

España, o los arcos del siglo VIII

de cómo el arco de herradura
protagonizó la arquitectura ibérica
entre los siglos VII al X

José Miguel Ávila Jalvo

Me referiré al avance constructivo que tuvieron estos arcos, que se mostraron especialmente adecuados para reducir el tiempo de ejecución y coste de la obra, y que ayudaron a dar respuesta material a la demanda de nuevos edificios y de mayor tamaño surgidos en una de las épocas de prosperidad que ha habido en esta tierra de infieles.¹ Edificios que venían a cubrir el aumento de las necesidades de reunión y culto, albergue e higiene y almacén y atarazana, consecuencia del crecimiento económico peninsular basado *–grosso modo–* en el tránsito hacia el norte de mercancías y hacia el sur, de esclavos. Tráfico abierto por los musulmanes como alternativa a los caminos del este de Europa, y que fue llenando de dinares las bolsas de judíos, moros y cristianos de este territorio.²

1. Arco de medio punto

Los arcos de medio punto exigían precisión, para que el diámetro coincidiera con el hueco del paso; necesitaban sillares saledizos o rehun-

¹Uso el término ‘infel’ porque como así definían los musulmanes a los cristianos, y viceversa, engloba a casi todo el mundo, genéricamente.

²‘*Ciudades de las caravanas*’. José Corral

dados a la altura del arranque para el apoyo de la cimbra,³ y consumían mucha madera debido al trabajo de flexión de esta obra auxiliar. Pero lo peor era que esa cimbra no se pudiera aprovechar más de una vez, al menos completa.



Figura 1: Puente originariamente romano en Valencia de Alcántara y Puente Cestio en Roma.

2. El arco de herradura, antes de tiempo

Si vamos a Roma y nos pasamos por las termas de Trajano, veremos un arco que yo diría que es de herradura porque su trazado supera el semicírculo, y ese exceso se hizo para apoyar un dintel, hoy desaparecido, que llegaba casi hasta el extradós, en lugar de quedarse en el intradós como siglos después sería habitual en Córdoba.

Esta combinación arco-dintel es distinta a la que vemos en la foto de Hierápolis⁴, que es la habitual en lo romano, donde el dintel queda a la altura del arranque.⁵ Pero si prestamos atención al arco de las termas,

³Yo creo que los rehundidos corresponden a reparaciones posteriores, ya que es más fácil abrir boquetes que crear apoyos salientes, y hacer mechinales originalmente parece poco adecuado.

⁴Estas dovelas de piedra, de las que hablaré más adelante, corresponden a un arco de esbeltez mayor que cinco, que parece reconstruido, y tienen una proporción 1:1 (canto:ancho).

⁵Enrique Nuere comenta, y yo coincido con él —una vez más—, que esos dinteles, adovelados o enterizos, eliminan la necesidad de cimbra del arco al macizar el tímpano, y al ser más sencillo apelar un dintel se reduce la obra auxiliar considerablemente; lo que supone una interesante simbiosis constructiva. *‘El problema de la cimbra, bóvedas*



Figura 2: Arcos romanos, termas de Trajano en Roma. Hierápolis en Turquía.

parece insinuarse un dintel de hormigón a esa altura ‘romana’ formando cuerpo con el tímpano también de hormigón. Y el dintel desaparecido sirvió de fondo de encofrado a esta obra. Inventar esas caderas en el propio arco, para apoyo de la cimbra de madera o de un dintel de piedra, le dio su razón de ser al arco de herradura. Y aquí lo vemos, dejando su huella en la capital del imperio.

Por qué no pensar que ese arco, ahora despellejado, se construyó de herradura por ser más fácil, y se revistió de medio punto, como no podía ser de otra manera en la urbe, cuyos artífices ya no estaba para avanzar en las técnicas sino para demostrar que habían leído a Vitruvio. Más, si el promotor de sus termas había alargado sobremanera el territorio del imperio hacia el este y sus colaboradores aprendieron de los modos de construir de oriente.

3. Unos arcos de ida y vuelta

Una vez que Trajano nos deja explicado sobre el terreno la causa original de ampliar el semicírculo del arco, entremos a observar que los arcos de herradura visigodos y mozárabes, son distintos. Los de san Juan *autoportantes. Carpintería de la cimbra*’.



