

La bóveda del aljibe del edificio fundacional de la manzana Cisneriana de la Universidad de Alcalá de Henares

Julián García Muñoz
Carlos Martín Jiménez
Beatriz del Río Calleja

En el patio de las Lenguas (antiguo patio de los Capellanes) del conjunto edilicio de la Universidad de Alcalá de Henares se conservan restos de un aljibe abovedado que recogía y almacenaba, previo decantado, las aguas procedentes de patios y cubiertas colindantes. Se trata de una construcción del siglo XV, de la que se conservan sólo los muros perimetrales que delimitan una planta rectangular. Algunos restos y marcas permiten suponer cómo era la bóveda de cañón seguido, escarzana, de ladrillo cerámico, que cubría el aljibe.

Para llevar a cabo la reconstrucción de esta bóveda de aljibe se ha desarrollado un sistema constructivo resultado combinar las dos formas tradicionales de entender la bóveda de cañón: la constituida por hiladas y la formada por yuxtaposición de arcos. El objetivo a alcanzar con este aparejo mixto es el de otorgar a la bóveda una mayor estabilidad estructural, fundamentalmente ante la posibilidad de empujes horizontales, ya que los testeros de la bóveda, en el diseño definitivo, debían quedar abiertos. Por ello, se decidió combinar dos tipos de aparejo, dotando así a la bóveda de un mejor comportamiento frente a esfuerzos en cualquier dirección, y consiguiendo una cierta isotropía en su comportamiento estructural.

La comunicación que proponemos expondrá el sistema constructivo desarrollado, así como el diseño y ejecución de la bóveda.

EL CONJUNTO EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ DE HENARES

El conjunto edilicio de la Universidad de Alcalá de Henares ocupa una gran manzana en el centro de Alcalá, bordeado por las plazas de Cervantes y San Diego y las calles de San Pedro y San Pablo y Colegios. Es la llamada manzana Cisneriana de la Universidad, cuyos edificios fundacionales son el Colegio Mayor de San Ildefonso, fundado por el cardenal Cisneros en 1498, y la Iglesia de San Ildefonso, un edificio conocido por sus yeserías, magnífico ejemplo de la talla en yeso del siglo XVI y XVII (sobre el conjunto edilicio, véanse Castillo 1980, Chalud 1986 y Meseguer 1982; sobre la construcción de ambos, González 1998). La bóveda objeto de este estudio se encuentra en el patio de las Lenguas, que se sitúa entre los dos edificios anteriores.

La iglesia es de una única nave, y se ubica al lado sur del Colegio, junto a la antigua plaza del mercado, hoy plaza de Cervantes. Su fachada oeste se corresponde con el plano vertical del frente de la Universidad, y fue diseñada, posteriormente a la original de ladrillo, por Juan Ballesteros entre los años 1599 y 1601. Se compone de dos cuerpos yuxtapuestos. La nave es de planta rectangular. En sus proporciones la dimensión longitudinal domina sobre la transversal siendo tres veces esta. Su altura, considerando la intersección del artesonado con los muros, es $\frac{3}{4}$ veces el ancho. El cuerpo yuxtapuesto a la nave, conocido como capilla mayor, tiene una proporción casi cua-

drada en planta. Separando ambas, un muro que presenta un gran hueco central que casi alcanza la altura del artesonado, marcando un arco deprimido convexo —arco adintelado cuya línea de arranque se divide en cuatro partes iguales, trazándose los arcos desde la mitad de la luz— que comunica ambas partes, con una abertura de $\frac{3}{5}$ del ancho de la nave, dejando dos paños de $\frac{1}{5}$ a ambos lados. Sobre él, tapado por el artesonado, hay un arco de medio punto de dos pies de ladrillo, que ha hecho sospechar una inicial intención de abovedar la capilla. En la actualidad, la iglesia en su fachada sur o lado de la Epístola tiene adosadas dos edificaciones, el edificio del Casino y la antigua Oficina Técnica; en el lado oeste la calle Pedro Gumiel, dependencias secundarias en el este y el norte conforma uno de los alzados del actual patio de los cánones.

