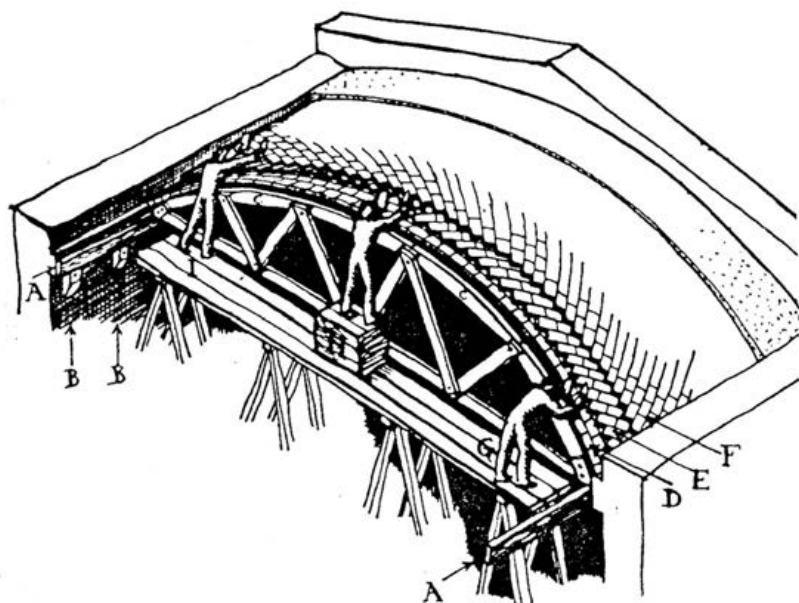


05 | La prefabricación de bóvedas de ladrillo. Una utopía latinoamericana

_Julián García Muñoz, María de los Ángeles Beltrán Fernández



De la tradición a la utopía

Encontrar la casa Abú & Font, de Solano Benítez, Gloria Cabral y Alberto Marinoni en las primeras páginas del nº1 de rita_ fue una grata sorpresa. La obra de Benítez es un estimulante nuevo capítulo en la larga tradición latinoamericana de arquitectura de fábrica de ladrillo; o más bien de otra tradición dentro de la tradición, también en mucha medida latinoamericana: la de repensar la arquitectura de fábrica de ladrillo. E incluso, haciendo una pirueta, de una tercera derivada de esa tradición: la de repensar la arquitectura de ladrillo desde las posibilidades que ofrece la prefabricación.

El embrollo anterior merece un párrafo aclaratorio. En América Latina, como en tantos lugares del mundo, han existido desde siempre tradiciones de construcción con fábrica de base arcillosa. En muchas zonas las raíces ancestrales se mezclaron con las tradiciones españolas y portuguesas, a su vez mezcla de las árabes y romanas. Esta mezcla de mezclas posibilitó combinaciones riquísimas, de las que están llenas las villas y ciudades de todo el continente. A mediados del siglo XX, en un contexto de escasez de recursos, toda esta amalgama de tradiciones se combinó con las grandes dosis de inquietud ingenieril y talento arquitectónico características del momento, propiciando una extraordinaria revitalización de la arquitectura de fábrica. Una arquitectura de fábrica repensada, voluntariamente nueva, con otros referentes, en la modernidad o en la posmodernidad arquitectónica, diferente en lo formal y en lo conceptual, pródiga en muros reclinados, arcos cruzados, láminas de doble curvatura o bóvedas que no siempre acaban de serlo. Los grandes edificios de cerámica armada de Eladio Dieste¹ son los ejemplos más conocidos de esta revitalización, pero otras muchas reflexiones, con resultados menores en escala pero no en interés, surgieron entonces y, como demuestra la casa Abú & Font², han seguido haciéndolo hasta ahora.

Una de esas arquitecturas repensadas es la que se basa en elementos constructivos que, en lo sucesivo, llamaremos "bóvedas prefabricadas de ladrillo". Como se verá, se trata de un sistema en el que concurren dos ideas principales: de un lado, una de las grandes pasiones de las décadas de los años 60 y 70 del pasado siglo XX, la de la construcción prefabricada, idónea para garantizar procesos de producción ágiles y mecanizados; de otro, la de la construcción abovedada ligera con obra de fábrica que, pese a ser, en lo esencial, un sistema de construcción tradicional, contaba con algunas ventajas que podían reivindicarse, desde la óptica de aquellos años, con causa: su bajo coste, su facilidad de producción y su moderado consumo energético.

Conviene, antes de entrar en detalle, contextualizar los comentarios anteriores. Las décadas mencionadas, las de los años 60 y 70 del pasado siglo XX, fueron pródigas en utopías archi-

Resumen pág 56 | Bibliografía pág 60

Julián García Muñoz es Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid, Licenciado en Historia del Arte y Arquitecto Técnico, en la actualidad es profesor de Construcción en la Universidad Politécnica de Madrid, donde participa además en diferentes proyectos de investigación. Es miembro de la Construction History Society y dirige la Asociación Universitaria para la Asesoría Técnica a Proyectos de Cooperación y Desarrollo, desde donde colabora con actividad internacional de la Fundación Vicente Ferrer.

