

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/168480>

This paper must be cited as:

Vegas López-Manzanares, F.; Mileto, C. (2020). La prolongada vida de la bóveda tabicada en los siglos XIX y XX. *Archeologia dell'Architettura*. (25):103-112.
<https://doi.org/10.36153/aa25.2020.07>



The final publication is available at

<https://doi.org/10.36153/aa25.2020.07>

Copyright All'insegna del Giglio

Additional Information

LA PROLONGADA VIDA DE LA BÓVEDA TABICADA EN LOS SIGLOS XIX Y XX

Fernando Vegas López-Manzanares y Camilla Mileto

Universitat Politècnica de València

Resumen

La bóveda tabicada, una técnica constructiva rápida, ligera y económica surgida durante la Edad Media fruto del ingenio, no se abandonó con el paso de los siglos como sucedió con otras técnicas y procedimientos constructivos con el advenimiento de la Edad Moderna. Más bien al contrario, la carestía de la madera que provocó su nacimiento se acentuó en Europa destacando aún más si cabe su gran versatilidad y conveniencia. Especialmente, con el advenimiento de la Revolución Industrial y el abaratamiento y difusión generalizada de materiales como el cemento natural, el cemento artificial Portland y el hierro, la bóveda tabicada dio un decisivo paso actualizándose e incorporando estos materiales, de modo que prolongó su vida durante el siglo XIX de la mano de arquitectos como Rafael Guastavino primero en España y, posteriormente, en Estados Unidos, y toda la generación de arquitectos modernistas. Esta técnica constructiva pluricentenaria se abrió paso incluso durante el siglo XX entre los arquitectos del Movimiento Moderno tanto por su economía, especialmente en tiempos de escasez, como por su expresividad formal.

Palabras clave

Bóveda tabicada, historia, construcción, Guastavino, Modernismo

Riassunto

La volta in foglio, una tecnica costruttiva rapida, leggera ed economica sorta durante il Medioevo frutto dell'ingegno, non si abbandonò con il passare dei secoli come successe con altre tecniche e procedimenti costruttivi con l'arrivo dell'Età Moderna. Piuttosto il contrario, la carenza di legno che condusse alla sua nascita si accentuò in Europa sottolineando ancor più la sua grande versatilità e convenienza. Soprattutto, con l'avvento della Rivoluzione Industriale, della riduzione dei costi e la diffusione generalizzata di materiali quali il cemento naturale, il cemento artificiale Portland ed il ferro, la volta in foglio avanzò decisamente atualizzandosi ed incorporando questi materiali, tanto da prolungare la sua vita durante il XIX secolo con l'intervento di architetti come Rafael Guastavino inizialmente in Spagna e, successivamente, negli Stati Uniti, e di tutta la generazione di architetti modernisti catalani. Questa tecnica costruttiva pluricentenaria si fece strada anche durante il XX secolo tra gli architetti del Movimento Moderno tanto per la sua economicità, specialmente in tempi di penuria, quanto per la sua espressività formale.

Parole chiavi:

Volta in foglio, storia, costruzione, Guastavino, Liberty

Abstract

Tile vaulting is an ingenious, fast, light, and inexpensive technique which appeared in the Middle Ages. Unlike other constructive techniques and procedures it was not abandoned with the advent of the Modern Age. However, the scarcity of timber which had led to its invention worsened in Europe, further highlighting its great versatility and convenience. The cheaper widespread distribution of materials such as natural cement, Portland cement, and iron resulting from the Industrial Revolution meant that tile vaulting took bold steps to incorporate these materials, thus ensuring the survival of the technique throughout the 19th century thanks to architects such as Rafael Guastavino first in Spain and later in the United States, and the entire generation of Catalan Art Nouveau architects. This centuries-old constructive technique remained in use throughout the Modernism of the 20th century, both for its formal expression and affordability, especially in times of scarcity.

Keywords:

Tile vault, history, construction, Guastavino, Art Nouveau

La utilización de la bóveda tabicada, nacida como técnica constructiva en el Mediterráneo medieval, se prolongó hasta mediados del siglo XIX de manera bastante inalterada, basada en el aparejo de dos o más estratos de rasilla cerámica recibidos por el canto. El conglomerante empleado en el primer estrato era siempre el yeso por su rápido fraguado, mientras que el mortero empleado en los estratos sucesivos podía ser el mismo yeso, si la bóveda estaba al amparo de una cubierta superior, o mortero de cal, cuyo fraguado demoraba un tiempo. Las aplicaciones arquitectónicas habían sido principalmente la construcción de iglesias, claustros, bóvedas domésticas, escaleras y forjados de viguetas y revoltones. Su difusión, que había comenzado con algunos ejemplos aislados en el Magreb (Fortea 2008), se había expandido como la pólvora en el siglo XIV en toda la Corona de Aragón, comenzando desde Valencia y llegando a Barcelona, Zaragoza, Perpignan, Sicilia y otras partes de Italia (Zaragozá 2011). Gracias a la figura de Rafael Guastavino, el siglo XIX fue testigo de una modernización de esta técnica con la inclusión de nuevos materiales que le ha permitido sobrevivir hasta entrado el siglo XXI.

Rafael Guastavino Moreno (1842-1908)

El arquitecto Rafael Guastavino Moreno representa un caso excepcional en la historia de la arquitectura tanto de España como de Estados Unidos, donde su figura y su influencia se alarga con la obra de su hijo Rafael Guastavino Jr. (1872-1950). Su éxito profesional va vinculado fundamentalmente a su empleo extensivo de la bóveda tabicada. Entre ambos erigieron centenares de edificios principalmente en España y Estados Unidos y una docena de otros países. Resulta sorprendente que apenas un único arquitecto y su hijo hayan sido capaces de ejercer una influencia tan extraordinaria en la historia de la arquitectura de los dos lugares donde trabajaron principalmente empleando como herramienta básica la técnica de la bóveda tabicada: en primer lugar, en el asentamiento de las bases donde se fundaría la arquitectura modernista del Ensanche barcelonés y la arquitectura industrial catalana; y en segundo lugar, en la creación de la identidad arquitectónica norteamericana (Loren 2009) a caballo entre los siglos XIX y XX.

