

Las cerchas metálicas de la Roma Antigua verificadas por Palladio. El caso particular del Panteón de Agripa

José Luis Baró
Guillermo Guimaraens
Juan María Songel

La madera ha sido el material más frecuentemente utilizado en la arquitectura antigua y medieval para atender a las solicitaciones de flexión en las armaduras de cubierta. Una solución constructiva atípica, no obstante, consistió en el empleo de cerchas metálicas confeccionadas a base de tablas o perfiles de bronce ensamblados mediante remaches o roblones. Esta técnica fue desarrollada por los arquitectos e ingenieros romanos y tuvo su paradigma en el pórtico del Panteón de Agripa.

Efectivamente, es sabido que Urbano VIII hizo retirar los broncees del Panteón para ser utilizados en la construcción del Baldaquino de San Pedro en el siglo XVII. Pero antes del expolio, Serlio y Palladio habían sido testigos directos, observadores y divulgadores de la realidad constructiva romana del pórtico. Los dibujos del Libro IV de Palladio (lám. LIII y LV) resultan especialmente elocuentes por su coherencia, dejando entrever su condición de arquitecto conocedor de los sistemas constructivos antiguos: apoyos, uniones ...

Palladio, convencido de que esta técnica era comúnmente utilizada en las edificaciones religiosas romanas, introduce cerchas de bronce en la reconstrucción de otros templos de su Cuarto Libro, en lugar de emplear las armaduras de madera de los palacios del Tercer Libro, como parecería más lógico.

La presente comunicación pretende cubrir varios objetivos. Por un lado, confirmar históricamente la realidad de las armaduras de bronce del pórtico del Panteón. En segundo lugar, explicar su funcionamiento desde el punto de vista estructural y su proce-

so constructivo. Finalmente, rastrear la posible utilización de esta técnica en otros edificios.

Cuando en 1570 Andrea Palladio (1508–1580) publica sus *Quattro Libri di Architettura*, está legando a la posteridad una obra ilustrada que recoge algunas de las maravillas arquitectónicas de la antigüedad romana. En muchas obras reconstruye la ruina idealizándola, pero, en otras, se limita a testimoniar la realidad que contempla; es el caso del Panteón, cuyos broncees del pórtico aún no han sido sometidos al expolio del papa Urbano VIII (1623–1644) que los destinaría a la ejecución del baldaquino de Bernini y a la fundición para artillar Sant' Angelo. El análisis de las láminas de Palladio nos permite recuperar la hipótesis de que la estructura adintelada del pórtico del Panteón de Agripa, estuviera ejecutada exclusivamente de bronce, y no se tratase de madera revestida de bronce como han sostenido numerosas fuentes. Se trataría de una solución estructural insólita, en la que estaríamos hablando de cerchas metálicas ejecutadas en el siglo II de nuestra era, que serían sustituidas por la actual armadura de madera. La presente comunicación pretende descifrar a partir de una mirada arquitectónica qué fue lo que el arquitecto renacentista observó (figura 1).

LA VISIÓN DE PALLADIO CENTRADA EN EL PÓRTICO DEL PANTEÓN

Cuando se analizan los dibujos de Palladio, no se puede olvidar que era un arquitecto, un arquitecto

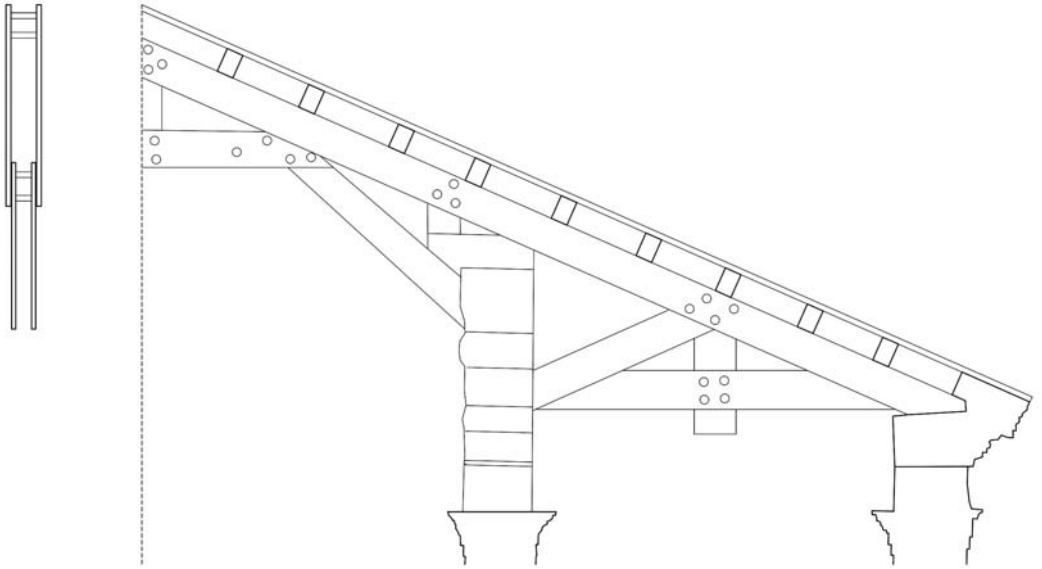


Figura 1
Cercha del Pórtico del Panteón planteada por Palladio (G. Guimaraens)