María de los Ángeles Beltrán es arquitecta y profesora en la Escuela Técnica Superior de Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid. Después de varios años de ejercicio profesional, en España y en EEUU, en la actualidad trabaja en su tesis doctoral, un estudio sobre la sostenibilidad en la arquitectura de Frank Lloyd Wright.

Palabras clave

Límite, estructura, luz, detalle constructivo, orden, sistema trilité, público, privado

[1] Ilustración del proceso de construcción de una bóveda tabicada (Moya, 1993: 20).

[2] Construcción de una bóveda tabicada en TRUÑO, A.; *Construcción de bóvedas tabicadas*, Instituto Juan de Herrera, Madrid, 2004, p. 184.

[3] Pequeña cimbra para la construcción de la bóveda de la Casa (Sacriste 1977: 79)

[4] Sección de la misma bóveda (Sacriste 1977: 78)

¹ VV.AA.; *Eladio Dieste (1943-1996)*, Junta de Andalucía, Sevilla, 2006.

² VV. AA.; "Casa Abú & Font", *rita*, n° 1, redfundamentos, Madrid, 2013, p. 8-15.

³ GARCÍA, J.; GONZÁLEZ, M.; LOSADA, J.C.; "Arquitectura y construcción tabicada en torno a Eduardo Sacriste", *Informes de la Construcción*, vol. 64, n° 525, enero-marzo, CSIC, Madrid, 2012, pp. 35-50.

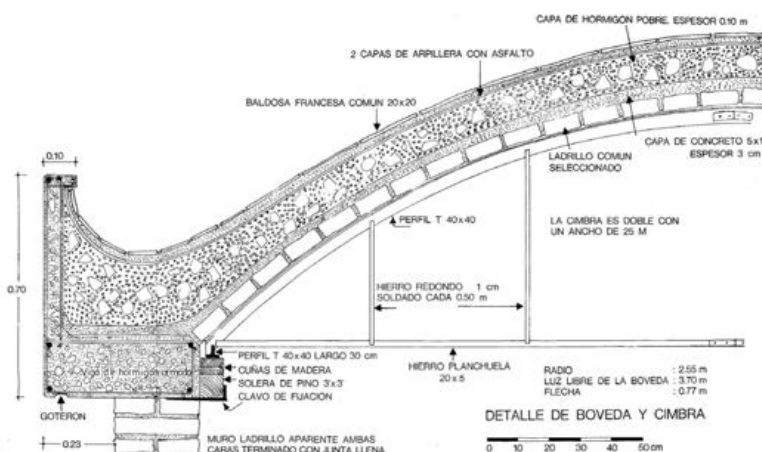
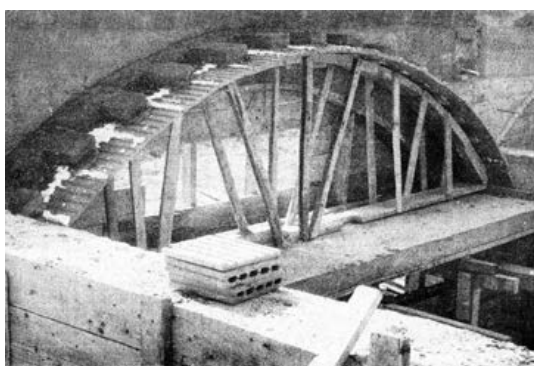
tectónicas. Utopías formales, utopías urbanísticas y también, por qué no, utopías constructivas, entendidas estas como ensayos, a menor o mayor escala, de las posibilidades de determinados sistemas de construcción. En Latinoamérica se ensayaron durante ese periodo, como en un laboratorio, muchos sistemas utópicos; el de la prefabricación de estructuras abovedadas de ladrillo, que se aborda en el presente artículo, empezó siendo uno de ellos; y, aunque no alcanzó las cotas de dispersión global que para él buscaban sus primeros promotores (y, en este sentido, se mantuvo en el terreno de la utopía), sí consiguió, en tanto que sistema constructivo, una factibilidad y solvencia técnica más que suficientes.

La construcción con bóvedas prefabricadas de ladrillo ha seguido empleándose con alguna frecuencia en Latinoamérica. Sin embargo, desde el punto de vista académico, es un terreno casi desconocido. Probablemente esto se deba a la larga sombra que proyecta sobre él otro sistema de apariencia similar, que se desarrolló de forma simultánea y en las mismas zonas: el de las bóvedas de cerámica armada antes mencionadas, cuyos más conocidos exponentes son los trabajos de Eladio Dieste. Es cierto que la cerámica armada guarda ciertas similitudes con las experiencias de prefabricación que se detallan a continuación, pero no es desde luego la misma cosa, ni por su funcionamiento estructural, ni por lo que se refiere a su procedimiento de construcción. Ni, desde luego, por lo que toca a la escala de los resultados: la espectacularidad de los edificios construidos por Dieste con cerámica armada difícilmente puede alcanzarse con los sistemas de prefabricación más habituales.

¿Qué es exactamente una bóveda prefabricada de ladrillo?

Las "bóvedas prefabricadas de ladrillo" son las bóvedas de fábrica que se conforman sobre un molde y que necesitan, después, izarse, por diversos procedimientos, a su posición definitiva en el edificio³. En muchas ocasiones, la prefabricación se realiza en piezas de pequeño tamaño y en zonas cercanas al tajo de instalación, por lo que es habitual referirse también a ellas como bóvedas semiprefabricadas o premontadas. El sistema puede entenderse, en su forma más sencilla, como una versión curva de las placas de cerámica del sistema BENO, una patente contemporánea de paneles prefabricados cerámicos planos para muros y tabiques.

