

# El valor de un prototipo formal y constructivo: las bóvedas de arcos cruzados de ladrillo del Museo de América (Madrid, 1942-1963)

## *The value of a formal and constructive prototype: the brick cross-arched vaults of the Museo de América (Madrid, 1942-1963)*

Javier García-Gutiérrez Mosteiro  Universidad Politécnica de Madrid. España. [javier.gmosteiro@upm.es](mailto:javier.gmosteiro@upm.es)

Jawan Fakhoury  Universidad Politécnica de Madrid. España. [jawan.fakhoury@alumnos.upm.es](mailto:jawan.fakhoury@alumnos.upm.es) (autor de contacto)

### RESUMEN

Entre las experiencias con “bóvedas tabicadas” que, por escasez de acero y cemento, se realizaron en la España de postguerra, destacan las construidas por Luis Moya en el Museo de América de Madrid (1942-1963), obra en colaboración con Luis Martínez-Feduchi. Situado el edificio a la entrada de la Ciudad Universitaria, un lugar de singular simbolismo en ese momento, propició que la investigación con ese sistema adquiriera, aquí, un valor programático. Además de englobar gran variedad de soluciones, fue ocasión para que Moya presentara sus primeros y espectaculares ensayos con bóvedas de arcos cruzados de ladrillo. Éstas, conjugando razón técnica y resultado plástico, constituyeron un prototipo que Moya desarrollaría después, en distintas ciudades españolas: uno de los relevantes momentos de la historia de la construcción en el siglo XX. Este estudio, incorporando análisis, datos y material gráfico inéditos, viene a satisfacer una laguna de conocimiento en la historia de este innovador proceso constructivo.

**Palabras clave:** bóvedas tabicadas; Luis Moya Blanco; arcos cruzados; construcción en ladrillo; arquitectura española siglo XX; historia de la construcción.

### ABSTRACT

Among the experiences which, due to a shortage of steel and cement, were carried out with “timbrel vaults” system in post-war Spain, those built by Luis Moya in the Museo de América in Madrid (1942-63), in collaboration with Luis Martínez-Feduchi, stand out. The building’s location at the entrance to the University City, a place of singular symbolism at the time, meant that research with this system acquired a programmatic value here. In addition to encompassing a wide variety of solutions in the building, it was the occasion for Moya to present his first spectacular essays with vaults of crossed brick arches. These, combining technical reason and plastic result, constituted a prototype that Moya would later develop in different Spanish cities: one of the most important moments in the history of construction in the 20th century. This study, incorporating previously unpublished graphic material, fills a gap in knowledge about this particular and innovative construction process.

**Keywords:** timbrel vaults; Luis Moya; crossed arches; brick construction; 20th century Spanish architecture; history of construction.

---

**Cómo citar este artículo/Citation:** Javier García-Gutiérrez Mosteiro, Jawan Fakhoury (2024). El valor de un prototipo formal y constructivo: las bóvedas de arcos cruzados de ladrillo del Museo de América (Madrid, 1942-1963). Informes de la Construcción, 76(574): 6720. <https://doi.org/10.3989/ic.6720>

**Copyright:** © 2024 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 19/11/2023  
Aceptado/Accepted: 07/05/2024  
Publicado on-line/Published on-line: 01/10/2024

## 1. MOYA Y LA CONSTRUCCIÓN EN TIEMPOS DE LA AUTARQUÍA

La práctica constructiva del arquitecto Luis Moya Blanco (Madrid 1904-1990) se caracterizó por el uso de la bóveda tabicada. Ello fue así a lo largo de toda su carrera profesional: tanto en su etapa *clásica* como, a partir de los años cincuenta, en su llamada “etapa moderna”; y abrazando los muy diversos tipos arquitectónicos en que tuvo oportunidad de construir (arquitectura religiosa, escolar, residencial, industrial, museística...).

La aproximación de Moya a las construcciones abovedadas de albañilería vino determinada por el aislamiento de España en los años que siguieron a la Guerra Civil. La escasez e irregular calidad del hierro y cemento propició que muchos arquitectos tuvieran que retornar, con mayor o menor desdén, a la construcción en fábrica de ladrillo; pero el caso de Moya fue ciertamente excepcional, mostrando un vivo interés por este sistema (coherente, por lo demás, con determinados caracteres de su pensamiento arquitectónico).

No sólo no fue reticente al uso de bóvedas tabicadas sino que lo prolongó mucho más allá de los años de la Autarquía, hasta sus últimas obras, entrando ya en los años setenta; y lo elevó, tras un sostenido proceso de investigación —ya planteado en su temprano tratado *Bóvedas tabicadas* (1)—, a inesperadas conformaciones arquitectónicas.

En particular, el rasgo más definitorio —por no decir impar— de Luis Moya fue la construcción de bóvedas de plementería tabicada sobre arcos cruzados de ladrillo. La razón constructiva de éstas, sobre todo en las grandes cúpulas de planta elíptica en templos concluidos en la década de los cincuenta (iglesia de San Agustín en Madrid, capilla de la Universidad Laboral de Gijón, iglesia de Torrelavega), ha sido estudiada fundamentalmente por Capitel (2) y Mosteiro (3, 4); pero, hasta la fecha, aun habiéndose producido recientes tesis doctorales sobre la cuestión de las bóvedas de arcos cruzados históricas (5, 6), no se ha realizado un sistemático análisis estructural de este tipo constructivo característico de Moya.

Con tal propósito, este artículo indaga en un caso de apreciable interés, que antecedió a las grandes cúpulas más arriba citadas y que se postuló como prototipo que Moya desarrollaría con brillantez en las dos décadas sucesivas. Las bóvedas de arcos cruzados de ladrillo del Museo de América (1942-1963), mostrando una sorprendente adaptabilidad para cubrir muy diversos tipos de plantas y soportar disímiles sobrecargas de uso, conjugaban la razón técnica con un elaborado resultado plástico. Constituyeron, en definitiva, uno de los “experimentos” formal-constructivos (7) más relevantes de la arquitectura española del siglo XX.

El método seguido en este estudio —en cuanto a documentación textual y representación gráfica, lectura material del propio edificio y análisis de fotografías de las distintas fases constructivas— arroja contribuciones inéditas sobre las características de las bóvedas que cubren los diferentes espacios del edificio.

### 1.1. El Museo de América, escaparate de un renovado procedimiento constructivo

Situado a la entrada de la Ciudad Universitaria, emplazamiento de especial representatividad en los años que siguieron a la Guerra Civil (Figura 1), el Museo de América supuso la primera gran exhibición de resultados del sistema de bóvedas tabicadas que Moya estaba desarrollando.<sup>1</sup> En esos mismos años de la Autarquía, había investigado el procedimiento constructivo en obras de menor monumentalidad aunque de no poco relieve. Entre ellas: la formalización de un modelo de viviendas en hilera íntegramente de albañilería, en el madrileño barrio de Usera, y la reconstrucción de cubiertas en la Mutual del Clero, también en Madrid, donde incorporó gran variedad de soluciones abovedadas; y, respecto al objeto de este estudio, las tempranas propuestas de cúpulas con arcos cruzados en el Escolasticado de Carabanchel y en la reconstrucción del crucero de la iglesia de la Asunción en Manzanares (Ciudad Real).



**Figura 1.** Vista de conjunto del proyecto inicial para el Museo de América (L. Moya y L.M. Feduchi, 1942) [Museo de América, en Mundo Hispánico, 9, 1948, p. 33]

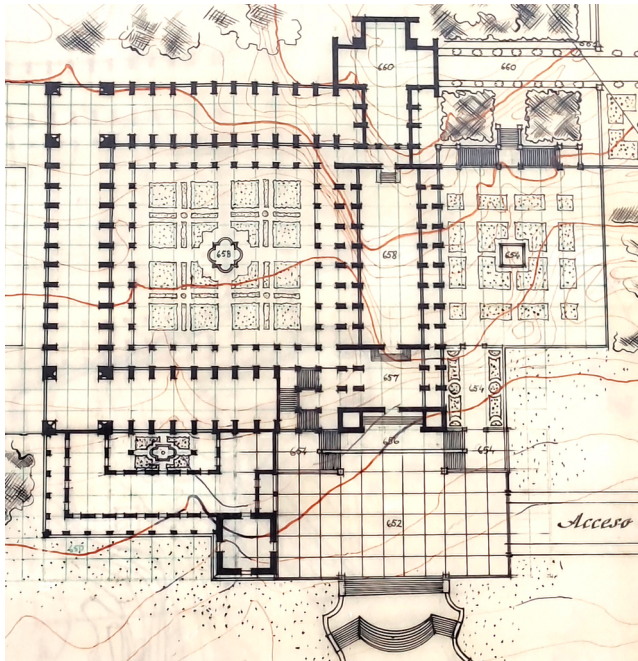
Con todo, el gran efecto demostrativo del alcance del sistema, como expresiva conjunción entre razón constructiva y formalización plástica, se logró con el amplio repertorio de bóvedas, tanto continuas como de arcos cruzados, del Museo de América (obra en que Moya colaboró con su compañero de promoción Luis Martínez-Feduchi). De hecho, de la construcción de este conjunto procede buena parte de la pertinente documentación gráfica que Moya incorporaría, ejemplificando la novedad de esta técnica constructiva, en su célebre y consultadísimo tratado *Bóvedas Tabicadas* (1947) (1).

