

## Las bóvedas *in folio*: tradición y continuidad

María Rosa Frattaruolo

La bóveda, en su enorme variedad de tipos y configuraciones, ha representado durante siglos en la historia constructiva, una estructura de gran importancia arquitectónica, constituyendo, además del medio más idóneo para superar distancias de apoyo considerables, el elemento morfológico capaz de producir resultados arquitectónicos de notable riqueza y muy sugerentes.

La práctica constructiva reciente, al tiempo que ha adoptado en numerosas ocasiones estructuras abovedadas realizadas con los modernos materiales artificiales, parece haber abandonado por completo aquellas soluciones consolidadas por una tradición secular, como las bóvedas de ladrillos.

Las bóvedas realizadas con ladrillos se realizaban, generalmente con elementos puestos de canto o por superposición de hojas dispuestas por tabla.

Las bóvedas portantes *en folio* representan un modelo constructivo de particular relieve en la arquitectura histórica italiana. Existen numerosos ejemplos que testimonian un repetido y difundido empleo de dicho sistema constructivo en contextos geográficos y épocas históricas diferentes. Su presencia se registra en diversas experiencias históricas, a partir del período renacentista, durante el cual el uso de la tipología *en folio* aparece como una reinterpretación de la antigua técnica romana, hasta llegar a la segunda mitad del siglo XVIII y el XIX, donde se encuentran, además, en significativas intervenciones arquitectónicas, como también en el marco de la edificación denominada *menor*.

Por lo que se refiere a la distribución geográfica, los testimonios sobre el uso de dichas bóvedas están presentes en diversas áreas del territorio italiano. Uno de los ejemplos, se encuentra en la arquitectura de la casa rural en la zona de Volterra,<sup>1</sup> donde a partir de la mitad del siglo XVIII se verifica, con la reanudación de las inversiones en las fincas, la realización de bóvedas de cañón o por arista de poco espesor, construidas en *pianelle* (rasillas de 26×13×2 cm.) y yeso, limitadas a la cubierta del establo —por los inconvenientes que los vapores, producidos por los animales causaban sobre la estructura de madera del desván— sobre las piezas colocadas encima del establo y la cubierta del desván, debido a su propiedad de aislamiento térmico. La ventaja de este tipo de estructura se debía a su ligereza y al hecho de que podía ser construida sin cimbra. En Volterra, a partir del siglo XVI, fueron muchos los edificios particulares y públicos reestructurados o construidos en los que se emplean sobre todo bóvedas de poco espesor.<sup>2</sup>

Las obras de dichos edificios constituyeron, por consiguiente, escuelas empíricas de formación de mano de obra especializada. En efecto, los albañiles, que intervenían en y sobre las casas rurales para construir las, para ampliarlas y modificarlas, vivían en Volterra. Éste era el lugar en el que se construía generalmente, donde se proponían soluciones formales y técnicas, y donde se experimentaban las novedades constructivas importadas de las ciudades vecinas.

También en las edificaciones rurales de la llanura boloñesa se han encontrado bóvedas *en folio* del tipo

en cañón y vaída, siendo mucho menos comunes aquellas por arista, casi siempre realizadas en ladrillo cortado de plano a tizón. El relleno se realiza con aglomerado de pedrisco pobre en aglutinante, sobre el cual se coloca directamente el pavimento. Hay que subrayar el cuidado puesto en la ejecución de las bóvedas que contrasta con las características de los muros, la gran regularidad de los ladrillos usados y de su disposición, así como la atención prestada a las zonas de imposta.<sup>3</sup>

