

La bóveda tabicada en los tratados españoles de los siglos XVI al XIX

Esther Redondo Martínez

La construcción de bóvedas tabicadas en España está documentada desde el siglo XIV, principalmente en el Levante. De esa primera época, se conservan algunos ejemplos contruidos y documentos breves.¹

Por otra parte, desde el s. XVI y en relación con la nueva mentalidad renacentista, comienzan a publicarse en España tratados de arquitectura. Las bóvedas tabicadas están recogidas en muchos de ellos, comenzando en *Arte y Uso de Arquitectura* (San Nicolás 1639). Durante los siglos XVIII y XIX, la bóveda tabicada aparece en otros tratados, libros y documentos. Algunos de ellos los escriben autores prácticos, que son también constructores de bóvedas, y describen cuidadosamente los procesos constructivos. Otros son más teóricos, y algunos recogen las ideas francesas sobre la construcción tabicada, un país con menor tradición que España en este campo. Es interesante esta comparación de puntos de vista, sobre todo en lo referido al comportamiento estructural.

Un aspecto importante en la construcción tabicada es el mortero utilizado, su resistencia y rapidez de fraguado, para reducir los medios auxiliares. En los documentos estudiados se puede seguir el desarrollo de los aglomerantes en España durante esos siglos, desde la cal aérea y el yeso hasta los cementos.

ARTE Y USO DE ARQUITECTURA, DE FRAY LORENZO DE SAN NICOLÁS

El primer tratado español en el que se documentan las bóvedas tabicadas es *Arte y Uso de Arquitectura*.

Primera parte (San Nicolás 1639). Fray Lorenzo de San Nicolás fue fraile agustino, arquitecto y maestro de obras de su orden. El punto de vista con el que escribe su tratado es, pues, el de un constructor de bóvedas: «Todo lo cual experimenté con mis manos antes de escribirlo, siendo este mi ejercicio, como en otras ocasiones he dicho» (folio 91). Son textos prácticos, con muchas indicaciones sobre los procesos constructivos a seguir y las medidas que deben adoptar las distintas partes de los edificios.

Menciona las bóvedas tabicadas en numerosos capítulos, con el mismo nivel de uso que las de rosca de ladrillo y las de cantería, «de tres materias se hacen bóvedas, que es yeso tabicado, de rosca de ladrillo y de cantería» (folio 91). Es interesante destacar la unión que hace Fray Lorenzo entre las bóvedas tabicadas y el yeso, único aglomerante de rápido fraguado que se utilizaba en el s. XVII, e imprescindible para la construcción tabicada. Tal es así, que las llama de «yeso tabicado»

Los dos aspectos que trata Fray Lorenzo son:

- Las medidas necesarias para los muros o estribos de las bóvedas tabicadas, en el capítulo XXIII, *Trata de la fortificación del Templo*.
- Los procesos de ejecución de los distintas tipologías geométricas de bóvedas (en los capítulos LI a LVII).

Sobre las medidas de los estribos

Respecto al primer aspecto, ya estudiado en Huerta (2001) y (2004), Fray Lorenzo ofrece unas reglas geométricas sencillas, función de la luz y del material de que se forma la bóveda. Si el muro no tiene contrafuertes, Fray Lorenzo recomienda un espesor de $L/5$ para los muros que resisten una bóveda tabicada (frente a $L/4$ para sostener una bóveda de rosca de ladrillo y $L/3$ para una de piedra)

Cuando la bóveda hubiere ser tabicada de ladrillo, basta que lleven las paredes de grueso la octava parte de su ancho... y los estribos que cumplan con el grueso hasta la cuarta parte de su ancho. Si en el templo cuyas bóvedas han de ser tabicadas no pudiere haber estribos, tendrán de grueso las paredes la quinta parte de su ancho... y aun hay lugar en esta parte de adelgazar más (folio 30v)

Y cuando un muro no tiene que resistir empujes:

Porque estas quatro paredes... sin que bóveda alguna cargue en ellas, sino sólo las armaduras... tendrá de grueso la séptima parte de su ancho; y siendo de ladrillo las paredes, tendrán de grueso la octava parte de su ancho (folio 31v)

Las proporciones que ofrece Fray Lorenzo no son función de la altura del muro, pero sí era consciente de esta dependencia: indica que son válidas para las proporciones altura-ancho de nave habituales en templos.

Sobre los procesos de ejecución

Fray Lorenzo describe con mucho detalle los procesos de ejecución, que conoce perfectamente. Los textos en los que relata como construir bóvedas de cañón, de media naranja, vaídas, esquivadas o de arista son muy extensos e interesantes.

Los aspectos más destacados, que se repiten en casi todas las descripciones, son los siguientes:

- La necesidad de macizar los riñones hasta $1/3$ y construir lo que llama «lengüetas» (costillas de ladrillo por el extradós) hasta $2/3$ de la altura. Fray Lorenzo es consciente de la función estructural de estos elementos y así lo observa:

y macizando la embocaduras hasta el primer tercio, y esto ha de ser en todas las bóvedas, echando sus lengüetas a trechos, que levanten el otro tercio, para que así reciban todo el empuje o peso de la bóveda (folio 91v)

echarás lengüetas, que sirven de estribos y estas han de coger la tirantez de la diagonal, para que resistan a su empuje y queden con seguridad y firmeza (folio 96v)

- El uso de cimbras. A este respecto, Fray Lorenzo apunta que no son necesarias en la construcción de la media naranja, que se puede cerrar con ayuda de un cordel atado en su centro.

Siendo tabicada no necesita de cimbra ninguna y así, en el centro del anillo, a nivel del asiento de la media naranja, fija un reglón con un muelle que ande alrededor y el reglón así fijo ha de servir de punto o cintrel para labrar la media naranja (folio 93v)

Para otros tipos de bóvedas, Fray Lorenzo recomienda el uso de cimbras ligeras que ayuden a controlar la forma de la bóveda

Puédese tabicar sin cimbras esta bóveda, más por mejor tengo que asientes cuatro cerchones en diagonal, dando la vuelta de medio punto por el mismo diagonal, para que así obres con más seguridad (folio 96)

También hace Fray Lorenzo una única referencia a un tema en el que insistirán muchos autores posteriores: la conveniencia de que la primera hilada de ladrillo apoye en una roza abierta en el muro «Es de advertir que en los arcos torales, así como vayas tabicando, harás una roza, para que estribando en ella quede la bóveda con suficiente asiento» (folio 96v)

Por último, recoge el uso de estas bóvedas como cimbra para otras «y encima la tabicases de ladrillo, para que quedase por cimbra lo tabicado y encima sentases tu rosca de ladrillo» (folio 96v)

TRATADOS DEL SIGLO XVIII

A continuación se estudian otros tratados publicados en España a lo largo del siglo XVIII en los que se citan las bóvedas tabicadas. En ninguno de ellos se hace de manera tan extensa como en el de Fray Lorenzo, y en muchos se reproducen sus textos.