El carácter monumental del edificio propició que las múltiples bóvedas, más allá de su valor constructivo, adquirieran un protagonismo formal no alcanzado en las anteriores experiencias llevadas a cabo por Moya. Se organiza el conjunto en torno a un gran patio, siguiendo un esquema monacal (por lo que podremos hablar del “claustro”), y con un cuerpo dife-

<sup>1</sup> El Museo de América fue creado en 1941, a partir de colecciones específicas del Museo Arqueológico Nacional. La construcción se inició en 1942, avanzando al principio con regularidad hasta que, por falta de consignaciones presupuestarias, quedó suspendida por espacio de dieciséis años, inaugurándose en 1965. Ello supuso dos alteraciones: de un lado, la incorporación de algunos usos distintos a la función original —y exclusiva— de museo; de otro, que tanto la *capilla* del ángulo sureste (en realidad, sala del Museo para piezas religiosas) como las *pandas* del *claustro*, no llegadas a iniciarse, se darían ya por definitivamente desechadas (9). Con el proyecto de rehabilitación y definitiva conclusión del edificio, realizado por Antón Capitel y su equipo (1992), se resolverían estas cuestiones (10): se recuperó el uso integral de museo y se logró la compleción del conjunto (*pandas* del *claustro* y bloque de la esquina sudeste).



renciado al sur, incluyendo el “Salón de Honor”, en el lugar que ocuparía la iglesia del virtual monasterio (Figura 2).

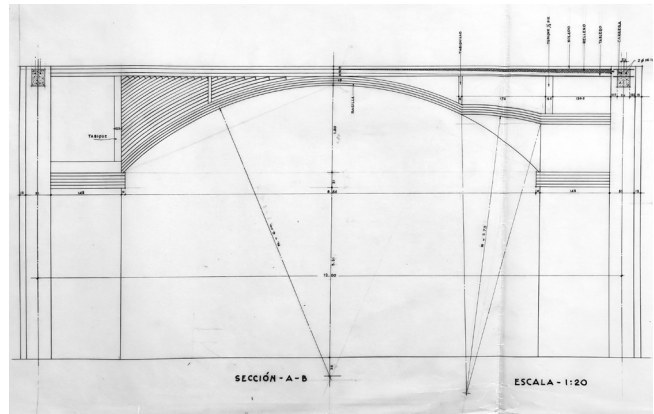


**Figura 2.** Planta del proyecto inicial, con indicación de las curvas de nivel del terreno (L. Moya y L.M. Feduchi, 1942) [ETSAM\_Fondo LMB]



**Figura 3.** Proceso constructivo de las bóvedas continuas del Museo de América. Se aprecia el sencillado y tres vueltas de doblado (A); el apoyo escalonado preparado para el arranque del luneto, sobre el sencillado continuo (B) (para ser eliminada la parte correspondiente al luneto tras la construcción de éste); el tirante metálico (C); refuerzos del trasdós (D) y tabiquillos para formación de tablero del suelo (E). (Montaje fotográfico preparatorio —no llegado a publicar— para el tratado Bóvedas tabicadas [ETSAM\_Fondo LMB])

Las naves expositivas, que rodean el claustro por tres de sus lados, están realizadas en sus dos niveles con bóvedas tabicadas continuas de directriz cilíndrica (8): rebajada, en el caso de la planta inferior (destinada a sustentar grandes cargas); y parabólica, en la superior (ajustándose a los faldones de cubierta). Salvando en ambos casos una luz de 12 m, están realizadas con cuatro hojas de rasilla; la primera (sencillado) siempre tomada con yeso; y las demás (doblados), con mortero de cemento (Figuras 3 y 4). Los empujes quedan contrarrestados por los muros y machones de ladrillo; contando con la colaboración de tirantes metálicos, cada cuatro metros, ocultos sobre el trasdós de la bóveda.

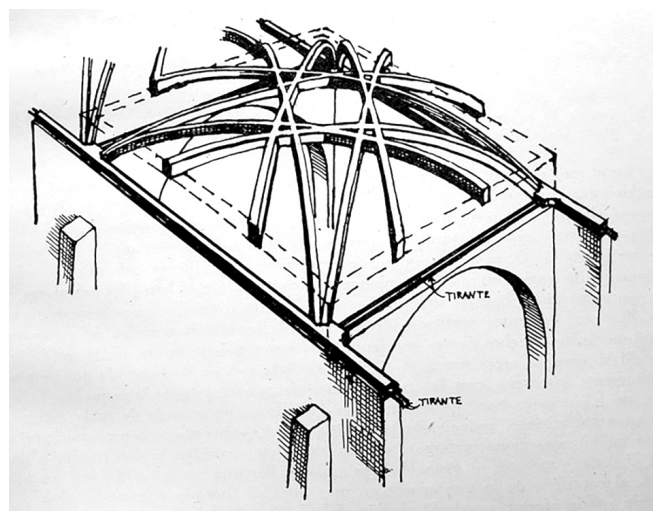


**Figura 4.** Sección de bóveda continua de nave expositiva de la planta inferior (cuatro hojas de rasilla y 8'64 m de luz). Se indican: apertura de lucernario; formación de las costillas/tabiquillos para apoyo de tablero de solado; y esperas de recibo de la bóveda, formadas por cinco hiladas de ladrillo en voladizo (L.M., ca. 1942) [ETSAM\_Fondo LMB]

No obstante, la gran aportación de este edificio reside en el empleo de bóvedas de arcos cruzados, reservadas para las esquinas de la panda norte del claustro y para espacios de significada importancia, como el denominado “Salón de Honor”. De ellas tratamos en lo que sigue.

## 2. CONSTRUIR / INVESTIGAR CON BÓVEDAS DE ARCOS CRUZADOS DE LADRILLO

Entre los primeros tanteos de Moya con las bóvedas de arcos cruzados —ya hemos mencionado la iglesia de Manzanares y el Escolasticado de Carabanchel—, las del Museo de América representan, con muy diversas conformaciones materiales, un alto valor innovador y propositivo, que, a la vez, hunde raíces en la rica tradición de la arquitectura hispano-musulmana (11). Cabe señalar aquí que los pioneros de la moderna construcción de bóvedas tabicadas (Domènech i Montaner y Juan Bautista Lázaro en España, y el valenciano Rafael Gustavino en los EEUU) sólo excepcionalmente —y con menor alcance de lo que construiría Moya— trataron el tipo de la bóveda sobre arcos cruzados de ladrillo (12).



**Figura 5.** Esquema de bóveda de arcos cruzados (cuatro pares de arcos paralelos y rampantes) sobre planta cuadrada (L.M. ca. 1945) [en Moya, 1947]

Moya hizo notar las ventajas que las estructuras de elementos lineales cruzados habían demostrado a lo largo de la historia de la construcción: su capacidad para diversificar riesgos por

fracaso puntual de un elemento (en particular, cuando estaban construidas con materiales tradicionales no sometidos a control): en caso de que se diera una falla local en uno de los arcos, “se espera que los otros eviten las consecuencias de esta falta” (13). Y ello lo aplicó, con decisión, a los arcos de ladrillo; muy pertinentemente en el momento autárquico que nos ocupa, dada la insuficiente garantía de la calidad de los materiales (también del ladrillo y cemento) y, por tanto, de su capacidad resistente. En efecto, en el caso de fallo de algún arco, la carga se repartiría en los demás, manteniendo así la estabilidad de las bóvedas.