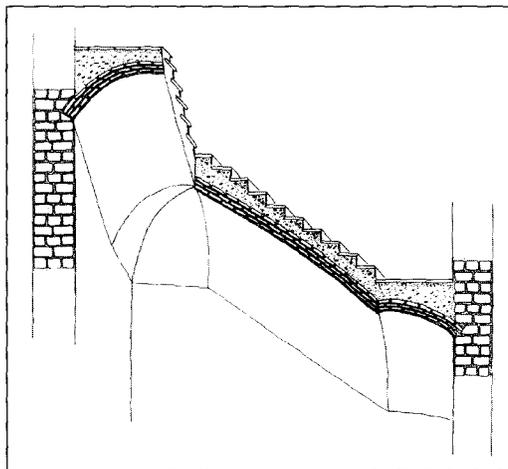


Figura 1  
Escalera sobre bóvedas en «folio», en Aveta, A.: *Materiali e tecniche tradizionali nel napoletano*. Arte tipografica. Napoli, 1987

La bóveda *en folio* portante se ha empleado de forma extendida también en la zona de Nápoles<sup>4</sup> (figura 1), donde se construían empleando ladrillos comunes, o de poco espesor denominados *mattoncelle* o *pianelle*, puestos en obra con las caras más amplias tangentes a la superficie del intradós de las bóvedas unidas con mortero de yeso.

Los procedimientos de ejecución podían ser diversos: aprovechando la ligereza de las baldosas y el fraguado rápido del yeso, los albañiles trazaban la superficie del intradós con simples ságomas de madera, sin emplear cimbras, y realizaban la obra disponiendo los ladrillos en espina de pez.

Sin embargo, en otros casos preparaban una cercha ligera, sobre la que colocaban los elementos de ladrillo cubiertos en la parte superior con mortero, que penetraba entre las juntas de los mismos ladrillos. El número de hojas dependía de la amplitud de la bóveda y variaba entre dos y cinco hojas. Las bóvedas resultaban bastante ligeras y económicas, aunque no presentaban gran resistencia.<sup>5</sup>

Además, dicha técnica ha sido adoptada a menudo en intervenciones de reestructuración para transformar las características arquitectónicas de las construcciones y también para la ejecución de bóvedas de grandes dimensiones. Un testimonio de en este sentido son los trabajos realizados en el siglo XIX en las cubiertas de las grandes salas de biblioteca del *Palazzo Reale di Napoli*, en las que aparecen cinco registros de baldosas.<sup>6</sup>

En el *Convento del Buon Pastore* en Roma (figura 2), las bóvedas *en folio* se encuentran en la escale-

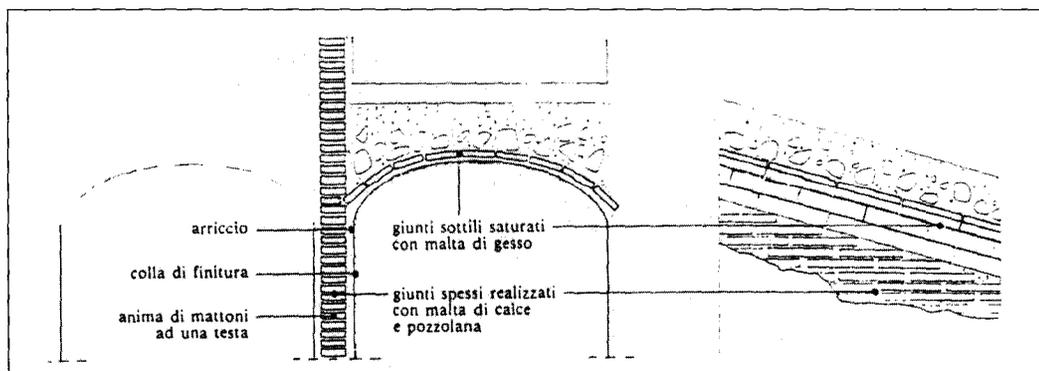


Figura 2  
Bóveda en «folio» de una escalera del siglo XVII en el complejo del Buon Pastore de Roma, en Marconi, P. y otros: *Manuale del Recupero del Comune di Roma*. Roma, 1989