centrado en su profesión, lo que permite afirmar que era consciente de los problemas estructurales y constructivos a los que se enfrentaba la arquitectura, consciente de que los proyectos debían ser viables, no sólo técnica, sino también económica, funcional distributiva, e incluso, psicológicamente, en lo que a los promotores respectaba.

Junto a esta implicación profesional, hay que citar el origen cantero del arquitecto, que caracteriza esa carga realista y pragmática de su trabajo teórico, que le incita a eludir fantasías en aras de una fidelidad en la representación del detalle constructivo.

Ambos aspectos hacen de la obra dibujada de Palladio una obra única dentro de las aportaciones de la tratadística renacentista, pues, al analizar sus dibujos, no nos encontramos con meros alardes gráficos, sino con documentos a través de los cuales el arquitecto aspira a conocer los problemas de las obras que analiza con el objeto de, más adelante, resolver sus propios problemas en la práctica profesional.

Todo ello hace que el dibujo de Palladio no se limite a testimoniar la ruina, sino que la interpreta y la reconstruye de acuerdo con esa interpretación. Es por esto por lo que las láminas del Panteón no deben ver-

se como una fotografía de la realidad, sino que nos deben dar las claves de qué es lo que su autor ha interpretado; ello supone adentrarse en la mente de Palladio y entender su contexto, para, a partir del dibujo, poder deducir qué es lo que él creyó ver.

A pesar de este complejo punto de partida, es cierto que la pericia gráfica de Palladio nos facilita esta comprensión: sus láminas son un instrumento para la comprensión arquitectónica y no una representación con exclusivas pretensiones plásticas.

De entrada opta por la proyección plana, dibujos en planta, alzado y sección; opta por desmenuzar las partes de la arquitectura para su mejor comprensión; y, por supuesto, opta por presentarlas en verdadera magnitud dando importancia al valor de la medida. Como él mismo sostiene «... se aprende mucho más en poco tiempo de los buenos ejemplos con el medirlos y con el ver en una pequeña hoja los edificios enteros y todas sus partes ...» (Palladio 1570. III, 5).

Precisamente es el Panteón de Adriano, también conocido como de Agripa, el edificio en el que más se detiene, no en vano es la gran referencia de la arquitectura de la antigüedad romana. A él dedica diez láminas de su tratado donde reconstruye las termas

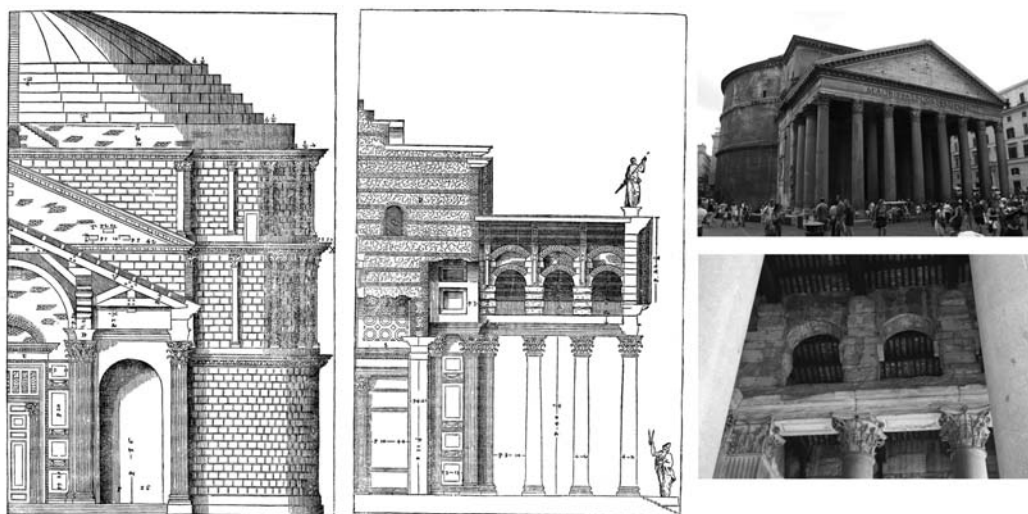


Figura 2
Láminas de Palladio donde se muestra la sección longitudinal y transversal de pórtico del Panteón (Palladio 1570, IV, 77, 79), acompañadas de fotos del estado actual del pórtico (Fotos: G. Guimaraens)

precedentes o lanza hipótesis sobre la distribución de sus piezas.¹² Y, concretamente, son las láminas 77 y 79 del tratado palladiano las que recogen los detalles que nos ocupan en la presente comunicación. Láminas en las que son aplicadas sus convenciones gráficas más usuales a fin de facilitar la comprensión: ordenación, texturas, superficies seccionadas, sombreados, espesor de línea ...

