

La construcción de la bóveda de crucería de Vandelvira. Una experiencia docente

Rafael Martín Talaverano
José Carlos Palacios Gonzalo

La presente comunicación tiene como finalidad informar de una experiencia pedagógica singular, se trata de la construcción de una bóveda de crucería de diecisiete claves en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. El pasado curso, el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica de la ETSAM puso en marcha una nueva asignatura llamada Taller de Construcción Gótica, en ella, los alumnos han podido experimentar el recorrido necesario para llevar a cabo la construcción de una bóveda de crucería de considerable complejidad, desde las monteas hasta su montaje, pasando por la construcción de cimbras, todo ello siguiendo los métodos medievales. La bóveda construida es la que aparece en el manuscrito del s. XVI atribuido a Alonso de Vandelvira *Libro de las traças e cortes de cantería*.

OBJETIVOS

Los objetivos que con esta iniciativa se pretendían lograr eran diversos y todos ellos, habrían de alcanzarse vinculando la teoría a la práctica. A lo largo de la carrera, en la Escuela de Arquitectura de Madrid, las bóvedas «góticas» son objeto de estudio desde distintos puntos de vista: la historia, la construcción, las estructuras, la geometría etc., sin embargo, los conocimientos adquiridos en estas áreas jamás se confrontan con la práctica real. Esta experiencia pedagógica propone invertir los términos, redescubrir y

dar un sentido a la teoría a través de la experiencia física de la construcción; veamos como se produce entonces esta amalgama de conocimientos.

Historia

En primer lugar, la construcción de la bóveda nos sitúa en un periodo histórico concreto. La bóveda de Vandelvira nos introduce el complejo mundo del gótico tardío español de la mano de una figura de primera magnitud de nuestro renacimiento. A través de él, seremos espectadores de ese periodo irrepetible de la arquitectura española, en el que la arquitectura clásica y el último gótico alcanzan el momento de máximo desarrollo en nuestro país. Los Vandelvira fueron una familia de arquitectos de la provincia de Jaén, el padre de Alonso fue el célebre Andrés de Vandelvira, uno de los gigantes del gótico español, arquitecto de la catedral de Jaén y de una importante cantidad de edificios en Úbeda y Baeza con los que el renacimiento español adquirió su peculiar e irrepetible fisonomía.

La bóveda propuesta jamás fue construida, es un modelo teórico que aparece en el libro manuscrito de Alonso de Vandelvira, sin duda alguna, uno de los libros de arquitectura más singulares de la bibliografía española de arquitectura. Una copia de este libro se encuentra actualmente en la biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid (Vandelvira 1575–1580). El mencionado manuscrito esta dedicado a la cante-

ría y al arte de construir en piedra todo tipo de arcos y bóvedas. Los elementos arquitectónicos que se estudian en este libro corresponden a una arquitectura clásica, es decir, una arquitectura «a lo romano»; la única bóveda de crucería que contiene es la que se ha seleccionado para llevar a cabo su construcción.

Geometría

La construcción de la bóveda va a exigir que sus trazas geométricas sean exploradas en profundidad; éste proceso llevará a descubrir las herramientas geométricas de los maestros de cantería del siglo XVI. El abordaje de la geometría de la bóveda se va a llevar a cabo desde dos puntos de vista; el contemporáneo, mediante el uso de herramientas informáticas, y el histórico, ejecutando sus *monteas* a tamaño natural como era práctica habitual en las obras de cantería desde la Edad Media.

Estabilidad

La construcción de la bóveda nos interroga también sobre la estabilidad de las estructuras históricas. Su puesta en obra, permite sentir físicamente cómo las cargas, en principio verticales, gracias al artificio de la construcción, van desplazarse a través de los arcos permitiendo que las piedras queden suspendidas en el espacio; el precio a pagar son los empujes horizontales y la aparición de posibles grietas en las juntas de los arcos. Comprender las acciones que las cargas generan sobre la bóveda lleva a examinar los mecanismos con los que tradicionalmente se contrarrestaban: contrafuertes, estribos, rellenos, etc.

La cantería medieval

Por último, la construcción de la bóveda nos sumerge en el mundo de la cantería medieval en un momento, en el siglo XVI, en que la estereotomía renacentista acaba de aparecer. Al llevar a cabo la talla de dovelas y claves se van desvelando las técnicas medievales de corte y labra mediante las cuales la geometría de los arcos y la volumetría de las piezas más complejas se trasladaban a la piedra. Esta tarea nos introduce además en el mundo de las estructuras gremiales de

la Edad Media y, en cierto modo, a participar de la unión y solidaridad profesional que se genera con el trabajo en equipo, entonces consustancial a los talleres de cantería medievales.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA BÓVEDA

La bóveda que muestra Vandelvira en su manuscrito es una bóveda singular, por así decir, un prototipo (figura 1); su estudio geométrico revela una interesante sorpresa, la bóveda es esférica. Su forma redonda permite una novedosa traza de combados en forma de ruedas concéntricas, dibujo este imposible de ejecutar en los quebrados témpanos de plementería de una bóveda gótica tradicional. La bóveda se