Entre los aspectos propicios aducidos por Moya, además del fundamental ya indicado, citemos los siguientes (Figura 5):

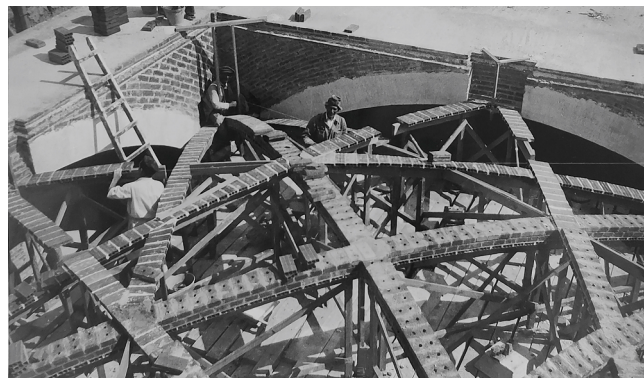
- el hecho de que cada arco, al ser cortado —y acodalado— por los demás menos por su paralelo, permite un comportamiento estable aun con espesores de medio pie
- la posibilidad de construir cada uno de los arcos cuando la marcha del trabajo lo aconseje, aprovechándose una misma cimbra y sin preocupar —ya que se trabaja a compresión— el acuerdo de la intersección entre unos y otros
- reducción de la cimbra, al poder suplementarse su capacidad resistente con una primera hoja de ladrillo puesto de tabla y tomado con yeso (fraguado muy rápido)
- la facilidad de un refuerzo adicional, mediante hiladas sucesivas, en caso necesario
- la gran versatilidad para adaptarse a muy distintas plantas (regulares o irregulares) con distintas cotas de partida
- el modo en que los espacios resultantes entre los arcos pueden ser cubiertos de manera muy sencilla con bóvedas tabicadas sin cimbra alguna, junto al hecho de que estos plementos puedan “ser completamente independientes entre sí” (1) y aun puedan acometer a un costado y otro de un mismo arco a distintas alturas (sin que los esfuerzos de torsión, al estar los arcos acodalados por los demás, sean decisivos).

Como indicara Luis García Amorena, colaborador de Moya en el cálculo de bóvedas de ladrillo, el esquema es tal que “los propios arcos se encargarán” de repartirse las cargas convenientemente y, si los apoyos son rígidos, “no habría más que comprobar la resistencia del arco más desfavorable” (14).

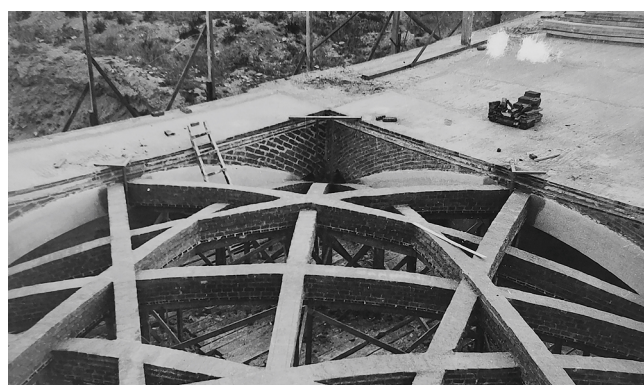
## 2.1. Bóvedas de esquina del claustro. Serie baja

En las esquinas de la panda norte —en que inciden dos naves ortogonales entre sí y cubiertas por bóvedas continuas— recurrió Moya al esquema de arcos cruzados, donde los arcos son cortados por todos los demás menos por su paralelo. Tanto en la planta inferior como en la superior la planta es un cuadrado de 8,60 m de lado; pero el esquema de los arcos es muy diferente, según veremos, en uno y otro nivel.

Con el mismo trazado que las bóvedas de la serie baja se construyó la de la Biblioteca, bajo la homóloga de la esquina noroeste del claustro (planta de acceso, que aprovecha el rápido declive del terreno hacia el Parque del Oeste); pero en este caso, con una indicativa diferencia, que se explica cumplidamente por la experimental marcha de la obra: si en esta bóveda —primera de este tipo en ser construida por Moya—, los arcos son de un pie de espesor (Figuras 6, 7 y 8), en las de las series superiores —probada la resistencia del sistema— se reducen al medio pie.



**Figura 6.** Proceso constructivo de la bóveda estrellada de la Biblioteca (nivel inferior), a base de arcos de un pie de ladrillo, puesto de tabla, con sucesivas hojas de macizo sobre una de rasilla tomada con yeso; se observan las cimbras, la plataforma de trabajo y la marcha del tendido de rasillas en los arcos a partir los dos diagonalesles. [ETSAM\_Fondo LMB]



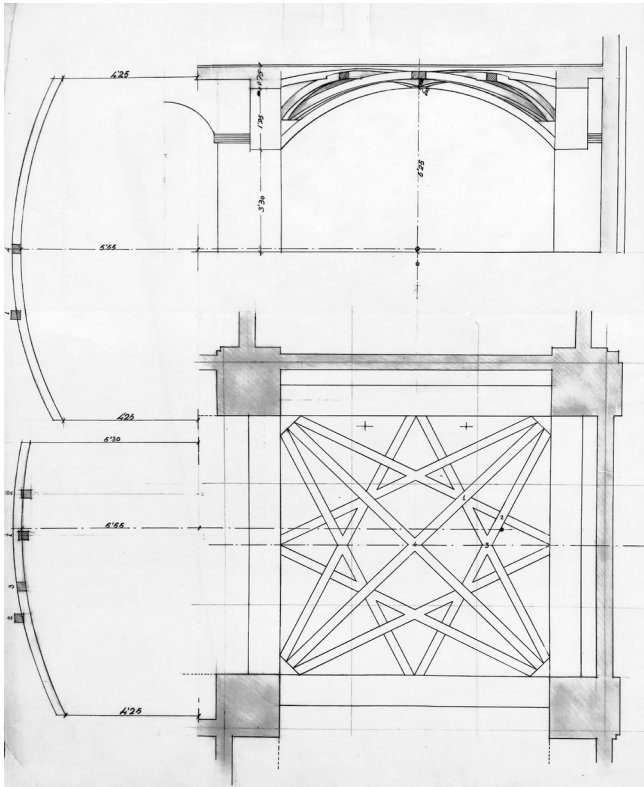
**Figura 7.** La misma bóveda con los arcos ya concluidos (cinco hojas de macizo sobre una de rasilla); se observan las intersecciones entre arcos a distinta altura [ETSAM\_Fondo LMB]



**Figura 8.** La misma bóveda de la Biblioteca, ya cerrada con los plementos de bóveda tabicada de sencillado visto (independientes entre sí) y con los arcos revestidos. Se observa el arranque de los tres arcos en las esquinas, sobre saledizo de ladrillo macizo; también, el entrecruzado de los arcos, a distintas alturas [fotogr. J. Fakhoury]

En ambos casos, a partir de los cuatro arcos de cabeza, el trazado es a base de diez arcos rebajados: dos diagonales —los únicos que se cortan en el centro—, con 12 m de luz; y cuatro pares de arcos paralelos con apoyos a distinta cota, al partir cada uno de un vértice del cuadrado para alcanzar la clave del arco de cabeza del lado no adyacente, con 9,6 m de luz; arcos rampantes estos últimos, que —siguiendo la nomenclatura de una bóveda de crucería— podríamos denominar “terceletes”. Se forma, así, una estrella de ocho puntas (inscribiendo —consecuencia de las intersecciones— un octógono regular) (Figura 9). Los arranques de los arcos en la esquina, el diagonal más los dos terceletes, se producen a igual altura mediante enjarje por hiladas de ladrillo en vuelos sucesivos.