La dedicación a la arquitectura de Rafael Guastavino Moreno le viene por parte de su familia materna, y especialmente, de su tatarabuelo Juan José Nadal (1690-1762), que destacó por su empleo de esta técnica constructiva principalmente en la erección de iglesias en las regiones españolas de Aragón y Levante. Guastavino comenzó una carrera de éxito en Barcelona, donde despuntó como arquitecto en el diseño de edificios de vivienda en el recién estrenado Ensanche (Álvarez 1874; Nacente 1888; Rogent, Domènech 1897) y de naves industriales.

Guastavino recoge la tradición latente, pero en gran parte ignorada de la bóveda tabicada, y la proyecta hacia el futuro utilizando el mortero de cemento como

conglomerante, combinándola con tirantes, pletinas y perfiles metálicos y empleándola en nuevas tipologías de edificios como edificios de vivienda en altura, fábricas, teatros y, una vez en Estados Unidos, estaciones de trenes, museos, bibliotecas, salones de actos, universidades, etc. En Estados Unidos su obra en gran parte fue subcontratada dentro del proyecto de otros arquitectos, aunque se tiene constancia de su aportación personal no solo en la construcción sino también en el diseño de los espacios de acuerdo con las posibilidades de la técnica. Se puede clasificar su empleo de la bóveda tabicada en las siguientes aplicaciones, algunas de ellas de nueva aportación y algunas tradicionales pero reinterpretadas con mortero de cemento:

A-Tradicionales forjados de revoltones con viguetas, tanto de madera, en línea con la tradición existente desde finales del siglo XV, como metálicas, ya en su etapa estadounidense. Se trataba de una solución muy común en los edificios de vivienda, que no se había aplicado demasiado a la arquitectura industrial. Guastavino (2006: 68-70) afirmó que, antes de 1865, las fábricas catalanas estaban construidas con pilares de madera o de fundición y forjados y cubiertas de madera, muy expuestos a posibles incendios. En realidad, ya existía alguna fábrica con viguetas de madera y revoltones de bóveda tabicada, como el Vapor Vell de Sans (1846-1848) en Barcelona. En la arquitectura industrial, Guastavino ensancha la luz de los revoltones, por ejemplo, en el edificio de hilaturas de la fábrica Batlló en 1868-70, y los arriostra con tirantes cruzados. En el empleo extensivo de la bóveda tabicada en esta y otras soluciones fabriles que se relatan a continuación, Guastavino persigue hacer el edificio ignífugo.

B-Tradicionales escaleras de distribución con bóveda tabicada, tanto continuas apechinadas, en el edificio de hilaturas de la fábrica Batlló en 1868-1870, como de tramos independientes en la mayoría de sus edificios de vivienda. En su etapa española solo tenemos constancia de la construcción de dos escaleras helicoidales: la escalera trasera al jardín de la Casa Víctor Blajot y la escalera de la Casa Guastavino (1872-1875), la primera de estructura metálica, la segunda, probablemente de bóveda tabicada a juzgar por los testimonios de época (Guastavino IV 2006: 7). En Estados Unidos, realizaría cientos de escaleras de bóveda tabicada (figura 1) helicoidales, elípticas, apechinadas, de tramos, etc. que, a diferencia de las construidas en España que se enlucían, aplacaba con azulejos decorativos por la parte inferior con aparejos en espinapez para embellecer y exaltar su construcción en mampostería.

C-Novedosos forjados compuestos de bóvedas vaídas sobre arcos rebajados apoyados generalmente en pilares de fundición atirantados entre sí, consiguiendo espacios muy diáfanos muy útiles para usos industriales como en la sala de telares de la fábrica Batlló en 1868-1870, con los tirantes vistos, como para usos comerciales en la planta baja de la Casa Ramón Mumbrú de Ciutat Vella en 1877, con los tirantes ocultos por

encima de las bóvedas. En Estados Unidos, recurriría a este empleo en varias ocasiones, a destacar el vestíbulo principal de la Biblioteca Pública de Boston (1889-1895) (figura 2), que le lanzaría definitivamente a la fama.

D-Forjados de bóveda vaída por estancia, sin apenas vigas o viguetas, atirantados dentro de los muros perimetrales. En Cataluña, existen antiguas masías cubiertas con bóvedas tabicadas por grandes estancias, pero requieren de peralte para disminuir el empuje y aun así de gruesos muros para soportarlos. La reducción de la flecha de la bóveda y el atirantamiento permiten a Guastavino construir varias plantas superpuestas y reducir el espesor de los muros hasta tamaños razonables. Guastavino ensayó inicialmente esta aportación singular en su residencia, la Casa Guastavino (1872-1875), donde empleó también por primera vez cemento artificial Portland importado desde Inglaterra. Esta propuesta nació tanto de la voluntad de evitar las esquinas y zonas angulosas para mejorar la ventilación y el recambio de aire viciado de las estancias (Guastavino 1890: 126) como de la búsqueda de un edificio ignífugo. A pesar de la promoción personal que hizo (véase por ejemplo el proyecto *Fireproof house for workmen in the cohesive system* de 1889 (figura 3), Guastavino no pudo aplicar esta técnica en Estados Unidos más que en algunas ocasiones y para sí mismo, como sus oficinas principales de la Fireproof Construction Company de Nueva York (ca. 1890), o en algunas estancias de la Residencia Guastavino de Bay Shore (1914) que erigió su hijo.

E-Bóvedas o cúpulas sin tirantes, con contrafuertes o anilladas con metal para espacios unitarios, de la misma forma que realizaba su tatarabuelo Juan José Nadal y otros arquitectos del pasado para sus templos, que solo empleó en España en el Teatro La Massa en Vilassar de Dalt (1880-1881) a falta de más oportunidades, pero que emplearía profusamente en Estados Unidos en cientos de edificios representativos. Muchas de estas cúpulas significativas construidas en tierras americanas recibieron un aplacado decorativo por el intradós con baldosas vidriadas, mosaicos, azulejos u otros ladrillos decorativos (figura 4).