Tosca: Tratado de la monea y cortes de cantería

Tomás Vicente Tosca, matemático y arquitecto valenciano, escribió un importante tratado de matemáticas: *Compendio Mathematico*, en 9 volúmenes. El

nº5, sobre arquitectura civil y cantería (Tosca, 1727) es el que estudiamos a continuación.

Tosca no le dedica mucho espacio a las bóvedas tabicadas. Las trata como un orden menor, lo cual no deja de ser curioso para un arquitecto que trabajó en la Valencia del siglo XVIII, dónde eran frecuentísimas

Puedese fabricar el Arco de Albañilería o de piedra siendo de Albañilería o es tabicado, que solo sirve para falseado y apariencia o de ladrillo de rosca; si es tabicado se iran juntando, y viniendo los ladrillos por sus lados siguiendo la cimbra o cerchon y no ha menester mas habilidad (p. 96)

Sobre el tamaño de los estribos necesarios, Tosca es menos explicito que Fray Lorenzo en general, y en concreto sobre las tabicadas, sólo indica que «requiere mas estribos el arco o bóveda de piedra que la de ladrillo de rosca y esta mas que la de tabicado» (p. 117)

Briguz y Bru: Escuela de Arquitectura Civil

Atanasio Briguz y Bru fue arquitecto, según figura en la portada de su tratado, publicado en Valencia en 1738.

La única referencia a las bóvedas tabicadas que encontramos en él es una reproducción (sin citar la fuente) de las reglas de Fray Lorenzo sobre estribos

Si las bóvedas fueren tabicadas, y con estribos, se dará estos algo menos de la quarta parte, y a las paredes la octava parte de la anchura de la nave. Si la bóveda no llevar estribos, se dará a las paredes la quinta parte (p. 98)

García Berruguilla: Verdadera practica de la Geometría

Juan García Berruguilla (arquitecto, cartógrafo y matemático natural de Granada), escribió en 1747 un libro de geometría para arquitectos, dividido en seis tomos.

La única referencia a las bóvedas tabicadas es, como en el tratado anterior, una repetición (e igualmente sin cita) de las reglas de Fray Lorenzo.

Cuando la bóveda hubiere de ser tabicada y doblada de ladrillo, se le dará a la pared la octava parte de su ancho y los estribos tendrán la quarta parte de su ancho. Si no se pudiere echar estribos, se dará a la pared la quinta parte de su ancho (p. 131).

Plo y Camín: el Arquitecto Práctico, Civil, Militar y Agrimensor

Antonio Plo y Camin, arquitecto y tratadista de arquitectura, escribió *El Arquitecto Práctico, Civil, Militar, y Agrimensor*, dividido en tres libros y publicado en 1767

Nuevamente volvemos a encontrar una sólo referencia a las bóvedas tabicadas repitiendo las reglas de Fray Lorenzo, aunque, por fin, Plo y Camín sí le cita

En bobedas, que han de ser tabicadas de ladrillo dicen que se les de a los estribos la quarta parte de su diámetro, y a las paredes la octava (véase Fray Laurencio de San Nicolás en su primera parte de Arte y Uso de Arquitectura, cap 20, fol 52 y 53) (p. 455-456)

LA BÓVEDA TABICADA EN FRANCIA

Aunque el tema principal de esta comunicación son los tratados españoles, nos desviamos en este apartado a Francia por la influencia posterior que lo que se explica tendrá en los tratados españoles de finales del siglo XVIII y del siglo XIX:

La tradición tabicada del Rosellón y el conde d'Espié

En el Rosellón francés, zona históricamente ligada a Cataluña, se construían bóvedas tabicadas desde mucho tiempo atrás. El conde d'Espié, un noble aficionado a la arquitectura, visitó el Rosellón y se interesó por ellas, construyó algunas en Toulouse y escribió un libro al respecto (Espie 1754), en el que se destacaban además las propiedades incombustibles de las bóvedas de ladrillo frente a la construcción en madera habitual en Francia (Huerta 2001). A través del libro publicado por Espie las bóvedas tabicadas llamaron la atención de Blondel

El Cours de Architecture de Blondel

El tratado de Blondel y Patté fue un manual muy conocido y utilizado por los arquitectos de la época. Dedicó un capítulo entero, el nº 2 de su volumen 6 a las bóvedas tabicadas. Las describe como un método poco conocido en Francia (salvo en el Rosellón). El capítulo tiene una breve introducción y está estructurado en 6 artículos, describiendo diversos ejemplos

de construcción tabicada en Francia, entre ellas las construidas por Espie en Toulouse. El último artículo *Reflexiones sobre las bóvedas tabicadas, y la manera de construirlas con éxito* es un resumen del resto, finalizando con diez recomendaciones sobre la correcta ejecución de las mismas.

Sobre el empuje que producen estas bóvedas, aparecen numerosas contradicciones en el texto. Así, aunque afirma que «imitan a los forjados ordinarios sin exigir muros más gruesos» (p. 84), detalla luego como colocar tirantes sobre las bóvedas para atar los

muros «se coloca sobre la mitad de su extradós un tirante de hierro plano, para contener la apertura de sus muros de fachada» (p. 91) y describe con detalle los refuerzos metálicos que deben colocarse rodeando los huecos que se abren en los muros para las chimeneas. Para Blondel, la clave para que las bóvedas no empujen no está en su esmerada ejecución (como sí opina Espie) sino en prevenir el efecto de la hinchazón del yeso sobre los muros laterales, «en vano pretende Espie que estas bóvedas no empujan, siempre lo harán por un tiempo, sino de la parte de los ladrillos, de la parte del yeso» (p. 119). Blondel recomienda dejar una separación entre muro y bóveda en los arranques, que sólo se rellenaría después de haber fraguado el yeso con su consecuente aumento de volumen «de esta manera la bóveda PQ funcionaría exactamente igual que una tapa de puchero, y el empuje contra los muros T no sería mayor que el de un forjado ordinario» (p. 119). Continúa con el símil de la «tapa de puchero» que veremos se repite como una cantinela en casi todos los textos posteriores.

Sobre los procesos de ejecución de las bóvedas, el *Cours...* de Blondel es exhaustivo, con descripciones muy detalladas, pensadas para albañiles no familiarizados con este tipo de construcción.