Las piezas habituales eran de pequeño tamaño, y se prefabricaban en un taller en obra. El procedimiento de construcción era, simplificado, el siguiente: sobre un molde-cimbra de mampostería, de curvatura determinada, protegido con desencofrantes o con una lámina de plástico, se colocaban, de tabla, piezas de ladrillo cerámico de unos 3,5 cm de espesor, y se tomaban con mortero de cemento. Con ello se conseguía construir piezas curvas –que llamaremos costillas en lo sucesivo– de dimensiones variables: desde los 0,70 m hasta los 3 m de longitud, por unos 0,50 m de anchura. Ocasionalmente estas costillas se armaban con redondos de pequeño tamaño, no tanto para colaborar en el funcionamiento estructural definitivo como para garantizar que las piezas no se fisuraran o rompieran durante el transporte y el montaje.



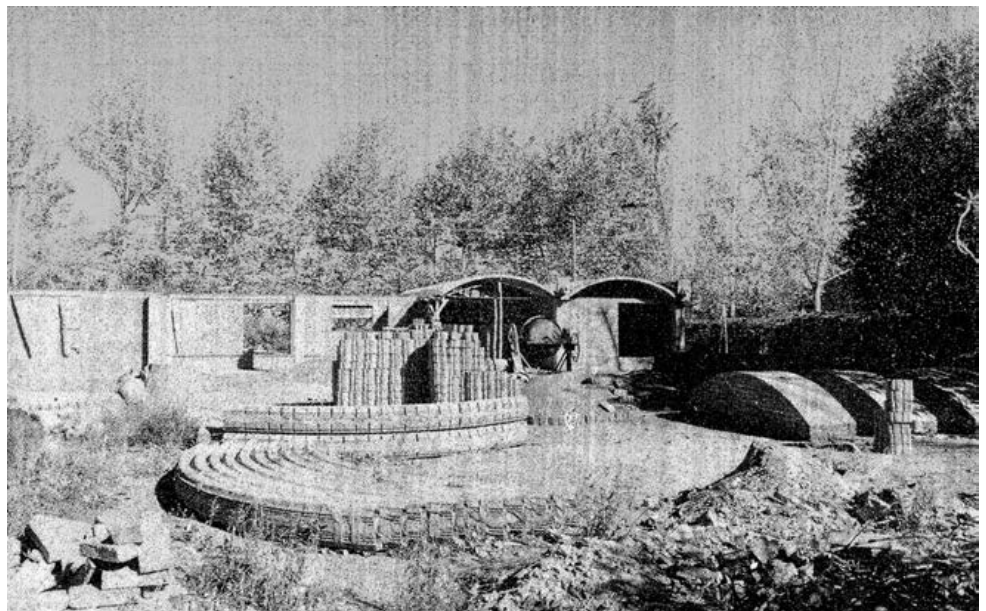
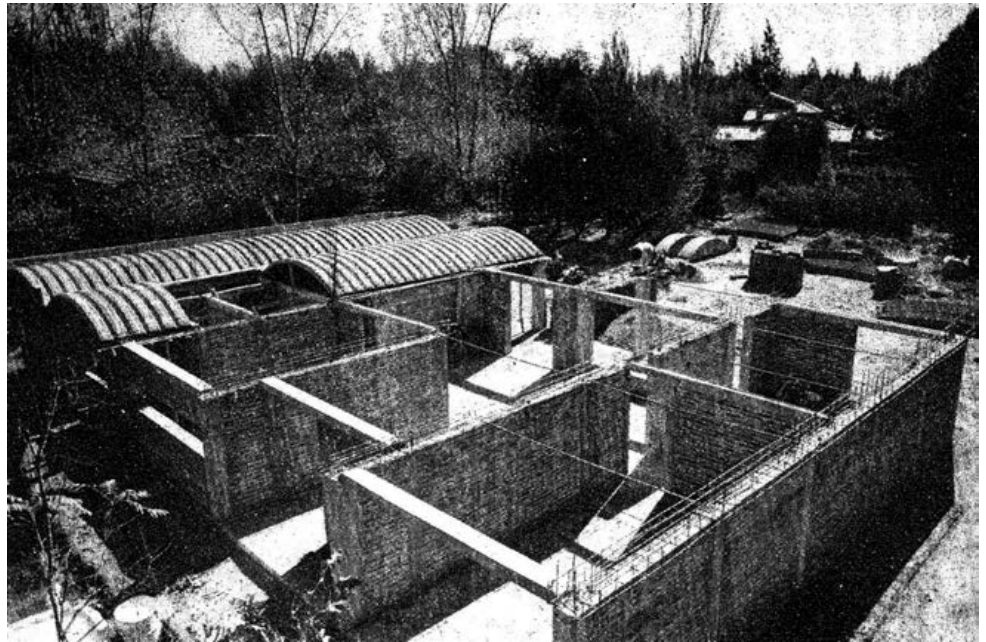


[5] Vista actual de la Casa Iriarte, de W.O. Coppens. © Analia Rondón.