Nos basta la proyección en sección transversal y longitudinal del pórtico para comprender perfectamente qué ha querido representar. Si en un primer nivel nos acerca a la comprensión del objeto con la simultaneidad de su visión en planta alzado y perfil, en un segundo nivel nos ofrece la comprensión tectónica del conjunto, es decir, muros y elementos envolventes; dejando para un tercer nivel el lenguaje ornamental, que se apoya en adornos del tipo recercados de puertas, ventanas, cornisas ... detalles que parecían ser la principal preocupación de los tratadistas de su tiempo en aras de la definición lingüística de la arquitectura.

Sustentándose en grosores de líneas, rayados y tramas, condicionado por las exigencias de impresión, Palladio nos indica en sus láminas qué planos se encuentran por encima de otros; dónde hablamos de un

plano seccionado; qué es una línea de proyección ... Así, las líneas definen aristas; los rayados de trazo paralelo o en malla reticular definen volúmenes y, en ocasiones, los mismos cortes; y, finalmente, las tramas nos hablan de materialidad.²

De esta exposición se colige, que, bien sea el mismo Palladio quién dibuja las láminas, bien un colaborador, el objetivo de las láminas de su tratado no es otro que testimoniar nítidamente una idea arquitectónica de acuerdo con un criterio de representación homogéneo. De tal modo que, en esta investigación, podemos partir de la base que cada línea, continua o interrumpida, cada trama, cada sombreado, tienen una razón de ser.

Si procedemos a detenernos en la lámina que ilustra una visión frontal seccionada del pórtico del Panteón (figura 2) inmediatamente nos llama la atención la cercha que sustenta la cubierta a dos aguas, apreciándose con nitidez cada uno de los encuentros de sus barras, incluso la disposición intencionada de los pasadores de la estructura que más adelante analizaremos.

Si simultáneamente, para facilitar la comprensión global, analizamos la lámina que ilustra el corte longitudinal de la armadura, debemos observar cómo el

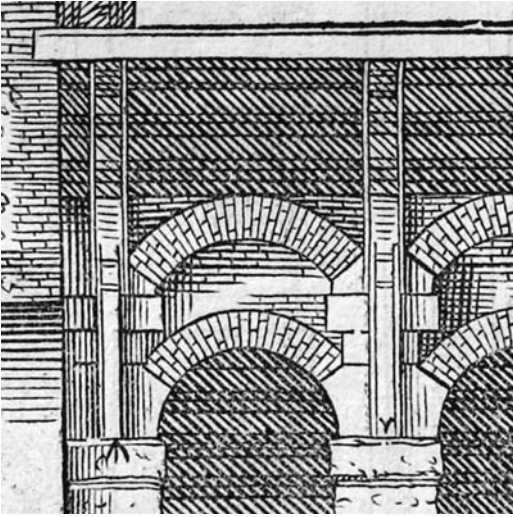


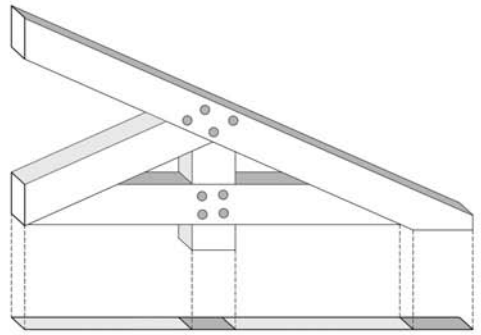
Figura 3
Detalle de la sección del perfil palladiano (Palladio 1570, IV, 79).

autor se interesa en delinear la sección de sus barras, al menos en lo que respecta al vano central, como barras constituidas por pletinas de reducido espesor; y, lo que resulta más interesante, las representa huecas; ya que se preocupa por representar el rayado del plano inferior de cubierta pasando entre las pletinas que constituyen las vigas, un gesto en absoluto gratuito para un dibujante (figura 3).