El capítulo del *Cours...* de Blondel fue integrado, aunque con menos detalle, en el famoso *L'Art de Bâtir* de Rondelet (1802), popularizando aún más los conceptos que en él se tratan.

LA INFLUENCIA FRANCESA EN LOS TRATADOS ESPAÑOLES

Durante los siglos XVIII y XIX, la cultura francesa fue muy influyente en Europa. En la misma medida, la arquitectura y los tratados que sobre ella se escribieron. El texto sobre bóvedas tabicadas que escribe Blondel y reproduce Rondelet (recogido en parte de un libro escrito por un aficionado y, en cualquier caso, de un país con escasa tradición en construcción tabicada), se convierte en la referencia que citan numerosos tratados españoles de los años siguientes

La traducción del Tratado del conde d'Espie: Sotomayor, 1776

Joaquín de Sotomayor traduce al castellano (con algunos añadidos propios) el libro del conde d'Espie

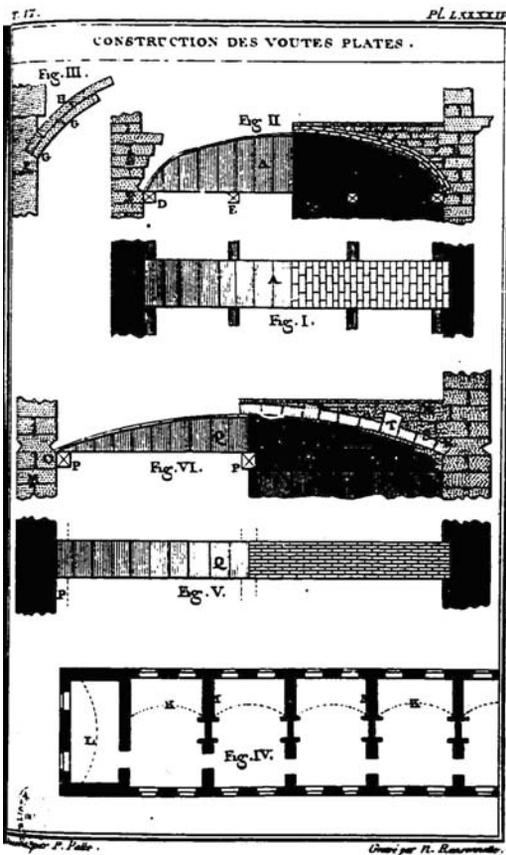


Figura 1
Lámina LXXXIV de Blondel, 1771. Describe las bóvedas tabicadas tradicionales del Rosellón (figuras I, II, III) y las construidas en el Ministerio de la Guerra (figuras IV, V, VI). Estas figuras se reprodujeron casi idénticas en Rondelet (1802) y Bails (1796)

(1754). Al igual que éste, no era arquitecto ni constructor, sino una persona interesada en la arquitectura, como el mismo indica en la introducción. El libro, pues, no añade nada sobre lo escrito por Espie y recogido por Blondel (1771) y Rondelet (1802). Recoge los procesos constructivos y las recomendaciones para la buena ejecución (en el capítulo I: De las bóvedas llanas y del modo de construirlas), así como el hecho de su falta de empujes si se ejecutan correctamente (en el capítulo II: Comparación de las bóvedas llanas con las bóvedas ordinarias)

Lo que ni en dichos casos ni en otro alguno se han visto es que las bóvedas llanas hayan derribado ni maltratado las paredes, que es lo que basta para probar que no tienen empuje, como las demás.

[Para mejor inteligencia, quiero poner un símil. Figúrese una bóveda de hierro, bronce u otro cualquiera metal vaciada y hecha de una pieza, como una campana; y digan... si semejante bóveda tendría empuje alguno ni necesitaría, para mantenerse, unas paredes más fuertes que las que ha menester un piso regular de madera que la iguale en peso] (pp. 60-61. El texto entre corchetes no es traducción de Espie, sino añadido por Sotomayor)

Pero lo más interesante de este libro es la «censura previa» que, a modo de prólogo, escribe Ventura Rodríguez, arquitecto y constructor experimentado, que no está en absoluto de acuerdo con la falta de empujes de las bóvedas tabicadas que proclaman los textos franceses y traduce Sotomayor, y advierte de las consecuencias nefastas que puede tener seguir las ideas que se apuntan en el libro

Ortiz y Sanz, 1787

Este tratado es una traducción al castellano de *Los Diez Libros de Arquitectura* de Vitrubio. Con numerosas notas a pie de página (añadido del traductor) fue de amplio uso durante los siglos XVIII y XIX en España (Paredes Guillen lo cita en su manuscrito como uno de los ejemplares más apreciados de su biblioteca). Encontramos una única referencia a las bóvedas tabicadas en una de estas notas a pie de página, dentro de un capítulo referido a los jaharrados de yeso.

El Conde d'Espie en su libro... parece se hace inventor de los tendidos en texados y cubiertos sin armaduras de

madera, y solo con ladrillo y yeso... Aunque para Francia pareciesen nuevas estas bóvedas y cubiertos, no lo eran para España. En el Reyno de Valencia son antiquísimas, y se hallan en varias Iglesias de 300 años de antigüedad... Esto es ignorar lo que se tiene dentro de casa, y gobernarse por la jactancia de algunos escritores franceses que nos quieren vender por inventos propios cosas antiquísimas que acaso vieron en nuestros países (Vitruvio Polión 1787, p.173)

Benito Bails: De la Arquitectura Civil

Bails fue principalmente un matemático. Escribió unos extensos *Elementos de Matemáticas* (diez volúmenes, publicados entre 1779 y 1787). Dentro de ellos, la parte I del Volumen IX se dedica a la *Arquitectura Civil*. Dada su formación² y sus fuentes, es un texto muy influenciado por los tratados franceses de arquitectura e ingeniería (Huerta 2004).

Benito Bails dedica un apartado extenso a las bóvedas tabicadas. Reproduce en él opiniones y figuras de otros autores, incurriendo en contradicciones por ello. Al inicio del capítulo, después de afirmar que es un tipo muy habitual en España «Esta casta de fábrica es muy antigua en España... Hay pruebas evidentes en Fr. Lorenzo de que no hay bóveda ninguna, sea de la especie que fuese, que no labrasen de tabique nuestros maestros» (p.568) reproduce íntegramente (entrecorchetados) los textos de Fray Lorenzo sobre como ejecutar distintos tipos de bóvedas, pero no lo relativo a las proporciones que deben tener paredes y estribos para sostenerlas.