**Figura 9.** Bóveda estrellada sobre planta cuadrada de 8,6 m (planta, sección y alzados de arcos diagonales y rampantes, con indicación de sus intersecciones) (L.M., ca. 1945) [ETSAM\_Fondo LMB]

El hecho de que las bóvedas de la serie baja estén constituidas por arcos escarzanos posibilita que el proceso de construcción se facilite por medio de una plataforma de base sobre la que se van disponiendo en el orden conveniente las cimbras-guía (Figura 6). Los arcos están constituidos por hojas de ladrillo (puesto de tabla), siguiendo la práctica de la construcción tabicada: la primera vuelta se puede resolver con rasilla, tomada ésta con yeso; de modo que, al fraguar con rapidez, constituye una “cimbra perdida” (como en el *sencillado* de las bóvedas) sobre la que se van construyendo las sucesivas hiladas de ladrillo macizo tomado con cemento y garantizando la necesaria sección resistente. Práctica esta que, naturalmente, requiere revestir los arcos, para que no se aprecie esa primera hoja; sobre todo en el caso de arcos de un pie de espesor, en que quedarían vistos los huecos de la testa de las rasillas (caso excepcional, en este sentido, son los arcos cruzados de la gran bóveda de la iglesia madrileña de San Agustín, constituidos por hojas de un pie de ladrillo visto, aparejado a tabla, sobre dos vueltas de rasilla; en los que, para ocultar dichos huecos se revistieron estas dos hojas con chapado de ladrillo) (15).

Como explica Moya (1), la construcción comienza por los arcos diagonales, para ir luego elevando los rampantes, en el orden que se prefiera (orden fácilmente constatable al analizar los nudos de intersección) y pudiéndose reutilizar la misma cimbra, una vez fraguado el mortero de cemento. En la trayectoria de Moya fue constante la práctica de economizar madera en los encimbrados, incluso en los edificios de gran escala. Aquí sólo los arcos requerían estas estructuras provisionales, al modo gótico, en tanto que la plementería podía voltearse en el vacío.

Tanto en la bóveda de la planta de acceso (Biblioteca) como en las dos de la serie baja del claustro se dejan los plementos

vistos. Esta circunstancia, además de constituir un preciso registro de la facilidad y versatilidad con que se pudieron voltear estos paños, muestra las posibilidades expresivas inherentes al sistema.<sup>2</sup>



**Figura 10.** Intradós de la bóveda de la esquina noreste de la planta principal, a base de arcos de medio pie de ladrillo (al aparejo visto de rasilla se añaden estrellas de cinco y seis puntas) [fotogr. J. Fakhoury]

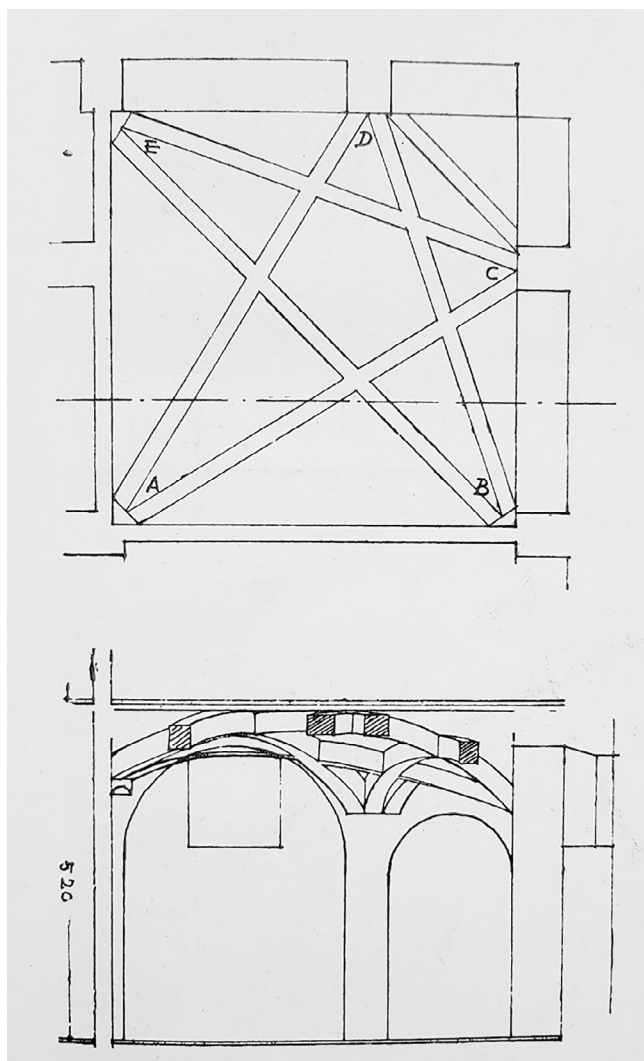


**Figura 11.** Intradós de la bóveda de la esquina noroeste de la planta principal, con el mismo trazado de arcos que la anterior. El efecto plástico que producen los plementos vistos se refuerza con la hoja de rasilla añadida, en forma de estrella de ocho puntas (concéntrica con la intersección de los arcos diagonales y aparejada según la dirección de éstos) [ETSAM\_Fondo LMB]

La textura del sencillado de rasilla contrastando con el blanco revestimiento de los arcos, produjo un resultado plástico del que Moya no dudó en sacar provecho. Y aun en las dos bóvedas de la serie baja del claustro reforzó tal efecto en los intradoses de la plementería, con pura intención formal: en la de la esquina noreste, al adherir —resaltando el efecto de la rasilla— polígonos estrellados (de cinco puntas, en los cuatro plementos centrales, y de seis en los correspondientes a las claves de los arcos de cabeza) (Figura 10) ; y en la de la esquina noroeste, añadiendo una hoja de rasilla en forma de estrella de ocho puntas, inscrita al octógono central que forman los arcos al cruzarse (Figura 11).

<sup>2</sup> Ello evoca el reto lanzado por Vicente Lampérez a Juan Bautista Lázaro para que, en pro de la sinceridad constructiva, dejara vistas las asombrosas bóvedas tabicadas con que Lázaro estaba innovando la construcción madrileña de finales del siglo XIX, destinadas a ser revestidas tras su conclusión: “¿Por qué ocultar la estructura con estucos y postizos? (...) ¿Por qué no acometer resueltamente la revolución?” (16).

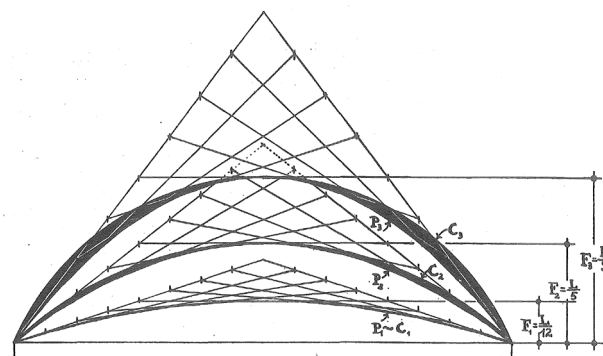
La adaptabilidad del sistema a distintas necesidades se observa en una bóveda menor —no menos interesante—, sobre planta cuadrada de 6,4 m de lado, incluida en el cuerpo de la torre. Aquí, por la disposición de los vanos, los arcos sólo podían partir de tres esquinas y de dos machones próximos a la cuarta. Surgió así un curioso trazado en estrella irregular de cinco puntas (con el correspondiente pentágono convexo en el centro); un esquema en que se concentran los empujes y los apoyos (con arranques a distinta altura) en los puntos convenientes y donde se cuenta, también, con el excelente efecto de la plementería vista (Figura 12).



**Figura 12.** Bóveda estrellada de trazado irregular del cuerpo de la torre; planta (con indicación de los machones en que cargan los arcos) y sección (L.M. ca. 1945) [en Moya, 1947]

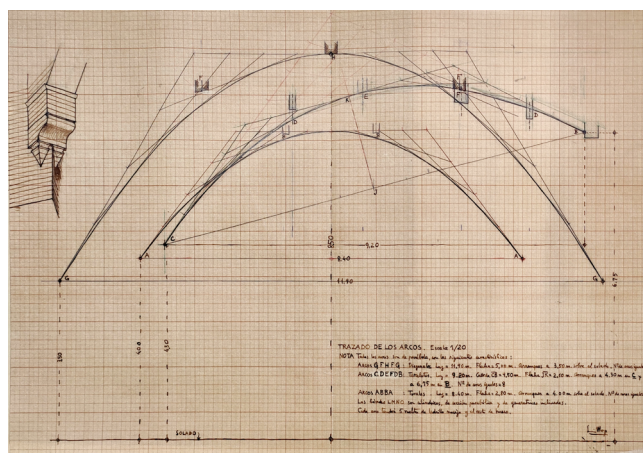
## 2.2. Bóvedas de esquina del claustro. Serie alta

Las dos bóvedas de las esquinas norte de la planta superior del claustro, correspondientes con las dos de la serie baja (esto es, sobre planta cuadrada de 8,60 m de luz), están construidas también con diez arcos cruzados de ladrillo (dos diagonales y cuatro pares de arcos paralelos); pero diferenciándose de las primeras en aspectos fundamentales.