ra del siglo XVIII. En este caso, los ladrillos, paralelos a las generatrices de las bóvedas de cañón y por arista (figura 3), fueron cortados a medida en correspondencia con las nervaduras; los empalmes son de muy poco espesor y saturados con lechada de yeso de fraguado rápido, derramado en los intersticios después de haber apoyado simplemente los ladrillos en seco sobre una armadura de madera especial y ligera. En la Región del Lacio, el empleo de estructuras *en folio*, denominadas también a la *volterrana*, era habitual en el siglo XIX, sobre todo para los espacios abovedados de los apartamentos. Cuando el piso superior resultaba practicable el espesor mínimo de la bóveda (4-7 cm.) se duplicaba superponiendo una segunda hoja de ladrillos; además, se podía reforzar sobre el extradós empleando arcadas o *ghiere* con la dimensión del tizón y con un refuerzo en el costado en plano con cal apisonada para sostener el enladrillado.

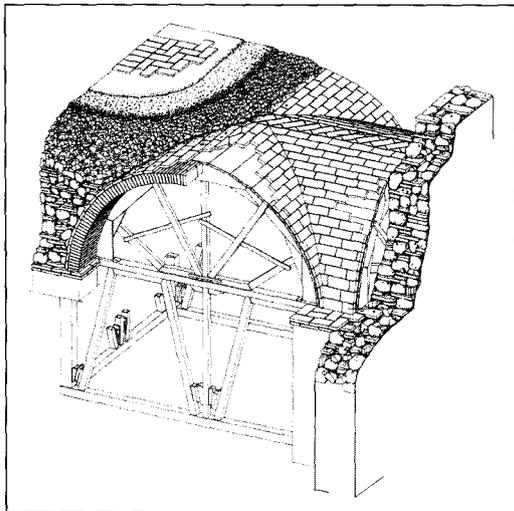


Figura 3  
Bóveda por arista en «folio», Marconi, P. y otros: *Manuale del recupero del comune di Roma*. Roma, 1989

Las *volterranas*, cuya estructura es a menudo en espina de pez, se construyen en Roma con ladrillos *zoccoli* y mortero particularmente tenaz. La puesta en obra se realiza de abajo hacia arriba, disponiendo cada ladrillo sobre los que ya se habían montado des-

pués de haber aplicado mortero de yeso en el canto y en la testa. Con posterioridad, para favorecer el encastre, se apisonan ligeramente, sosteniéndolos por un tiempo breve, necesario para el fraguado. La operación no requiere el empleo de armaduras de madera, al estar confiada sobre todo a la pericia técnica del albañil.<sup>7</sup>

Ejemplos ulteriores de estructuras abovedadas ligeras están presentes en Umbría<sup>8</sup> y en la zona de Macerata en la *Badia di Fiastra* (localidad Urbisaglia) donde, en la casa rural *la pecorareccia*, todo el espacio parcialmente en el subsuelo del depósito está cubierto con bóvedas *en folio* portantes.

En Sicilia, localidad de Mistretta, se encuentran bóvedas en rincón de claustro, cuyas terminaciones apoyan sus bordes inferiores en vigas de roble esbozadas, en forma de trapecio, dispuestas sobre soportes constituidos por montantes también en roble, colocados entre paneles enladrillados formados por ladrillos y yeso y enlucidos con mortero de cal. Las bóvedas estaban constituidas por ladrillos, denominados *tivuli* de 2×10×20 cm. dispuestos en tres hojas, con empalmes salteados y aplicados con mortero de yeso. Las contrabóvedas, también de ladrillos y yeso, atenuaban el peso global de la estructura (figuras 4 y 5).