Figura 3: Arcos visigodos: Portada de san Juan de Baños, interior de san Pedro de la Nave. Mozárabes: san Miguel de Escalada.

de Baños (h.a. 661), santa Comba de Bande (672) o san Pedro de la Nave (700) no se parecen a los de san Miguel de Escalada (913), san Cebrián de Mazote (920) o Santiago de Peñalba (937) sino en que el arco se cierra más abajo del medio punto.⁶

El arco visigodo se traza parecido a una circunferencia pero sin anhelarlo. Incluso, dentro del mismo edificio, las diferencias geométricas entre arcos similares son evidentes. Y no es porque se hayan deformado por el esfuerzo a que estén sometidos, ya que de la sillería sólo pueden deformar las juntas de mortero que, aun en el caso de que se aplastaran todas, no generarían una holgura suficiente para alterar ostensiblemente una supuesta circunferencia inicial, y, de haberlo conseguido, habría sembrado de grietas y daños a su entorno.⁷ Y si fuera la cimbra la que se hubiera ido deformando al cargarla con las dovelas, los canteros no habrían dado abasto para recortar los sillares nuevos y los ya asentados, tratando de seguir el ritmo de la deformación de la madera.

Lo presumible es que la forma que vemos fuera la original, porque creo que no les quitaba el sueño que las cimbras de todos los arcos semejantes fueran iguales⁸ ni tenían empeño en buscar con ella la forma geométrica sencilla de la circunferencia,⁹ ya que para conseguirlo basta un cordel y un clavo. Tampoco es cosa de las herramientas, que eran suficientemente precisas como muestra el propio trabajo de cantería ciertamente más engorroso que el carpinteril.

Cuando los arcos de herradura, ya de vuelta de su viaje a Al Ándalus,

⁶ Las fechas están tomadas de *'Historia de la Arquitectura Española'* Fernando Chueca.

⁷ Creo que los visigodos son todos de piedra –los arcos–. Desde luego es el material que prevalece. Otra cosa son algunas de sus bóvedas.

⁸ Una muestra de que las cimbras tenían una confección complicada, difícilmente seriada y, en consecuencia, no aprovechable para otros arcos.

⁹ Había puesto 'la perfección formal', sin darme cuenta.

fueron construidos por mozárabes, son circunferencias, todas iguales y se multiplican por todo el edificio, al ser éste de mayor capacidad que el visigodo. Su presencia, formando parte de naves y atrios, crea un ritmo monótono que lo convierte en el protagonista del espacio.

Este protagonismo en lo arquitectónico lo es también en lo constructivo, ya que necesita una velocidad de ejecución, exigida por la urgencia de esta época de abundancia, que creo que cambia los modos de hacer de las obras auxiliares.¹⁰

4. Cimbra óptima para arcos de herradura

Si avanzamos unos siglos, para presenciar la construcción de las catedrales góticas,¹¹ ¿hay alguna duda de que la cimbra de los rosetones tenía que ser circular? Y, además, podemos asegurar que para cimbrar pequeños óculos, se macizará el hueco con madera; al aumentar el diámetro, se utilizará una llanta más o menos gruesa; y para tamaños mayores, se completará la llanta con radios, formando una rueda.



Figura 4: Rosetón de la Catedral de Palma. Rueda de carro. Cimbra hiperreal.

Esta secuencia macizo-llanta-rueda, aumenta las horas de trabajo con el tamaño pero reduce drásticamente la madera necesaria.¹² Es cuestión

¹⁰Naturalmente, la producción seriada de sillares es anterior. A mí, ya lo dije en *‘Análisis mecánico del puente Mayor de Salamanca’*, me resulta especialmente interesante la de dovelas de los puentes de la vía de la Plata, cuyos arcos los hicieron iguales, cuando el vado lo permitía. Así, además de llevarlas labradas desde la cantera de granito de Ledesma, valían para cualquiera de ellos y se aprovechara el propio camino para su traslado. Como en construcción ‘igual’ es sólo ‘parecido’, al labrar dovelas iguales, las mayores formarán parte de arcos grandes y las pequeñas, de pequeños. Siguiendo a *Francisco Bueno Hernández* en *‘Los caminos históricos de la provincia de Salamanca hasta el siglo XV’*: Cáparra (8.60-9.20), de la Doncella (9.30), de Salamanca (9.50), etc.

¹¹Y así hago evidente lo que quiero decir.

¹²Lógicamente, en términos unitarios.

de optimizar la madera y el trabajo carpintero. Pero con independencia del tamaño, la cimbra circular es una estructura óptima porque toda ella está comprimida¹³ y eso supone, biunívocamente, que su deformación es mínima, y en el entorno de este problema, nula.¹⁴

Podríamos decir, al menos yo lo pienso, que el éxito explosivo del arco de herradura se debió a la gran rentabilidad que supuso el empleo de una cimbra elemental, seriada y reutilizable.¹⁵ Eso minimizaba el plazo de ejecución de las obras, cuestión esencial en una época y un territorio en auge, invadido por unos constructores que traían técnicas y formas de sus países de origen pero que, como cualquier explorador, observaron lo hecho en estas nuevas tierras de conquista.

