altura

¹⁴ Arturo ZARAGOZA CATALÁN, *Arquitectura gótica valenciana*, Valencia, Generalitat, 2000, y “Arquitecturas del gótico mediterráneo”, en *Una arquitectura gótica mediterránea* Vol I Valencia, Generalitat, 2003

¹⁵ Joseph GELABERT, *De l'art de Picapedrer*, manuscrito en 1653, fols 135v a 138v (facsimil en Palma de Mallorca, Diputació, 1977, pp 292-299).

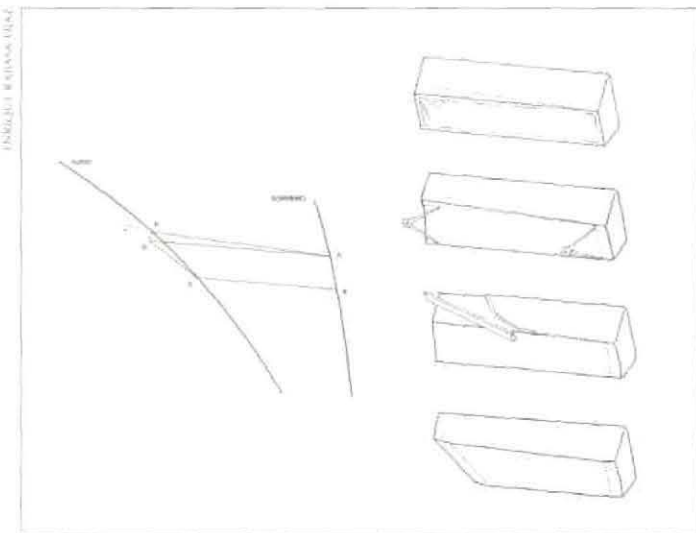
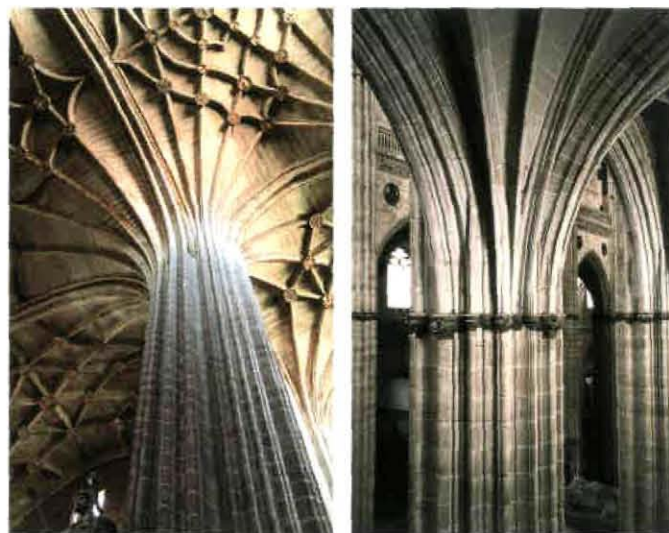


Fig. 10 / Talla de las dovelas para la plementería, según el manuscrito de Joseph Gelabert [*De l'Art de Picapedrer*, 1653]

mente paralelas). A continuación, para la talla de cada pieza [Fig. 10], se labra primeramente una dovela con esa anchura; se toma de las marcas sobre los nervios el alabeo que será necesario imprimir al intradós (separando uno de los vértices del plano que forman los otros tres); se corrige el aumento de distancia que resulta del alabeo; se labra de nuevo el lecho afectado por la corrección; y, por último, se da corte oblicuo al extremo, si es necesario, para seguir correctamente la dirección del nervio.

En la bóveda de crucería se oculta el encuentro de las hiladas de los plementos sobre los arcos ojivos en la parte superior. Pero antes de esto, la primera parte de la bóveda, constituida por la unión, y a veces interpenetración, de los diversos nervios cuando aún no se han separado lo suficiente para dejar espacio a los cascos de plementería, lo que llamamos el enjarje, es resuelto también de manera especialmente sencilla.