En los casos de bóvedas construidas de forma adyacente, las dos contrabóvedas, simétricas y contrapuestas estaban substituidas por una contrabóveda única. El intradós estaba enlucido con dos centímetros de mortero de cal. En el extradós de la bóveda y de la contrabóveda se disponía material ligero: piedras con mortero, fragmentos de ladrillos, desechos de terracota, etc. hasta el plano apisonado pavimentado con baldosas de terracota sobre mortero de cal. La realización sí comportaba el empleo de cimbras. En los edificios de más plantas, contaban con bóvedas en varios pisos; los soportes, arriba descritos, se alineaban de forma vertical y, cruzando las contrabóvedas permanecían comprendidos entre las vigas dispuestas en los distintos pisos.<sup>9</sup>

Entre las intervenciones en época contemporánea, se pueden señalar los trabajos de recuperación del *Camminamento* cubierto de la Fortaleza de Giuliano di Sangallo,<sup>10</sup> durante los que se substituyó una bóveda en ladrillos dispuestos en plano inestable con otra nueva, utilizando las técnicas constructivas de las bóvedas originarias (figura 6). Unos sistemas constructivos muy semejantes se encuentran también en otros

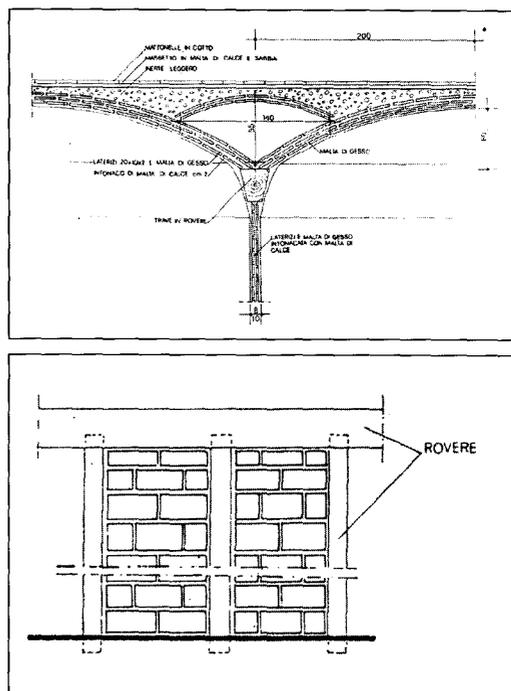


Figura 4  
Planta y sección de bóveda de ladrillos y yeso en el pueblo de Mistretta, en Imborbone, P.: *Elementi costruttivi in gesso*. Palermo, 1992

países de la cuenca mediterránea, como Francia y España.

La técnica de bóvedas con estructuras ligeras *en folio* tuvo en el siglo XVIII una gran difusión en Francia, en especial en la región meridional de Roussillon, lindante con Cataluña. Desde hace siglos los constructores empleaban las bóvedas planas o *Roussillon* —nombre que deriva de la región en la que fue encontrada por los investigadores— para construir edificios agrícolas, caballerizas, establos e incluso iglesias. Su estructura resistente estaba constituida por bóvedas rebajadas, de notable ligereza, al menos si se comparan con las tradicionales construcciones en piedra de corte o ladrillos de canto. Por consiguiente, era natural que resultaran de poco empuje, tanto por el peso reducido de la estructura como por el propio modelo de funcionamiento. Además, su sección se caracterizaba por su mínimo espesor, así como por la posibilidad de utilizar materiales artifi-