F-Novedosas bóvedas atirantadas sin apoyos intermedios, generalmente de naves industriales, bien con arcos formeros tabicados y bóvedas entre los mismos (los almacenes Grau de 1877-1880 (figura 5) o la fábrica de Modesto Casademunt de 1879). Este tipo de cubierta abovedada atirantada que no necesitaba de gruesos contrafuertes al exterior al contrastar los empujes laterales con metal es una aportación significativa de Rafael Guastavino. En Estados Unidos, la sensibilidad frente a los incendios forzó a Guastavino a transformar esta solución en una propuesta para Fireproof factory de 1889, que combinaba la solución C en varias plantas forrando los pilares de fundición con fábrica de ladrillo y ubicando los tirantes ocultos por encima de las bóvedas. Esta propuesta no tuvo mucha fortuna en Estados Unidos, donde se

observaba la bóveda tabicada como oportunidad para cubrir espacios singulares más que como técnica versátil para la erección de complejos industriales.

G-Novedosas cubiertas de cerchas metálicas y bóvedas tabicadas entre las mismas (taller de Eusebio Castells de 1880 o la fábrica Bernard Muntadas, Aparicio y Cía. de 1874-79), combinación que alumbró, ya en su periodo de Estados Unidos, tres de las obras más singulares de los Guastavino, a saber, la Fábrica Asland diseñada a distancia para Castellar de n'Hug en Barcelona (1901-1904) (figura 6), el Astor Courts de Nueva York (1902) y la Estación de Pensilvania en la misma ciudad (1910). Este interesante maridaje entre cerchas metálicas y bóvedas tabicadas inventado por Guastavino no tuvo demasiada fortuna en Estados Unidos, quizás por la exposición al fuego de la estructura metálica vista, pero sí tuvo una gran repercusión en Barcelona, donde hasta el maestro de estructuras de Guastavino, Joan Torras i Guardiola, ya septuagenario, construiría sus propios talleres de esta guisa.

En su obra de Barcelona, todas estas bóvedas tienen en común que son bóvedas rebajadas, habitualmente de dos gruesos de rasilla. En estas bóvedas, por lo general, la primera capa iba aparejada con pasta de yeso y la segunda recibida con mortero de cemento. Guastavino hizo estos morteros de cemento natural hasta 1872; de cemento artificial Portland importado de Inglaterra desde 1872 a 1875; y de cemento artificial Portland procedente de la fábrica Montestruc desde finales de la década de 1870 (Wight 1901: 79). En cualquier caso, todos estos tipos de cemento, tanto naturales como Portland, eran entonces producidos en hornos verticales de carga discontinua. La introducción del entonces novedoso mortero de cemento, tanto natural como Portland artificial, en la segunda capa y eventuales sucesivas de una bóveda tabicada, es una verdadera aportación de Rafael Guastavino, que buscaba una mayor rapidez en el fraguado, resistencia e inalterabilidad frente a la humedad. Todas ellas desempeñan además una función estructural, esto es, se soportan no solo a sí mismas sino al peso que les gravita encima.

En su obra en Estados Unidos, emplea dos o tres gruesos también salvo en el caso de las bóvedas y cúpulas de mayores dimensiones, que requieren más estratos de rasilla, con el mismo sistema, a saber, la primera bóveda recibida con pasta de yeso y las sucesivas con mortero de cemento Portland, de cuya evolución en la producción desde los hornos cilíndricos de carga discontinua, a los hornos cilíndricos de carga continua y a los hornos rotatorios fue testigo Guastavino durante sus primeros años en Estados Unidos. Todo parece indicar que Guastavino nunca empleó el mortero de cemento natural Rosendale, de uso tan común en la Costa Este en aquellos años, más que eventualmente para rellenar el trasdós de las bóvedas y nivelar el pavimento (Guastavino 1890: lám.III; Guastavino 2006: 73). En Estados Unidos, pone el acento sobre todo desde un punto de vista comercial en la doble condición económica e

ignífuga de la bóveda tabicada. De hecho, muchas de las patentes concedidas a los Guastavino, donde se recoge el uso del mortero de cemento y la combinación con estructuras metálicas e incluso introducen ya el concepto de la cerámica armada insertando armaduras entre los estratos de rasilla (Waite 1999), destacaban el carácter ignífugo de sus construcciones.

Es interesante comparar su obra en bóveda tabicada en Barcelona, donde tiene un sesgo estrictamente funcional, ligado a la tradición y a la economía, con su obra en bóveda tabicada en Estados Unidos, donde además adquiere predomina su carácter ignífugo y ornamental. En Barcelona, Guastavino cubre sus forjados domésticos de viguetas y revoltones con falsos techos, enlucen el intradós de las bóvedas de escalera, enyesa con molduras las estancias abovedadas (Guastavino 2006: 78) y encala el intradós de sus bóvedas fabriles para potenciar la iluminación natural. En Estados Unidos, donde tradicionalmente las bóvedas eran de cartón-yeso, pronto descubre la fascinación americana por el aparejo visto que permitía ostentar la sustancia constructiva real de estas bóvedas. Esta *laterofilia* americana se satisfizo inicialmente esmerando el aparejo del primer estrato de ladrillo recibido con yeso, como en la Biblioteca Pública de Boston (1889-1895), pero pronto se tradujo en el aplacado posterior del intradós con azulejos decorativos, como ya se puede observar en la Iglesia Central Congregational (1893) en Providence, Rhode Island, donde ya ensaya su característico aparejo en espinapez.

En Estados Unidos, fue también testigo desde un principio del empleo a fines exclusivamente ornamentales de la bóveda tabicada, en lo que serían las primeras notas de un canto del cisne que anunciaba su final. Se trata de bóvedas tabicadas sólidamente construidas pero autoportantes de sí mismas, concebidas con carácter únicamente decorativo, sin una función estructural que soporte las cargas superiores, que asumen una estructura metálica o de hormigón superior independiente de la bóveda. Uno de los primeros ejemplos es la Galería exterior de la Biltmore Estate en Asheville (1895), entre los más conocidos están el puente de Queensboro (1901-1909) (figura 7) y el Oyster Bar de la Estación Central Terminal de Nueva York (1912), todos con forjados por la parte superior; y uno de los más impresionantes es la cúpula y grandes bóvedas del Parlamento indio en Nueva Delhi, que están aplacadas sobre grandes cerchas metálicas que soportan la cubierta, a pesar de que Guastavino ofreció su construcción en bóveda tabicada estructural.