El aljibe del antiguo patio de los Capellanes

Junto a la Iglesia, a levante, discurre el patio el patio de las Lenguas (figura 1), antiguo patio de los Capellanes en el que se ubica el aljibe. Es paralelo a la dimensión principal de la iglesia y de proporciones prácticamente idénticas, salvo por la crujía que cierra al norte, contra la plaza de San Diego, el conjunto. Su condición de elemento separador del conjunto del Colegio Mayor de San Ildefonso con respecto de la Capilla le otorga una cierta apariencia claustral, que nunca tuvo. No siempre esta condición de elemento separador lo preservó como espacio libre: en su diseño actual pueden apreciarse las trazas de edificaciones previas, anejas a la capilla, en algunos casos diseñadas como refuerzo para aliviar problemas de empujes de los altos muros de la iglesia.

De entre estas trazas de edificaciones previas destaca, en el centro del patio, el aljibe (figura 2) cuya bóveda es objeto de este estudio. En los apartados que siguen se ofrece una descripción detallada tanto de su geometría como de su construcción. Por lo que se refiere a su datación, no es posible realizarla con la precisión que sí permiten las fuentes con respecto de la Iglesia y el Colegio Mayor de San Ildefonso, aunque puede estimarse que su construcción fue paralela a la de la Iglesia, ya que fue este edificio el que cerró el patio, vertiendo aguas hacia él, cosa que también hacía el Colegio Mayor. El aljibe se construyó, como es lógico en situaciones de ese tipo, con la intención de

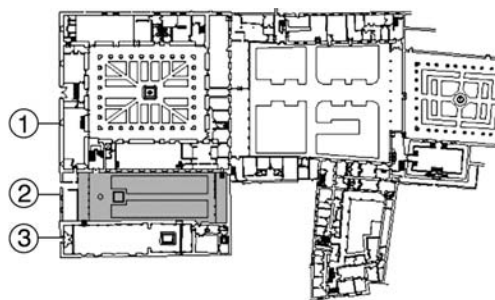


Figura 1

Planta de los principales edificios de la Manzana Cisneriana de la Universidad de Alcalá de Henares. 1. Colegio Mayor de San Ildefonso. 2. Patio de las Lenguas. 3. Iglesia de San Ildefonso (dibujo de los autores 2012)



Figura 2

Estado del aljibe del patio de las Lenguas antes del comienzo de los trabajos (foto de los autores 2013)

recoger y almacenar, previo decantado, las aguas procedentes de patios y cubiertas colindantes.

SOBRE LA INTERVENCIÓN

La Universidad de Alcalá de Henares, movida por el afán de conocer, conservar y restaurar este edificio, patrimonio histórico de la ciudad de Alcalá de Henares (ciudad declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1998), hizo posible, en 2010, el comienzo de una nueva etapa en la vida del monumento, emprendiendo la tarea legal y científica que posibilitó

una nueva intervención. Con ella se persigue garantizar la conservación de la obra y mostrar el esplendor oculto tras los velos de anteriores restauraciones.

Como herramienta de apoyo a la restauración, en marzo de 2011 se inicia la elaboración de la lectura estratigráfica. Requerido por la condición de actuación arqueológica, el estudio del edificio debe seguir una metodología científica durante el proceso completo de su elaboración. Las fases son las siguientes:

- Búsqueda, estudio y análisis de la documentación histórica. El análisis de esta documentación no queda restringido a las etapas iniciales de la intervención, debiendo continuarse a lo largo de la misma. El trabajo de Ramón González Navarro ha sido de gran importancia por la aportación de datos, reseñas y documentación histórica.
- Lectura del edificio, análisis del estado previo a la intervención, identificación de zonas, épocas y estilos, definición de las unidades estratigráficas. Estudio de los sistemas de adosamiento y contacto entre alineaciones de los lienzos. Identificación de aparejos y estudio de cada uno tanto de forma independiente como en relación con las unidades estratigráficas adyacentes y con el conjunto. Observación e identificación de tipologías constructivas, atendiendo a su cronología. Registro de elementos artísticos y planteamiento de hipótesis evolutivas iniciales.
- Análisis de paramentos, que comprende: estudio estratigráfico, análisis tipológico, compositivo y análisis constructivo.