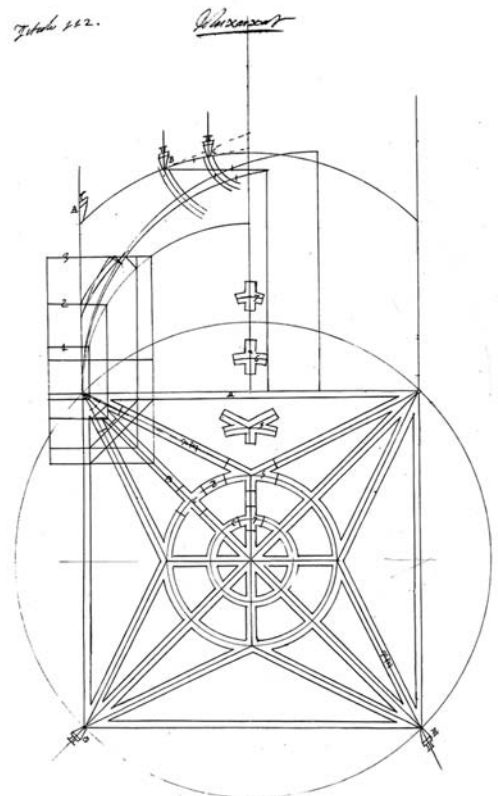


Figura 1
Página del manuscrito de Alonso de Vandelvira en que aparece la bóveda de crucería seleccionada para ser construida

forma con diecisiete claves y tres tipos de arcos: ojivo, tercelete y perpiaño. Las *jarjas* de la bóveda son también interesantes ya que, en lugar de que el arranque se forme con un protuberante haz de nervaduras, por entonces la solución más frecuente, Vandelvira propone que los arcos se fundan entre si hasta desaparecer fuera de los límites de la bóveda (Palacios 2003).

Las monteas

El conocimiento previo del prototipo de Vandelvira requirió un estudio geométrico detallado de su forma, con tal finalidad se llevaron a cabo diversos dibujos en tres dimensiones que en seguida revelaron la belleza de la bóveda (figura 2). Posteriormente se trazaron las curvaturas de sus arcos y el completo despiece de las partes fundamentales de la bóveda: dovelas, claves y *jarjas* (figura 3). Como mencionamos anteriormente, al tratarse de una superficie esférica, los tres arcos con que se construye la bóveda, el ojivo, el tercelete y el perpiaño, se forman por la sección de esta superficie con tres planos distintos por lo que, los tres arcos, forzosamente tienen curvaturas diferentes. Como veremos posteriormente, esta circunstancia afectará directamente a la talla de dovelas y a la construcción de los camones de las cimbras. A

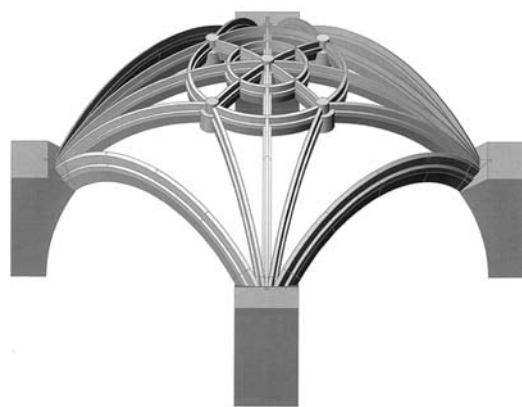


Figura 2
Infografía tridimensional de la bóveda de Vandelvira en la que se aprecia claramente su forma esférica (autor: Elena García Alias)

partir de los dibujos tridimensionales es posible extraer la forma exacta de cada una de las claves y comprender la complejidad de cada una de estas piezas; su modelado tridimensional en CAD permitiría además su talla directa en piedra mediante máquinas de corte por control numérico.

Por último, se efectúa un estudio detallado de los arranques de la nervadura: *las jarjas*. Como es sabido, las bóvedas de crucería comienzan construyéndose por lechos horizontales hasta una altura variable, esta altura viene determinada por la cota en la que los arcos que concurren en un arranque se hacen independientes unos de otros. En la mayor parte de los casos, las *jarjas* pueden alcanzar una altura cercana la mitad de la alzada de la bóveda. Los jarjamentos son elementos de la mayor importancia en la estabilidad de la bóveda ya que, al prolongarse los lechos de piedra horizontalmente, contribuyen en gran medida a encastrar la bóveda en los muros o pilastras perimetrales.

Una vez estudiada la geometría se procede a la construcción de la bóveda. Las trazas geométricas de Vandelvira, reinterpretadas con herramientas informáticas, pasan ahora a dibujarse a tamaño natural; siguiendo los métodos medievales, se llevan a cabo ahora las *monteas* de la bóveda (Figura 4). El dibujo a escala natural era absolutamente imprescindible en una época en que el cambio de escala era una operación en extremo arriesgada, un error en forma o curvatura de una dovela podría acarrear la talla de cientos de piezas incorrectas, para evitarlo, sobre las monteas a escala real, se tomaban las medidas de longitudes, ángulos y curvaturas con la certeza de no cometer error alguno. Al llevar a cabo *las monteas* se aprecia la destreza de los maestros de cantería medievales en el uso de esa herramienta geométrica que hoy conocemos como sistema diédrico de proyección. Durante la larga Edad Media, este sistema de proyección que relaciona el dibujo en planta de un objeto con su alzado o sección, fue desarrollándose en las logias y talleres de cantería nacidos a la sombra de las grandes catedrales. Ahora, en el siglo XVI, la metodología está completamente a punto y permite resolver complicados abatimientos de arcos así como el dibujo detallado de las piezas más complejas; como entonces, los datos necesarios para construir las diversas piezas que componen la bóveda se van a extraer de *las monteas* a tamaño natural.