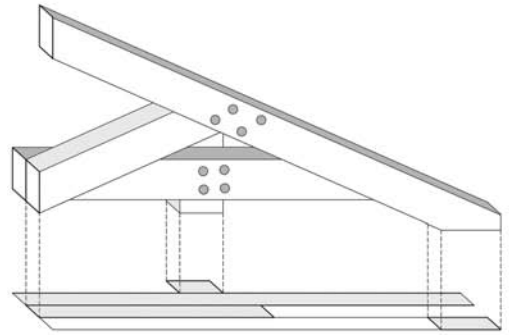
El análisis minucioso del dibujo comparado con la realidad nos permite entender otros aspectos relacionados con la historia del pórtico y que tendrían que ver con el supuesto desmontaje de la cubierta del mismo en el momento de su expolio y su posterior reconstrucción alterando la altura original de la estructura de arcos de ladrillo y soportes de sillar sobre los que se apoyaban las antiguas cerchas, hoy sustituidas por una estructura de madera.

PALLADIO Y LA ASIMILACIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA PARA CUBIERTAS

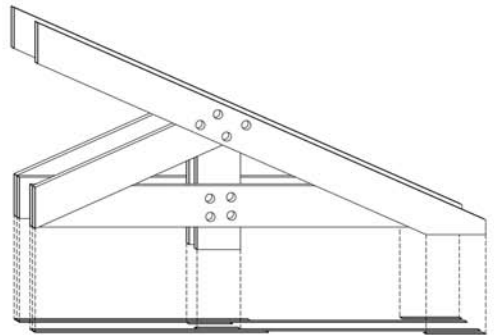
Mucho se ha escrito sobre el Panteón, pero la información en torno a la armadura desaparecida del pórtico es un tanto confusa. Lo primero que hemos aclarado a partir del dibujo palladiano es que lo dibujado



VIGAS MACIZAS EN EL MISMO PLANO



VIGAS MACIZAS EN DISTINTO PLANO



PERFILES HUECOS

Figura 4

Reconstrucción de la Cercha Palladiana a partir de los encuentros entre barras dibujados por Palladio. Superior: Barras macizas en un mismo plano; Medio: Barras macizas en planos superpuestos; Inferior: Perfiles huecos

responde realmente a una estructura formada por gruesas pletinas de bronce. No se trataba de una armadura de madera convencional, como pudiera pensarse en un primer momento, ya que en aquel caso se habría resuelto mediante uniones propias de la tradición de la carpintería de armar, como el rayo de Júpiter o la cola de milano, pero no mediante pernos o bulones pasantes. Tampoco podría ser, como han señalado otros autores, una solución mixta de madera revestida con planchas de bronce. Como hemos comentado, Palladio representa perfectamente el vacío entre las dos chapas que conforman los perfiles, en la sección del pórtico. Por otra parte, un refuerzo formado por una pletina de bronce habría tenido sentido en la parte inferior de las piezas sometidas a flexión, no en los laterales, cuestión que puede deducirse intuitivamente al observar los casos de rotura de las fibras traccionadas en casos de sobrecarga. Acaso se podría interpretar algo así en el caso de los jabalcones, sometidos a compresión y expuestos al pando, al observar que Palladio interrumpe entre las pletinas el despiece de la sillería. Sin embargo, incluso en este caso, podría entenderse como una licencia del dibujante para que se aprecie mejor el bulonado.

La segunda cuestión tiene que ver con la forma específica de los elementos de esta armadura. Choisy, que acepta la idea de una estructura enteramente metálica, considera que se trataba de «piezas en U [invertidas], ejecutadas con tres piezas de bronce enlazadas con pasadores de bronce»,³ de modo que las caras verticales integrarían la parte resistente y la del fondo evitaría, principalmente, el pando lateral. El estudioso francés no pudo conocer directamente la pieza, por lo que debió inspirarse en los dibujos de Serlio y Palladio, o sobre todo, en el texto de Donati, que nos habla de vigas formadas por tres pletinas, dos verticales y una horizontal apoyando sus extremos en las anteriores, y claveteando las uniones transversalmente (Donati 1638). Sin embargo, Choisy, como veremos más adelante, desvía la interpretación, ya que si Serlio representa perfiles en U para las correas, no lo hace en el resto de elementos, que podrían interpretarse en el dibujo como dobles pletinas. El dibujo de Palladio enfatiza este carácter de chapas independientes al hacernos ver, en la sección, la prolongación de las correas proyectadas en el plano del tablero de la cubierta. Tenemos, por tanto, dobles pletinas que se solapan en planos paralelos, pero no perfiles en U aparte de las correas. Además, incluso

para estas últimas, resulta extraño pensar en la unión de elementos independientes por su borde, cuando el material hubiera permitido fundir perfiles con la forma deseada sin demasiados problemas. Quizá deberíamos entender que al hablar de tres pletinas unidas entre sí, se refería a las triangulaciones de los perfiles principales de la propia armadura.