A través del empleo del método descrito se pone en valor, como principio capaz de regir la línea de intervención, la vinculación esencial entre el estudio arqueológico y la propuesta de rehabilitación. La investigación efectuada y el método científico aplicado deben entenderse no como indagaciones previas a la redacción de proyecto, sino como herramientas empleadas en la propia elaboración del proyecto con una implicación directa en el resultado final.

EL ALJIBE ORIGINAL. GEOMETRÍA, MATERIALES Y USO

El aljibe del antiguo patio de los Capellanes era una construcción de planta rectangular, de aproximada-



Figura 3
Restos de atarjeas y vías de agua en su llegada al aljibe del patio de las Lenguas (foto de los autores 2013)

mente 5,40x 3,40 m. en planta y 1,20 m. de altura hasta el arranque de la bóveda que la cubría, una escarzana de generatriz recta y altura 70 cm. Se construyó con muros y bóvedas de un pie ladrillo de 14x28x5 cm. (figura 4) Tanto la geometría como las soluciones constructivas eran las habituales para este tipo de construcciones (García 2011). Se conservan todos los muros, y también las primeras hiladas del arranque de la bóveda que lo cubría. Cuenta con una escalera de acceso, clausurada en su parte superior y un pozo en su base. Se construyó empleando materiales locales; además del ladrillo antes mencionado, de tejar, puede apreciarse todavía el mortero bastardo de cal, yeso, árido de río, algo más rico (dos partes



Figura 4
Restos del arranque de la bóveda original (foto de los autores 2013)

de cal por una de arcilla y una de arena de río, aproximadamente) que el de la fábrica. Sobre él, un enlucido fino que impermeabilizaba el aljibe, con mezcla de arcilla fina y grasa animal.

Como es sabido, el somero nivel freático de esa zona de la cuenca del Henares (en Alcalá se estima que, en la zona de la Universidad Cisneriana, ronda en la actualidad los 2,5 m. de profundidad) hizo posible durante siglos el empleo de sistemas de regulación y captación de aguas basados en aljibes y pozos de poca profundidad. El aljibe del patio de San Ildefonso es uno de ellos. Originalmente fue sólo un aljibe abovedado que recogía y almacenaba, previo decantado, las aguas procedentes de patios y cubiertas colindantes. En alguna fecha de difícil datación, y probablemente debido a cambios en el nivel freático (y a que, por causa de ellos, el aljibe no conservaba suficiente cantidad de agua) se excavó en su fondo un pozo y se construyó un acceso al interior. De esta forma, la recogida de aguas se realizó, durante un periodo indeterminado, accediendo al interior del aljibe y extrayendo, desde él, el agua del pozo. Trazas y restos de la escalera los decantadores y la pocería se conservan todavía, y pueden verse desde los testeros abiertos de la bóveda reconstruida (figura 3). Esta solución, a todas luces incómoda (ya que implicaba subir el agua, a cubos, por la escalera del aljibe) se sustituyó por un nuevo pozo en la zona norte del mismo patio, tras lo que el aljibe quedó en desuso.

LA NUEVA BÓVEDA

Sobre los restos mencionados anteriormente (figura 4) se decidió, en la intervención arrancada en 2011, construir una nueva bóveda, que, además de recoger el espíritu original del edificio, en lo que se refiere a sistemas y materiales, permitiera entender el antiguo sistema de recogida y almacenamiento de aguas. Como parte de los trabajos de restauración y mejora del edificio mencionado antes, la nueva bóveda se construyó en los meses de junio y julio de 2012.

Sobre el diseño de la bóveda, su aparejo y su construcción

El diseño de la nueva bóveda, y muy concretamente el del aparejo empleado, no se había previsto en el

proyecto original, más allá de lo que tenía que ver con la forma general de la bóveda. Para ser respetuosos con la geometría que se intuía en los restos de los arranques originales, de generatriz recta y sección escarzana, y con el aparejo que asomaba en los mismos, de un pie a soga-tizón, se decidió mantener este esquema básico. Pero, para marcar la diferencia entre el arranque y la nueva construcción, se decidió construir una bóveda de una rosca a medio pie, respetando el aparejo original soga-tizón, quedando así medio pie del arranque primitivo visto al interior; de esta forma, se marcaba limpiamente la diferencia entre la construcción original y la nueva bóveda.