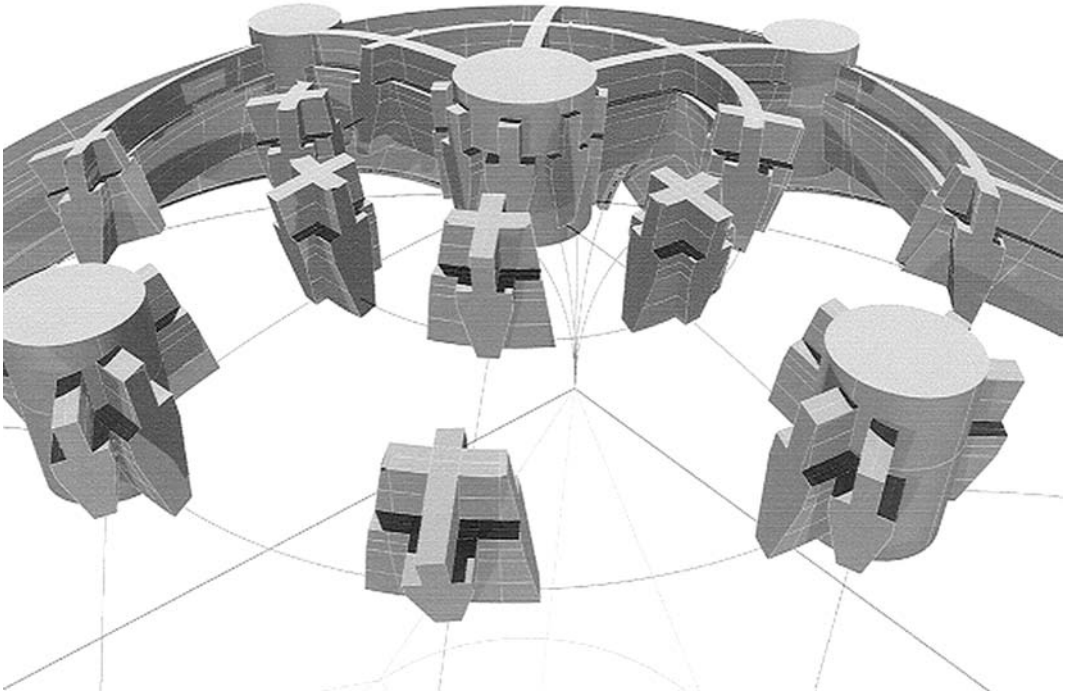


Figura 3

Imagen tridimensional del despiece de claves y cruceiros (autor: Carmen Pérez de los Ríos)

La labra de dovelas

Para la construcción de la bóveda, en lugar de la piedra, se ha usado un bloque de escayola macizo, usándola como si fuera piedra, es decir cortándola y labrándola de la misma manera. Este material, usado también en la antigüedad para construir maquetas de estereotomía, permite una facilidad y rapidez de ejecución imposible de lograr con la piedra. Con la escayola se pretendía lograr que en el periodo de un curso —tres horas por semana durante cuatro meses— pudiera alcanzarse el objetivo de construir la totalidad de la bóveda contando con un total de cuarenta alumnos. Se usaron placas de escayola maciza de 6 cm de espesor de las que habitualmente se emplean para la construcción de tabiques. Respetando la escala del dibujo de Vandelvira, la medida del espesor de la placa de escayola nos determinaba las di-

mensiones de la bóveda, un cuadrado de de 2,40 m de lado y una altura de 1,80 m.

La construcción comienza con la labra de dovelas. Para empezar, a partir de la montea, se dibujan y confeccionan los *baibeles*, herramienta ésta imprescindible para controlar la talla. Se trataba de unas escuadras 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 5). Como la bóveda tiene tres arcos diferentes, hemos de construir tres *baibeles*: para el ojivo, el tercelete y el fajón. En la bóveda de Vandelvira, la sección de los tres arcos es diferente, y su autor explica escrupulosamente cómo *revirar* las secciones de los mismos para que se adapten mejor a la sección de la bóveda; sin embargo, en este caso, por simplificar, se ha decidido que la sección de los tres arcos sea idéntica, es decir que los tres arcos tendrán una



Figura 4
Dibujo de las monteas, la planta y sección de la bóveda a tamaño natural