[6] Vista actual de la Casa Gigli. © Analia Rondón.

[7] Las bóvedas prefabricadas de la Casa Carrieri (Sacriste 1977: 94)

[8] El pequeño taller de la misma, y algunas bóvedas (Sacriste 1977: 95)



⁴ LUJÁN MUÑOZ, L.; *El arquitecto mayor Diego de Porres, 1677-1741*, Editorial Universitaria de Guatemala, Guatemala, 1982.

⁵ OCHSENDORF, J.; *Guastavino Vaulting: The Art of Structural Tile*, Chronicle Books LLC, New York, 2010.

⁶ SACRISTE, E.; KECHICHIAN, P.; MACKINTOSH, G.; *Casas con bóvedas*, Buenos Aires, 1977.

⁷ MANIAQUE, C.; *Le Corbusier et les Maisons Jaoul*, Princeton Architectural Press, Nueva York, 2009.

⁸ FREIXA, J.; *Josep Lluís Sert*, Gustavo Gili, Barcelona, 1981.

⁹ GULLI, R.; "La huella de la construcción tabicada en la arquitectura de Le Corbusier". En: VV.AA.; *Las bóvedas de Guastavino en América*, Instituto Juan de Herrera, Madrid, 1999, pp. 87-112.

¹⁰ TOMLOW, J.; "La bóveda tabicada y el nacimiento de la cerámica armada". En: VV.AA.; *Las bóvedas de Guastavino en América*, Instituto Juan de Herrera, Madrid, 1999, pp. 87-112.

Las costillas podían emplearse en diferentes elementos de la estructura. Las más pequeñas, de unos 0,70 m x 0,50 m, se usaron para cubrir el entrecigado, permitiendo una luz entre viguetas algo mayor que la que conseguían las placas planas del sistema de forjados BENO. Interesan a esta comunicación, por motivos obvios, las construcciones con piezas de tamaño algo mayor (los 3 m de longitud antes mencionados, por ejemplo) o los casos de cúpulas prefabricadas, que permitían cubrir espacios interiores de cierta entidad con soluciones de abovedado completo.

Algunos antecedentes

La tradición. Resulta tentador relacionar las primeras experiencias con este tipo de construcción abovedada ligera con los primeros edificios de cerámica armada, pero creemos que es sensato ir a buscar los orígenes algo más atrás. Como se ha dicho, la construcción abovedada ligera es un sistema bastante empleado en el ámbito latinoamericano desde antiguo. El paso de la bóveda tabicada, un sistema de construcción de raíz mediterránea, a Latinoamérica no se ha estudiado apenas, aunque parece lógico pensar que ya desde las primeras llegadas de constructores y arquitectos de la península, en el siglo XVI, las tradiciones de construcción españolas y portuguesas pasaran, de forma paulatina, a formar parte del catálogo de soluciones disponibles en el nuevo mundo, para acabar integrándose incluso en las arquitecturas vernáculas de ciertas zonas.

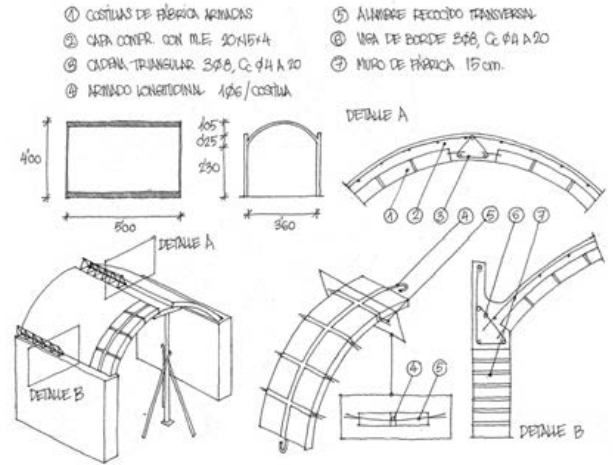
No contamos con un estudio específico sobre la construcción de bóvedas tabicadas en América, pero existen numerosas referencias dispersas de interés, y un buen número de ejemplos construidos. Se ha documentado que en tiempos de Diego de Porres (1677-1741) circulaban en Guatemala copias de tratados de construcción españoles, entre ellos el *Arte y Uso de arquitectura*, de Fray Lorenzo de San Nicolás ⁴, en el que se hace descripción de la técnica para construir bóvedas de este tipo. Por lo que se refiere a ejemplos construidos, se han encontrado bóvedas de este tipo en diversos edificios, entre otros algunos levantados por Fray Domingo de Petrés (1759-1811) ⁵ en Nueva Granada. Incluso en la actualidad es posible rastrear ejemplos de la pervivencia de estos sistemas. En la provincia de Córdoba, en Argentina, sobreviven hoy algunas tradiciones de construcción abovedada con raíz tabicada ⁶. Pero todos estos ejemplos son elementos parciales de un mapa, el de la construcción de estas bóvedas en América, que aún no ha sido estudiado por completo.