En tercer lugar, sorprende el excesivo canto de la cercha para resolver luces relativamente reducidas, sin grandes complicaciones constructivas.⁴ Debemos tener en cuenta que su comportamiento también sería ambiguo, con piezas sin una función clara o directamente inútiles. Basta observar que Rondelet presenta una versión corregida de la armadura porque comprende que algo falla en el dibujo de Palladio. De hecho, son perfectamente prescindibles los tres montantes y resulta ridícula la presencia de los pequeños apoyos montados sobre ménsulas sobre los muretes con arcos entre las columnas intermedias del pórtico.

Pensemos en la estructura sometida a carga y en su deformación hipotética. Los pilares de fábrica montados sobre las columnas centrales y las propias columnas de los bordes se pueden considerar apoyos articulados que impedirían un desplazamiento vertical. La forma triangular de la armadura introduce empujes que deben contrarrestarse con tirantes, pero éstos son importantes sólo cuando nos encontramos ante grandes luces. En el vano central aparece un primer tirante, apeado por dos jabalcones. Estos jabalcones estarán sometidos a compresión por soportar parte de la flexión de los pares, aunque dada la proximidad de los apoyos reales, este esfuerzo es reducido y podrían haberse eliminado. Más bien parece que están colocados en ese punto para sujetar el falso techo en forma de medio cañón que existió allí. Los encuentros extremos, sobre todo los superiores, descartan también una rigidización como las de las cúpulas encamonadas.

Respecto a los vanos laterales de la armadura, están sobredimensionados. Habría sido suficiente únicamente con los jabalcones interiores, como en las naves de las basílicas paleocristianas, o quizá ni eso, ya que la luz es bastante reducida. Y, como comprendió Rondelet, la distancia es demasiado pequeña como para necesitar tirantes, y, mucho menos, montantes auxiliares. De hecho, todas estas complicaciones se eliminaron en la armadura de madera que la sustituyó en el siglo XVII.

¿Cómo es posible tanta irracionalidad en una obra tan magnífica como es el Panteón de Roma? Se podría pensar en una etapa pionera y experimental, pero debemos recordar que unas décadas antes se habían empleado estructuras metálicas para cubrir más de 25 metros de luz en la Basílica Ulpia de Trajano. Una posible explicación sería considerar que las armaduras y las correas del pronaos del Panteón procedían de otro lugar y que después se adaptaron a la nueva situación. Y, por las dimensiones de las piezas, no sería descabellado considerar que éstas podrían haber formado parte de la cubierta de la Basílica Ulpia, en el Foro de Trajano. De hecho, Pausanias describe maravillado un techo ejecutado enteramente en bronce,⁵ mientras que en el Panteón la estructura del pronaos debería de quedar oculta. Durante la Edad Media, cuando se destruyó la basílica, podrían haberse trasladado al Panteón, convertido en iglesia, algunas de las grandes cerchas adaptándolas a la nueva situación de los apoyos intermedios y sobre todo a la presencia de la bóveda de medio cañón central. Esto habría obligado a cortar parte del tirante inferior y los pendolones laterales, desplazando también hacia arriba el nudillo central.

Abandonando la Antigüedad y trasladándonos al Renacimiento, resulta fascinante observar que Palladio no sólo representó con detalle la estructura metálica del pronaos del Panteón, sino que además la trasladó, corregida y mejorada, a su reconstrucción ideal de otros edificios de Roma. Concretamente la encontraremos en los templos de Júpiter, de *Mars Ultor*, de Neptuno, de Nerva Trajano y de Antonino y Faustina. La propia experiencia como arquitecto, el análisis del comportamiento estructural de los puentes y su gran intuición técnica, acaso comprobada con modelos a escala, le permitirían superar las deficiencias comentadas en el Panteón e idear esquemas de cerchas muy similares a las desarrolladas a partir del siglo XIX, con la aparición del hierro.

Palladio llegó a comprender perfectamente la diferencia entre las habituales cerchas de madera, sometidas a las leyes de los ensamblajes de carpintería de armar, y las modernas estructuras metálicas formadas por perfiles bulnados en los nudos. El mejor ejemplo de este dominio de la situación es la reconstrucción del templo de *Mars Ultor* donde, no sabemos si por alarde o por descuido, nos presenta dos hipótesis de soluciones diferentes. Una de ellas aparece en la lámina primera (figura 5.A), a tamaño muy pequeño,