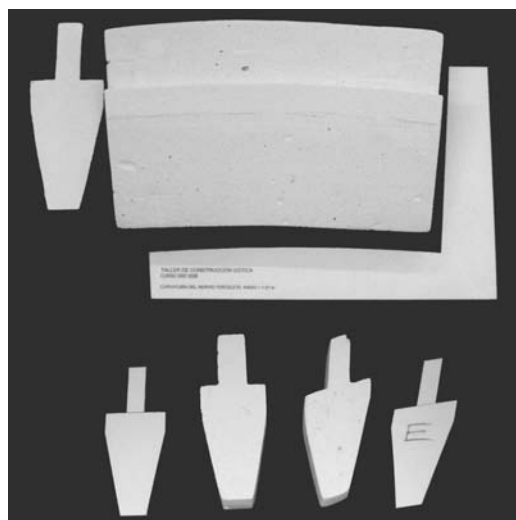


Figura 5
La labra de las dovelas a partir del *baibel* y de la plantilla de testa. Los nervios y las plantillas pueden ser de «molde cuadrado» o de «molde revirado»

única plantilla para su sección. En la confección de esta plantilla de testa, se ha respetado la forma y, sobre todo, la escala que esta sección tiene en el dibujo de Vandelvira; también se ha respetado *la cola*, es decir la protuberancia que lleva el trasdós del arco para que éste quede encastrado en la plementería. Finalmente, con el correspondiente *baibel* y la plantilla de testa, se pueden comenzar a tallar las dovelas. La escayola nos permitirá el uso del serrucho, el formón y la lima para alcanzar con bastante rapidez la forma deseada.

Mencionamos anteriormente cómo la forma esférica de la bóveda permite a Vandelvira adornarla con un dibujo de combados consistente en dos ruedas concéntricas. Como es sabido, este tipo de nervadura decorativa subsidiaria recibe el nombre de combados. Al observar detenidamente el dibujo de la sección de Vandelvira, se aprecia claramente cómo las testas de estos combados se deforman adaptándose a la posición que ocupan (figura 5), de forma que, cuanto más alejados del centro, más deformada tienen su sección. Estas secciones torcidas, de «*molde revirado*» como se decía entonces, permitían recibir mejor los rellenos de la plementería sobre los arcos.

Las claves y cruceros

Las claves y cruceros, es decir las intersecciones y encuentros entre los arcos, son sin lugar a dudas las piezas más complejas de las que componen la bóveda, y la talla de estos elementos ponía a prueba como ningún otro la capacidad de los maestros de cantería. Cuando se producía un cruce complicado entre varios arcos era frecuente interponer una pieza cilíndrica vertical, la clave; con esta pieza se simplificaba en gran medida el difícil encuentro entre los arcos. Sin embargo, cuando el encuentro es más sencillo, los arcos se intersectan limpiamente entre sí formando un *crucero*. En el dibujo de Vandelvira (figura 1), la bóveda carece de claves, es decir que todos los encuentros entre arcos se realizan por *cruceros*. En nuestro caso, para simplificar la construcción, se ha colocado una clave en el centro de la bóveda y en el encuentro de los terceletes. Para llevar a cabo la labra de estas piezas hemos de volver de nuevo a la *montea*, la proyección horizontal de todas las claves y cruceros ha de dibujarse con precisión en el dibujo en planta de la bóveda y, a partir de aquí, sus proyecciones en la sección. A continuación, sobre la cara

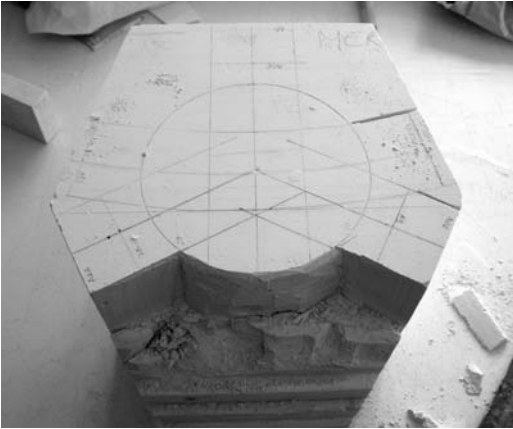


Figura 6

En primer lugar la talla de las claves se lleva a cabo por extrusión, a partir del dibujo de su proyección horizontal

superior de un bloque de piedra, se copia la proyección horizontal de la clave. Posteriormente, mediante una labra por extrusión, se obtiene el sólido capaz de la clave o del crucero (figura 6). Viene a continuación la labor más delicada, se trata de cortar con la debida inclinación las testas de los arcos que concurren en esa clave para que ésta encaje correctamente. Para llevar a cabo este corte, hemos de conocer los ángulos de acometida de los arcos, ángulos que deben obtenerse de la *montea* vertical de la bóveda es

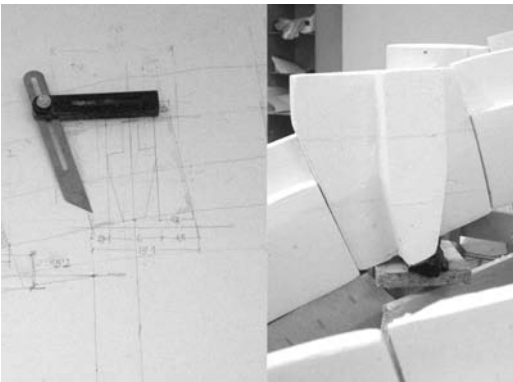


Figura 7

La talla de los cruceros se efectúa a partir de los datos que se extraen de las *monteas*

decir, del dibujo de los arcos abatidos y las claves que se sitúan sobre ellos. Los ángulos de acometida se determinan en relación al plano horizontal, ya sea el superior, como muestra la figura 7, o el inferior. Este ángulo se toma directamente de la *montea* mediante un compás de ángulos, para los antiguos una *saltarregla*. A continuación, este ángulo se trasladaba a la piedra y permitía dar el corte adecuado a las testas de cada arco. Por último, con las plantillas de testa, se daba forma a cada arco con lo que la labra de la clave había terminado. Obsérvese que, por regla general, los brazos de las claves son lo más cortos posible, lo cual permite que no sea necesario tallar sus curvaturas (Rabasa 2005, 2007) (figura 8).