La modernidad. Un hito importante pudo ser la adopción de la bóveda tabicada por parte de la modernidad arquitectónica sudamericana, en la que Le Corbusier jugó sin duda un papel determinante. Es sabido que la arquitectura moderna (con Le Corbusier a la cabeza) había desterrado cualquier tipo de bóveda de su catálogo de soluciones constructivas; pero, curiosamente, ya en la década de los años 50, fue el mismo Le Corbusier quien retomó esta solución. Así, sus casas abovedadas con ladrillos de tabla (la casa Jaoul y la casa Sarabhai, ambas de 1955) ⁷ despertaron el interés de una generación de arquitectos, entre otros algunos sudamericanos, como Eduardo Sacriste, que vio en ellas la posibilidad de reciclar su propia tradición sin abandonar los postulados modernos. No eran las primeras viviendas modernas cubiertas con bóvedas tabicadas: Sert y Torres Clavé habían inaugurado esa vía con las tempranísimas casas del Garraf (Sert y Torres Clavé, 1935) ⁸.

Conviene recordar que Le Corbusier había conocido las bóvedas tabicadas no en el Mediterráneo, sino en un viaje a Colombia, en la vivienda del arquitecto Francisco Pizano. Las notas en sus cuadernos de viaje (D15, de 1950) dan idea de su interés práctico por el sistema: "Pisé+bóveda catalana. casa de Pisano en Bogotá. Una sola cimbra, estructura con juntas alternas de yeso y cemento", acompañadas por un croquis de una bóvedas de dos roscas de ladrillo ⁹.

La cerámica armada. Otro hito importante para el desarrollo de la bóveda prefabricada fue la aparición, en la pionera casa Berlinghieri (1947), de la cerámica armada ¹⁰. El desarrollo de este sistema, sobre todo en lo que se refiere a las "bóvedas gausas", como las denominaba Dieste, corrió paralelo al de las prefabricadas. Diseñada por Antonio Bonet y calculada por Eladio Dieste, la Berlinghieri pasa por ser el primer edificio construido con este sistema. Inauguró, en todo caso, una nueva forma de construir con fábrica: en la cerámica armada los ladrillos se colocan sobre un encofrado curvo, a tabla vista en el plano de la bóveda, como en las bóvedas tabicadas; la retícula creada por las juntas entre ladrillos (obviamente continuas: no existe, como en las tabicadas, la opción de colocar las piezas a matajunta) se arma con redondos de pequeña sección; y, para acabar, sobre esta trama de ladrillo armado de base se tiende una capa de compresión, también armada, que permite al conjunto, al menos en teoría, disponer de cierta capacidad para asumir tracciones.

Conviene, aquí, remarcar la diferencia entre la cerámica armada y las bóvedas prefabricadas. Es un hecho académicamente aceptado que las bóvedas de Bonet y Dieste en la Berlinghieri



fueron las primeras en combinar cerámica y armaduras de acero y, en ese sentido, puede concederse a la cerámica armada cierta paternidad sobre las bóvedas prefabricadas. Pero no es menos cierto que estas últimas no necesitan, en rigor, de un armado estructural, si no tan solo de un armado de montaje; el acero que incorporan no tiene por qué ser necesario tras su izado y puesta en obra. Pueden –y suelen– ser, como las bóvedas tabicadas a las que remiten, simples sistemas de piezas funcionando a compresión.

La posguerra española. Un cuarto grupo de influencias, a añadir a la tradición, a la modernidad y a la cerámica armada, podría ser la de los edificios abovedados construidos tras la guerra civil española. Las experiencias de Moya y Cabrero¹¹, Bosch¹² o Castañón y Fungairiño¹³, en el contexto de carestía de recursos y materiales que caracterizó ese periodo, pueden parecer similares a sus contemporáneas latinoamericanas, pero por lo general las obras españolas adolecían de una inercia historicista de la que las latinoamericanas, claramente modernas, carecen. No parece que estos edificios influyeran en las construcciones que se describen a continuación, máxime teniendo en cuenta la escasa difusión internacional que tuvo la arquitectura española de posguerra.

Eduardo Sacriste y el Instituto de Arquitectura y Urbanismo de Tucumán

En Argentina, la figura central en la experiencia de la prefabricación abovedada es la del arquitecto Eduardo Sacriste (1905-1999), un bonaerense viajero (completó sus estudios en Estados Unidos y recorrió Europa, el norte de África y grandes zonas de Asia) que ejerció la docencia universitaria en Tucumán. En 1946 fundó el Instituto de Arquitectura y Urbanismo, desde el que introdujo en Argentina las ideas del movimiento moderno, en la línea del Grupo Austral. También fue notable su preocupación por la arquitectura vernácula, muy en particular en lo que toca a la construcción abovedada, como demuestra en un pequeño manual, *Viviendas con bóvedas* (1977). En él deja patente su admiración por las bóvedas de la modernidad arquitectónica –las citadas casas del Garraf (Sert y Torres Clavé, 1935) o las casas Jaoul y Sarabhai (Le Corbusier, 1955)– pero también su pasión por las tradiciones locales; Sacriste sabía bien que estas bóvedas eran comunes en la cercana provincia de Córdoba.