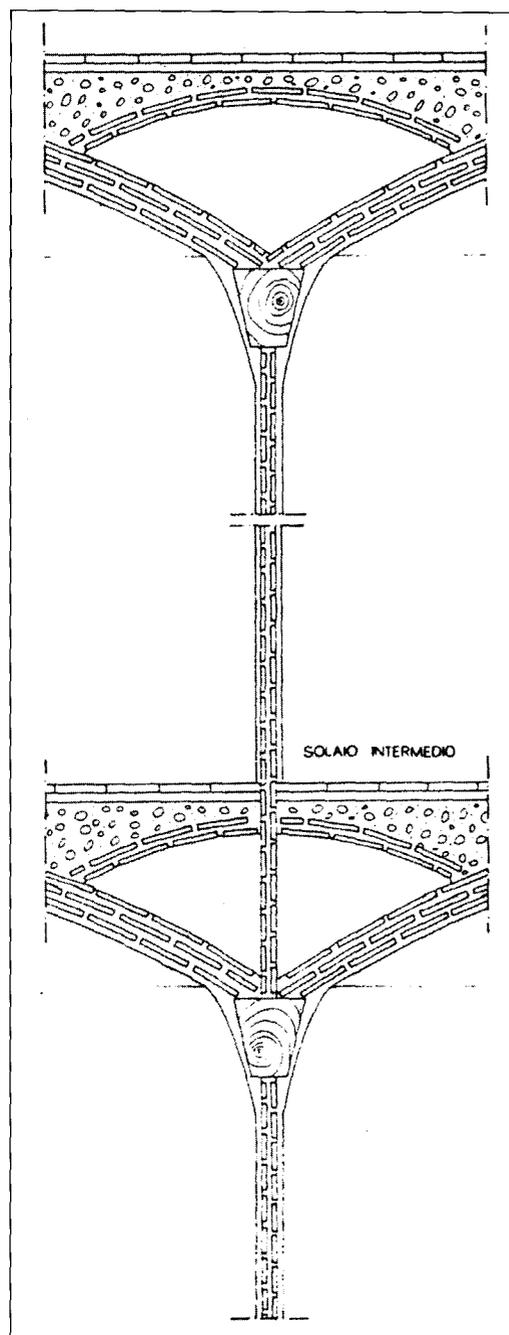


Figura 5  
Detalle de la bóveda utilizada como solera, en Imborbone, P.: *Elementi costruttivi in gesso*. Palermo, 1992

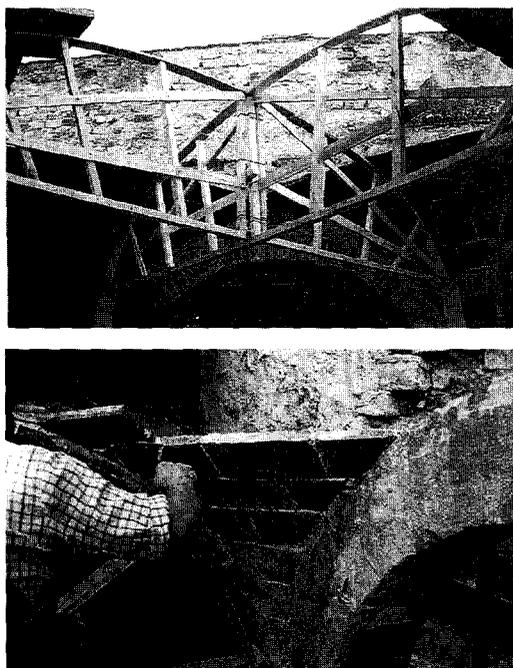


Figura 6  
Corredor cubierto de la Fortaleza de Giuliano da Sangallo, en Carmassi, M.: *Architettura della semplicità*. Milano, 1992

ciales de bajo coste —ladrillos de poco espesor y yeso—. Asimismo, su construcción no exigía de pesadas cimbras como soporte provisional, siendo suficientes para su puesta en obra simples plantillas para marcar la traza geométrica.

La existencia de esta técnica, ya en época medieval, está testimoniada por la presencia de dichas bóvedas en un monasterio franciscano en Perpiñán, capital de Roussillon, en el cual se cubrieron sesenta celdas con bóvedas elípticas rebajadas de una sola hoja. El gran desarrollo señalado a partir de la segunda mitad del siglo XVIII se debe sobre todo al conde Félix Françoise d’Espie, que perfeccionó un método constructivo que preveía el empleo de ladrillos refractarios especiales para la ejecución de las cubiertas planas en sustitución de los sistemas tradicionales en madera y ladrillo. En 1754, publicó el manual titulado *La maniere de rendre toutes sortes d’edifices incombustibles*, en el que se describe el sistema constructivo y su correspondiente desarrollo en la Historia de la construcción<sup>11</sup> (figura 7).