5. El diseño de los riñones del arco

Es conocido, que las primeras hiladas de los arranques de muchos arcos y bóvedas son horizontales. Una razón es reducir la cimbra a la zona donde el arco en construcción no se sostiene sólo; otra, que la rosca del arco no entre en el muro, debilitándolo por la intrusión de piezas inclinadas que entorpecen el traslado de las cargas que traiga el muro desde arriba;¹⁶ una tercera, es que los riñones, ya asentados, permitan calzar contra ellos la cimbra, no sólo para trasladar el peso, sino los empujes.¹⁷

¹³Como afirman los teoremas de Maxwell y Michell y los trabajos y textos complementarios de Ricardo Aroca, José Luis de Miguel, Jaime Cervera y Mariano Vázquez, sin salir de casa.

¹⁴‘El tercer teorema’: A menor cantidad de estructura, menor deformación’ de Cervera y Aroca, es la base de esta afirmación. *‘Diseño de Estructuras en Edificación’ Jaime Cervera Bravo.*

¹⁵Para mí, caer en esto, dio fin –por el momento– a unas dos décadas de persecución al arco de herradura. Desde entonces, el contenido de este texto –lento de conjeturas– pasó a ser tan evidente como un axioma. En todo caso, cualquiera de las afirmaciones aquí contenidas podrá ser refrendada o echada por tierra mediante la lectura arqueológica y el entendimiento constructivo. En cuanto al dibujo de la cimbra *‘Dieulafoy (L’Art Antique de la Perse)’*, que incluyen casi todos los trabajos que se han acercado a este arco, la incluyo porque me ayudó a saber cuál no era el camino.

¹⁶En el acueducto de los Milagros se resolvió haciendo pilares cruciformes, de modo que sus ‘aletas’ reciben lateralmente a los arcos de arriostramiento mientras el grueso del pilar baja sin interferencias.

¹⁷Aquí vemos a Freyssinet –un fervoroso creyente de la compresión–, bastantes siglos después, haciendo sus hangares para dirigibles, en Orly, con ese criterio. Ello sumado a que ya, unos años antes, reprodujese, siempre con hormigón, la forma románica de arcos fajones para construir unos hangares para aeronaves menores.



Figura 5: Arranques por orden de aparición: Cristo de la luz, Alcazaba de Badajoz, Catedral de Plasencia y Hangares de Orly.

6. El arco califal y las leyes de la albañilería

El arco califal de ladrillo, en el que derivó la forma del arco de herradura en las tierras de Al-Ándalus tiene, como casi todas las formas de edificación, un motivo originalmente constructivo.

Los albañiles procuran que el grosor de las juntas de mortero no sea grande ni muy distinto entre extradós e intradós (si nos referimos a un arco o a un dintel). Porque la junta gruesa es proclive a fisurarse y la junta con forma de cuña, aplastarse más en la zona ancha que en la estrecha, deformando el capitalzado inadmisiblemente.

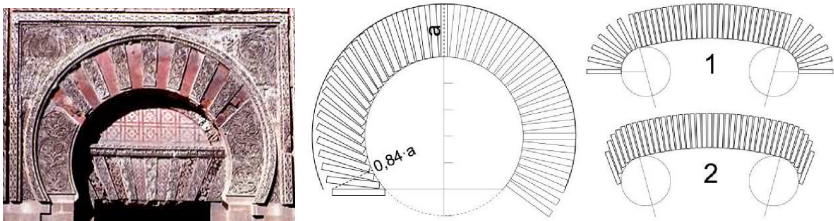


Figura 6: Puerta de la mezquita de Córdoba y esquemas de arcos.

Donde mejor se aprecia lo que quiero decir es en un arco carpanel casi adintelado como el dibujado. El despiece 2 es el que veremos en las obras bien construidas y el 1, el que se dañará con cierta facilidad.

Este modo de construir con ladrillo, llevado a los arcos de herradura, es la causa de que la rosca se estreche un poco entre la clave y el arranque; estrechamiento tanto más acusado cuanto más baje su centro de replanteo.¹⁸ Se conoce, vista su tendencia con el paso del tiempo, que esa peineta se puso de moda y el estrechamiento constructivo se exagera ya desproporcionadamente con el revoco, como vemos en la puerta de la mezquita¹⁹.

Naturalmente, cuando el arco es de piedra (visigodos) o cuando los arcos de ladrillo tienen un enlucido liso continuando el del muro que haya encima (mozárabes), esta variación formal (califal) no tenía razón de ser, porque es el ladrillo visto o la decoración del paramento quien la enseña.