Partiendo de esta compleja amalgama de influencias, Eduardo Sacriste y su entorno desarrollaron un lenguaje arquitectónico propio, basado en la bóveda tabicada, más o menos evolucionada. Un lenguaje en el que las viviendas se modulaban en sucesivas crujeas abovedadas, organizadas en paralelo, de forma que cada crujea recogía los empujes generados por la siguiente; en las laterales, la estabilidad del conjunto se conseguía mediante contrafuertes, tirantes y vigas de hormigón armado. Las bóvedas –al principio tabicadas, de ladrillo y mortero, sin ningún tipo de armado– apoyaban en gruesos muros paralelos de fábrica, aligerados por huecos adintelados. La mayor parte de estas bóvedas se construyó sobre pequeñas cimbras correderas –si bien en *Viviendas con bóvedas* se menciona la posibilidad de construir bóvedas tabicadas al aire, en la descripción de la construcción de cada vivienda siempre se detalla el tipo de cimbra utilizado– casi siempre con doble rosca, o con rosca sencilla y una capa de hormigón de entre 5 cm y 7 cm –y solo ocasionalmente con el macizado de hormigón que Le Corbusier empleó en sus construcciones–. Las bóvedas se cubrían, directamente, con diferentes soluciones de impermeabilización, desde la arpillera con asfalto hasta la cubierta verde.

Son varias las viviendas construidas con este sistema –común en las viviendas abovedadas de la modernidad, desde las seminales casas Garraf, de J.L. Sert–. Sacriste lo empleó en su casa Clérico; no la experimental, sino la definitiva, de mayor tamaño, construida para los dueños del

[9] Bóvedas prefabricadas según la patente de González-Lobo (González, 2002: 156).

[10] Las conexiones de las costillas con la estructura principal. Ilustraciones del autor.

[11] Bóvedas prefabricadas para el Arsenal de la marina (Kalemkerian, 1976: 91).



¹¹ MOYA, L.; *Bóvedas Tabicadas*, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid, 1993.

¹² RIPOLL, R.; "La bóveda vaída y las casas baratas del barrio de Sant Cugat de Salt (Gerona, 1956)", *Actas del V Congreso de Historia de la Construcción*, Burgos, 2007.

¹³ CASTAÑÓN, J.; FUNGAIRIÑO, A.; "Villanueva de la Cañada", *Reconstrucción n° 28*, Dirección General de Regiones Devastadas, Madrid, 1942, pp. 451-460.

¹⁴ SACRISTE, E.; KECHICHIAN, P.; MACKINTOSH, G.; *Casas con bóvedas*, Buenos Aires, 1977.

¹⁵ *Ibidem*, p. 93-103.

¹⁶ *Ibidem*, p. 94.

¹⁷ *Ibidem*, p. 95.

¹⁸ LARRÁN, E.; *Arquitectura Moderna en el Noroeste Argentino*, Centro de Documentación de Arquitectura Latinoamericana CED, Buenos Aires, 2007.

complejo. Similares son la casa Iriarte, obra de Wilfred O. C. Coppens, o la casa Muntaner, obra del mismo arquitecto. Una variante interesante es la de la posterior casa Wright, de 1971, obra de M. Goldman, H. Ramos y J. Erbin. en la que los arquitectos jugaron con volúmenes más complejos¹⁴.

Bóvedas prefabricadas

El entorno de Sacriste participó en algunos de los primeros ensayos con sistemas prefabricados. Con diseño de J. Carrieri y A. Rariz se construyó, en 1961, la casa Carrieri¹⁵, en la que se emplearon sistemas prefabricados de gran interés. El módulo era una pequeña costilla prefabricada de ladrillo, que actuaba como generador de los diferentes espacios. Sus dimensiones eran de aproximadamente 3 m en su lado mayor –con lo que cubría por completo el ámbito previsto– y de unos 50 cm en el menor, y se prefabricaba en un taller en obra. Se construyeron sobre un molde-cimbra de mampostería terminado en mortero:

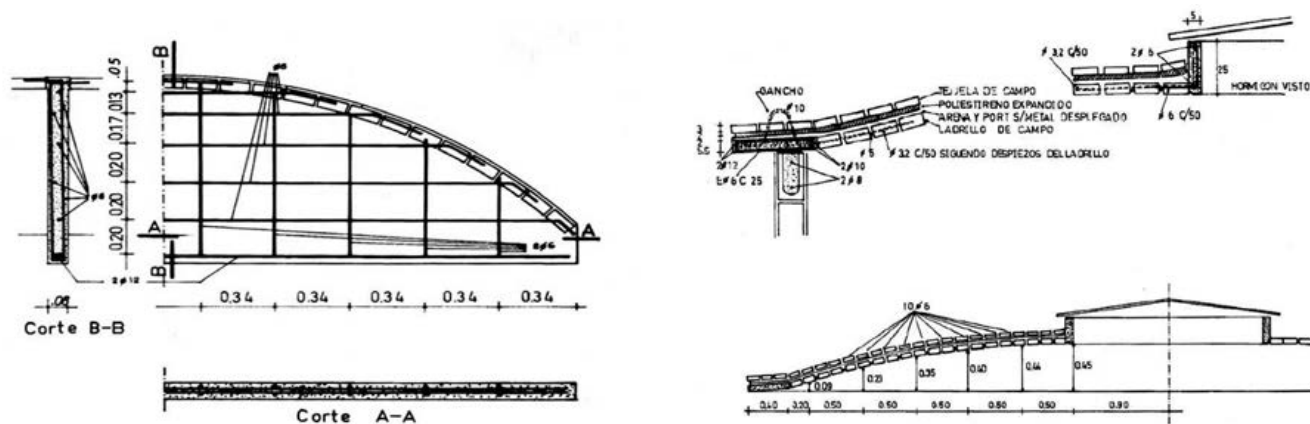
"Para las construcción de las bóvedas se utilizaron 'costillas' armadas y prefabricadas *in situ* sobre cuatro moldes de curvas ajustadas según plantillas dobles. Sobre las superficies de los moldes marcados y engrasados previamente se iban disponiendo mitades de ladrillos huecos. Luego de construidas y curadas, estas unidades autorresistentes se apoyaban directamente en los muros longitudinales, sin utilizar cimbras y conectando los hierros de las viguetas con las armaduras invertidas de encadenado superior."¹⁶