A continuación se extraña de que en el momento en que él escribe no sea ya tan frecuente este tipo de construcción «En vista de autoridad de tanto peso en estas materias he estrañado mucho la oposición que en algunos facultativos he notado hacia estas bóvedas» (p. 571) y sin más empieza a reproducir los mismos ejemplos que Blondel en su tratado, esta vez sin citar la fuente. Las figuras 358 a 368 son también reproducidas del *Cours...* de Blondel. Termina el apartado con unas *Consideraciones acerca de las bóvedas tabicadas*, que reproducen de nuevo las ideas de Blondel, concretamente su Artículo VI. Encontramos de nuevo el símil de la «cobertera de puchero», las recomendaciones para prevenir la hinchazón del yeso y el «decálogo de la buena construcción tabicada» con que finaliza también Blondel.

EL SIGLO XIX

En este siglo ya son muy numerosas las publicaciones sobre arquitectura y construcción. Relativo a las bóvedas tabicadas, el texto más interesante es el del valenciano Fornés y Gurrea, aunque encontramos breves referencias en otros libros.

También podemos observar como se desarrollan nuevos aglomerantes (cales hidráulicas, cementos rápidos o «romanos», cementos lentos o «de Portland») que clasifica por primera vez Vicat en 1824 y se citan y utilizan cada vez con más frecuencia a lo largo del siglo XIX.

Fornés y Gurrea, 1841 y 1846

Manuel Fornés Gurrea, arquitecto valenciano y académico de la Real Academia de San Carlos, publicó dos libros de arquitectura (Fornés y Gurrea 1841, 1846).

Aquí nos ocuparemos principalmente de la primera. Se divide en tres «Tratados». El primero es el más interesante sobre este tema, describiendo la forma de construir arcos, bóvedas y cúpulas. Al igual que Fray Lorenzo, Fornés y Gurrea dice ser un constructor experimentado «como se puede ver en muchos que tengo construidos» (1841, p.27).

No hay un apartado específico sobre bóvedas tabicadas, ya que trata de ellas a lo largo de todo el texto como la opción «por defecto», dejando ver la frecuencia con que este sistema se usaba en la zona del levante español, donde, debido a la falta de madera, la construcción con ladrillo era muy usual.³ Al contrario, lo que hay es un capítulo específico *De las bóvedas de rosca*.

Al igual que en Fray Lorenzo (1639) para Fornés y Gurrea todos los tipos de bóvedas pueden ser tabicadas (las escaleras, las bóvedas de los claustros, las bóvedas de cañón, las cúpulas, etc.).

Hay una descripción detallada de cómo construir bóvedas para escalera «Las bóvedas tabicadas sencillas o dobles, que continuamente se construyen en las escaleras de edificios particulares» (1841, p.19). Explica dos procedimientos posibles: por arista (parte derecha de la figura 2) y por igual (parte izquierda de la figura 2). Las primeras dejan una arista marcada en el encuentro y son por ello menos sólidas según el autor. Las segundas «se llaman de mezcla por igual,

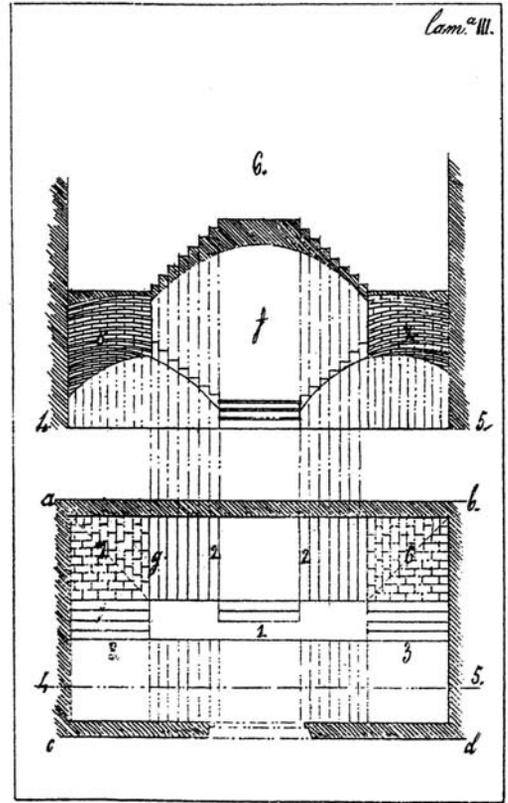


Figura 2
Diferentes maneras de ejecutar una bóveda tabicada de escalera de varios tramos. Lámina III de Fornés y Gurrea (1841)

porque en la curva de la superficie del cuadrado no se hallan encuentros, sino una misma combinación de entrambas» (1841, p.22).

También son interesantes los procedimientos prácticos que describe para trazar «in situ» la monte de la bóveda de escalera (ver figura 3).

Tírese la diagonal a.b. de un extremo á otro, donde se ha de apoyar la bóveda. Se tomará un cordel flexible ó cadenilla de hierro, ó cosa que tenga peso: se fijará en los dos extremos a.b., dejándola colgar hasta el punto que se le quiera dar de monte, y el mismo cordel ó cadenilla demarcará la perfecta curva que se ha de dar á la bóveda; la que se transmitirá á la tabla que ha de servir de cimbra (1841, p. 21).

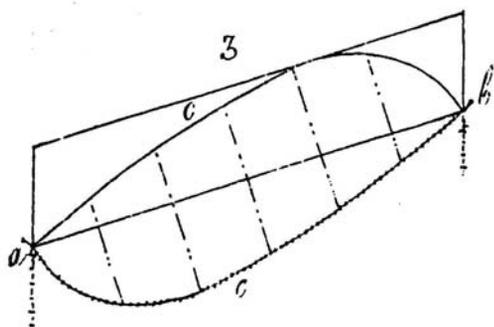


Figura 3
Manera de trazar la montea correcta de una bóveda de escalera, con ayuda de una cadena funicular. Figura 3, Lámina I de Fornés y Gurrea (1841)

Continúa Fornés explicando como construir otros tipos de bóvedas. En todos los casos las describe de ladrillo, y con mucha frecuencia tabicadas, reservando las de rosca para los sitios más comprometidos (arcos torales, pechinas) y aún en estos casos nombra a las tabicadas como encofrado perdido bajo ellas ahorrando así madera en cimbras.

Por lo mismo manifestaré cómo debe procederse en semejantes casos, para que sin riesgo alguno, y supuesta la falta de madera, se puedan construir los arcos... De modo que el tabique sirve para sostener el medio ladrillo, y este su totalidad sin riesgo alguno, y sin necesidad de grandes y costosas cimbras» (1841, p. 29).