El enjarje puede ofrecer apariencias muy diferentes. En el enjarje puede haber una perfecta continuidad entre las nervaduras del pilar y las de la bóveda [Fig. 11], o bien puede ser un lugar donde se intersecan o maclan los nervios de una forma desordenada [Fig. 12], cuando no se corresponden las nervaduras del pilar y las de la bóveda o cuando se quiere continuar algún baquetón del pilar hasta su desaparición en el interior del haz —lo que no siempre parece ser un “arrepentimiento”—. También puede ocurrir que las intersecciones entre los nervios sean deliberadas, como en muchas bóvedas alemanas [Fig. 13], y en las que construyen en España Juan y Simón de Colonia. En todos los casos las piezas se tallan de la misma manera, explicada ya a mediados del siglo XIX por el arqueólogo inglés Willis¹⁶.



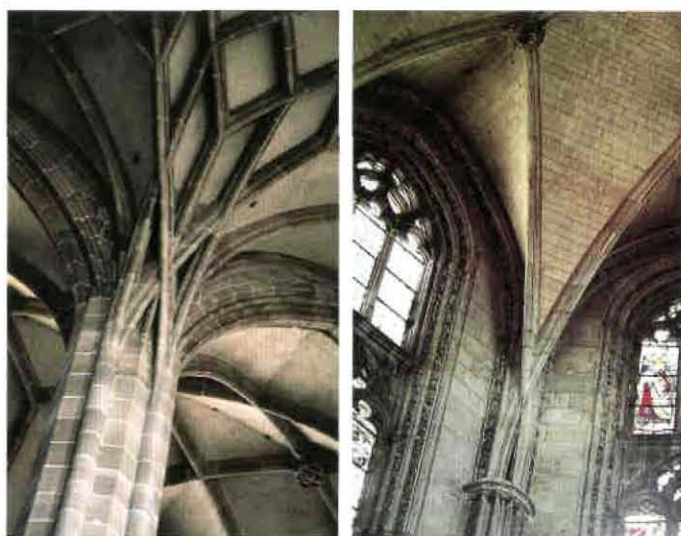
A la izquierda, Fig. 11 / Detalle de las bóvedas de la catedral de Plasencia. A la derecha, Fig. 12 / Detalle del enjarje en la catedral de Salamanca

Las piezas del enjarje van separadas por lechos horizontales. Se tallan primeramente esos planos horizontales de los lechos superior e inferior, y sobre ellos se sitúan las plantillas de los nervios, a la distancia adecuada con respecto al eje. Como se trata de diversas secciones horizontales, es evidente que el alejamiento de la plantilla será mayor según subimos. Este alejamiento es un dato necesario, pero se obtiene fácilmente de la elevación del nervio correspondiente, es decir, del trazado de su línea directriz. El contorno del conjunto de plantillas sobre el plano superior y el inferior define en perímetro que interesa, la sección horizontal a ese nivel. Algunas molduras o elementos de las plantillas quedan en el interior del contorno general; algunas aparecen en el lecho superior pero no en el inferior, evidenciando que deben desaparecer en el tránsito de uno a otro [Fig. 15]. Tomando como referencia esas secciones horizontales sobre los lechos superior e inferior, el cantero talla la superficie exterior. Para esto necesita cierta experiencia, y observar cómo hay ciertas cañas y baquetones que están en un lecho pero no en el otro, y en consecuencia se pierden en el camino.

Un enjarje de Simón de Colonia en la capilla del Condestable de la catedral de Burgos, confirma este sistema. Los nervios están separados antes de cruzarse; gracias a una restauración pude llegar hasta allí y meter la mano entre los nervios, observando que la mitad oculta de cada nervio estaba perfectamente tallada; en consecuencia no pudo ser labrado *in situ* [Fig. 14].