La bóveda tabicada en el Modernismo

A medida que Rafael Guastavino ganaba fama en Estados Unidos con sus bóvedas tabicadas, aumentó si cabe el interés por esta técnica en primer lugar, entre los arquitectos modernistas catalanes de la generación posterior a la suya y, en un momento sucesivo, entre otros arquitectos españoles. No debe sorprender esta vasta

influencia si se recuerda que los edificios de Barcelona de Rafael Guastavino se destacaron como ejemplo a seguir desde su misma erección; los estudiantes de la Escuela de Arquitectura de Barcelona, entre los cuales el mismo Gaudí, visitaban la fábrica Batlló durante el curso académico llevados por sus profesores (Rosell 1995); la monografía publicada por F. Álvarez (1874) sobre arquitectura contemporánea en Barcelona recogía hasta cinco de sus edificios recién acabados, muchos más que ningún otro arquitecto de la época; la publicación editada por F. Nacente (1888) denominada “El Constructor Moderno” reflejaba tres de sus edificios como ejemplo de arquitectura a seguir; y el libro de Francesc Rogent i Pedrosa y Lluís Domènech i Montaner (1897) titulado “Arquitectura Moderna en Barcelona” recogía todavía la Casa Juliá y la Casa Blajot, casi treinta años después de su construcción, como pioneras y paradigmas construidos de la arquitectura moderna.

También conviene recordar las referencias a Rafael Guastavino en el IV Congreso Internacional de Arquitectos celebrado en Madrid en 1904, tanto a través de su misma comunicación -que fue leída por su amigo y también arquitecto Mariano Belmás-, como por boca de Puig i Cadafalch que dio cuenta de su obra y de su influencia en los arquitectos de su generación. Además, arquitectos como Jeroni Martorell (1910), Jaume Bayó (1910) o Félix Cardellach (1910) reconocieron también en la obra de Guastavino la base de donde partían en sus cálculos e investigaciones y la referencia principal para toda la arquitectura catalana construida de esta guisa.

Múltiples y extraordinarios son los edificios modernistas construidos en el cambio de siglo en Cataluña con el concurso creativo de la técnica de la bóveda tabicada. No se puede atribuir directa y exclusivamente la revitalización de esta técnica durante el Modernismo a Guastavino, pero sí se puede afirmar que, sin su legado en Cataluña y Estados Unidos, la aportación de carácter estructural de la bóveda tabicada al Modernismo habría sido diversa y difícilmente existirían algunos de los edificios más importantes de esta época. En efecto, el Modernismo catalán empleó en mayor o menor medida todas las aplicaciones que puso en práctica Guastavino, comenzando por las más tradicionales de forjados de viguetas (líneas y metálicas) con revoltones (tipo A) y escaleras (tipo B), siempre doblando las bóvedas tabicadas con mortero de cemento natural, en el periodo inicial, y cemento Portland, posteriormente.

A destacar, entre muchos posibles ejemplos, la fábrica Aymerich, Amat i Jover (1908) en Terrassa (figura 8) diseñada por Lluís Muncunill i Parellada, con bóvedas campaniformes en forma de diente de sierra, que es una interpretación directa de la sala abovedada de telares sobre pilares de fundición de la fábrica Batlló (tipo C), diseñada por Guastavino cuarenta años antes; el hospital de Santa Creu i Santa Pau (1902-1930) en Barcelona creado por Lluís Domènech i Montaner, donde se aplican frecuentemente los espacios abovedados sobre pilares (tipo C), los forjados de bóveda

vaída por estancia (tipo D) y las cúpulas (tipo E), todos ellos zunchados con metal; los docks de la Compañía General de Depósitos (1876-1878) diseñados por su maestro Elías Rogent i Amat (1821-1897), que diseñó y construyó copiando de la propuesta a base de bóvedas tabicadas que Guastavino había presentado en 1874 (tipo E) y que Rogent mismo había desechado en calidad de jurado dos años antes (Oliva 2009); las naves industriales con bóvedas únicas atirantadas diseñadas por Lluís Muncunill (Freixa, Llordes 1996: 162-166) como la Sociedad General de Electricidad (1908), la fábrica Guardiola o la fábrica Pere Font (1916) en Terrassa (tipo F); los talleres Can Torras (ca. 1903) de su maestro Joan Torras i Guardiola (1827-1910) que, hasta cumplidos los setenta años, había construido siempre con soluciones integrales de estructura metálica, y que pasa a erigir para sí mismo (Graus, Rosell 2011: 82-89) con esa combinación de manto tabicado sobre estructura metálica tan propia de Rafael Guastavino (tipo G).

Gaudí emplea las soluciones A y B en múltiples obras como es propio de la tradición local, y por ejemplo entre muchos, la solución C en la Sala hipóstila del Park Güell donde evita los tirantes de borde inclinando las columnas periféricas para absorber los empujes; la solución D en la portería de la Finca Güell donde además aplica las propuestas de Guastavino de ventilación de los espacios (Vegas, Mileto 2019: 33-34), una de las obsesiones personales de Gaudí que era seguidor del naturópata Sebastian Kneipp (Bassegoda 1989: 17); y la solución E en el salón principal del Palau Güell. Con la introducción del perfil anticatenárico incluso desde el nivel del terreno en muchas de sus obras, Gaudí transforma los tipos F y G que había ideado Guastavino en soluciones sin necesidad de atirantamiento alguno. De este modo, en las Caballerizas de la Finca Güell arcos formeros con perfil de catenaria arrancan y encuentran pie firme en el terreno entre los cuales se despliegan bóvedas tabicadas gallonadas (figura 9). Lo mismo sucede en las bodegas Codorníu (1902-1915) de Josep Puig i Cadafalch (1867-1956) o en las bodegas cooperativas de Gadesa (1919) o de Sant Cugat (1921) de César Martinell (1888-1973), que despliegan bóvedas tabicadas entre arcos formeros sin necesidad de tirante alguno. Además, el empleo de formas cónicas, conoides y superficies complejas para las bóvedas tabicadas en la obra de Gaudí despliega la creatividad, intrincando y multiplicando las soluciones.