7. Los preparativos para abordar la primera mezquita del emirato de Córdoba

Tras esta incursión en asuntos constructivos de nuestro arco, volvamos al tiempo del relato, acompañando a Abderramán I en sus viajes de negocios. Quiero pensar que tenía su edificio en la cabeza e iba recogiendo columnas y vigas de madera,²⁰ tanto de Córdoba como de las villas abandonadas por los terratenientes hispano-romanos, de las que habían salido huyendo siglos antes, y que alfombraban estos territorios.²¹ Quizá, esa idea del emir se viera ayudada por la contemplación de la basílica de san Vicente, que lo precedió.²²

¹⁸ “*Asimismo, desde el siglo XI, se extremó la tendencia a cerrar el arco, aumentando su curvatura. . . hasta traspasar la semicircunferencia en dos tercios el radio*” D. Manuel Gómez Moreno en ‘*Excursión a través del arco de herradura*’

¹⁹Una de las muchas restauradas por Velázquez Bosco. “*Catedrales. Miguel Sobrino.*”

²⁰Yo he encontrado muchas discrepancias en la muy detallada documentación que sobre el origen de la madera está contenida en la tesis doctoral de *Federico Wulff Barreiro* ‘*Origen y evolución de la carpintería de armar hispano-musulmana*’ desde que la estudié como co-director con Enrique Nuere. Desde *madera nueva traída de los pinares de Tortosa*, hasta, resumiendo de la pág 251, *bellas techumbres decoradas de madera labrada y pintada*. En todo caso, de la mezquita original, en este apartado, no parece quedar mucho rastro analizable.

²¹Las villas de La Olmeda y La Tejera, al norte de Palencia, son un gran ejemplo de este capítulo de la Alta Edad Media.

²² “*...lo que si resulta seguro es que parte de los capiteles de la basílica visigoda fueron aprovechados. . . siendo igualmente más que probable que el perfil de herradura de sus arcos tengan la misma procedencia e inspiración, con lo cual puede decirse que parte del cuerpo y alma de la basílica de San Vicente se perpetuó en la singular sala de oración iniciada por Abderramán I*”. ‘*La Catedral en España*’. Pedro Navascués.

La observación del arco visigodo de los edificios del norte, más si coincide el viaje con alguno que estuviera en obras, vale para que un promotor eficiente vea lo fácil y rentable que resultaría mejorarlo. Pudo ser el emir, algún arquitecto o cualquier carretero de la expedición. O el propio autor del edificio visigodo, cimbrándolo con una rueda a semejanza de como él mismo cimbraría los óculos de sus edificios.

Pero, en la civilización visigoda, esta novedad, que a buen seguro se produjo puntualmente, bien pudo quedar sin transmisión por falta de movilidad de esa población, ya entonces asentada; y por falta, en consecuencia, de necesidad colonizadora. Sea como fuere, lo que nuestro promotor percibió fue la diferencia de coste y tiempo entre una cimbra compleja y otra sencilla, formada sólo por ruedas traídas rodando desde la carpintería del pueblo y reutilizable para otros arcos o edificios coetáneos.

En cuanto a la forma más conveniente para fabricar edificios con rapidez, se copia de Roma la forma basilical, que, a igualdad de cabida,²³ es más económica que los de una nave; y, aún mucho más, si se compara con los llegados de oriente con planta de cruz griega, que es muy adecuada para la defensa contra los terremotos fuertes de aquellas tierras, pero por aquí infrecuentes.

8. Las arquerías de la mezquita

El replanteo en altura de la mezquita tuvo que comenzar fijando el plano que situara la cara superior de los capiteles²⁴, ya que la cota definitiva del suelo no suele estar materializada hasta la construcción del solado, entonces, o de la solera, ahora. Ambas cosas, ejecutadas en etapas muy posteriores de cualquier obra. Desde ahí hacia arriba se iba a recorrer un camino nuevo con pasos técnicamente perfectos. Demos con ellos o no.

Al ser diversa la procedencia del material, resulta impensable combinar para cada columna el capitel, basa y fuste que sumen la misma altura que la distancia entre el suelo y ese plano de replanteo. Es mucho

²³Esta constatación, demostrable hoy con el cálculo, la corrobora el enorme predominio de edificios de tres naves desde lo prerrománico hasta el final de la arquitectura de fábrica. Y su rapidez de ejecución explica su empleo, por ejemplo, en las épocas posteriores de la colonización cristiana. sea en el Duero, en Granada, en Canarias o en América. *‘Morfología de la Construcción Mudéjar en tierras de Arévalo y la Moraña’* José Miguel Ávila Jalvo.