Pero, aunque la geometría general estaba clara, no era posible conocer a ciencia cierta el aparejo original en todo el desarrollo de la bóveda. A este problema se añadió una dificultad más: el proyecto de arquitectura pretendía dejar la cota de solado del patio prácticamente al nivel de los arranques, quedando los dos testeros de la bóveda sin cerrar, para permitir que el interior del aljibe quedase visto. No se había definido una solución para cerrar esos dos testeros, aunque se pensaba en algún tipo de estructura de vidrio, apoyada en los bordes de la bóveda, que permitiera la vista del interior.

El aparejo definitivo se diseñó teniendo en cuenta tanto las trazas originales como el uso que se pretendía dar a la bóveda. Como puede observarse en las imágenes, se empleó un aparejo que traspone, hasta media altura, el habitual para una bóveda de artesa a una escarzana de generatriz recta. Llegados a la medida de lo que podría ser un hueco de brocal tipo, el aparejo cambia, desapareciendo las hiladas de la artesa y construyéndose ya solamente arcos. Para marcar la zona de cierre de lo que podría haber sido un brocal se emplearon dos arcos a sardinel en la zona central, con la idea de que, si en algún momento se desea permitir el acceso desde esa zona, pueda hacerse. Los testeros cierran lateralmente la bóveda con dos arcos a sardinel.

Se optó por este aparejo por dos motivos. Primero, porque se consideró que las líneas de apoyo de la bóveda no serían sólo las dos de encuentro con el terreno: los arcos testeros también podrían llegar a servir, llegado el caso, como líneas de apoyo para una futura barandilla de protección. Y segundo, porque de este modo se facilitaba la construcción y cierre de la bóveda para el brocal de aljibe, tal como puede apreciarse en las imágenes, empleando la menor cantidad de encofrado posible.

La construcción de la bóveda

Para construir la bóveda del aljibe se emplearon materiales, en lo posible, similares a los que formaban los muros preexistentes. Por lo que se refiere al ladrillo, se empleó principalmente ladrillo de tejar de 12x24x4 cm., colocado a medio pie en la mayor parte de las zonas. En total se utilizaron unas 2.200 piezas. El mortero de cal empleado fue el mismo en toda la construcción; se dosificó con dos medidas de árido de río, una de árido arcilloso (arena de miga), dos medidas de hidróxido cálcico y un cuarto de yeso YG, y se empleó tanto en llagas y tendeles (de 2,5 centímetros) como en algunos rellenos.

La bóveda se construyó sin emplear encofrado alguno. Se construyeron primero dos arcos tabicados (véase García 2007), muy ligeros, como base-encofrado para los arcos testeros definitivos, contruidos con medio pie a sardinel, como puede apreciarse en las imágenes (figuras 5, 6 y 7). Los arcos ligeros de



Figuras 5, 6 y 7
Proceso de construcción del arco tabicado como encofrado del de rosca (fotos de los autores 2013)



base se desmontaron, como es lógico, una vez cerrados los definitivos. Su construcción tampoco requirió apenas material de encofrado, más allá de unos pequeños apoyos provisionales para garantizar su estabilidad hasta el cierre. Estos arcos-encofrado se construyeron con yeso y ladrillo ligero; los definitivos, como el resto de la bóveda, con mortero de cal y ladrillo de tejar.

Contruidos los arcos testeros (figura 8) se empezó a construir la superficie principal de la bóveda, empleando un sistema constructivo resultado combinar las dos formas tradicionales de entender la bóveda de cañón: la constituida por hiladas y la formada por



Figura 8
Construcción de los arcos testeros (foto de los autores 2013)



Figura 9
Proceso de construcción de la bóveda mediante arcos e hiladas (foto de los autores 2013)

yuxtaposición de arcos. Así, fueron construyéndose sucesivamente hiladas y arcos (figura 9); dos hiladas, una en cada arranque, y dos arcos, uno contra cada testero, hasta alcanzar aproximadamente un tercio del desarrollo total de la bóveda. El aparejo resultante, como puede apreciarse en las imágenes (figuras 10 y 11) es semejante a la espiga que se genera en una bóveda de artesa, aunque proyectado sobre la superficie reglada de una bóveda escarzana de generatriz recta.