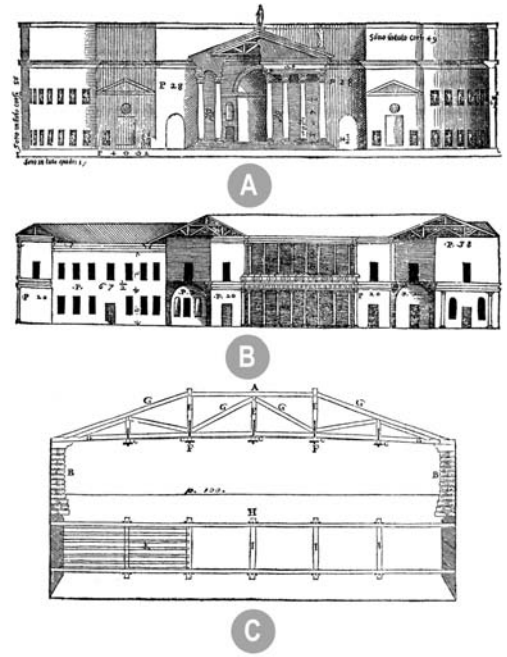


Figura 5

En la parte superior (a) encontramos la representación que Palladio hace del Templo de *Mars Ultor* (Palladio 1570, L. IV, cap. VII). En el centro (b), el atrio toscano (ibid., L. II, Cap. IV). En la parte inferior (c), el puente de Cismone (ibid., L. III, Cap. VII)

puesto que lo que se presenta es una visión del conjunto. Se trata de una solución modélica pensada para ser construida en madera, que utiliza también en la lámina dedicada al atrio toscano (figura 5.B) y que está sin duda inspirada en la ingeniosa estructura de celosía que él mismo observó en el Puente del Cismone (figura 5.C). A partir de este puente, Palladio hizo evolucionar la armadura romana convencional añadiendo un doble juego de jalcones pareados en los pendolones laterales. Es interesante observar cómo duplica el par entre el apoyo y el pendolón para no debilitarlo al ejecutar el encuentro en cola de milano, necesario para que la pieza vertical trabaje a tracción correctamente.

Sin embargo, Palladio también propone una armadura metálica para el templo de *Mars Ultor*. En la cuarta lámina recoge una sección completa del tem-

plo en su *cella*, cubierto con la ayuda de una gran cercha metálica inspirada en la armadura del Panteón. Esta cercha recrea una estructura triangulada ideal, que recuerda a las realizadas en madera, pero con un comportamiento estructural diferente. En una cercha de madera convencional, tendríamos dos pares inclinados, apeados por jabalcones comprimidos que trasladarían sus solicitaciones a la pieza central, el pendolón, siempre traccionado y separado físicamente del tirante inferior, sometido también a tracción pura. En el dibujo de Palladio, la pieza central deja de ser un pendolón y pasa a convertirse en un montante, comprimido al transmitir carga al cordón inferior, que ya no puede considerarse tampoco propiamente un tirante. La misma función tienen los otros dos nuevos montantes, que no aparecen en las estructuras líneas. En este contexto, las barras inclinadas no resultarán comprimidas, sino traccionadas, al evitar la deformación inducida en el cordón inferior, ahora flexotraccionado. En definitiva, todos los elementos han cambiado su comportamiento simplemente al alterar las relaciones establecidas en los nudos. Evidentemente, en una obra de madera se tiende a hacer trabajar las piezas a compresión, limitándose las tracciones a mínimos que puedan ser absorbidos por un encuentro en cola de milano (pendolón) o rayo de Júpiter (tirante). En el caso de una estructura metálica ocurre lo contrario, puesto que la resistencia del material a tracción es mucho más elevada, pero acusa los problemas de pandeo en secciones demasiado delgadas. De hecho, en el diseño de la cercha del templo de *Mars Ultor* Palladio comete un error al copiar el modelo del Panteón, ya que los montantes laterales aparecen dibujados como la pletina central, única, con lo cual no tendría suficiente inercia como para resistir un pandeo transversal. Ante esta falta de rigidez, las barras inclinadas trabajarían como en una estructura de madera, introduciendo una compresión en el centro de la pieza.

Este modelo se repite tal cual en el Templo de Neptuno aunque se puede apreciar que aquí los montantes laterales se doblarían al pasar ya por delante de las barras inclinadas que, sometidas únicamente a tracción, tienen bastante con ser pletinas únicas. El modelo evolucionado es el que aparece en las láminas dedicadas al templo de Nerva Trajano y de Antonino y Faustina, lo que nos sugiere que Palladio tuviese previsto inicialmente colocar el Templo de Neptuno entre el de *Mars Ultor* y estos dos últimos.