**Figura 13.** Ejemplos de sustitución de curvas parabólicas (P) por circulares (C) de igual ratio luz/flecha, observándose que para pequeñas flechas tienden a confundirse (L.M.) [en Moya, 1947, 23]

En primer lugar, al no tener estas bóvedas la limitación de cota que supondría un piso superior sino, muy al contrario, la posibilidad de colaboración en la formación de los tableros de faldones de cubierta,<sup>3</sup> los distintos arcos —muy lejos de tener perfil escarzano, como en la serie baja— alcanzan una flecha mucho mayor, adoptando una curva parabólica. Moya explica cómo la conveniente forma de la parábola, a efectos de comportamiento mecánico, puede “sustituirse” por un arco de circunferencia para flechas comprendidas entre 1/8 y 1/12 de la luz (Figura 13): “Las bóvedas rebajadas tienen la ventaja, en el cálculo y en la construcción, de hacer fáciles estas sustituciones de curvas y de hacer predominar el trabajo a compresión sobre cualquier otro” (C: 22). Este caso, por tanto, es muy poco característico de las bóvedas de Luis Moya. Aquí, los arcos tienen flechas muy superiores (superando en los diagonales el tercio de la luz; y en los terceletes, el cuarto),<sup>4</sup> por lo que la diferencia entre el arco de circunferencia y el parabólico es inasumible: la “sustitución” de que habla Moya no es posible y los arcos son, estrictamente, de parábola (Figura 14).



**Figura 14.** Trazado de los arcos parabólicos de las bóvedas de esquina de la planta superior; y detalle de la mensulilla de apoyo de los arcos diagonales (L.M., ca. 1945) [ETSAM\_Fondo LMB]

En segundo lugar, el trazado de los arcos es distinto. Se alternan arcos de un pie (los de cabeza y los diagonales) con los de medio pie (los terceletes); estando formado cada uno de

<sup>3</sup> Por la misma razón, las bóvedas continuas de las tres pandas que rodean el claustro en esta planta superior son cilíndricas de directriz parabólica, con importante flecha (un tercio de la luz).

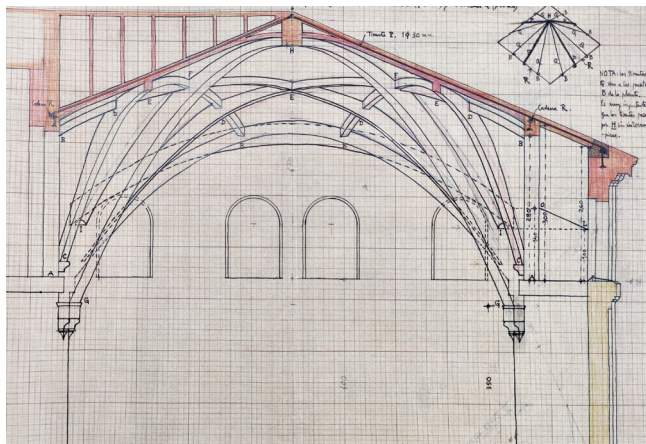
<sup>4</sup> Los arcos diagonales tienen una flecha de 5 m para 11,9 de luz; los terceletes, de 2,1 m para 9,2 de luz; y los torales, de 2,8 m para 8,4 de luz.



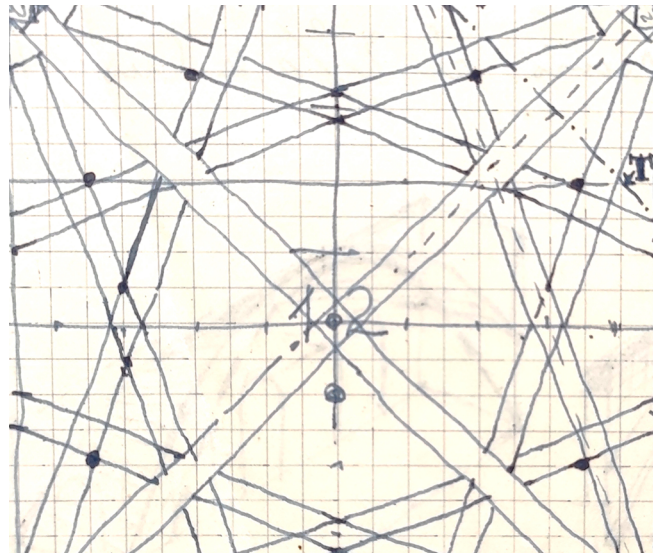
ellos por cinco vueltas de ladrillo macizo y “el resto de hueco”, como indica Moya en el propio plano (Figura 14).

Además, los arcos terceletes (rampantes) no apoyan en la clave de los arcos de cabeza (torales) de los lados no adyacentes del cuadrado, como ocurre en las bóvedas de la serie baja, sino que lo hacen antes de alcanzar esa clave, de modo que el arco toral queda acodalado por los terceletes en dos puntos separados aproximadamente un cuarto de su luz (Figuras 15, 16 y 17).<sup>5</sup>

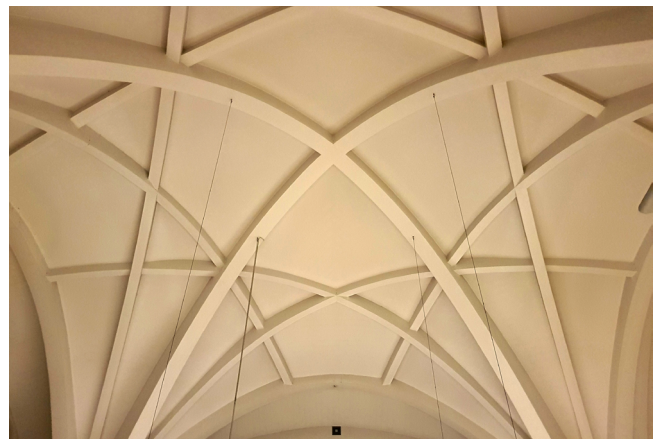
Por otro lado, el encuentro de los distintos arcos en las esquinas es más complejo, al arrancar de cotas diversas cada uno de los tres tipos: los diagonales —que parten de mensulilla que resuelve el encuentro con el machón de apoyo— lo hacen a una cota 50 cm inferior de la de los torales, y 80 cm inferior de la de los terceletes (Figuras 15 y 18). Así, la diferencia de cota entre la clave de los arcos de cabeza y los diagonales es de 1,7 m, produciéndose una clara percepción del arco de parábola; circunstancia ésta muy extraña a Moya, que prefirió siempre —y no sólo por la antedicha condición mecánica— los perfiles rebajados (17).<sup>6</sup> La esbeltez de estas dos bóvedas se realza aún por estar enteramente revestidas (arcos y plementería), en revoco blanco; lo cual constituye también una significativa diferencia respecto a las bóvedas de la serie baja.



**Figura 15.** Sección constructiva de la bóveda de esquina de la planta superior, con indicación y esquema de las cadenas de borde y tirantes metálicos embebidos en el faldón (L.M., ca. 1945) [ETSAM\_Fondo LMB]



**Figura 16.** Boceto de la bóveda de esquina de la planta superior, mostrando los contrarrestos de los dos arcos de cabeza correspondientes a los lados exteriores de fachada, en los puntos (A) en que cargan los terceletes (L.M., ca. 1945) [ETSAM\_Fondo LMB]



**Figura 17.** Vista del intradós de la bóveda de esquina de la serie alta [fotogr. J. Fakhoury]



**Figura 18.** Sala de esquina del piso superior, con la museografía inicial (ca. 1965). Se observa el arranque de los arcos diagonales, a cota inferior a los demás, mediante mensulilla [Museo de América]

<sup>5</sup> La bóveda así trazada se ajusta a los faldones de cubierta por medio de tabiquillos que apoyan sobre el tablero, formando con ellos unidad estructural. Así, para contener los empujes, se dispone en este tablero un sistema de atirantado metálico que se ancla en una cadena (IPN), sobre el cuadro de los arcos de cabeza, y en zunchos perimetral. Está constituido tal sistema por dos series de redondos, todos ellos sin ser interrumpidos en la cumbrera del faldón: los que unen las claves de los arcos de cabeza (f 3 cm) y los oblicuos que van a los puntos intermedios en que apoyan los terceletes (f 2 cm).