Llegados a esa altura, y en previsión de un brocal que no se construyó finalmente, el procedimiento de construcción cambió. Para permitir el cierre de la boca del brocal de forma precisa, y para ayudar a sostener el paño más alargado de la bóveda durante la construcción, se instalaron las dos reglas curvadas, con el radio de la bóveda (figura 11). La construcción continuó, a partir de entonces, sólo por arcos. Llegados a la zona del brocal previsto, estos arcos pasaron a ser de sardinel, con la intención de marcar la zona del pozo. Esta zona también se cerró median-



Figuras 10 y 11
Reglas curvadas para replanteo y construcción del brocal (fotos de los autores 2013)

te arcos, como puede verse en las imágenes (figuras 12, 13 y 14).

El aparejo y la estructura

En la decisión de emplear un aparejo de este tipo influyeron diferentes consideraciones. Por una parte, como ya se ha indicado, la facilidad de construcción que permitía. Por otra, su similitud formal con aparejo de una bóveda de artesa, una de las formas más empleadas para cubrir aljibes de este tipo. Pero también influyó la idea de que, en una bóveda con ambas testas abiertas y sin un cerramiento (de cerrajería, vidrio, o cualquier otro tipo) definido para ellas, convendría tener en cuenta la posibilidad de algún em-



Figura 12
Colocación de la última clave de la bóveda (foto de los autores 2013)



Figuras 13 y 14
Vistas exterior e interior de la bóveda terminada (fotos de los autores 2013)

puje horizontal proveniente del mismo; y que el aparejo ideal para enfrentar esos posibles empujes en esa dirección debía ser, intuitivamente, ortogonal a los mismos.

La idea es simple. Un aparejo convencional distribuye sus piezas en hiladas horizontales, sobre los tendeles, rotas por líneas más cortas y verticales, las llagas. Esta distribución obedece a una lógica muy sencilla: los movimientos o asientos diferenciales en la vertical se ve dificultados por la inexistencia de líneas verticales de rotura; para impedirlos, contrapearemos nuestras piezas, forzando a que para conseguir una de esas líneas de rotura sea necesaria romper también una pieza. Cualquier aparejo, o casi cualquiera, es esencialmente eso. Pero en el caso en que nos encontrábamos, existía la posibilidad de los movimientos se produjeran no sólo en vertical sobre la línea de apoyo principal, es decir sobre el terreno (lo cual justificaría un aparejo por hiladas) sino también, y de un modo muy parecido, en los testeros (lo cual justificaría un aparejo por arcos). La combinación de un aparejo por hiladas y por arcos respondía también, así, a una exigencia funcional.

Estos conceptos están presentes ya en Rankine, en sus trabajos sobre terrenos, y muy concretamente en su idea de resistencia friccional. Algunos estudios recientes (Oliveira 2000, o Lourenço 2005) han trabajado sobre esta idea en relación con las fábricas de bloques. Sus ensayos ofrecen valores diferentes en función de los diferentes valores de rozamiento que ofrecen formas y materiales tipo, pero en lo esencial son coherentes con la idea intuitiva desarrollada en el párrafo anterior, excepto, en general, con materiales de muy baja tenacidad (y no es el caso del ladrillo de tejar empleado en Alcalá de Henares). Las imágenes siguientes (figura 15) reflejan esta idea para un aparejo convencional sometido a empujes en dos direcciones; el caso sería muy diferente, como puede intuirse, con un aparejo similar al empleado en la bóveda del aljibe. Obviamente no se realizaron ensayos a este respecto; tan sólo estimaciones de carácter intuitivo.

Equilibrio y construcción

El tercer y principal motivo para emplear un aparejo de ese tipo era el de garantizar el equilibrio provisional de la bóveda durante todas las fases de construcción, sin emplear, como se ha dicho, encofrado algu-