²⁴O de los cimacios, como he visto que apunta Gabriel Ruiz Cabrero en *‘Dibujos de la Mezquita de Córdoba’*. Es, evidentemente, lo mismo. Yo me he quedado en el capitel sólo por separar el material aprovechado de abajo y el nuevo de los pilares de encima.

más fácil buscar columnas de la altura adecuada en la multitud de ruinas disponibles y, mejor, traer fustes de longitud holgada y cortarlos a la altura necesaria o, en lugar de cortar, enterrar su exceso de longitud, como vemos en el atrio de Kairouán.

Eso no impide que se pudiera añadir alguna basa nueva para ganar altura, en el supuesto de que se montaran las columnas dejando todos sus componentes a la vista; ni elegir tríos de componentes (basa, fuste y capitel) para que asienten mejor entre sí; o sus diámetros sean parecidos; o sus colores, vetas, tonalidades y labra casen mejor y les lleve a hileras más o menos visibles. Pero constructivamente el problema tuvo que resolverse desde ese mínimo, si se quería terminar pronto.

El cimacio o ábaco se talló para que ajustara a la cara superior del capitel y para recibir a los arcos de herradura y a los modillones en que apoya el pilar superior. Posiblemente, sus chaflanes laterales y esquinas adoptaron la forma que mejor se ajustaba a la recepción de las tornapuntas que fijaron las columnas durante la obra.

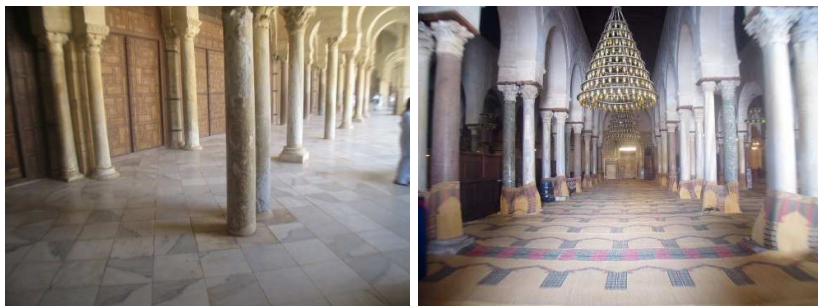


Figura 7: Kairouán: columnas del atrio y columnas dobles en la nave central.

En cuanto a la modulación en planta, las naves son casi tres veces mayores que los tramos. La luz de las naves laterales fue elegida, presumiblemente, para aprovechar al máximo la cimentación preexistente de la basílica de san Vicente,²⁵ y con esa longitud se cortarían las vigas de madera de las villas hispano-romanas y de los demás edificios de donde procedieran. En cuanto a la luz de los doce tramos, corresponde a las arquerías romanas de las que salieran las dovelas.²⁶

Los arcos de la mezquita tienen una esbeltez del orden de cinco.²⁷ Lo romano usa frecuentemente la esbeltez diez,²⁸ desde luego en las bóvedas

²⁵Gabriel Ruiz Cabrero (op. Cit.).

²⁶Unas libertades de proporción que puede permitirse quien abre camino.

²⁷Relación entre luz del ojo y canto de la dovelas

²⁸La esbeltez de 10 la mantenían hasta que las dovelas alcanzaban un canto de 5

de sus puentes y pórticos de fachada de muchos edificios.²⁹ La esbeltez cinco la encontramos en bóvedas de galerías y con menos frecuencia en otros pórticos de fachadas, como los del Teatro Marcelo de Roma. Esto nos orienta sobre el origen del dovelaje de la mezquita. Por otra parte, la proporción más frecuente de las dovelas romanas, sean puentes o edificios, es 2 (canto contra ancho), que se cumple en la mezquita.



Figura 8: Embocadura bajo la cávea del Teatro de Mérida, boquillas del puente de Mérida y fachada del Teatro Marcelo en Roma.

De modo que una opción es que se emplearan dovelas reutilizadas colocadas tal como fueron extraídas del edificio original. Por ejemplo, si en Córdoba, o donde fuera el desmonte, hubo algún edificio singular con una fachada similar a la del teatro Marcelo, no habría que tallar nada, por tener el extradós, el intradós, las juntas y las caras ya labradas. La opción contraria es un tallado completo a partir de lo que se quiera, por ejemplo, empleando dovelas procedentes de arcos de esbeltez distinta de cinco.³⁰

La situación intermedia, con aprovechamiento parcial del trabajo de cantería resulta de emplear dovelas de esbeltez cinco.³¹ Si proceden de bóvedas, habría que cortar una cara para igualar todas las dovelas al pies, debido a la limitada capacidad para alzar pesos, con el consiguiente aumento de esbeltez en arcos mayores de 15 m (lo que no supone problema de estabilidad, dada la gran holgura de ese dimensionado). A veces, aumentaron la esbeltez, llegando a 20 (*'Roman Bridges' Colin O'Connor*) posiblemente por basarse en casos ya existentes o fiarse de los conocimientos de los constructores del lugar.