Para controlar la labra y conformación correcta de las piezas del enjarje, sea cual sea la complejidad de la red de nervios, se requiere, pues, disponer del trazado de la planta, es decir, de las direcciones de los nervios en proyección horizontal,

¹⁶ *Op. cit.*



A la izquierda, Fig. 13 / Detalle del enjarje en la iglesia de St. Lorenz de Nuremberg. A la derecha, Fig. 14 / Enjarje de la capilla del Condestable en la catedral de Burgos

y de la forma de cada uno de ellos, representada simplemente por una línea directriz –generalmente el intradós– que nos permite conocer el alejamiento en cada nivel.

Obsérvese que en este proceso hemos supuesto que la plantilla a emplear en los lechos horizontales del enjarje y en los inclinados de la última pieza, es la misma que define la sección recta o perfil de los nervios, la testa de sus dovelas. Esto no sería del todo correcto desde el punto de vista geométrico, pues una sección horizontal del nervio no puede resultar igual que una normal a su directriz [Fig. 16]; pero así es como lo explica Willis, quien afirma que la diferencia es pequeña, e inapreciable a la distancia del observador real. En la elaboración de la maqueta hemos querido pasar por este proceso, y, efectivamente, hemos podido confirmar en la práctica que es posible emplear la misma plantilla en los dos lugares sin distorsión notable [Fig. 17]. A pesar de esto, Gelabert, ya contaminado por la corrección geométrica moderna, se entretiene en encontrar el pequeño alargamiento que cada nervio presenta en los diversos niveles [Fig. 18]¹⁷.

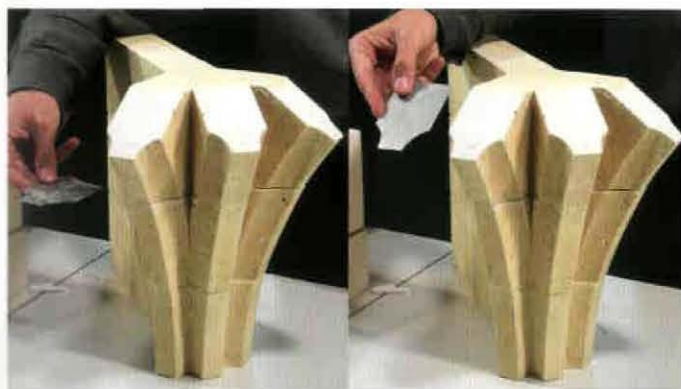
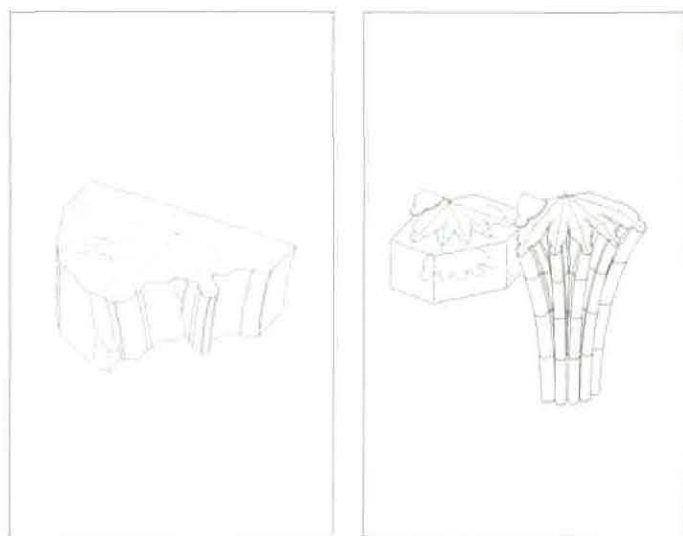