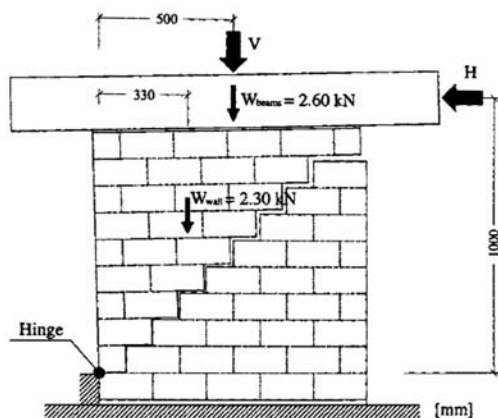


Figura 15

Ensayos sobre deslizamiento de bloque sometidos a empujes en dos direcciones para fábricas con junta seca (Lourenço 2005, 1669)

no. Muchas bóvedas de sección recta se construyen al aire, sin molde, utilizando diversas variantes de una técnica de raíz africana, muy conocida: la bóveda nubia. En una bóveda de este tipo, los arcos, que se construyen tumbados, se recuestan sobre los muros testers, que recogen provisionalmente el empuje de los triángulos que se forman durante la construcción, al menos hasta que la bóveda queda cerrada y los empujes pueden ser asumidos por los muros laterales (García 2007). En el caso de la bóveda del aljibe del patio de las Letras esta solución no parecía la más idónea, ya que no existía muro testero alguno.

Una opción para construir la bóveda al modo africano hubiera sido, por supuesto, crear unos falsos muros contra los que hacer que descansara la bóveda; una alternativa poco limpia, que se descartó rápidamente. La posibilidad de que los muros fueran sustituidos directamente por los arcos testers antes descritos, tal como aparecen en la figura 08, se tuvo en cuenta, pero se pensó que el empuje de los sucesivos arcos de las bóvedas a la nubia podría dar problemas en la clave del arco testero durante el proceso. Así, la posibilidad de regresar el arco testero mediante nuevos arcos adosados, combinada con la posibilidad de hacer crecer la bóveda mediante hiladas, se impuso también como un modo seguro de construir, manteniendo el equilibrio de la fábrica durante toda la construcción; esa es exactamente la combinación hiladas-arcos de la que se habla al principio de este apartado.

CONCLUSIONES

Conocer las diferentes técnicas de construcción abovedada es esencial para desarrollar soluciones idóneas a problemas concretos. La tradición ofrece un catálogo espléndido de recursos que el constructor debe saber combinar al construir una bóveda de este tipo. Es posible, conociendo estas técnicas, construir una bóveda estructural, diseñada para resistir tanto las cargas de uso como el paso del tiempo; una bóveda que se ajuste a los requisitos arquitectónicos de proyecto y que sea, a la vez, la solución óptima.

Óptima desde el punto de vista del respeto a la construcción original. Óptima desde el punto de vista de los costes de producción, que son siempre equivalentes a los de otros sistemas contemporáneos (y, por lo tanto, menos respetuosos) tenidos por más seguros sin serlo. Y óptima, también, desde un punto de vista patrimonial, porque es un sistema de construcción que permite trabajar casi al cien por cien de forma manual; algo que, en un entorno de la importancia histórica de éste, que requiere de actuaciones muy medidas, es garantía de éxito.

LISTA DE REFERENCIAS

- Castillo Oreja, M. A. 1980. *Colegio Mayor de San Ildefonso de Alcalá de Henares. Génesis y desarrollo de su construcción. Siglos XV-XVIII*. Alcalá de Henares: Ayuntamiento de Alcalá de Henares.
- Chalud Gómez-Ramos, J. 1986. *De los bienes empleados en la fundación de la Universidad Complutense*. Alcalá de Henares: Publicaciones de la I.E.E.CC.
- García Muñoz, J. y C. Martín Jiménez 2007. «Una escalera tabicada al aire». *Oppidum: cuadernos de investigación* nº3, 317-328. Segovia: Universidad Internacional SEK.
- García Muñoz, J.; Grau Enguix, J. y C. Martín Jiménez. 2011. «La bóveda del aljibe del castillo de Jadraque». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 519-526. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- González Navarro, R. 1998. *Universidad y economía: el Colegio Mayor de San Ildefonso de Alcalá de Henares (1495-1565)*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá - Servicio de Publicaciones.
- Lourenço, Paulo et al. 2005. «Dry Joint Stone Masonry Walls Subjected to In-Plane Combined Loading». *Journal of Structural Engineering*. Michigan: U.M.- Asce.
- Meseguer Fernández, J. 1982. *El Cardenal Cisneros y su villa de Alcalá de Henares*. Alcalá de Henares: Institución de Estudios Complutenses.