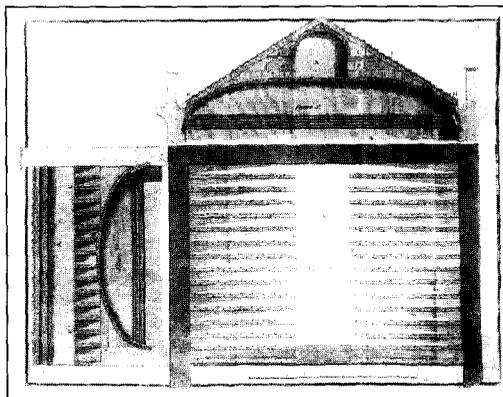


Figura 7  
Tolosa, casa de Conte d’Espie, en González Moreno Navarro, J. L.: *El legado aculto de Vitruvio*. Madrid, 1993

A través de esta publicación, el sistema de d’Espie se volvió célebre también fuera de las fronteras francesas. De hecho, el texto se publicó en inglés y el mismo autor fue convocado a Inglaterra para asesorar en ocasión de la construcción de importantes edificios industriales. Esta técnica fue adaptada posteriormente también por las Instituciones Militares que la emplearon frecuentemente para la construcción de numerosos edificios, como el Ministerio de Relaciones Exteriores y de la Marina.<sup>12</sup>

Con el término *bóveda catalana* se define generalmente la bóveda en ladrillo, realizada sin empleo de cimbras según una técnica constructiva de origen popular y artesanal, cuyo testimonio más antiguo se encuentra en algunos edificios del período medieval. La razón por la que se denomina *catalana*, no deriva de su origen geográfico, puesto que dicho sistema constructivo se emplea también en otras áreas del territorio español y portugués, sino que se atribuye al uso extendido que se hacía de ella en Cataluña en el siglo XIX. La habilidad alcanzada por los albañiles catalanes permitió a los arquitectos del período Modernista dar vida a inéditas soluciones arquitectónicas, centradas en un peculiar e innovador empleo de estructuras abovedadas tabicadas. Por lo que la celebridad alcanzada por la vasta producción arquitectónica modernista, desde la obra de Gaudí y Domenèch y Montaner, la de Puigh y Cadafalch, hasta la multitud de alumnos como Martinell, Jujol, Rubió y Bellver, Muncunill, y otros, es la que da también notorie-

dad precisamente a las bóvedas tabicadas (figuras 8 y 9).

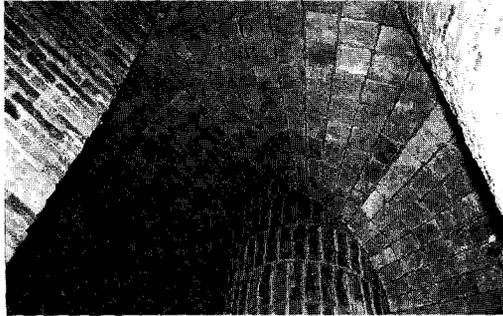


Figura 8  
Santa Coloma de Cervallö, Gaudí A., Cripta Güell, escalera tabicada

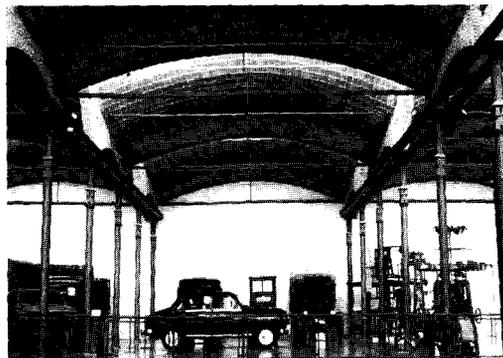
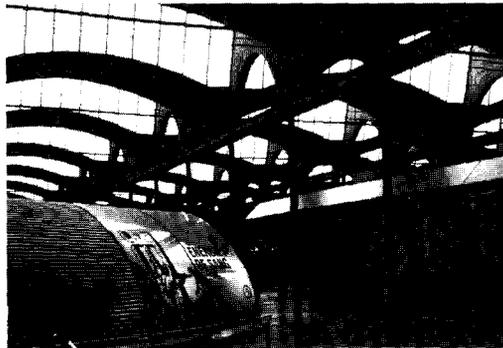