Los jarjamentos

Para terminar, la bóveda requiere de la construcción de unas sólidas *jarjas*. Como mencionamos anteriormente, 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 de otros. Esta altura puede determinarse mediante las proyecciones verticales y horizontales; cualquier plano horizontal trazado sobre la sección tiene inmediatamente una proyección en planta que permite ver si los arcos se han desgajados unos de otros, o si aún permanecen solidarios. Los

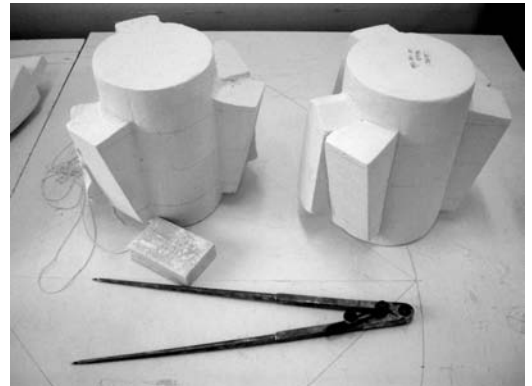


Figura 8

En las claves de los terceletos se produce la intersección de cinco nervios

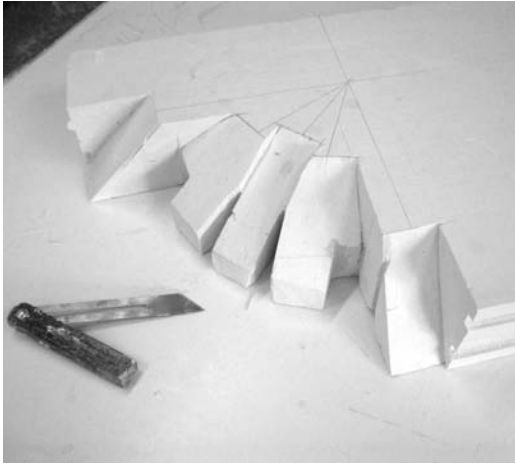


Figura 9
El lecho superior de las *jarjas* se corta con la inclinación necesaria para recibir los arcos



Figura 10
La bóveda propiamente dicha comienza cuando acaba el *jarjamento*

arranques de la bóveda de Vandelvira tienen una particularidad interesante, ya que no forman un haz prominente, como solía ser la solución más frecuente, sino que el conjunto de arcos desaparecen en los vértices de la bóveda. Esto significa que el arranque se produce más atrás, por así decirlo, fuera de los confines de la bóveda, por lo que los nervios se van a independizar más tarde; como consecuencia, las *jarjas* de esta bóveda van a resultar más altas de lo normal.

Para la construcción de las *jarjas* recurrimos de nuevo a la montea. Sobre la sección se van dibujando los planos horizontales que se consideren oportunos y, en la planta, se van dibujando las proyecciones horizontales resultantes en cada nivel. Con estas secciones se dibujan una serie de plantillas 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. Como la última *jarja* recibe los arcos, ha de tallarse con la inclinación necesaria que pide cada uno de ellos, dato éste que de nuevo ha de extraerse de la montea (figura 9). A medida que se van tallando cada uno de los lechos pueden irse colocando en su posición correcta, al colocar el lecho superior se aprecia claramente cómo las *jarjas* superan la mitad de la altura de la bóveda; su

peso y el empotramiento que originan van a contribuir en gran medida a la estabilidad de la bóveda. El jarjamento de una bóveda suele pasar desapercibido, sin embargo, su construcción ha permitido apreciar claramente su importante volumen y el papel fundamental que juega en la construcción de la bóveda (figura 10). Obsérvese que los arcos comienzan a funcionar como tales solamente por encima del nivel de las *jarjas*.

Las cimbras

Una vez que la labra va tocando a su fin llega el momento de la puesta en obra de la bóveda. Es entonces cuando, imperativamente, será necesario el concurso de la carpintería de armar para la confección de cimbras. El diseño de las cimbras requiere una cierta atención ya que debe soportar el peso de los arcos de piedra y, a la vez, debe permitir un descimbrado correcto. En una bóveda de crucería, las cimbras pueden ser más ligeras que en una bóveda clásica de cáscara continua ya que, únicamente han de soportar el peso de los arcos de piedra; pensemos que, una vez que todo la crucería está montada, ésta comienza ya a trabajar recibiendo sobre ella el peso de la plementería, por lo que la cimbra no tiene porque hacerse

cargo de todo el peso de la bóveda, una ventaja más del ingenioso sistema de abovedar gótico.