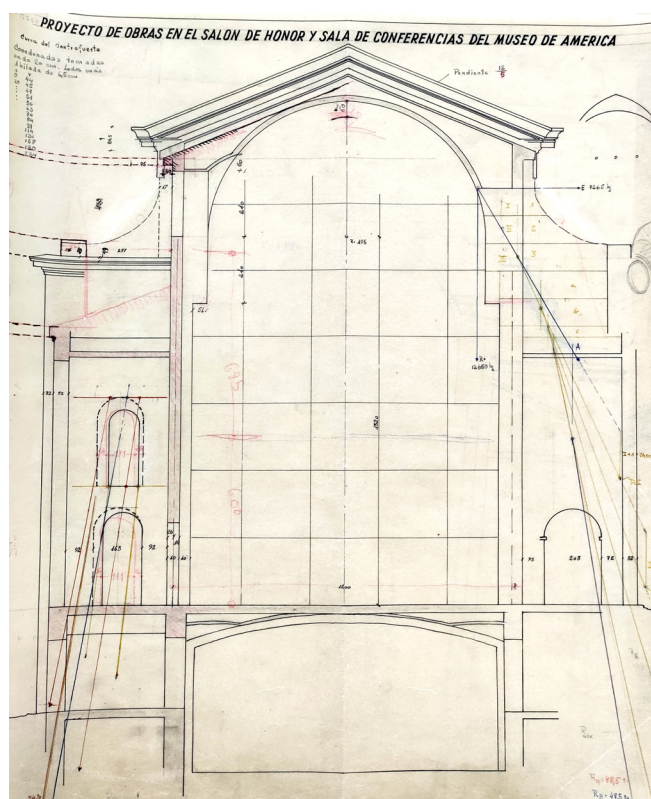
<sup>6</sup> Entendía Moya que las formas propias del lenguaje clásico eran la circunferencia (en medio punto o rebajada) y los arcos de elipse (de eje mayor horizontal) y admitiendo la parábola para cuerdas pequeñas que se asemejan al arco escarzano, pero no tan claramente vertical.



### 2.3. Bóveda reticulada del “Salón de Honor”

Caso muy diverso a estas soluciones estrelladas de las esquinas del cuerpo norte es la gran bóveda de arcos cruzados correspondiente al “Salón de Honor”, la otra parte sobresaliente del conjunto; parte que tardó más en materializarse y que, por ello, se ejecutó de forma muy distinta (y, desde luego, mucho más innovadora) respecto del diseño inicial (18).

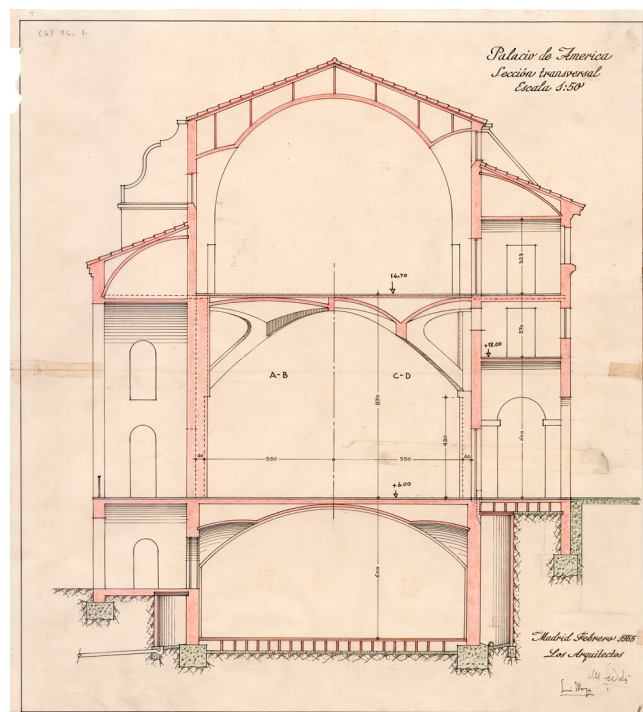
En origen, el espacio se había ideado como una gran nave, cubierta con bóveda de cañón de 12 m de luz y 35 m de longitud, abarcando el total de la altura sobre la cota del claustro —“planta noble”—, siguiendo la directriz del gran arco que define el frontis del edificio; e iluminada por medio de lunetos correspondientes a óculos circulares en el lado sur. Así se representa en la sección transversal del proyecto inicial (Figura 19), elevada sobre la “Sala de Conferencias” del cuerpo de basamento (ésta, con bóveda muy rebajada) que resuelve el cambio de cota del terreno. En esta sección se indica la línea de empujes de la bóveda y su contrarresto por el sistema de contrafuertes; éste, no estrictamente simétrico: del lado norte, enlazando con la panda del claustro; y del lado sur, alcanzando mayor altura por el desnivel del terreno, mediante arcada abierta al exterior.



**Figura 19.** “Proyecto [inicial] de obras en el Salón de Honor y Sala de conferencias del Museo de América”, sección transversal con trazado de la línea de empujes de la bóveda superior; y detalles de los lunetos (L.M., ca. 1942) [ETSAM\_Fondo LMB]

Posteriormente, tras el citado largo período en que la obra permaneció parada, mutándose la denominación de *Museo de América* por la de *Palacio de América* (19), se decidió un cambio radical: dividir el gran espacio en dos alturas, manteniéndose la superior con la bóveda de cañón ya construida, y destinando la inferior el actual “Salón de Honor”, con 8,5 m de altura, cubierto con la nueva gran bóveda de arcos cruzados que constituye el rasgo más característico —sin duda,

impar— del edificio. Se constituye ésta “con arcos de dirección oblicua respecto de los muros y con dos órdenes que se cruzan entre sí”, de manera que “forman en su conjunto un entramado a modo de osamenta en los que se apoyan bovedillas de plementería, las cuales a su vez soportan mediante tabiquillos un tablero sobre el que va el solado” (20).



**Figura 20.** “Palacio de América”, sección transversal definitiva del cuerpo del Salón de Honor (L.M y L.M.F., 1955) [ETSAM\_Fondo LMB]

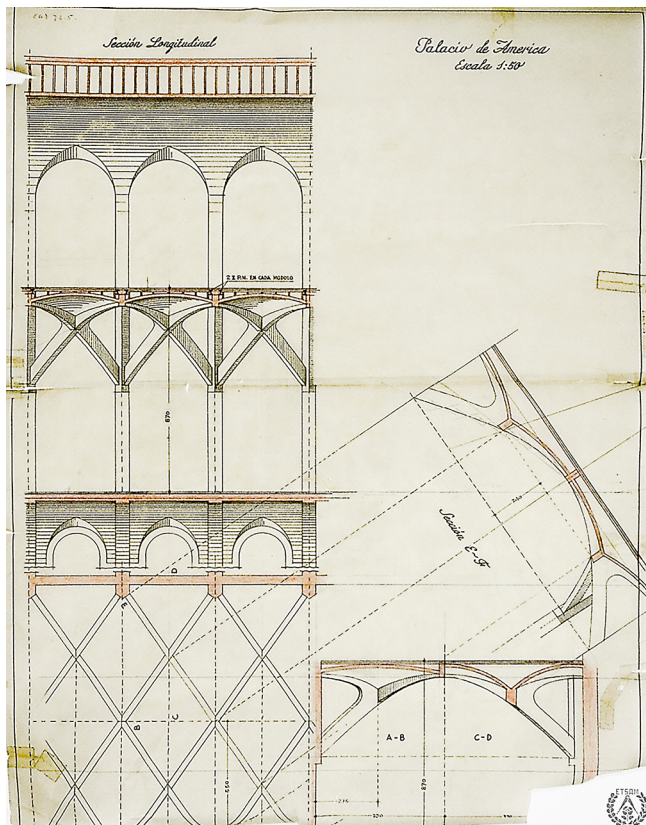
En el plano de sección transversal (1955) queda definido el sistema (Figura 20), incluyendo el espacio de la planta de acceso (ya transformado en capilla de la Ciudad Universitaria); sistema que se detalla en el muy interesante plano en quedan descritos —y debidamente articulados— planta, alzado y secciones (Figura 21). En esencia, la intersección de dos series de nueve arcos oblicuos y paralelos entre sí, de perfil rebajado y próximo al parabólico (3, 5 m de flecha para una luz de 13 m); que apoyan —mediante acuerdo fleteado— en los contrafuertes de los muros laterales, de manera que cada arco es cortado por tres de la otra serie. Estas intersecciones —una, ello es claro, en el eje de la nave y las otras dos, sensiblemente, a cuartos de la luz— establecen dos tipos de superficies de plementos, proyectadas en planta según una red rombal que deviene en triangular al encuentro con los muros.