Le Corbusier

El interés de Le Corbusier por las bóvedas precede a su visita a las obras de Gaudí en 1929, pero tiene un carácter fundamentalmente plástico más que constructivo. De hecho, uno de sus primeros proyectos firmando como Le Corbusier, las casas Monol (1919), incluye cubiertas abovedadas. Pero durante su primera visita a Barcelona en 1929, acompañado de José Luis Sert (1902-1983), descubre a través de la obra de Gaudí la economía y la versatilidad constructiva de la bóveda tabicada para crear no solo bóvedas o cúpulas tradicionales, sino cónicas, conoides y superficies complejas y

trabajaría con ella de manera intermitente durante los siguientes 30 años. Por ejemplo, en la Maison Jaoul en Neuilly-sur-Seine (Francia), cuyos primeros croquis comenzaron en la década de 1930 y cuyo proyecto y construcción definitiva solo tuvo lugar entre 1951 y 1956. Es interesante destacar cómo el arquitecto Antonio Bonet Castellana (1913-1989), en su estancia como colaborador en el estudio de arquitectura de Le Corbusier, dibujó ya en 1937 una versión de la cubierta abovedada de la Maison Jaoul (Álvarez et al. 1996: 72-73). Otro ejemplo paralelo en la obra del arquitecto suizo sería el proyecto de las Casas para obreros en Chandigahr (1951-1952) o la casa Sarabhai (1952-1955) en Ahmedabad (India). Todos ellos son bóvedas rebajadas de cañón apoyadas sobre muros o pilares enfilados.

En los casos construidos queda patente el interés predominante por la forma y la textura material del ladrillo e incluso también la ignorancia estructural sobre su funcionamiento (Gulli 1999: 81), puesto que la bóveda tabicada se empleó como encofrado perdido a un relleno posterior de hormigón, revirtiendo en un mayor peso y empuje en los apoyos. Prueba de este desconocimiento es la demostración que realizó el constructor catalán Doménech Escorsa en París a principios de 1953 a instancias de Le Corbusier construyendo una bóveda catalana en su estudio para poder entender así el proceso constructivo de la misma (Gulli 1999: 78).

Le Corbusier emplearía, en el contexto de la India, más referencias directas a las formas gaudinianas que había podido visitar durante su visita a Barcelona de 1929 y que tenía puntualmente dibujadas en sus *carnets* de viaje. Se trata de los hiperboloides, que Gaudí empleaba a menudo y que Le Corbusier emplea para el gran óculo de la asamblea de Chandigahr, anotando el nombre de Gaudí al margen de los primeros bocetos del mismo; o de las superficies conoides de la cubierta de las Escuelas de la Sagrada Familia (1909) (figura 10), que Le Corbusier emplea para crear el intradós de la cubierta del Capitolio de la misma ciudad, siempre anotando al margen de sus dibujos el nombre de Gaudí (Gulli 1999: 83). En este caso, Le Corbusier ignora completamente la técnica de la bóveda tabicada asociada estas superficies regladas propia de la genialidad de Gaudí y se queda únicamente con la forma final que construye con hormigón armado.

José Luis Sert (1902-1983)

El Movimiento Moderno en España y, en particular, en Cataluña a través del grupo GATPAC, estuvo muy atento al legado de la arquitectura y las formas de la arquitectura vernácula local (Chías, Abad 2000), así como a la herencia menos decorativa y más estructural que habían dejado arquitectos de la generación anterior como Gaudí. Tras desarrollar una prometedora carrera profesional en Cataluña, José Luis Sert se vio forzado a emigrar a Estados Unidos, como consecuencia del resultado de la Guerra Civil Española (1936-1939). La idea de la bóveda tabicada que había empleado en

algunas de sus primeros proyectos, como las Casas del Garraf (1935), viajó con Sert hasta los Estados Unidos para incorporarse a muchos de los proyectos que realizó junto a Paul Lester Wiener (1895-1967) en todo el continente americano, pero en este viaje se despojó de su esencia estructural. Así, por ejemplo, diseñaron las Ratio Structures (1943), una patente para casas prefabricadas realizada con cubiertas abovedadas en tablero contrachapado para alojamiento rápido en tiempos de guerra (Rovira 1997). En los diseños urbanísticos y residenciales para las ciudades de Chimbote (1947-1948), Tumaco (1947-1949), Medellín (1948-50) y Bogotá en colaboración con Le Corbusier (1949-1951), en Colombia, y Puerto Ordaz en Venezuela (1950-1953), entre otros ejemplos, se emplean de manera profusa las cáscaras delgadas de hormigón, aunque en alguna ocasión también se recomienda en la memoria de los proyectos el uso de la técnica de la bóveda tabicada (Schnitter 2002).

En todos estos casos, la carestía derivada del conflicto bélico, la necesidad de abaratamiento y la imperiosa urgencia de crear barrios residenciales en un corto espacio de tiempo empujó a la prefabricación de la bóveda con hormigón armado. Se mantendría la esbeltez y la evacuación natural de las aguas sobre cubierta que proporciona la bóveda, pero desaparecería su carácter constructivo artesanal y el alarde estructural que supone la construcción de un tabique curvado autoportante.

Particular interés reúnen los anteproyectos de Sert para las iglesias cuasigemelas de Chimbote (1948) y Tumaco (1949), que describen dos templos con paredes y cubierta ondulantes, muy en la línea de lo diseñado por Gaudí para las Escuelas de la Sagrada Familia, que tanto apreció Le Corbusier en su visita a Barcelona y que el propio Sert había ordenado restaurar tras las destrucciones habidas durante la Guerra Civil Española. Aunque estas iglesias no se llegaron a construir, el dibujo permite adivinar que la estructura prevista para las bóvedas no era cerámica, sino cáscaras de hormigón armado.