Fig. 17 / Piezas del enjarje de la maqueta de bóveda de crucería cuatrimpartita

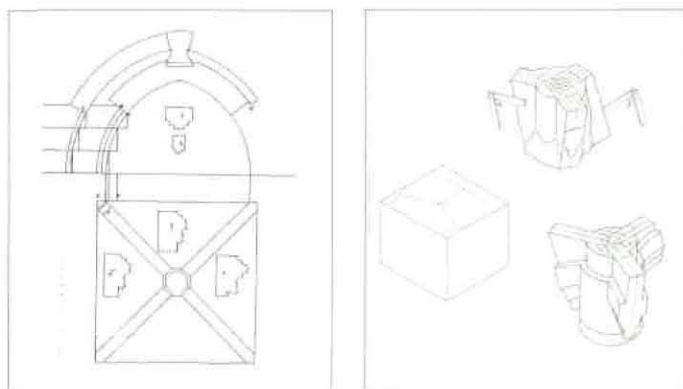
¹⁷ *Op. cit.*, fol. 118 (p. 256 del facsímil).



A la izquierda, Fig. 15 / Representación en detalle de las piezas del enjarje. A la derecha, Fig. 16 / Representación de lantillas en la labra del enjarje

Los nervios se encuentran entre sí en el enjarje y en las claves. Vayamos a este otro punto de interés formal. Para eso tomaremos como ejemplo una clave algo más compleja que la que requiere una bóveda de crucería simple. Imaginaremos que se trata de una bóveda en forma de estrella de cuatro puntas con terceletes, y que a una de las claves secundarias llegan los dos terceletes que suben desde el enjarje, y de ella sale un nervio de ligadura o rampante ascendiendo hacia la clave central [Fig. 19].

Las claves se desarrollan en general alrededor de un cilindro vertical. Cuando presentan un cilindro o superficie de revolución que oculta los encuentros entre nervios, esta suele ser vertical; en algunos casos el disco final labrado con decoración escultórica se inclina para seguir la inclinación de esa zona de la bóveda. De ese cilindro o tortera central salen las acometidas que van a recibir los nervios. Pero estos nervios llegan hasta el eje vertical del cilindro según direcciones espaciales muy diversas.



A la izquierda, Fig. 18 / Trazado de Joseph Gelabert [*De l'Art de Picapedrer*, 1653] que alarga las plantillas del enjarje. A la derecha, Fig. 19 / Proceso de talla de una clave para una bóveda de terceletes



Fig. 20 / Boveda de crucería construida en el Centro de los Oficios de León, Ayuntamiento de León

Las piezas de las claves se tallan a partir de una superficie de operación –así la llamó Willis–, el plano horizontal del trasdós [Fig. 20]. Primeramente se talla el trasdós, y sobre él se trazan las direcciones de los nervios en planta, y también otras referencias, como el círculo que define el cilindro de la clave. A continuación se tallan las acometidas que reciben los nervios, acabadas en un plano inclinado, que es el lecho que enlaza con las dovelas. La inclinación de este plano se puede conocer también en las elevaciones esquemáticas de los nervios. Tras esto se sitúan las plantillas en los planos inclinados, y ya hay referencias suficientes para continuar la talla hacia abajo.

En consecuencia, la manera de establecer las direcciones de los nervios que salen de la clave es similar a la empleada para indicar la dirección de un astro en el firmamento: la dirección en planta o azimut, y la inclinación con respecto al plano horizontal o altura. También, como para el enjarje, hemos necesitado la planta con las direcciones de los nervios en proyección horizontal, y la elevación de las directrices de los nervios.



Fig. 21 / Clave de la maqueta de bóveda de crucería cuatripartita

Para conformar la clave central de la maqueta se ha seguido el mismo proceso, determinando los planos de los lechos de las acometidas por su ángulo con el plano superior; a pesar de su sencillez, también esta pieza se beneficia de la concepción espacial de la clave que hemos descrito [Fig. 21].