Una vez acabada, cada costilla podía levantarse entre varias personas con relativa facilidad –puede estimarse un peso de unos 200 kg por pieza–, colocarse en la posición prevista y recibirse sobre el muro. Sacriste no ofrece datos sobre el armado, aunque parece lógico pensar que la intención de la armadura fuera, sobre todo, la de permitir el desmoldado y transporte de la pieza, así como facilitar la conexión de la misma, una vez colocada, con otras costillas o con los muros testeros o de apoyo. Es de suponer un armado ligero, como el de otros proyectos semejantes.

En *Viviendas con bóvedas* no se dan demasiados detalles sobre el proceso de montaje, aunque sí se pone el énfasis en la prefabricación como proceso de simplificación de la construcción: "La construcción de esta obra (...) no fue llevada a cabo por una empresa constructora convencional sino por una mano de obra de un equipo mínimo de personas, incluyendo al propietario, durante no menos de 18 meses a partir del año 1961"¹⁷. La construcción parece sumamente sencilla, si bien, dado el tamaño de las piezas, tanto su movimiento en obra como su montaje –sin maquinaria de ayuda– debió suponer cierta dificultad.

La herencia de Sacriste quedó patente en diversos arquitectos posteriores, como Eduardo Larrán, que experimentó con frecuencia con ellas, como evidencia su casa Larrán¹⁸ (1967). Pero el caso del entorno de Sacriste no fue, por supuesto, el único. De forma similar y paralela, otros arquitectos desarrollaron inquietudes semejantes. Algo más al norte, las similitudes de los ensayos del entorno de Sacriste con el trabajo del mexicano Carlos González-Lobo son evidentes.

González-Lobo desarrolló a finales de los años 70 un procedimiento para la construcción con este tipo de prefabricados –y la patente CGL-2– que empleó en muchas construcciones, recurriendo, por lo habitual, a piezas de menor tamaño –y mayor manejabilidad– que se completaban con una gran espina central en la que se conectan las costillas. Realizó numerosos estudios sobre este sistema, analizando todas las posibilidades que ofrece y detallando con profusión los procesos de construcción¹⁹.



También son conocidos los edificios abovedados realizados por los arquitectos brasileños de *Arquitetura Nova*, principalmente Rodrigo Lefevre y Flavio Imperio. Ambos defendieron la prefabricación de fábrica como sistema óptimo para la construcción de bajo coste. Juntos construyeron varias viviendas abovedadas –como su casa Juarez Brandao, de 1968–; por separado, Lefevre continuó investigando en el sistema en edificios como la casa Dino Zanamatato (1971) o la Pery Campos (1972) en las que ensayó la prefabricación de bóvedas “parabólicas” (catenarias, en realidad) con sistemas mixtos de cerámica y hormigón²⁰. Más tardía, pero también mucho más amplia, es la sistematización de los métodos de prefabricación con fábrica que acometió Joan Villá, también en Brasil, en su sistema CPC, puesto en marcha en edificios como el Conjunto Estudiantil Unicamp (1989-94), en Campinas, y reflejado recientemente en textos de referencia como *Construções*²¹ (2005).

[12] El armado de los tímpanos (Kalemkerian, 1976: 93).

[13] La viga y el aparejo de la cúpula del Arsenal de la armada (Kalemkerian, 1976: 92).

[14] Instalación de la misma cúpula. (Kalemkerian, 1976: 94).

Kalemkerian y las bóvedas prefabricadas de gran formato

Con todo, los edificios de González-Lobo o Lefevre e Imperio jugaban, en lo esencial, con el sistema descrito anteriormente, con variantes en cuanto a tamaños y procedimientos de montaje. A mediados de los años 70, el uruguayo Mario Kalemkerian planteó una alternativa muy interesante en la reforma del Arsenal de la Armada Nacional, en Montevideo²². Se trataba de un edificio de una escala mucho mayor, para el que Kalemkerian quería mantener un sistema de “bóvedas autoportantes, de cerámica, realizadas a pie de obra (...) Las piezas (...) tienen 13 m de luz total, 1 m de flecha y un peso aproximado de 6T, coincidiendo su espesor con el del ladrillo con el que fueron realizadas, es decir: 5 cm”²³.