Antonio Bonet Castellana (1913-1989)

Antonio Bonet comenzó su andadura profesional como arquitecto en 1935 en el estudio de José Luis Sert y José Torres Clavé en Barcelona. En 1936, se trasladó a París para trabajar en el estudio de Le Corbusier, donde dibujó la cubierta abovedada para Maison Jaoul (Álvarez et al. 1996: 72-73). Antonio Bonet emigró a Argentina en 1938 y desarrolló toda su carrera profesional entre el Cono Sur americano y España, donde la bóveda o la bóveda tabicada aparece con frecuencia como referente (Álvarez 1998). Bonet comienza construyendo bóvedas rebajadas de cañón sobre muros o jácenas de hormigón y experimenta posteriormente con bóvedas cónicas, cúpulas y pirámides (Ródenas 2018). Entre la docena de obras abovedadas que realiza, cabe destacar la Casa Berlingieri de la Urbanización Punta Ballena en Uruguay (1947) y la Casa La Ricarda en el Prat de Llobregat en España (1949-1962), ambas con bóvedas rebajadas

de cañón. La Casa Berlingieri, creada con la colaboración del ingeniero Eladio Dieste como estructurista, es transcendental porque representa los albores de la denominada técnica de la cerámica armada, un avance más dentro de la modernización de la técnica de la bóveda tabicada. En La Ricarda, Bonet construye las bóvedas en cambio con una lámina de hormigón armado que aligera con la inclusión de rasillas cerámica entre los nervios en el intradós.

Bonet no parece conocer bien el proceso de la bóveda tabicada (Dieste 1993) y no le interesa destacar la técnica constructiva puesto que enlucce todas sus bóvedas por el intradós. Le interesaba la bóveda en cuanto forma, no tanto en cuanto técnica. En una entrevista realizada a principios de la década de 1970, Bonet afirmaba: “Otro elemento que he usado mucho para conseguir mis finalidades ha sido los diferentes tipos de bóvedas (...) que uso para crear esos espacios interiores escultóricos y ámbitos de carácter humano... es decir, entiendo que el círculo envuelve mejor al ser humano que el rectángulo (...) Es evidente que el rectángulo no tiene nada que ver con el ser humano (...) Nosotros no tenemos ningún ángulo rectos ni agudo, ¿no?” (Ródenas 2018: 2).

La bóveda tabicada en tiempos de autarquía

La autarquía que caracterizó a España en la época posterior a la Guerra Civil alumbró la interesante obra de varios arquitectos como Luis Moya Blanco (1904-1990), Rafael Aburto Renobales (1913-2014) o Francisco de Asís Cabrero (1912-2005), que representa un paradigma del hacer de la necesidad virtud (Rodríguez, Hernando 2007). Apoyados en la información disponible sobre la obra de Guastavino, en las publicaciones de Buenaventura Bassegoda (1947) y del mismo Luis Moya (1947), y en el oficio que se conservaba no solo en Barcelona sino también en Madrid, gracias a la introducción de la técnica en la capital en el siglo XIX por parte del arquitecto Juan Bautista Lázaro de Diego (1849-1919) (García-Gutiérrez 1999: 48-50), erigen edificios extraordinarios con bóveda tabicada sin recurrir apenas al empleo del hierro o del hormigón, como el Grupo José Antonio de Quintanar de la Orden (1946-1949) de Aburto (Jiménez 2015) la Feria de Campo (1948-1950) de Cabrero (de Coca 2015) o las Casas en el barrio de Usera (1942) y el Museo de América en Madrid (1944), la de Moya (García-Gutiérrez 2001), entre muchas otras obras. Todos estos edificios se caracterizan por el ingenio aplicado en encontrar soluciones alternativas a los forjados y cubiertas de hormigón armado; el empleo casi exclusivo de la bóveda tabicada, eventualmente con nervios de ladrillo; la eliminación o reducción al mínimo necesario del empleo del hierro en forma de eventuales tirantes (De la Mata, Sobejano 1987: 112); la frecuente exposición del aparejo del intradós de las bóvedas sin enlucir. En un principio las obras se basan fundamentalmente en el empleo de bóvedas rebajadas de cañón, aunque pronto deriva hacia formas más complejas sobre todo en el caso de

Moya, con el empleo de bóvedas y cúpulas nervadas hasta llegar a paraboloides hiperbólicos tabicados como en la iglesia de Sta. M^a del Pilar en Madrid (1963-1965).

Una experiencia en circunstancias similares de estrechez económica y falta de recursos fue la llevada a cabo por los arquitectos Ricardo Porro (1925-2014), Roberto Gottardi (1927-2017) y Vittorio Garatti (1927) en las Escuelas de Arte de La Habana (Cuba) (1961-1965) (Loomis 1999). En las Escuelas de Arte se aunó la voluntad de crear un nuevo tipo de arquitectura que reflejara el espíritu de la revolución cubana con la necesidad de construir con soluciones alternativas al hormigón armado (figura 11). La presencia de un maestro de obras llamado Gumersindo Vigil, hijo a su vez de un albañil catalán que había trabajado con Gaudí, fue fundamental para el empleo de la bóveda tabicada en estas cinco escuelas (Paradiso 2016). La tipología varía desde las bóvedas de cañón, rebajadas, vaídas, o anulares a los conoides, las cúpulas y los domos. Algunas de estas estructuras, como la Escuela de Danza de Garatti son el resultado de un mestizaje entre bóveda tabicada y lámina de hormigón, a modo de fábrica armada.

Otra figura destacada en el ámbito español de posguerra que ensayó de manera temprana el armado de la bóveda tabicada fue el ingeniero Eduardo Torroja Miret (1899-1961), admiraba la versatilidad de la técnica (Torroja 1957): “(...) ese eficaz invento constructivo que es la bóveda tabicada; porque, con rasillas y yeso o cemento rápido, un albañil avezado es capaz de hacer, en pocas horas, las más variadas formas resistentes, sin otro herramental que gaveta y paleta”. Torroja empleó la bóveda tabicada armada con redondos entre las juntas en sus estructuras, en la cimentación del puente de Sancti Petri (1925), en la capilla de Sancti Spirit (1953) o en la iglesia Pont de Suert (1955), entre otras, porque le permitía crear las formas de compleja geometría de modo más económico que con un encofrado (Torroja 2002: 84-90). Pero quien desarrollaría la técnica de la bóveda tabicada armada hasta límites inéditos sería el ingeniero Eladio Dieste.