Siendo los nervios arcos sobre planos verticales, sus encuentros, intersecciones de planos verticales, son ejes verticales. Las claves se desarrollan, pues, verticalmente –las excepciones confirmarán la regla: cuando una clave no es realmente un cruce de nervios, como en algunas bóvedas de la catedral de Astorga [Fig. 22] o en la capilla de la Anunciación de la de Burgos, pierde la verticalidad–. Y verticalmente se corresponde la nervadura con la planta, que aparece materialmente en el proceso.

En efecto, también el montaje se concibe con los mismos principios que el diseño y la talla, la primacía de la planta y la correspondencia vertical de los elementos sobre ella. Entre lo atribuido a Rodrigo Gil de Hontañón en el manuscrito de Simón García¹⁸ hay una descripción que dice –y ésta es una de las partes más claras de un texto que, en general, no es sencillo– que ha de establecerse una plataforma horizontal «bien cuajada de tablones», allí donde termina el enjarje y empieza la bóveda propiamente dicha [Fig. 23]. Sobre ella, añade, se traza la proyección horizontal de la nervadura. Donde ha de ir una clave se sitúa un pie derecho con la altura adecuada, sobre el que se coloca la pieza, apoyada en una zapata. Entre los pies derechos se montan cerchas para sostener las cimbras de los nervios, y finalmente se rellenan los huecos entre ellos con la plementería.

Podemos decir que, en una bóveda de crucería con una cierta complejidad, el diseño es la proyección espacial de una retícula en planta; que la talla de enjarjes y claves requiere sólo el conocimiento esquemático de esa planta y algunos arcos sobre planos verticales; y que la colocación misma pasa por la materialización de la planta y de los elementos que se sitúan “a plomo” sobre ella.

Las plantillas guían la labra de las dovelas; también se aplican para definir las acometidas que presentan las claves con objeto de recibir los nervios, y que salen, o penetran, según se

¹⁸ Simón GARCÍA, *Compendio de arquitectura y simetría de los templos...*, manuscrito 1681, facsimil Valladolid, COAV, 1990.

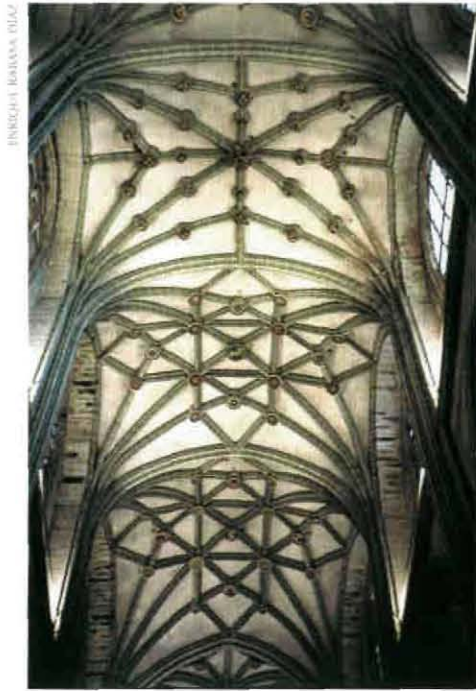


Fig. 22 / Bovedas de la catedral de Astorga

mire, de la redondez de la clave, a veces también moldurada; y en el caso del enjarje las plantillas guían con más evidencia aún a los nervios por el camino que les corresponde, con indiferencia a la complejidad o rareza de las mutuas intersecciones que puedan resultar. Si los nervios quedaran bien separados hasta su apoyo en el pilar, ocuparían una enorme superficie, así que las maclas son inevitables.