Los arcos de ladrillo visto, de un pie de espesor, se aparejan a rosca (no a tabla, como en otras construcciones ya ensayadas por Moya): con un canto de pie y medio en los tramos centrales; y, en los laterales, para aligerar material, con un juego de arco —continuación del anterior— y *contraarco* (con cantos respectivos de dos pies y medio y de pie y medio) (Figura 22). Este sistema determina apoyos a distinta altura en el contrafuerte y posibilita una mejora en el tendido de las plementerías (y, desde luego, en la plástica formal del conjunto).

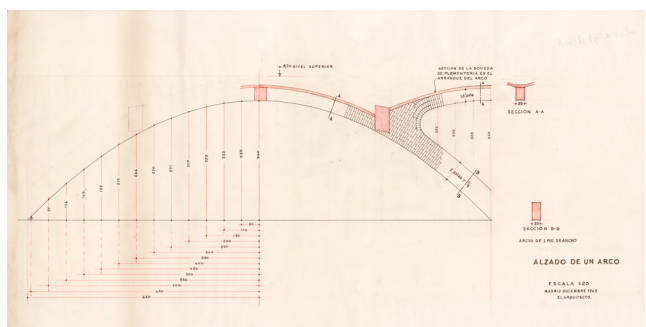
Las superficies de plemento se resuelven por bóvedas tabicadas ligeras (al quedar reducidas las luces), independientes entre sí y guiadas por el perfil de los arcos en que apoyan.



El hecho de que, junto al valor formal y matérico de los arcos de ladrillo, los aparejos vistos del sencillado se dispongan contrapeadadamente —según el eje de la nave, para los tramos del centro y adyacentes a las paredes laterales, pero ortogonales al eje para los restantes— refuerza la textura y carácter expresivo del conjunto, definiendo uno de los espacios abovedados más interesantes de Madrid y aun de los construidos en el siglo XX en Europa: una lúcida aplicación, podemos decir, de esa idea que formulara Moya (1) acerca del orden y dignidad que la buena construcción impone a la arquitectura (Figuras 23 y 24).



**Figura 21.** “Palacio de América”, bóveda del Salón de Honor. Sección longitudinal, transversal y paralela al plano de una de las dos familias de arcos, referidas a la planta; con indicación de plementos y atirantados ocultos sobre éstos (L.M., ca. 1955) [ETSAM\_Fondo LMB]



**Figura 22.** “Alzado de un arco” del Salón de Honor, indicando gruesos de cada tramo y encuentros con plementerías y arcos transversales (L.M., 1965) [ETSAM\_Fondo LMB]

Los empujes son absorbidos por el esquema de contrafuertes —más acentuado en su asimetría que en el proyecto inicial—, entre los que se tienden, al modo romano, bóvedas de cañón ortogonales al eje de la nave principal; y, también, por ten-

dido de tirantes (dos perfiles IPN por cada contrafuerte) que quedarían ocultos sobre el trasdós de la nueva bóveda.



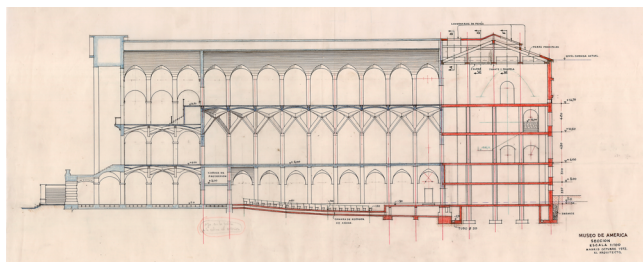
**Figura 23.** Bóveda del Salón de Honor. Detalle del encuentro de los arcos con los contrafuertes de la pared lateral y el remate de la bóveda en la pared frontal [fotogr. J. G. Mosteiro]



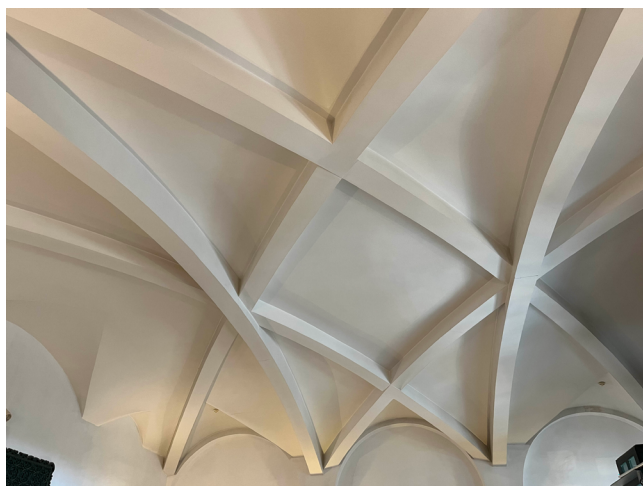
**Figura 24.** Ortofoto de la parte central de la bóveda, en que se aprecia el aparejo —longitudinal y transversal— de los diferentes plementos [ortofoto J. Fakhoury]

El acceso al Salón de Honor cuenta, en la planta noble, con una antesala de planta cuadrada, de igual ancho que aquél. Está cubierta por otra gran bóveda de arcos cruzados de un pie de grosor, guarnecida toda ella y similar a la de la planta inferior (acceso) (Figuras 25 y 26). Sobre ella se dispone el gran vestíbulo que abre a la balconada de la fachada principal —y a las magníficas vistas sobre el Parque del Oeste—. Se cubre este vestíbulo con la misma bóveda de cañón que sigue el espacio superior del Salón de Honor (actualmente destinado a almacén de piezas del Museo), alcanzando gran altura al tener el suelo a 2,7 m por debajo del que descansa sobre la bóveda del Salón de Honor y precisando de una escalera —no prevista inicialmente— para salvar la diferencia de cota.

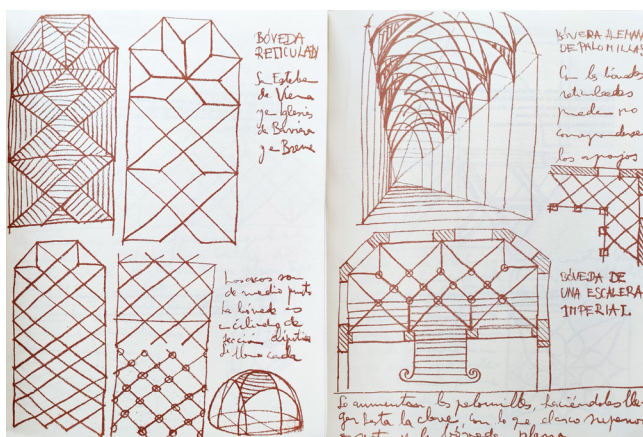




**Figura 25.** “Museo de América”, sección general por el eje del Salón de Honor, mostrándose la bóveda de arcos cruzados finalmente construida, así como la de su vestíbulo; aparece también el —entonces proyectado por Moya— cuerpo de completación de la esquina sureste, que quedó sin construir hasta la intervención de Capitel (L.M., 1972) [ETSAM\_Fondo LMB]



**Figura 26.** Bóveda de arcos cruzados del vestíbulo de acceso al Salón de Honor [fotogr. J. G. Mosteiro]



**Figura 27.** Esquemas de bóvedas reticuladas alemanas, dibujados por Moya como alumno de las clases de Construcción de Carlos Gato (curso 1924-1925) (en Moya, 1925)

A diferencia de las bóvedas de arcos cruzados sobre planta cuadrada que hemos descrito (bóvedas que Moya evolucionaría, a partir de entonces, en sucesivas y espectaculares configuraciones sobre plantas centrales —circulares, elípticas o poligonales—), esta bóveda del Salón de Honor es ciertamente singular en la producción del arquitecto, no empleada siquiera en sus proyectos de abovedamientos para plantas rectangulares. Tendríamos que remitirnos a sus apuntes de estudiante, en la asignatura de *Construcción* que impartía el catedrático Carlos Gato (21), para encontrar reflejado un temprano interés de Moya por las «bóvedas reticuladas» del gótico alemán (Figura 27).