Figura 9  
Terrassa, Muncunill L., Fabrica Aymerich y Amat, interior

El sistema constructivo preveía la realización de tres o más hojas de ladrillos de poco espesor colocados en plano. La primera hoja (sencillo), ejecutada sin el auxilio de encofrados sino de cerchas ligeras deslizables para el control geométrico, se coloca con pasta de yeso. Pero en las siguientes hojas (doblado) se emplea mortero de cal. Las características de dicho procedimiento constructivo son: la ligereza, gracias al reducido espesor de las rasillas ( $30 \times 15 \times 1,5$  cm.) colocadas en plano; y la elevada capacidad resistente debido a la estructura cohesiva.<sup>13</sup>

Junto a la célebre producción catalana hay que considerar la experiencia estadounidense desarrollada por Rafael Guastavino Moreno,<sup>14</sup> arquitecto y constructor barcelonés, que emigró a finales del siglo XIX a Estados Unidos. Precisamente en este país, Guastavino, en calidad de responsable de una empresa constructora, realiza cerca de dos mil intervenciones, al tiempo que lleva a cabo una campaña experimental con el objetivo de alcanzar la formulación teórica del comportamiento estructural de las bóvedas tabicadas, definidas por él mismo como *timber vault* (figura 10).

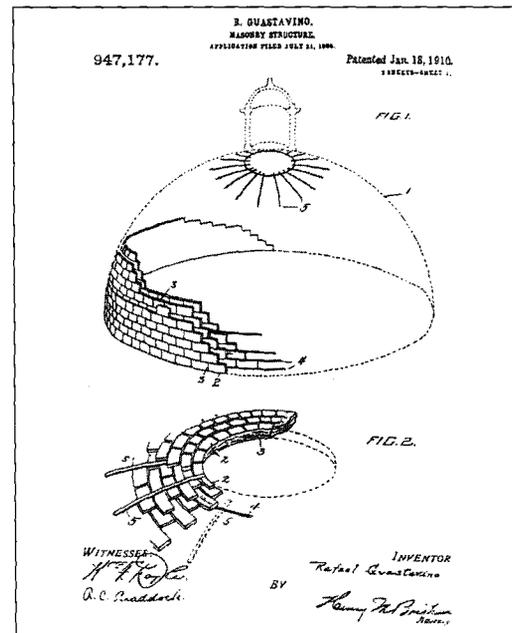


Figura 10  
Patente de propiedad constructivas de la bóveda esférica, en Guastavino, M.: *Essay on the theory and history of the cohesive construction*. Boston, 1893

La voluntad de encontrar las raíces y los modelos a los que se refiere esta antigua técnica constructiva, así como las posibles conexiones o influencias entre los contextos geográficos analizados, se vuelve bastante difícil al no ser oficial este sistema constructivo, custodiado como patrimonio exclusivo por algunos maestros albañiles locales. Parece delinarse pues una aparente antinomia entre la hipótesis que tiende a considerar este sistema como construcción espontánea y la hipótesis que asevera como deriva de precedentes modelos árabes y romanos (figuras 11 y 12), a través de un proceso de afinamiento constructivo desarrollado durante el Medioevo. Esta consideración se confirma precisamente por la vasta presencia de dicha tipología constructiva en los distintos contextos analizados; por lo tanto, una presencia que comprende tanto el área donde la influencia de la civilización romana fue más sensible y donde esta civilización dejó un conspicuo número de testimonios arquitectónicos, como aquellos contextos geográficos en los cuales ha sido mayor la influencia ejercida por la cultura árabe, exceptuando la región francesa de Languedoc-Roussillon, que nunca fue sometida por el dominio islámico. Además, cabe recordar que la región de Roussillon formó parte, hasta 1659, de la Cataluña de los reyes aragoneses, y que la misma dominación política se instauró en la zona meridional de Italia a partir de 1303.<sup>15</sup>