²⁹Digo bóveda al hablar de puentes, y no arco, porque lo romano mantenía el canto de los sillares de las boquillas en todo el ancho del puente, mientras que, avanzada la Edad Media, el interior del puente se pasó a hacer con una bóveda de menor espesor que las boquillas de sus frentes.

³⁰Al extradós e intradós hay que cambiarles la curvatura y las juntas deben cortarse para que confluyan en el nuevo centro. En total, se aprovecharía sólo uno de los planos de junta.

³¹Siempre pensando en que la talla del material aprovechado es adecuada para dejarla como está, pues en otro caso, estamos en talla completa sin más circunloquios.

ancho de la mezquita y probablemente relabrar su extradós, que sería rústico, por quedar oculto en origen. Desde luego, en el supuesto que contempla este párrafo, la procedencia es, a buen seguro, más de bóvedas que de arcos, ya que el ancho total de los arcos de la mezquita alcanza unos 180 m si los adosásemos en paralelo, por lo que sería necesario encontrar demasiados arcos iguales.

Desconozco si la labra de todas las caras de las dovelas de la mezquita de Abderramán I ha sido trabajada con las mismas herramientas, lo que llevaría a un reaprovechamiento total de lo romano o a una labra nueva total. En caso de varias etapas de corte y talla, la labra de cada cara permitiría buscar trazas de la procedencia. Y hay un lugar que sirve de baremo para todo esto: la labra de los pilares, a los que pasaremos después, los cuales fueron hechos nuevos para la mezquita, por lo que con las huellas de las herramientas se dispondría de información para aclarar estas disyuntivas. Si pasamos a las dovelas de ladrillo, se pueden apuntar dos posibilidades constructivas que colaborarían en la determinante decisión estética de hacerlo así: que no hubiera suficientes dovelas de piedra para el total de la obra y con la inclusión del ladrillo se reducían las necesarias a la mitad; o, que, como colocando las dovelas tal como vienen, no es probable que se cierre el arco, hay que cortar al menos una para el ajuste (o todas un poco, para mantener la proporción global), y, en consecuencia, se intercalaría el ladrillo para repartir mejor ese ajuste sin tocar la piedra.

Entremos ahora en el problema de la estabilidad durante la elevación del edificio. La construcción interior solo puede dar comienzo cuando se hayan construido o reaprovechado los gruesos muros del perímetro,³² pues todo el interior es inestable hasta que llegue ese momento. Cada arcada es inestable longitudinalmente mientras no esté completa; y transversalmente, mientras no esté atada a un muro lateral. Esto se resolvió con los alfarjes de madera, al modo que vemos en san Millán.³³ Esta madera, además y como es lógico, podrá formar parte de la armadura de la cubierta, pero su misión esencial es que las arcadas no sufran desplomes, ni durante, ni después de la construcción.³⁴

Esta estabilidad transversal suele estar encomendada, desde que nació la primera basílica hasta que se terminó el gótico, a arcadas transversales, como vemos en las fotos de Kairouán o Betanzos o el Cristo de

³²Vuelvo a Gabriel Ruiz Cabrero y su información sobre la demolición parcial de los muros de la catedral de san Vicente.

³³Resulta curioso que para buscar explicación técnica a la construcción de los arcos inferiores haya tanta unanimidad en anotar su efecto arriostrante y no se haya prestado esa atención a la otra dirección (sólo lo he visto anotado por Ruiz Cabrero), en la que resulta mucho más difícil mantener en pie ese largo muro apoyado sobre unos palos de mármol.

³⁴Esta fotografía de san Millán es cortesía de J. M. Merino de Cáceres.

la Luz, etc. Pero hay una diferencia: las luces de estos edificios son similares en ambas direcciones mientras que en Córdoba las naves son casi tres veces mayores que los tramos.³⁵ De haber construido arcos transversales, hubieran arrancado a la altura de los capiteles y subido hasta la cubierta. Lo que, habría adquirido un protagonismo que hubiera hecho perder todo el sentido direccional que rigió el diseño de su espacio, y, constructivamente, habría obligado a cimbras inmensas y realizadas en obra, no en la carpintería, y sin poder quitarlas hasta que esas arcadas transversales hubiera alcanzado a los dos muros laterales.³⁶

Eso permite concluir que las arcadas se construyeron desde los laterales hasta el centro. Así, las extremas se atan en su coronación al muro lateral mediante las vigas de madera, la siguiente a la anterior y así hasta llegar al centro.³⁷ Como siempre se ha hecho en el tipo basilical o en cualquier estructura con empujes. Durante el proceso de construcción de cada arcada, su estabilidad queda asegurada fijando los cimacios con puntales o a los andamios laterales de trabajo y montando las ruedas de las cimbras de los arcos de herradura así como las cimbras de los arcos superiores de medio punto de los doce tramos y, fundamentalmente para agilizar la obra y su economía, pudiendo reutilizar esta obra auxiliar en las arcadas que se hicieran posteriormente.