### 3. CONCLUSIÓN

El estudio llevado a cabo sobre este notable caso de bóvedas de arcos cruzados de ladrillo contribuye al estado de la cuestión en los siguientes aspectos: significativa aportación de datos sobre el proceso constructivo en el panorama de la Autarquía; justificación de la versatilidad del sistema de arcos cruzados en sus diversas aplicaciones en el Museo de América (tipos de plantas y de arcos); precisa caracterización de las fases constructivas de las distintas bóvedas del edificio (en particular, la del gran Salón de Honor); análisis del valor de prototipo de dichas bóvedas y su retroalimentación a través de las experiencias que Moya fue realizando en otras construcciones; reflexión sobre la eficiente articulación de la razón constructiva con los valores formal-espaciales; inclusión de documentación gráfica inédita de Luis Moya.

Esta aportación de conocimiento no es ajena a la pertinente valoración de la dimensión patrimonial del conjunto; y de ahí se sigue —o debiera seguirse— la adecuada conservación y protección del edificio. Actual *Bien de Interés Cultural*, fue declarado monumento en 1962, atendiendo a los múltiples valores que concentra (formales, constructivos, históricos y documentales, tipológicos, de paisaje...). No nos cabe duda, como hemos indicado en este escrito, que uno de sus destacados valores patrimoniales (si no el más alto) está definido por la contribución tipológica y constructiva del sistema de bóvedas tabicadas sobre arcos cruzados de ladrillo.<sup>7</sup>

No obstante, conviene notar que el alto valor de estas bóvedas —únicas en su conformación— no parece haber sido atendido suficientemente con la última museografía realizada. En ésta se privilegia el contenido del Museo frente al “contenedor” arquitectónico (que se ideó también como referencia al rico legado de la arquitectura hispanoamericana). Baste comparar a tal efecto las imágenes del Museo inaugurado en 1965 (Figura 18) con las homólogas actuales en que las bóvedas quedan ocultas en gran parte; además, innecesariamente (Figura 28). Frente a casos tan frecuentes de museos instalados en edificios no destinados a tal función, en el objeto que nos ocupa el acuerdo fue máximo: no sólo concebido para tal uso sino —lo hemos avanzado— propuesto en su conformación, lenguaje y tipo como aportación y contextualización de la magnífica colección museística que conserva: la arquitectura del Museo, en definitiva, como objeto museal en sí misma.

El valor estructural/constructivo de los sistemas de arcos cruzados aquí estudiados es inseparable de la alta cualidad espacial que definen (Figura 29). No nos parece gratuito, por tanto, apuntar que en futuras museografías dicha característica debiera ser preservada (incluyendo ello, en la medida de los posible, la introducción de la iluminación natural que ha sido cercenada).

<sup>7</sup> Es de notar, en este sentido, que para sede de la exposición *Las bóvedas de Guastavino en América* (1999), organizada por el CEHOPU con la Universidad de Columbia y comisariada por Javier Mosteiro, se eligiera el Museo de América; precisamente, atendiendo al doble valor del edificio: una privilegiada “exhibición” del sistema de bóvedas tabicadas y, a la vez, una congruente correspondencia entre la cultura española y la americana.





**Figura 28.** Bóvedas de la planta principal (esquina NE y Salón de Honor) en su actual estado, parcialmente ocultas por el montaje museográfico [fotogr. J. G. Mosteiro]



**Figura 29.** Vista general de la bóveda del Salón de Honor [fotogr. J. G. Mosteiro]

Este trabajo, aporta nuevos datos y análisis de la materialidad formal/material y del proceso constructivo; que pueden ser relevantes para el mejor conocimiento —por tanto, conservación— de este caso específico de bóvedas, tan representativo de un brillante capítulo de la historia de la construcción en España.

#### DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as de este artículo declara no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

#### DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

**Jawan Fakhoury:** Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

**Javier García-Gutiérrez Mosteiro:** Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

## REFERENCIAS

- (1) Moya Blanco, L. (1947). *Bóvedas Tabicadas*. Dirección General de Arquitectura, Madrid.
- (2) Capitel, A. (1982). *La arquitectura de Luis Moya Blanco*. Madrid, COAM.
- (3) García-Gutiérrez Mosteiro, J. (1996). El sistema de bóvedas tabicadas en Madrid: de Juan Bautista Lázaro (1849-1919) a Luis Moya (1904-1990). *Congreso Nacional de Historia de la Construcción (1º, Madrid)*, 19-21.
- (4) Capitel, A. y G. Mosteiro, J. (2000). *Luis Moya Blanco, arquitecto. 1904-1990*. Madrid, Electa.
- (5) Fuentes González, P. (2013). *Bóvedas de arcos entrecruzados entre los siglos X y XVI. Geometría, construcción y estabilidad*, mecan. (tesis doctoral, Bibl. ETSAM).
- (6) Alkadi, R.M. (2017). *The Origin of the Islamic Ribbed Vaults Famed in North Africa and Spain*, mecan. (tesis doctoral, Bibl. ETSAM), <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.47687>.
- (7) García-Gutiérrez Mosteiro, J. (2019). El Museo de América (Madrid): el experimento autárquico de las bóvedas de ladrillo de Luis Moya Blanco, en Vela Cossío, F., *La conservación del patrimonio arquitectónico del siglo XX*, Madrid, Fundación Diego de Sagredo, 32-33.
- (8) Moya Blanco, L. y Martínez Feduchi, L. (1943). Proyecto de edificio destinado a Museo de América. *Revista Nacional de Arquitectura*, 24 (diciembre), 411-416.
- (9) Moya Blanco, L. y Martínez Feduchi, L. (1963). *Proyecto de obras de terminación del Palacio de América. Memoria*, mecan. (Bibl. ETSAM)
- (10) Martorell, C. (1993). El Museo de América: reforma y completación. *Diseño Interior*, 22.
- (11) Almagro Gorbea, A. (2001). Un aspecto constructivo de las bóvedas de Al-Andalus. *Al-Qantara* (22), 147-160.
- (12) García-Gutiérrez Mosteiro, J. (1999). En paralelo a Guastavino. Las bóvedas tabicadas en Madrid, en *Las bóvedas de Guastavino en América*, Madrid, CEHOPU, 47-57.
- (13) Moya Blanco, L. (1987). Arquitecturas cupuliformes: el arco, la bóveda y la cúpula, en *Curso de mecánica y tecnología de los edificios antiguos*. COAM, Madrid, 97-119.
- (14) Moya Blanco, L., R. de la Puente, P., y Moya Blanco, R. (1954). Capilla de las Escuelas Profesionales Salesianas de San José, en Zamora. *Revista Nacional de Arquitectura*, 151-152 (julio-ag.), 57-64.
- (15) García-Gutiérrez Mosteiro, J. (2014). Fe en la arquitectura: Moya y la edificación del templo, en G. Mosteiro, J. *Forma-construcción en la arquitectura religiosa de Luis Moya Blanco*, Madrid: Mairera, 45-90.
- (16) Lampérez y Romea, V. (1899). Crónica, *Resumen de Arquitectura* (marzo), 30-33.
- (17) Moya Blanco, L. (1978). Sobre el sentido de la arquitectura clásica, en *Tres conferencias de arquitectura*, Madrid: COAM, 7-29.
- (18) Moya Blanco, L. y Martínez Feduchi, L. (1951). *Proyecto de terminación del Museo de América. Memoria*, mecan. (Bibl. ETSAM).
- (19) Moya Blanco, L. y Martínez Feduchi, L. (1955). *Proyecto de terminación del Museo de América. Memoria*, mecan. (Bibl. ETSAM).
- (20) Moya Blanco, L. y Martínez Feduchi, L. (1962). *Proyecto de obras de terminación del Palacio de América. Pliego de condiciones*, mecan. (Bibl. ETSAM).
- (21) Moya Blanco, L. (1925). *Cuaderno de apuntes de construcción de Luis Moya (curso 1924-1925)*. ed. Mosteiro, J., Madrid, Instituto Juan de Herrera, 1993.