En ambos casos se observa que Palladio dispone todos los montantes en primer plano, con lo que les otorga la máxima inercia en el plano perpendicular, ya que son las únicas barras sometidas a compresión y con posibilidad de pandeo. En el caso del templo de Nerva, es el único de los referidos anteriormente donde se detalla la sección de las piezas de la armadura. A diferencia de lo dibujado en el Panteón, aquí se hace coincidir el plano de todas las pletinas. Además, se elimina la proyección del fondo y se añaden nuevas líneas junto a los bulones, que sugieren una estructura en cajón. Palladio está aquí reinventando una Antigüedad perfecta, tal como el desearía que hubiera sido, a partir del modelo real y con múltiples problemas que contempló en el Panteón.

Respecto al templo de Júpiter se representa únicamente el patio y se recurre a cerchas de menor luz y mucho más convencionales. Presenta dos propuestas muy similares, donde la prolongación del pendolón enfatiza su comportamiento teóricamente traccionado. De la más pequeña cuelga un artesonado, inspirado en lo visto en el Panteón, aunque necesita prolongarla inferiormente para permitir acoplar los elementos colgantes (figura 6).

VIABILIDAD DE UNA GRAN ESTRUCTURA DE BRONCE EN LA ROMA DEL SIGLO II D. C.

La producción del bronce, que ha dependido en gran medida de la capacidad de suministro del preciado estaño,⁶ está en alza en la Roma del siglo II. Si bien el bronce había sido desbancado por el hierro más de 1300 años atrás, posiblemente a raíz de alguna dificultad surgida en el comercio del estaño que lo había convertido en un producto de lujo, destinado a elementos ornamentales o a la acuñación de moneda, es cierto que en los momentos en que se reactiva el comercio de su componente más preciado, o se facilita el acceso a sus yacimientos —como podría ser a raíz de las conquistas romanas de Hispania, la Galia o, más adelante, *Britannia*—, la producción de bronce vuelve a incrementarse. Precisamente el gobierno de la dinastía Antonina encarna uno de esos momentos de opulencia, donde el éxito de las campañas militares, aporta fluidez comercial allende las fronteras y conduce a la adquisición de deslumbrantes tesoros enemigos, como sucede en el caso de la campaña Dacia con el tesoro de Decébalos (101–106 d. C.), y,

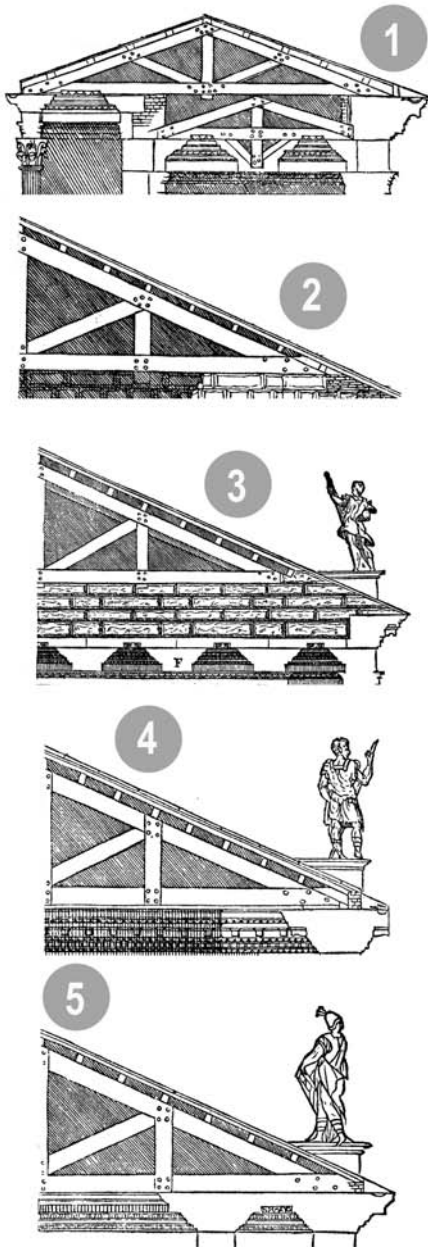


Figura 6
 Armaduras de los templos dibujados por Palladio. De arriba abajo: 6.1. Júpiter (Palladio 1570, L. IV, Cap. XII); 6.2. Mars Ultor (ibid. cap. VII); 6.3. Neptuno (ibid. Cap XXXI); 6.4. Nerva y Trajano (ibid. Cap. VIII) 6.5. Antonino y Faustina (ibid. Cap. IX).

especialmente, a raíz del control de determinados puntos de explotación minera, una vez agotados los tradicionales yacimientos, como podrían ser los nuevos yacimientos de oro y plata dacios, o los de estaño en *Britannia*, con la contención de la sublevación Britana por parte de Adriano (115–122 d. C.).