Este protagonismo de las molduras, que parecen generar los nervios como en una extrusión, presentándose en los lechos para delatar la presencia del nervio incluso cuando ya no existe, embutido en el interior de otros, no está presente sólo en los elementos constitutivos del sistema que hace posible la construcción de las bóvedas, sino que termina por contaminar la formalización gótica en otros detalles. Los cruces de molduras en los arcos, o la emergencia de nervios liberándose del emparedamiento en un muro o en un pilar, son muy característicos del gótico alemán y flamenco, y se encuentran también en España, probablemente traídos por alemanes. Los enjarjes en los muros de la Lonja de Palma de Mallorca [Fig. 24] son similares a otros centroeuropeos, y sabemos que Guillem Sagrera trabajó con un Enrique Alemán¹⁹ entre otros. En el resto de España los enjarjes con cruces a la manera centroeuropea son característicos de los Colonia. Y en general los cruces de molduras en rincones de huecos o en encuentros de arcos con pilastras se formalizan según maclas que expresan el gusto por ese entendimiento de la molduración como extrusión de la plantilla y por la interpenetración que la hace posible. La generación que comienza a protagonizar en el siglo XVI la construcción de bóvedas en España, vascos y cántabros, ha

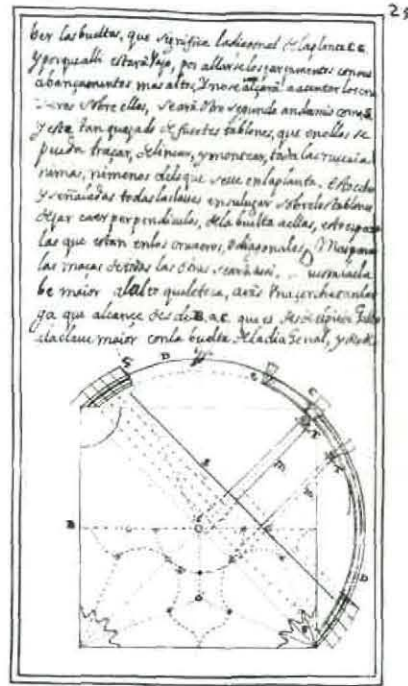


Fig. 23 / Descripción de la construcción de una bóveda de crucería por Simón García [*Compendio de arquitectura y simetría de los templos...* 1681]

aprendido bien la lección de los maestros extranjeros que fue necesario traer en el siglo XV. Su obra es variada, compleja y sabia, experimenta con las retículas de nervios y las adapta a condiciones muy diversas, y expone, incluso en los detalles meramente formales, los hábitos que hacen posible el sistema.

De esa manera, el control por medio de la proyección horizontal, la verticalidad de los elementos, la extrusión de la moldura, la interpenetración ciega, evidencian un conjunto de principios que consiguió superar los problemas que hemos visto expresados por la bóveda de arista románica.

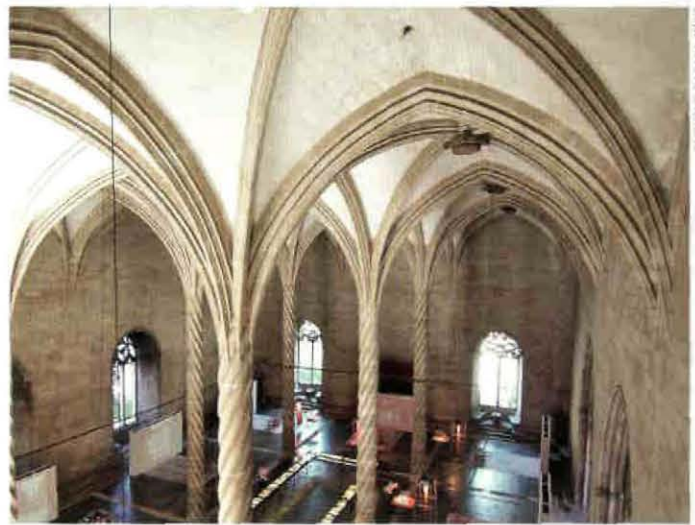


Fig. 24 / Enjarjes que surgen del muro en la Lonja de Palma de Mallorca

¹⁹ Gabriel ALÓMAR ESTEVE, *Guillem Sagrera y la arquitectura gótica del siglo XV*, Barcelona, Blumo-Colegio de Arquitectos de Cataluña y Baleares, 1970. Veremos después enjarjes de este tipo en el monasterio de la Trinidad en Valencia.