Para la construcción de la cimbra se han seguido los consejos que, en el siglo XVI, preconizaba a tal efecto Rodrigo Gil de Hontañón (figura 11). Recomendaba en primer lugar la construcción de una plataforma de madera a la altura de las jarjas, sobre ella habría de dibujarse de nuevo la monte horizontal de la bóveda (Simón García 1991). En los puntos en que se situaban las claves se colocarían pies derechos con la altura adecuada para situar en su posición cada una de ellas, esta altura se extrae, una vez más, de la *montea* a tamaño natural de la sección de la bóveda. Entre estos pies derechos se colocan las cimbras de los arcos, atando unos con otros y estabilizando el conjunto. Habida cuenta que en la bóveda de Vandelvira, las 17 claves quedan arracimadas en el centro de la misma, los pies derechos se han situado a su vez sobre una plataforma más pequeña alzada mediante un sistema de cuñas; al extraer las cuñas, todas las claves descenderán a la vez de manera que, toda la bóveda entrará en carga al mismo tiempo. Una vez construida la cimbra podemos apreciar en su dimensión completa la enorme envergadura de estas obras de carpintería, valorando el elevadísimo coste de las mismas y la importancia de reducirla al máximo.

Con las cimbras acabadas se pueden ir colocando las dovelas y claves, es entonces cuando un nuevo problema requiere la máxima atención: las juntas. Conseguir un correcto alineamiento de las dovelas

que forman un arco exige imperativamente colocarlas separadas unas de otras, de esta forma, se consigue que los errores de talla no se vayan trasladando de unas a otras. Posteriormente, la junta se colmatará con mortero líquido. En las construcciones antiguas, las juntas entre dovelas se suelen manifestar claramente.

Una vez que toda la nervadura de la bóveda ha sido colocada, podría procederse al relleno de los cascos de plementería. Por regla general la plementería de las bóvedas de crucería españolas se suelen aparejar a la francesa, es decir, colocando la mampostería en arista o, dicho de otro modo, en lechos paralelos a los ejes de la bóveda. En este caso, al ser una bóveda esférica podría hacerse en vuelta de horno, es decir, por lechos horizontales, como el propio Vandelvira aconseja. En este caso, se ha tomado la decisión de no ejecutar la plementería con objeto de que la red de nervaduras se perciba con la mayor claridad. Una vez que todas las piezas han encontrado acomodo, se pone de manifiesto la belleza de su diseño (figura 12).

Estabilidad

Queda por último proceder al descimbrado de la bóveda. Como se acaba de mencionar en el párrafo anterior, se ha desestimado llevar a cabo el relleno de las plementerías, y por tanto, al descimbrar, la estabi-

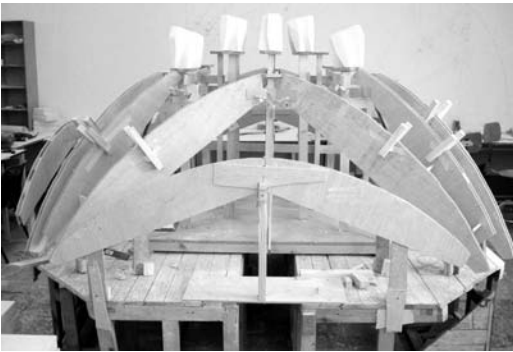


Figura 11

La cimbra se compone de una gran plataforma que recibe los pies derechos situados bajo las claves y de los camones curvos de los arcos

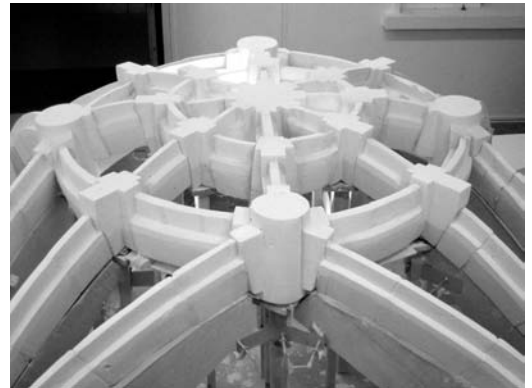


Figura 12

El dibujo central de la bóveda, con sus dos ruedas de combados, es posible gracias a su forma esférica

lidad de la bóveda quedaría confiada únicamente a los arcos. La contribución de los nervios a la estabilidad de las bóvedas góticas ha sido un tema muy controvertido. El debate del papel estructural de los arcos tiene una larga trayectoria que, ni siquiera la Segunda Guerra Mundial terminaría por despejar del todo (Torres Balbás 1945); El pensamiento racionalista gótico (Viollet-le-Duc 1854–1868) en el que el nervio era parte estructural e indisoluble del conjunto de la bóveda, quedó en evidencia al contemplar los enormes destrozos producidos por los bombardeos en las catedrales francesas; las bóvedas seguían en pie a pesar de haber perdido sus nervaduras; la cáscara de la bóveda era capaz de absorber incluso los anómalos esfuerzos ocasionados por los grandes agujeros de sus plementerías.