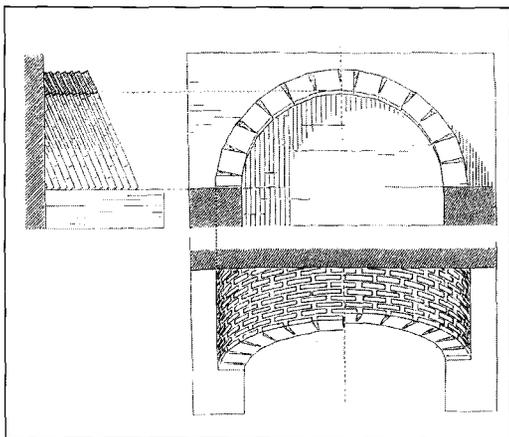


Figura 11  
Construcción de una bóveda de ladrillos colocados en hileras en forma inclinada, Choisy, A.: *El arte de construir en Bisancio*. Traducción de Girón Sierr. Madrid, 1997

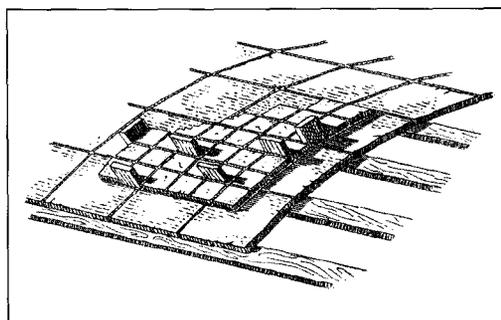


Figura 12  
Cimbra construida con ladrillos colocados en forma plana, Choisy, A., en Lugli, G.: *La tecnica edilizia romana*. Roma, 1957

#### NOTAS

1. Cacialli, C.: *La casa colonica ed il paesaggio agrario volterraneo*. 1989.
2. «Le volte con corsi a spina di pesce in mezzane principio ad essere voltate a Firenze dopo il 1425-'40 senza armatura. La costruzione della cupola di Santa Maria del Fiore fu indubbiamente una scuola di alto livello ed insieme il luogo di procedimenti costruttivi che vennero poi trasferiti nelle costruzioni patrizie e quindi molto più tardi, negli edifici più moderni». Murray, P.: *L'architettura del Rinascimento Italiano*. Bari, 1986, pp. 26-27.
3. Piccinnini, M.: «Il recupero dell'edilizia rurale nella Pianura bolognese», *Atti del Convegno di Studi: La ricerca del recupero edilizio*, Ancona, 1994.
4. Aveta, A.: *Materiali e tecniche tradizionali nel Napoletano*. Nápoli, 1987.
5. *Ibidem*, p. 144.
6. *Ut supra*.
7. Marconi, P. et al.: *Manuale del recupero del Comune di Roma*. DEI. Roma, 1989.
8. Giovannetti, F. Et al.: *Manuale di Recupero di Città di castello*. Roma, 1990.
9. Imborbone, P.: *Elementi costruttivi in gesso*. Palermo, 1992.
10. Carmassi, M.: *Architettura della semplicità*. Milano, 1992.
11. Lemma, M.: *Dei tetti ammattonati. Nuova edizione critica del trattato scritto da Felix Francoise d'Espie (1754)*. Venezia, 1996.
12. Gulli, R.: «Le volte in folio portanti: tecnica costruttiva e impiego nell'edilizia storica moderna». *Atti del Convegno Arco*. Roma, 1993.

13. Guastavino, R.: *Essay on the theory and history of the cohesive construction*. Boston, 1893. En este texto se describen y analizan las estructuras de múltiples hojas de ladrillo, a través de la aplicación del concepto teórico de «cohesión estructural».
14. Su biografía y su obra están ampliamente expuestas en el ensayo de Collins, G.R.: *The transfer of thin masonry vaulting from Spain to America*. Nueva York, 1968.
15. Gulli, R.; Mocchi, G.: *Bóvedas Tabicadas*. Roma, 1995.