Pasemos a analizar las condiciones de equilibrio de las arquerías una vez concluida la obra, empezando por el alzado. El muro superior sólo es necesario arriba, por la necesidad de sostener una obra continua (cubierta y canalón) por lo que se eliminó con los arcos superiores. Desde ahí hacia abajo solo se necesitan pilares que bajen el peso hasta las columnas.

En cuanto a la sección, el muro superior está obligado a tener un ancho suficiente para sostener la cubierta y para dar cabida al acueducto de evacuación del agua. A partir de ahí, hasta abajo, los pilares pudieron

³⁵Cuando, siglos después, nos dio por hacer edificios con luces distintas entre naves y tramos, tuvimos que buscarnos otro arco que resolviera ese nuevo problema: el apuntado.

³⁶ Con posterioridad, si se acudió a esta opción de arquerías traviesas en varias de las diversas ampliaciones, ya que el aumento de tamaño de la planta y la desaparición de los muros del perímetro inicial obligaban a construir arcadas transversales para evitar el riesgo de hundimiento.

³⁷Estas piezas de madera llegaban al centro del muro entestando allí las de ambas naves, según Al Idrisi (*Tesis Doctoral citada. Federico Wulff*). Mecánicamente hubiera sido más potente que se cruzaran apoyando en todo el ancho del muro, pero eso hubiera dejado vistas desde el interior las vigas de madera solapadas en lugar de crear un artesonado general en el que las piezas de madera presentan una completa continuidad en toda la anchura del edificio. En todo caso, esa conexión mecánica entre crujías se consigue con los durmientes que forman la base de los muretes del canalón clavados a esas vigas, formando al final un verdadero telar que transmite adecuadamente hasta los muros laterales el esfuerzo que provocaría el intento de cabeceo de cualquiera de las arcadas.



Figura 9: San Millán en Segovia, entramado bidireccional en Kairouán, iglesia de Santiago (Betanzos) y Cristo de la Luz en Toledo.

mantener esa anchura hasta el suelo y dejarse de líos –y en este caso sí se parecería al acueducto de Los Milagros, pero el mismísimo Alfonso X habría demolido el edificio en lugar de adorarlo–. También pudieron apoyar los pilares en dobles columnas, como vemos en la nave central de Kairouán, pero, para nuestro bien, se resolvió apoyándolos sólo en una. Y, ese atrevimiento, les obligaba a resolver la importante reducción de anchura.

Antes de definir esta cuestión lo que sí mostraron tener claro, dada la forma que dieron de los pilares, fue el riesgo de pérdida de equilibrio por la debilidad existente a media altura (en la zona que va de los capiteles a los arcos superiores). Entendieron que esa zona tenía que ser obra de sillería, pues reduce el número de juntas y su espesor respecto de la fábrica de ladrillo, lo que supone una ganancia de rigidez y de resistencia muy elevada y, consecuentemente, aumenta la estabilidad, por desaparecer prácticamente las deformaciones producidas por el trabajo de los materiales.³⁸

Desecharon hacer la reducción de anchura en una sola vez, debajo de la cota de impostas de los arcos superiores, estrechando el pilar hasta igualar al ancho marcado por los arcos de herradura que es similar al del capitel. En ese supuesto no realizado, los sillares del pilar, al llegar a la cota de los riñones del arco de herradura avanzarían con sus hiladas horizontales hasta formar el arco, como vemos en la Alcazaba de Badajoz. Pero, a pesar de dominar este procedimiento, que hubiera resuelto de forma muy sencilla esta articulación central tan delicada, no lo usaron. Y es tan evidente la sencillez constructiva, que tuvieron que desecharlo por algún motivo.³⁹ Posiblemente, porque había un inconveniente fácil

³⁸Si yo tuviera que opinar (?!), este tramo medio de los pilares y el cimacio son para mí la única parte de entre las que forman la esencia de este edificio, que supuso la elaboración de elementos nuevos, naturalmente, a partir de sillares rectangulares reaprovechados, para confeccionar el tramo medio de los pilares.

³⁹Siempre excluyendo motivos estéticos más que suficientes.