Sobre las cúpulas, especifica que pueden construirse sin cimbra, cerrando hiladas con ayuda de un cordel. Los procedimientos son muy similares a los explicados por Fray Lorenzo. Recomienda construir las cúpulas de dos hojas, con diferente montea:

Pero la experiencia ha hecho ver la necesidad de duplicar las bóvedas en las cúpulas, un exterior de ladrillo doble, sobre la cual asientan las tejas, y otra interior separada de aquella... Por cuya razón las bóvedas exteriores se elevan cuando menos dos tercios de su diámetro, y la interior con sujetarse al radio, cuando menos tiene bastante (1841, pp. 40-41)

Fornés describe a continuación como construir una base para la cubierta inclinada de tejas sobre las bóvedas, *Formación de vertientes sobre bóvedas*. Esto,

que en lugares de madera abundante se soluciona con una cercha de madera, se resuelve aquí también con albañilería (ver nota 3), construyendo sobre la bóveda tabicada un conjunto de tabiques llamados «callejones», que pueden aligerarse vaciando zonas de ellos, a modo de arcos de descarga. Estos callejones, de similar a las lengüetas de Fray Lorenzo, tienen también una función estructural, colaborando junto con el tablero superior a la resistencia global, formando una especie de bóveda de doble hoja (figura 4).

Termina Fornés con unas *Instrucciones sobre la elaboración de las bóvedas tabicadas*, capítulo final que reproduce las mismas recomendaciones que Blondel en la *Reflexiones...* y Bails en las *Consideraciones...* con que ambos acaban la parte de sus tratados relativa a las bóvedas tabicadas. Volvemos a encontrar la precaución contra la hinchazón del yeso, mojar bien ladrillos antes de colocarlos, utilizar materiales de buena calidad y amasar el yeso en pequeñas cantidades. El tratado de Fornés es escaso en consideraciones sobre el comportamiento estructural de las bóvedas, estando dedicado más bien a procesos constructivos. Pero leemos de nuevo el símil de la tapa de puchero «de cuyo modo... su fábrica se reduce á un cuerpo sólido, igual por ejemplo á una co-

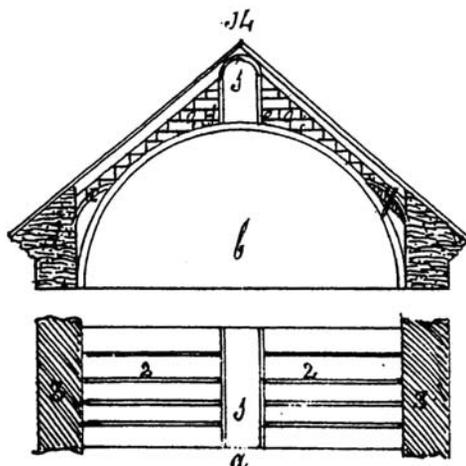


Figura 4
Conjunto formado por una bóveda tabicada, los tabiques o «callejones» aligerados en clave y arranques y el tablero superior que sirve de base a la cubierta. Lámina VIII, figura 14 de Fornés y Gurrea (1841)

bertera de puchero, sin mas empuje que el de su peso» (1841, p. 47).

Fornés y Gurrea publica unos años después un *Album de proyectos* (Fornés y Gurrea, 1846), en los que dibuja plantas, alzados y secciones de distintos edificios, con la forma y medidas que considera necesarias. Recoge el uso de bóvedas tabicadas en muchos lugares, siempre que estén protegidos de la humedad.

También son muy interesantes las láminas. Aunque no son dibujos de construcción, vemos cúpulas formadas por dos hojas muy delgadas, unidas por los «callejones» de los que habla en su primer libro, aligerados por arcos en arranques y clave. Las dos hojas se unen en los arranques de la cúpula (y también en la clave cuando rematan en una linterna), en una única hoja muy gruesa (figura 5). Los perfiles de estas cúpulas recuerdan extraordinariamente a los que, 50 años después construirá Guastavino (de origen valenciano) en Estados Unidos.

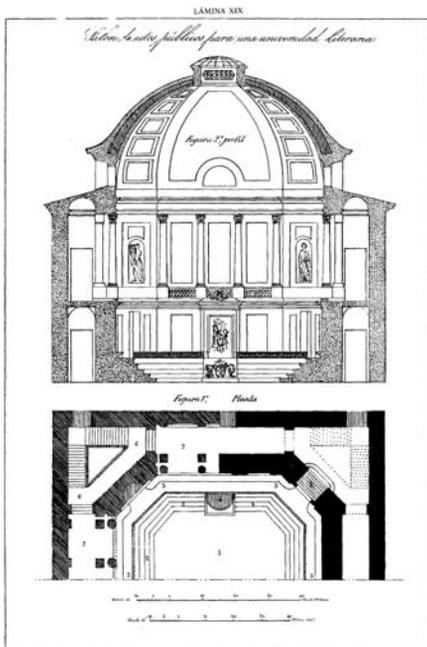


Figura 5
Lámina XIX de Fornés y Gurrea (1846). Reproduce la planta y sección «ideal» del Salón de actos de una Universidad

Otros tratados del siglo XIX

En Espinosa (1859) encontramos una descripción superficial de las bóvedas tabicadas. Pero conviene resaltar que es el primer lugar donde se nombra al cemento, además del yeso, como aglomerante para la primera hoja «Cuando el tabicado es doble, triple, etc. la primera capa exige el cemento ó yeso como de pronto fraguado. En las otras suele emplearse el mortero común, pues la primera sirve de cimbra» (Espinosa 1859, p.285). También cita su uso como cimbra bajo bóvedas de «mampostería de hormigón» (Espinosa 1859, p.292)

Algo similar ocurre en Rebolledo (1875), que directamente relaciona el sistema tabicado con el cemento, destacando que no incrementa de volumen al fraguar (como si ocurre con el yeso) y que pueden utilizarse como cubierta si se utiliza el cemento como aglomerante:

Las propiedades que poseen los morteros de cemento de fraguar con suma rapidez; adquirir una gran resistencia; tener una fuerte cohesión con los materiales y no cambiar de volumen después de fraguar, han proporcionado el medio de construir bóvedas de mucha luz y pequeño espesor, haciendo uso del ladrillo puesto de plano... tienen la ventaja de producir empujes muy pequeños sobre los muros ó estribos en que descansan (Rebolledo 1875, p. 250)

Al igual que Espinosa, Rebolledo también cita el uso de la bóveda tabicada como cimbra, que puede quedarse o retirarse posteriormente (Rebolledo 1875, pp. 231-232)

Al ingeniero militar Eduardo Mariátegui no le gustaban las bóvedas tabicadas. La única referencia encontrada en su *Glosario de Arquitectura* es la que se transcribe a continuación, dentro de la entrada «Fornecino». Como se ve, este coronel del ejército consideraba las bóvedas tabicadas faltas de la verdadera condición de bóveda, que... ¿cuál será?