Eladio Dieste (1917-2000)

El ingeniero Eladio Dieste comenzó su andadura con la técnica de la bóveda tabicada armada en su colaboración con Bonet en la Casa Berlingieri. Los testimonios posteriores de Eladio Dieste (Arana et al. 1980: 96; González-Arno, Nudelman 1999: 43) y, si no el desconocimiento, sí la indiferencia hacia la estructura construida de Antonio Bonet (Álvarez, Roig 1996: 72-73), permiten afirmar que la paternidad de la cerámica armada en el Cono Sur americano pertenece a Eladio Dieste. A partir de esta primera experiencia de insertar armadura en las juntas de los ladrillos, con el bagaje de haber construido cáscaras de hormigón armado con moldes deslizantes en la empresa Christiane & Nielsen (Vegas 1997: 121) y aplicando el sistema de anclaje y gato para pretensar las armaduras del ingeniero Eugène Freyssinet (Fernández 1987: 48), Dieste realizó una aportación trascendental a la técnica de la bóveda tabicada (figura 12).

Dieste creó todo un abanico y lenguaje personal de soluciones arquitectónicas antes inimaginables, gracias no tanto al armado de la bóveda cerámica (Jiménez 1996), del cual existían ya algunos precedentes nombrados incluso en la obra de Guastavino, sino sobre todo al pretensado de estas armaduras. Entre estas soluciones, caben destacar las bóvedas *gausas*, las bóvedas ondulantes, las bóvedas en simple o doble voladizo, los muros sinuosos, las torres caladas, etc. La esbeltez de estas bóvedas de cerámica armada es tal en todos los casos, que su perfil debe ser estrictamente anticatenárico. Eladio Dieste trabajó fundamentalmente en Uruguay, pero cabe reseñar que, al final de su vida, pudo erigir varias obras en el corredor del Henares, en España, cerrando un interesante círculo del trayecto de las bóvedas tabicadas (Clemente, De la Hoz s.f.).

Coda

Tras todos estos precedentes de actualización y modernización de la técnica de la bóveda tabicada, desde la introducción por parte de Guastavino del mortero de cemento y su asociación con el hierro, pasando por su influencia posterior y asimilación dispar en el Movimiento Moderno hasta el pretensado de la cerámica armada de Eladio Dieste, el siglo XXI ha visto un resurgimiento de la técnica en la arquitectura contemporánea. Su carácter versátil, rápido y económico, el ahorro en recursos y energía de producción y el empleo de BTCs (Bloques de Tierra Comprimidos) en lugar de rasillas cerámicas, ha convertido a esta técnica en una alternativa factible y sostenible para muchos proyectos de bioconstrucción o de cooperación en países en vías de desarrollo, con ejemplos construidos en muchos países., incluso galardonados internacionalmente, y participación en certámenes de prestigio como en la Bienal de Venecia de 2015. Todos estos indicios apuntan a que la vida de esta técnica de la bóveda tabicada todavía posee un largo futuro por delante.

PIES DE FOTOS

1. Escalera de caracol en la catedral de St. John the Divine, Nueva York (ca. 1900) de R. Guastavino (Foto: Vegas & Mileto)
2. Bóvedas del vestíbulo de la Biblioteca de Boston (1889-1890) de R. Guastavino (Foto: Vegas & Mileto)
3. Fireproof House for Workmen (1889) de R. Guastavino (*American Architect and Building News* n. 739, Feb. 22 1890)
4. Cúpula de la capilla de St. Paul (1904-1907), Columbia University, Nueva York, de R. Guastavino (Foto: Vegas & Mileto)
5. Bóvedas atirantadas de los Almacenes Grau, Barcelona (1877-1880) de R. Guastavino (Autor desconocido. Cortesía: Peter Austin. Propiedad: Vegas & Mileto)
6. Combinación de cerchas metálicas y bóvedas tabicadas en la fábrica Asland (1901-1904) (Foto: Vegas & Mileto)
7. Bóvedas del puente de Queensboro (1901-1909), Nueva York, de R. Guastavino (Foto: Vegas & Mileto)
8. Fábrica Aymerich, Amat i Jover en Terrassa, Barcelona (1908) de Lluís Muncunill (Foto: Vegas)
9. Caballerizas de la Finca Güell (1884-1887) de A. Gaudí (Foto: Vegas & Mileto)
10. Escuela de la Sagrada Familia de Barcelona (1909) de A. Gaudí (Foto: Vegas)
11. Escuela de Artes Plásticas de La Habana (1961-1965) de R. Porro (Foto: Vegas & Mileto)
12. Iglesia de San Juan de Ávila (1996-2000) en Alcalá de Henares, Madrid, de Eladio Dieste (Foto: Vegas)