Descimbrar la bóveda de Vandelvira sin las plementerías permite recordar este ya antiguo debate; se trata de una ocasión irrepetible para comprobar si

una bóveda de este tipo podría ser estable solamente con la nervadura. Durante su ejecución se había llevado a cabo un estudio de equilibrio determinando el polígono de presiones de cada arco (figura 13). Este estudio permitió comprobar que, pese a la no muy favorable forma esférica de la bóveda, la línea de empujes consigue alojarse en el interior la sección de los arcos, por lo que su estabilidad se pone de manifiesto. Además, se observa cómo la resultante se sale de la sección del arco con un ángulo de 45° , a una altura algo inferior a la mitad de la alzada de la bóveda. El considerable peso de las *jarjas* seguramente será capaz de neutralizar el empuje horizontal que inevitablemente va a producirse; sin embargo, la prudencia aconseja zunchar la bóveda a esta altura. Por tanto, los cálculos previos permitían aventurar que la bóveda sería estable, incluso sin el relleno de los riñones. El colapso de la misma únicamente podría venir ocasionado por un defecto en su construcción.

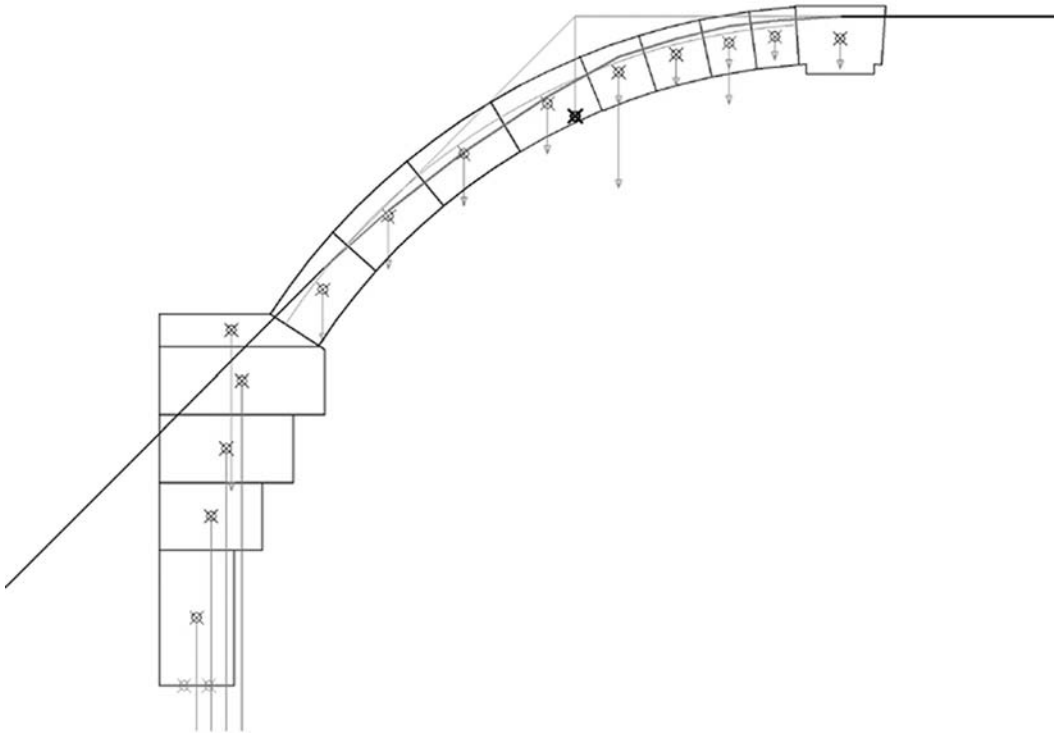


Figura 13

La estática gráfica muestra cómo la línea de empujes consigue alojarse en la sección del arco hasta llegar éste a la *jarja*

Descimbrado

Para el descimbrado, se procedió en primer lugar a retirar los camones de los arcos ojivos, posteriormente los de los terceletes; los formeros serían descimbrados al final del todo ya que, al faltar la plementería, quedan completamente aislados y no colaboran en la estabilidad del conjunto. Al quedar liberados de sus cimbras, los arcos se sujetan a sí mismos, son arcos rampantes que se inician en las claves y descansan en sus apoyos. El verdadero trabajo de la bóveda todavía no ha comenzado; ese momento se producirá al quitar las cuatro cuñas que sujetan la plataforma sobre la que descansan las diecisiete claves, es entonces cuando todas ellas descenderán al mismo tiempo unos milímetros y las cargas buscarán un recorrido a lo largo de los arcos. En ese preciso momento todo el conjunto comenzará a trabajar como una bóveda.

Tradicionalmente, el descimbrado de las grandes obras de la Antigüedad era objeto de actos sociales de gran relevancia. Los preladados o incluso el rey podían desplazarse al lugar para contemplar ese acontecimiento emocionante en el que las piedras, de un modo incomprensible, quedarían suspendidas en el espacio, permanecerían en el aire, gracias al sabio aparejo de las mismas por el artificio de la construcción. Como entonces, también en esta ocasión, el descimbrado de la bóveda despertó un enorme interés.