¿esta bóveda fornecina sería una bóveda tabicada? Todos sabemos que a las bóvedas de esta clase les falta una condición esencialísima para ser verdaderas bóvedas, por más que tengan la apariencia de estas; son, pues, tales bóvedas bastardas ó ilegítimas, ó lo que es lo mismo fornecinas (Mariátegui 1876)

Marcos y Bausá, en su breve *Manual del Albañil* (1879) describe brevemente lo que son, las recomen-

daciones para su correcta ejecución y como utilizarlas para bóvedas de escalera. El texto está muy influenciado por el del Fornés y Gurrea, enfatizando los mismos problemas y dando idénticas soluciones.

Nacente dedica el capítulo XIII de su libro *El constructor Moderno* a describir arcos y bóvedas, con un apartado sobre bóvedas de ladrillo en el que nombra someramente las tabicadas. Es interesante constatar que, nuevamente, recomienda el uso de cemento rápido (también llamado romano o «de Parker»): «En las bóvedas delgadas los ladrillos se colocan de plano sobre la cimbra, ligándolos con cemento romano» (Nacente 1890, p. 183).

LA TRADICIÓN EXTREMEÑA DE BÓVEDAS SIN CIMBRA: PAREDES GUILLEN, GER Y LÓBEZ

Dejamos para el final dos documentos interesantes, también escritos a finales del siglo XIX. En ambos se cita la bóveda tabicada, pero encuadrada dentro de los procesos de construcción de bóvedas sin cimbra habituales en Extremadura

El manuscrito de Vicente Paredes Guillen

Vicente Paredes Guillén trabajó como arquitecto provincial de Cáceres. Pero es recordado sobre todo por su faceta de erudito e investigador de temas relacionados con Extremadura. Escribió varios manuscritos, que quedaron sin publicar, entre los que se incluye este (Paredes Guillen, 1883). No habla en realidad de bóvedas tabicadas, a las que considera un tipo menor, ya que sus condición de autosostenidas depende de un mortero de fraguado rápido. Resulta interesante su punto de vista, que explica en el siguiente párrafo:

Varios han sido los medios que en España y en otros países se han propuesto para edificar sin el auxilio de la cimbra las bóvedas de ladrillo, pero todos fundados en el empleo de morteros que fragüen pronto: el que vamos a esponer es independiente de la energía de la cal, le practican rutinariamente los albañiles extremeños y nadie se ha ocupado en estudiarle... pero próximo a desaparecer este método: porque el yeso en la comarca va sustituyendo a la cal, y los albañiles dedicándose a imitar esta clase de bóvedas con las tabicadas, y por que no vemos lejano el día en que no sepan hacerlas como no se hacen en par-

te alguna y las sustituyan por las que, colocando los ladrillos pegados por sus cantos con yeso se construyen en todas partes, no ofreciendo otra dificultad ni más mérito que el saber templar el mortero (I.-Al lector)

El resto del manuscrito se dedica a describir los procesos de construcción de las bóvedas autosostenidas tradicionales de Extremadura, que se ejecutan sin cimbra colocando los ladrillos de canto y utilizando morteros de cal. Esto es posible por los ingeniosos aparejos utilizados y la construcción «por hojas»⁴ de ladrillo, de manera que la superficie de contacto entre dos ladrillos es mayor y el mortero de unión agarra más.

Ger y Lóbez: Construcción civil, 1898

Francisco Ger y Lóbez trabajó en la Diputación de Badajoz durante 50 años, como Director de caminos vecinales. También cita como específicamente extremeñas las bóvedas de hojas construidas sin cimbra «En Extremadura se construyen las bóvedas sin cimbra, empleando las excelentes cales que el país proporciona» (p. 258), pero trata las bóvedas tabicadas:

Comienza con un apartado dedicado a las *Bóvedas tabicadas con yeso*, en el que describe extensamente los procedimientos, de manera similar a como lo hacen Fray Lorenzo (1639) y Fornés y Gurrea (1841): bóvedas de cañón, que pueden construirse sin cimbra pero es mejor usar una ligera para controlar la forma, medias naranjas que se construyen sin cimbra, bóvedas de arista y uso como plementería en bóvedas góticas sobre nervios de rosca de ladrillo (este uso no se encuentra en otros tratados y debe estar relacionado con la corriente neogótica de finales del s. XIX). Pero como en otros textos del siglo XIX, Ger y Lóbez previene contra el uso del yeso.

El yeso, como se sabe, pierde su fuerza y se destruye con la humedad produciendo con su expansión un empuje considerable en las paredes, por lo que son en este caso preferibles las mezclas hidráulicas, que se endurecen con la humedad, tienen una fuerza de cohesión bastante á ligar los ladrillos y no producen aumento de volumen al fraguar, como sucede con el yeso... Las más de las bóvedas tabicadas que se vienen abajo reconocen por causa la falta de esta precaución ó la de no haber hecho su asiento las paredes (p. 260)

Por tanto, dedica el apartado siguiente a *Bóvedas tabicadas con cemento*:

Acabamos de indicar las ventajas que el cemento tiene sobre el yeso para fabricar bóvedas tabicadas, especialmente en sitios húmedos ó expuestos á la intemperie, así es que hoy se hace gran uso de esta clase de fábrica (p. 260)

Pero Ger y Lóbez considera las bóvedas tabicadas tomadas con yeso muy útiles en usos no expuestos a la humedad, como la hoja interior de las cúpulas dobles o para las escaleras:

En cúpulas al descubierto que... deben componerse de dos bóvedas, la exterior ha de construirse primero, no procediéndose á la ejecución de la interior hasta que, terminada la cubierta, haya seguridad de que no hay filtraciones en tiempo de lluvias, pues... podrían destruir la bóveda interior si ésta, como es lo general, se fabrica de tabicado con yeso (p. 257)

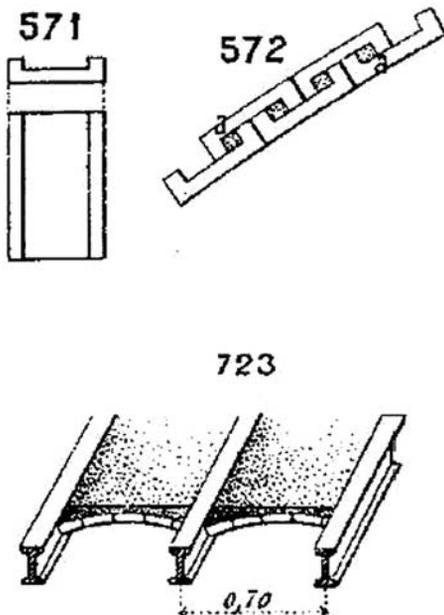


Figura 6
Algunas figuras de Ger y Lóbez (1898) sobre bóvedas tabicadas: Figuras 517 y 572, Lámina XIII: ladrillo de «de rebordes» y su uso en bóvedas tabicadas. Figura 713, Lámina XVII: «bovedilla» tabicada.