BIBLIOGRAFÍA

- AAVV, 2009, *Luis Moya Blanco. Arquitecto 1904-1990*, Madrid
- ÁLVAREZ, F.; ROIG, J.; PICH-AGUILERA, F., 1996, *Antonio Bonet: La Ricarda*, Barcelona
- ÁLVAREZ, F., 1998, "Edificios de bóveda de Antonio Bonet", en AAVV., *Las grandes bóvedas hispanas*, Madrid, pp. 9-12
- ÁLVAREZ, F.J., 1874, *Álbum fotográfico de los monumentos y edificios más notables que existen en Barcelona*, Barcelona
- ARANA, M., DIESTE, E., CUBRIA, N., 1980, "Eladio Dieste", *Summarios*, 45
- BASSEGODA i MUSTÉ, B., [1947] 1997, *La bóveda catalana*, Zaragoza
- BASSEGODA NONELL, J., 1989, *El gran Gaudí*, Barcelona
- BAYÓ, J., 1910, "La bóveda tabicada". *Anuario de la Asociación de Arquitectos de Cataluña*, pp. 157-184
- CARDELLACH, F., 1910, *Filosofía de las estructuras*, Barcelona
- CHÍAS, P., ABAD, T., 2000, "La tradición de las bóvedas tabicadas", en AAVV, 2000, *Historia de las técnicas constructivas en España*, Madrid, pp. 335-354
- CLEMENTE, C., DE LA HOZ, J., s.f. La obra de Dieste en corredor del Henares. *WAM*, 7, Consulta 23-03-20: <http://www.arranz.net/web.arch-mag.com/7/emer/emer1t.html>
- DE COCA, J., 2015, "Al límite de la tradición. La arquitectura moderna en las bóvedas tabicadas de la Feria del Campo, Madrid 1950", *9º Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Segovia, 13 al 17 octubre 2015), Madrid, Vol. 2, pp. 461-470
- DE LA MATA, S., SOBEJANO, E., 1987, "Entrevista Francisco de Asís Cabrero", *Arquitectura*, 267, pp. 110-115
- DIESTE, Eladio. 11-01-1993. *Carta a Fernando Vegas*, inédito, Montevideo, Archivo F.Vegas
- FELIU, A., VILANOVA, A., 2011, *La Barcelona de ferro. A propòsit de Joan Torras Guardiola*, Barcelona
- FERNÁNDEZ, J.A., 1987, E. Freyssinet e il cemento armato, *Casabella* 541, pp. 25-36
- FORTEA LUNA, M., 2008, *Origen de la bóveda tabicada*, Zafra
- FREIXA, M., LLORDÉS, T. 1996. *Lluís Muncunill (1868-1931): arquitecte*. Barcelona: Luwerg
- GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO, J., 1999, "En paralelo a Guastavino, las bóvedas tabicadas en Madrid" en HUERTA 1999, pp. 47-58
- GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO, J. 2001, "La figura de Luis Moya Blanco en el panorama de la arquitectura española del siglo XX". En CABAÑAS BRAVO, M., 2001: *El arte español del siglo XX: su perspectiva al final del milenio*. Madrid: CSIC / Instituto de Historia, pp. 33-42
- GONZÁLEZ-ARNAO, A., NUDELMAN, J., 2001, "Techar una montaña 165x45x22", en AAVV: *Dieste. DPA 15. Documents de Projectes d'Arquitectura*, Barcelona, pp. 38-43
- GRAUS, R., ROSELL, J., 2011, "El paper de Joan Torras Guardiola en l'arquitectura catalana del seu temps" en FELIU, VILANOVA, 2011, pp. 35-90

- GUASTAVINO MORENO, R., 1890, "Cohesive Construction", *The American Architect and Building News*, XXVII, 789
- GUASTAVINO MORENO, R., [1892] 2006, *Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura* (S. Huerta ed.), Madrid
- GUASTAVINO IV, R., 2006, *An Architect and his Son*, Maryland
- GULLI, R. 1999. "La huella de la construcción tabicada en la arquitectura de Le Corbusier" en HUERTA 1999, pp. 73-86
- HUERTA, S. (ed.), 1999, *Las bóvedas de Guastavino en América*, Madrid
- JIMÉNEZ, A. (ed.), 1996, *Eladio Dieste 1943-1996*, Sevilla
- JIMÉNEZ JIMÉNEZ, J.F., 2015, "Rafael Aburto y el Grupo José Antonio de Quintanar de la Orden" en HUERTA S. (ed.), *9º Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Segovia, 13 al 17 octubre 2015), Vol. 2, pp. 863-873
- LOOMIS, J.A., 1999, *Revolution of forms. Cuba's forgotten art schools*, New York
- LOREN, M., 2009, *Texturas y pliegues de una nación*. Valencia
- MARTORELL, J., 1910, "Estructuras de ladrillo y hierro atirantado en la arquitectura catalana moderna", *Anuario de la Asociación de Arquitectos de Cataluña*, pp. 119-146
- MOYA BLANCO, L., 1947, *Bóvedas tabicadas*, Madrid
- NACENTE, F., 1888, *El Constructor Moderno*, Barcelona
- OLIVA, B. 2009, "L'etapa catalana de Rafael Guastavino (1859-1881)", *XI Congrès d'Història de la Ciutat*, (Barcelona, 1 al 3 diciembre 2009), Barcelona
- PARADISO, M., 2016, *Las Escuelas Nacionales de Arte de La Habana. Pasado, Presente y Futuro*, Firenze
- RÓDENAS GARCÍA, J.F. 2018. "Evolución tipológica de cubiertas ventiladas a la catalana en la obra de Antonio Bonet", *Informes de la Construcción*, 70
- RODRÍGUEZ GARCÍA, A., HERNANDO DE LA CUERDA, R., 2007, "La bóveda tabicada y el movimiento moderno español" en ARENILLAS, M., SEGURA, C., BUENO, F., HUERTA, S. 2007. *5º Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, (Burgos, 7 al 9 de junio 2007), pp. 763-773
- ROGENT, F., DOMÉNECH, L., 1897, *Arquitectura moderna de Barcelona*, Barcelona
- ROSELL, J., 1995, "Rafael Guastavino i Moreno: enginy en l'arquitectura del segle XIX" en AAVV. *Ciència i Tècnica als Països Catalans: una aproximació biogràfica*, Barcelona
- ROVIRA, J.M., 1997, "Sun and Shade" in COSTA, X., HARTRAY, G. (eds), 1997, *Sert. Arquitecto en Nueva York*, Barcelona
- SCHNITTER, P., 2002, *José Luis Sert y Colombia*, Tesis doctoral inédita, Barcelona
- TORROJA, J.A., 2002, "El genio y el ingenio en la obra de Eduardo Torroja", en JORDÁ, C. (ed.), 2002, *Eduardo Torroja, la vigencia de un legado*. Valencia, pp. 77-94
- TORROJA, E., 1957, *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid
- VEGAS, F., 1998, "Las bóvedas de cerámica armada de Dieste", en AAVV., *Las grandes bóvedas hispanas*, Madrid, pp. 121-132
- VEGAS, F., MILETO, C., 2019, *Modificació del Projecte Executiu de la Rehabilitació del Pavelló del Porter dels Pavellons Güell*. Memoria, inédito

- WAITE, D., 1999, "United States Patentes Held by the Rafael Guastavinos, Father and Son", *APT Bulletin*, XXX, 4, pp. 59-156
- WIGHT, P., 1901, "The Works of Rafael Guastavino I. *The Brickbuilder* 10, pp. 79-81
- ZARAGOZÁ, A., 2011, "Hacia una historia de las bóvedas tabicadas" en ZARAGOZÁ, A., SOLER, R., MARÍN, R. (eds.), 2011, *Construyendo bóvedas tabicadas*, pp. 11-45