¿Era posible mover este tipo de piezas sin causar daños a las placas de cerámica prefabricada? Kalemkerian disponía de una “grúa montada sobre orugas, con una pluma de 18 m de longitud y una capacidad de 6000 kg, que (...) pertenecía al parque de maquinaria del arsenal y se empleaba habitualmente en la reparación de barcos”, pero necesitaba, de algún modo, rigidizar el sistema para el izado. Decidió prefabricar también los tímpanos, en hormigón en este caso, hacerlos solidarios con las vigas de borde y emplearlos como rigidizadores:

“Los tímpanos de las bóvedas, distanciados 11 m, no son cerámicos, sino de hormigón armado. Van provistos de cuatro ganchos anclados a las armaduras antes del fraguado, que sirven para levantar la pieza del lugar en el que se fabricaría y colocarla posteriormente en el sitio definitivo”²⁴.

La prefabricación de estas piezas tenía algunas connotaciones en el diseño del molde, que pudieron solventarse sin mayores problemas. Como en otros casos, el edificio se terminó con “una malla electrosoldada, de 3 mm x15 mm x15 mm, que fue recubierta con una capa de mortero de cemento, arena y gravilla, cuidándose de su curado posterior. Finalmente, los elementos se terminaron con dos manos de pintura blanca al cemento.”

En el mismo complejo planteó un modelo similar, de menor escala y de planta circular. En este caso, podía ser directamente la viga de borde la que contuviera los empujes de la fábrica durante el izado. El mismo Kalemkerian describía así el proceso: “Para la Oficina de Relaciones Laborales se construyó un local circular, con muros formados por bloques de hormigón (...) lo suficientemente resistente para que soportase el peso de la cubierta cupular de cerámica, que supone una carga de unos 200 kp/m. Esta cúpula tiene 8 m de diámetro y 40 cm de flecha. Para construirla se utilizó un encofrado que es la tapa de un tanque de agua, situado en un lugar próximo a su construcción. Esta tapa es, a su vez, una pieza de hormigón armado con arena mojada y compactada como encofrado. La cúpula de cerámica presenta un lucernario que fue sugerido por la propia tapa, al llevar esta, en la misma zona, el acceso al tanque (...) Cada dos

¹⁹ GONZÁLEZ, H.; "Carlos González Lobo. Caminos hacia lo alternativo dentro del ámbito conceptual, proyectual y contextual de la arquitectura", Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Barcelona, Barcelona, 2002.

²⁰ FIORI, P.; *Arquitetura Nova*, Editora 34, Sao Paulo, 2002.

²¹ VILLÁ, J.; *Construções. Centro Universitário Belas Artes de São Paulo*, São Paulo, 2005.

²² KALEMKERIAN, M.; "Nuevas instalaciones para el Arsenal de la Armada", *Informes de la Construcción* n° 284, CSIC-IETCC, Madrid, 1976, pp. 89-95.

²³ *Ibidem*, p. 91.

²⁴ *Ibidem*, p. 92.

²⁵ *Ibidem*, p. 95.

hiladas se interpuso una varilla de 6 mm, a modo de estribos, que seguían las juntas de despique de los ladrillos. El empuje se resolvió con una viga de hormigón armado cuya altura coincide con el espesor del ladrillo, en la que se dejaron seis ganchos para facilitar la elevación de la cúpula"²⁵.

Algunas conclusiones

En las últimas décadas se ha venido produciendo una paulatina reivindicación, desde el ámbito académico, de la construcción con obra de fábrica de base cerámica. El ladrillo, o sus variantes, se reivindican debido a sus virtudes constructivas –fácil disponibilidad de material, sencillez de montaje, etc–, económicas y, sobre todo, últimamente, de eficiencia energética –tanto en lo que se refiere al consumo energético de la solución constructiva como en lo que toca a la eficacia de la edificación terminada–. Estas ventajas han propiciado el desarrollo de nuevos sistemas de construcción, así como el florecimiento de estudios sobre métodos tradicionales: en los últimos años hemos asistido a una proliferación sin precedentes de los trabajos sobre adobes, bloques de tierra compactada, etc. También las bóvedas ligeras han empezado a ser retomadas y estudiadas, de forma reciente, como soluciones factibles en la construcción contemporánea; en mucha medida por su idoneidad en los tres campos citados: factibilidad, economía y eficiencia energética. La prefabricación de estas bóvedas puede, en determinados contextos, ser considerada como una posibilidad más, siempre que pueda mejorar en alguna medida los criterios anteriores.

El interés de los trabajos de todos los arquitectos mencionados es, en lo que toca a la prefabricación de bóvedas, doble. Por un lado, son un precedente de extraordinario valor, ya que su reciclaje de la construcción tabicada –con intenciones de estricta eficacia, en lo técnico y en lo económico– resulta sumamente inspirador para la construcción actual –máxime teniendo en cuenta que sus ensayos con todo tipo de soluciones abovedadas son parte de la búsqueda de una solución constructiva óptima, tanto desde el punto de vista del coste como del impacto ambiental de la solución–. Por otra parte, y desde un punto de vista histórico, el interés de estas experiencias no está solo en el hecho de que constituyan otro viaje, poco conocido, de las bóvedas ligeras; también, y de forma muy señalada, en el hecho de que estos arquitectos emplearon bóvedas desde el conocimiento, detallado y directo, de la tradición. Es cierto que lo hicieron siguiendo los criterios de la modernidad arquitectónica; pero siempre estuvieron vinculados con las antiguas tradiciones constructivas, que pudieron conocer, en aquel tiempo, de primera mano.