La descripción de los procesos constructivos para escaleras sobre bóvedas tabicadas es una reproducción de Fornés y Gurra (1841), incluso con dibujos muy similares, aunque no le cita. También describe su uso como cimbra de bóvedas de hormigón «pueden fabricarse estas bóvedas sobre otras tabicadas como cimbras que se derriban después, con el objeto de aprovechar los materiales cuando el hormigón ha adquirido un grado de consistencia suficiente para sostenerse sin auxilio alguno» (p. 262). Hay una curiosa mención a los ladrillos «de rebordes» que, utilizados en las bóvedas tabicadas, evitarían su «deshojamiento» (ver figura 6). Para terminar, Ger y Lóbez es el primer autor que describe el uso de «bovedillas tabicadas», como relleno entre vigas metálicas (ver figura 6).

CONCLUSIONES

La gran mayoría de los tratados de arquitectura y construcción escritos en España durante los siglos XVII, XVIII y XIX citan las bóvedas tabicadas en mayor o menor medida y muchos de ellos les dedican un amplio espacio. Esto demuestra la frecuencia con que se usaban.

Como ventajas de estas bóvedas, todos los autores destacan la facilidad con que pueden construirse sin cimbras, empleando el yeso como aglomerante. Aunque con frecuencia recomiendan el uso de cimbras ligeras para controlar la forma y facilitar el proceso, salvo en las medias naranjas, en las que el procedimiento constructivo descrito es cerrando hiladas con ayuda de un cordel.

Por contra, se señala que es necesaria una ejecución cuidadosa de ellas, utilizando buenos materiales, trabando bien ladrillos y yeso, apoyando correctamente en los muros de cabeza, dejando reposar los muros antes de construir la bóveda, etc.

Inicialmente, las bóvedas tabicadas están ligadas al yeso (Fray Lorenzo las llama de «yeso tabicado»). Aunque se sabía que el yeso no soporta la humedad, esto no era un problema en la construcción de bóvedas a resguardo, como las de escaleras, las hojas interiores de cúpulas dobles y las bóvedas de iglesias bajo una cubierta de madera.

Es nocivo y dañoso a todo yeso cocido la humedad, y agua, vientos; más es importantísimo para edificios de-

fendidos de ello... y son fortísimos y se pueden cargar brevemente, y hacer bóvedas de cuantas manera hay en el arte (Fray Lorenzo 1639, folio 88b)

Desde finales del siglo XVIII y por influencia francesa (un país más húmedo donde quizá esta tema fuera un problema en cualquier situación), empiezan a aparecer en los tratados españoles reticencias al uso del yeso y, en consecuencia, a las bóvedas tabicadas en general, haciendo referencia también al problema que presenta la hinchazón del yeso en su fraguado. Desde mitad del siglo XIX, se usa el cemento rápido como aglomerante de la primera hoja. Endurece tan rápido como el yeso, resiste la humedad, no hincha al fraguar y, como todo material que lleva poco tiempo en uso, parece la solución a todos los problemas. La generalización del uso del cemento en la construcción hacia finales del siglo XIX tuvo mucho que ver con la expansión de las bóvedas tabicadas en este periodo. Aunque no cambian en lo básico su comportamiento estructural, si permiten su utilización en lugares húmedos, lo que permite muchos usos más.

Casi todos los autores señalan el uso de la bóveda tabicada como cimbra o encofrado (perdido ó incluso recuperable) de otras bóvedas, al inicio de rosca de ladrillo y posteriormente de hormigón (las referencias a bóvedas de hormigón aparecen, ligadas también a la expansión del cemento, desde la mitad del siglo XIX).

La construcción sin cimbra tradicional de Extremadura no presentaba este problema del yeso, ya que las bóvedas se construyen con cal y son autosostenidas por la propia disposición de los ladrillos, sin necesitar morteros de rápido fraguado. Esta diferencia es bien marcada por los dos autores extremeños estudiados: Paredes Guillén y Ger y Lóbez.

Respecto a su comportamiento estructural, los tratados son menos claros y extensos que respecto a los procedimientos constructivos. Muy brevemente (para una explicación exhaustiva de este tema se puede consultar Huerta 2001 y 2003):

Fray Lorenzo es de los pocos autores que «se moja» en este tema, ofreciendo medidas concretas para los muros y estribos de soporte de las bóvedas tabicadas (menores que para bóvedas de piedra o rosca de ladrillo y mayores que las necesarias para muros de cerramiento). Muchos autores del siglo XVIII reproducen sus reglas, citándole o no.

Por influencia francesa se extiende desde finales del s. XVIII una corriente que opina que estas bóvedas, bien ejecutadas, forman un cuerpo único y no empujan contra los muros, de la misma forma que una tapa de puchero no empuja contra los bordes del mismo. Aunque muchos arquitectos y tratadistas reproducen estas observaciones (algunos de ellos mezcladas con las de Fray Lorenzo, que afirma lo contrario con sus proporciones), ninguno da medidas concretas para seguirlas y el propio Blondel, en sus diez observaciones finales, recomienda «colocar tirantes en el extradós de las bóvedas siempre que tengan más de 16-18 pies de ancho» (Blondel 1771, p. 120).