Figura 14
La bóveda ya descimbrada permite apreciar la esbeltez de sus nervios y la belleza de su diseño

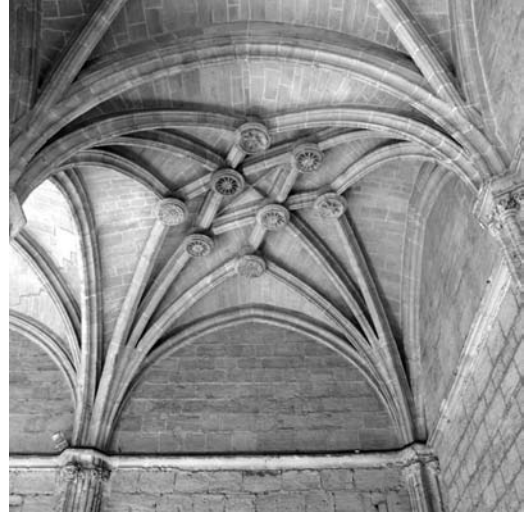


Figura 15
La bóveda del claustro de la catedral de Segovia

Una vez limpia por completo, la nervadura de la bóveda se nos antoja de una extraordinaria esbeltez y pone en evidencia la belleza del diseño de Vandevira (figura 14). Apreciamos ahora la contundencia de su forma esférica reforzada por el dibujo de las dos ruedas concéntricas de combados, como el polo de un globo terráqueo. Una imagen que nos sumerge por completo en el espíritu del renacimiento.

CONCLUSIONES

Ni que decir tiene que la experiencia de construir una bóveda gótica compleja está hoy día alejada por completo del horizonte pedagógico de un alumno de arquitectura; sin embargo, por las razones que acabamos de exponer, podría ser un camino interesante para que los conocimientos teóricos parciales que sobre este tema va adquiriendo a lo largo de su carrera, terminen afirmándose con la experiencia concreta. Una experiencia que, colateralmente, abre al alumno las puertas del apasionante mundo de la restauración y conservación de monumentos.

Por regla general, los alumnos, abrumados por la enorme carga teórica que soportan, se entregan con

entusiasmo a cualquier experiencia que les obligue empíricamente, con el concurso de las manos, a poner en práctica los conocimientos teóricos que han ido acumulando; el éxito del Taller de Construcción Gótica así viene a confirmarlo. Ante las enormes expectativas creadas por esta primera experiencia, se ha abierto un segundo grupo duplicando el número de alumnos del año pasado.

La experiencia por tanto continúa. Este año el tema propuesto es la construcción de una de las bóvedas de crucería que llevó a cabo Juan Guas en el claustro de la catedral de Segovia (figura 15). Frente a la experiencia de la bóveda de Vandelvira, una bóveda esférica en que los tres arcos principales forzosamente eran de distinta curvatura, la bóveda de Guas nos permite experimentar sobre la estandarización de arcos en la construcción de la bóveda gótica. A pesar de la complejidad de la bóveda toda ella esta ejecutada con un solo arco, el medio punto del ojivo.

NOTA

El trabajo se realizó con la colaboración de los alumnos de la promoción 07–08 del Taller de Construcción Gótica:

I. Abreu, E. Albuquerque Réus, M. Arsuaga Villacieros, A. Asensio Cotillas, P. Barbasan Carnero, E. Borque Sanz, B. Calatrava Agudo, I. Cañada González, A. Chaves García, D. Clemente Jiménez, A. Collell Blanco, A. Cuesta Ramírez, I. Díaz Ortega, F. Galdon Cuesta, V. García Alcocer, I. García Fraile, C. García Ruiz, A. Gil Calero, P. Guillard, C. Gutiérrez Valle, M. Ibáñez Palomo, J. Jiménez Cisneros, M. Jimeno Romero, R.M. Llabres Veguillas, A. Manzano Gamero, M. J. Martínez Sánchez, R. Merino Martínez,

D. Minang Ntang, C. M. Motiño Palacios, S. Muñoz Ablanque, C. Padilla Berdugo, M. T. Pérez Baguena, B. I. Plaza Martín, B. Soriano Domínguez, F. J. Valades Reina, M. E. Zamora Castejón

LISTA DE REFERENCIAS

- Palacios Gonzalo, José Carlos. 2003. *Trazas y Cortes de Cantería en el Renacimiento Español*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Rabasa Díaz, Enrique. 2005. «Construcción de una bóveda de crucería en el centro de oficios de León». *Actas del cuarto Congreso de Historia de la Construcción*, Cádiz, vol. II. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Rabasa Díaz, Enrique. 2007. *Guía práctica de la estereotomía de la piedra*. León: Centro de los Oficios de León.
- Torres Balbás, Leopoldo. 1945. *Función de nervios y ojivas en las bóvedas góticas*: 214–231. Madrid: Investigación y Progreso.
- Viollet-le-Duc, Emmanuel. 1854–1868. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, 10 vols.
- Viollet-le-Duc, Emmanuel. 1996. *La construcción medieval*. Madrid: Instituto Juan de Herrera. ETS de Arquitectura de Madrid.
- Simón García. 1991. *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.
- Vandelvira, Alonso. 1575–1580. *Libro de las traças y cortes de piedra*. Copias: Biblioteca Nacional de Madrid, Escuela de Arquitectura de Madrid, facsímil: Geneviève Barbé.
- Coquelin de Lisle. 1977. *Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Albacete: Caja de Ahorros.