Figura 10: Los pilares y cimacios de Córdoba. El acueducto de los Milagros de Mérida.

de detectar por gente habituada a los sismos: la estabilidad transversal resulta precaria si se mantiene la estrechez del pilar en toda la altura, no sólo por la propia esbeltez transversal, sino por la posibilidad de deslizamiento entre sillares que sólo se vería impedido por el rozamiento, que no actúa cuando hay vibraciones, como en caso de sismo.⁴⁰ Antes de seguir, se da por entendido que hacer el estrechamiento sólo abajo, sobre el ábaco, hubiera supuesto un vuelo desproporcionado sobre el capitel.

Supongamos, pues, que el diseño del ancho del pilar tuviera que ver con esta precaución contra el deslizamiento. Se hizo la primera reducción con la imposta de los arcos superiores y la segunda y última con los modillones de abajo. Y, en la zona intermedia, al ancho se le da dimensión suficiente para encajonar al arco de herradura en el centro, posiblemente, cajeando hasta cierta profundidad los sillares del pilar para introducir las dovelas. De esta forma, estas dovelas aprisionadas actúan como llaves que bloquean los potenciales movimientos laterales de los sillares, al atarlos prácticamente todos en vertical.

Ya sólo queda suponer por qué no se hicieron de herradura los arcos superiores, si eran tan eficaces, habiendo espacio en los laterales de los inferiores, por ser más estrechos, para colocar las hipotéticas ruedas de las cimbras. Pero, como el extradós de la clave de los arcos de herradura está casi a la altura de la imposta de los superiores, se puede apoyar la cimbra superior, formada, ya puestos, por media rueda, en la clave del inferior, y, consiguientemente, eliminando los problemas de las cimbras

⁴⁰ Las juntas horizontales y planas no aseguran el equilibrio transversal de la arcada en caso de sismo, por tanto no debió de ofrecer garantía a sus artífices sirios, que estarían acostumbrados a vivir con estos sobresaltos al otro lado del Mediterráneo.

de los arcos clásicos y gastando aún menos madera que en las ruedas.⁴¹

Naturalmente, tanto en los arcos de arriba como en los de abajo las juntas de las dovelas confluyen en el centro de la circunferencia. Con la ley que marca la piedra y no el ladrillo, al modo de Roma y no de Córdoba, aún por nacer. Si añadimos el pilar de piedra que es casi un entablamento (cornisa/imposta superior y arquitrabe) y el montaje canónico de las columnas clásicas, queda la primera mezquita con un aspecto más cercano a las cuatro grandes basílicas romanas que a las cuatro grandes aljamas del cumplimiento islámico.⁴² Sabían cuál debía de ser la composición de los materiales y la forma de trabajarlos y montarlos, porque el mejor modo de aprenderlo es desmantelando edificios... , que eran todos romanos.

9. Epítome⁴³

Este texto es una mezcla de ficción y realidad que versa sobre un análisis teórico en el que se resume mi opinión sobre el desarrollo y construcción de estos arcos llamados de herradura. Contiene hipótesis que se basan en el arte de construir y conjeturas que encadenan ideas que, partiendo de un razonamiento inicial posible, pueden haber derivado en ensoñaciones. Muchas habrá que ya hayan sido resueltas por estudios previos o por inspecciones, a los que no he accedido ni a las que he asistido. En la mezquita he estado pocas veces, procurando que fuera Semana Santa, a la vuelta de vacaciones, para entrar gratis.⁴⁴ Ahora sólo he tratado de enterarme, mediante el conocido método de escribir, de cómo se llenó España de estos extraños arcos. En todo caso, valga para marcar, por si le interesara a alguien, la dirección hacia la que yo encaminaría la observación en esta parte del patrimonio construido.

⁴¹ Aunque una carga puntual no sea lo más adecuado para arcos circulares, al tener éstos una esbeltez tan baja no supone el menor problema de estabilidad, pues puede trazarse dentro del espesor una línea de empuje antifunicular de esa carga concentrada (dos rectas).

⁴² *“Aunque parezca extraño, si en algún lugar de España podemos gozar del encanto de la arquitectura antigua... es en este monumento árabe del primer Omeya”* Fernando Chueca (*op. cit. pág 86*).

⁴³ Esta palabra es una concesión a José Luis de Miguel, amigo de rebuscar para sus escritos entre lo griego, y por cuya jubilación hemos tenido que ponernos a escribir como descosidos, para que tenga algo que leer en el futuro, y sacarle punta.

⁴⁴ Es otro punto a favor, que se suma a los grandes trabajos de la historia de la restauración, considerando positivo haber construido la Catedral dentro de la mezquita.