Todos los dibujos estudiados representan bóvedas tabicadas muy delgadas, pero siempre ayudadas por rellenos y lengüetas dónde son necesarios y apoyadas sobre muros de un grosor considerable, demostrando así que los «prácticos» tenían muy claro como llevarlas a cabo con éxito

NOTAS

1. Los primeros edificios construidos con bóvedas tabicadas en España, en los siglos XII y XIII, de los que quedan escasos vestigios, están en la zona sureste, todavía bajo dominación árabe en esos años. En el siglo XIV se generalizó su uso en la zona de Levante como plementería entre nervios de piedra en las bóvedas de crucería góticas. En el Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas celebrado en Valencia en mayo de 2011 (cuyas actas no se han publicado aún) se citaron numerosos e interesantes datos acerca del origen y desarrollo de la bóveda tabicada en España, especialmente en las intervenciones de Arturo Zaragoza y Mercedes Gómez-Ferrer.
2. Benito Bails pasó su infancia y juventud en Francia; hizo sus primeros estudios en la Universidad de Perpignan y estudió Matemáticas y Teología en la Universidad de Toulouse; a los 24 años marchó a París dónde se relacionó con las más influyentes figuras de la Ilustración.
3. Sobre este tema es interesante la frase con que Juan José Nadal, importante arquitecto del barroco valenciano justifica su forma de construir «en este reino se sacan las aguas sin madera», según explicó Yolanda Saura en su intervención en el Simposio Internacional sobre Bóvedas Tabicadas celebrado en Valencia en mayo de 2011 (cuyas actas no se han publicado aún)
4. La diferencia entre «bóvedas de rosca» y «bóvedas de hojas» es que si cortamos transversalmente una bóveda (siguiendo su directriz), en la de hojas vemos una sucesión de tablas de ladrillos y en la de rosca una sucesión de testas o cantos

LISTA DE REFERENCIAS

- Bails, Benito. 1796. *Elementos de Matemáticas. Tomo IX. Parte I. Que trata de la arquitectura civil*. Madrid: Imprenta de la Viuda de Joachim Ibarra. Facs. ed. Murcia: C.O. de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1983.
- Blondel, J.F. 1771-1777. *Cours d'Architectue, ou traité de la décoration, distribution et construction des botiments... continué par M.Patte*. Paris: Chez la Veuve Desaint. Volumen 6.
- Brizguz y Bru, Athanasio Genaro. 1738. *Escuela de Arquitectura Civil, en que se contienen los ordenes de Arquitectura, la distribución de los planos de templo y casas, y el conocimiento de lo materiales*. Valencia: Oficina de Joseph de Orga. Edición fasc. Zaragoza: Colección Arquitecturas de los Precursores, COA de Aragón, 1992.
- Espie, Félix-Francois, comte d'. 1754. *Maniere de rendre toutes sortes d'edifices incombustibles, ou traité sur la construction des voltes, faites avec des briques et du platre, dites voutes plates, et d'un toit de brique, sans charpente, appelé comble briquette*. Paris: Vve. Duchesne.
- Espinosa, P.C. 1859. *Manual de Construcciones de Albañilería, por Don P.C. Espinosa*. Madrid: Imprenta a cargo de Severiano Baz. Facs. Madrid: Real Academia Española, Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 1991.
- Fornes y Gurrea, Manuel. 1841. *Observaciones sobre la práctica del arte de edificar*. Valencia: Imprenta del Cabrerizo. Facs. ed. Valencia: Librería Paris-Valencia, 1993.
- Fornes y Gurrea, Manuel. 1846. *Album de proyectos originales de arquitectura, acompañado de lecciones explicativas*. Valencia: Imprenta de D. Mariano Cabrerizo. Facs. ed. Madrid: Ediciones Poniente, 1982.
- García Berruguilla, Juan. 1747. *Verdadera práctica de las resoluciones de la Geometría...* Madrid: Imprenta de Lorenzo Francisco Mojados. Facs. ed. Murcia: C.O. de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1979.
- Ger y Lóbez, Florencio. 1869. *Manual de Construcción Civil*. Badajoz: Imp. José Santamaría.
- Huerta Fernández, Santiago. 2001. La mecánica de las bóvedas tabicadas en su contexto histórico, con particular atención a la contribución de los Guastavino. En *Las bóvedas de Guastavino en América*, ed. S. Huerta. 87-112. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU
- Huerta Fernández, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Marcos y Bausá, Ricardo. 1879. *Manual del Albañil*. Tercera edición. Madrid: Dirección y Administración, 1879. Facs. Valladolid: Editorial Maxtor, 2003.
- Mariategui, Eduardo. 1876. *Glosario de algunos Antiguos Vocablos de Arquitectura y de sus Artes Auxiliares. Por el Coronel de ejército Don Eduardo Mariategui*. Madrid: Imprenta de Memorial de Ingenieros.
- Nacente, Francisco. 1890. *El constructor moderno, Tratado Teórico y Práctico de Arquitectura y Albañilería*. Barcelona: Ignacio Monrós y Compañía. Texto y 244 láminas.
- Paredes Guillén, Vicente. 1883. *Construcción sin cimbra de las bóvedas de ladrillo con toda clase de morteros*. Ms. Archivo Histórico Provincial de Cáceres.
- Plo y Camín, Antonio. 1767. *El arquitecto práctico, civil, militar y agrimensor, dividido en tres libros... El II (contiene) la práctica de hacer y medir todo género de bóvedas y edificios de arquitectura*. Madrid: Imprenta de Pantaleón Aznar. Facs. ed. Valencia: Librería Paris-Valencia, 1995.
- Rebolledo, José. 1875. *Construcción General, por D. Jose A. Rebolledo, ingeniero jefe y profesor de la Escuela de caminos, canales y puertos, individuo de número de la Sociedad Arqueológica Tarraconense, etc.* Madrid: Imprenta y fundición de J. Antonio García. Texto y Atlas de 35 láminas.
- Rondelet, Jean. 1802. *Traité théorique et pratique de l'art de batir*. Paris: Chez L'auteur
- San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1639. *Arte y uso de arquitectura. Primera parte*. Madrid: s.i. Fasc. Madrid: Albatros Ediciones, 1989.
- Sotomayor, Joaquín de. 1776. *Modo de hacer incombustibles los edificios sin aumentar el coste de la construcción. Extractado del que escribió en francés el Conde de Espié*. Madrid: Oficina de Pantaleón Aznar.
- Tosca, Tomás Vicente. 1727. *Tratado de la Montea y Cortes de Cantería. Segunda Impression. Corregida, y enmendada de muchos yerros de Impresión, y laminas, como lo verá el curioso*. Madrid: Imprenta de Antonio Marín. Fasc. Valencia: Colección Biblioteca Valenciana, Librerías «Paris-Valencia», 1992.
- Vitrubio Polión, Marco. 1787. *Los Diez Libros de Arquitectura de M. Vitruvio Polión. Traducidos del latín, y comentados por Don Joseph Ortíz y Sanz*. Madrid: Imprenta Real, 1787. Facs. Barcelona: Serie Arte y Arquitectura, Editorial Alta Fulla, 1987.