Así pues, en el momento en que se emprende la construcción del Panteón, podemos afirmar que no es descabellado asumir el derroche de bronce en una estructura experimental, que acabará embebida, porque se dispone de abundante materia prima, y, especialmente, porque se dominan sobradamente técnicas para operar con la misma, incluso para resolver la soñada solución de un perfil de sección continua. Lo vienen haciendo griegos, etruscos y romanos resolviendo formas más complejas si cabe que una cercha de pletinas metálicas. El campo de la escultura en bronce es una realidad, y el método de la cera perdida o microfusión,⁷ ha permitido confeccionar obras tan perfectas como los bronces de Riace, y numerosas piezas de dimensión colosal que se diseminan por el mundo conocido, como testimonian innumerables autores clásicos como Plinio, Pausanias o Filón de Bizancio.⁸ Este último se explaya haciendo referencia al gran mito en bronce de la antigüedad, el Coloso de Rodas. Una construcción que admiró a los antiguos por sus dimensiones, pero cuya viabilidad pocos cuestionaron.⁹ De hecho, como veremos más adelante, a ningún autor posterior, especialmente Palladio y muchos de sus contemporáneos, les extraña suponer estas cerchas construidas en bronce. Las dudas, como sostiene Adam (1989, 230), se centrarían en dirimir si hablamos bien de «vigas metálicas perfiladas», la «opción más atrevida» según él; bien de revestimientos decorativos; o bien de una estructura mixta en que las placas de bronce actúan de refuerzo de un alma estructural de madera. Si bien el debate al respecto no se podrá cerrar nunca, lo que sí parece claro es lo que Palladio interpreta de acuerdo con sus dibujos.

LA VISIÓN DE OTROS AUTORES CONTEMPORÁNEOS A PALLADIO

En lo que a la documentación gráfica respecta podríamos destacar las láminas de Sebastiano Serlio,¹⁰ o las representaciones que recoge Licht de Philibert de l'Orme (1510–1570), Giovanni Antonio Dosio

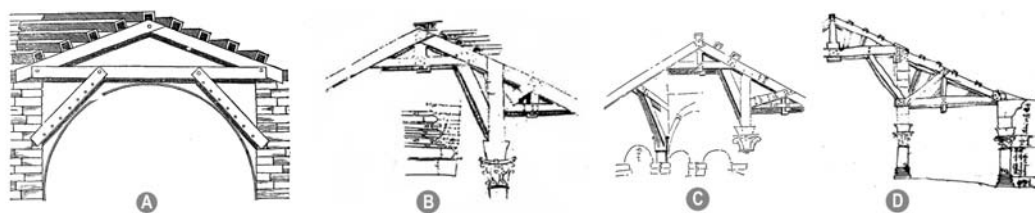


Figura 7

De izquierda a derecha: Representación de la cercha del Panteón de Serlio en la traducción de Villalpando (Serlio, 1552. III, sin paginación. Entre láminas VII y VIII); Representación Philibert de l'Orme; Giovanni Antonio Dosio y una lámina de autor anónimo (Licht, 1968, 52–53)

(1533-ca.1609) o de un autor desconocido (Licht, 1968, 52–53). Éstas tres últimas se presentan en perspectiva y nos permiten ampliar con cierta claridad el conocimiento acerca de las supuestas armaduras de bronce del Panteón (figura 7).

En primer lugar, porque se descubre que el desdoblamiento de pletinas afecta a todas las barras: pares, tirantes, montantes y jabalcones. Aunque, como decíamos con anterioridad, no se aprecia si se trata de dobles pletinas sin más o piezas en U vistas desde el lado abierto. En segundo lugar, es destacable comprobar cómo el trazado de la armadura es similar en todos los dibujos, salvo el de Serlio, que omite el montante central. Por otra parte, la posición del tirante del vano central también ofrece diferencias: Palladio, De l'Orme y Dosio lo sitúan por encima del nivel de los apoyos, por tanto, con una longitud más corta que el vano. Finalmente, existe plena coincidencia con Serlio a la hora de mostrar las correas en U invertidas, incluso en la colocación de la correa de cumbrera, pero sólo en lo relacionado con la sección de las correas. Palladio es el único que no detalla éstas últimas, o, al menos, no se aprecian como huecas.

Evidentemente, existen otros muchos testimonios gráficos como los de Sallustio, Peruzzi, Jacopo Sansovino o Cherubino Alberti, recogidos por Lanciani¹¹ y en los que no vamos a detenernos, en aras de no extender los contenidos de la presente comunicación (figura 8). No obstante no podemos dejar de hacer referencia a la aportación interpretativa, no testimonial, de autores decimonónicos como Rondelet o Choisy.

Si en el primero, ateniéndonos al grafismo empleado, se intuye que la sección supuesta para las barras está compuesta de pletinas paralelas unidas con bulo-

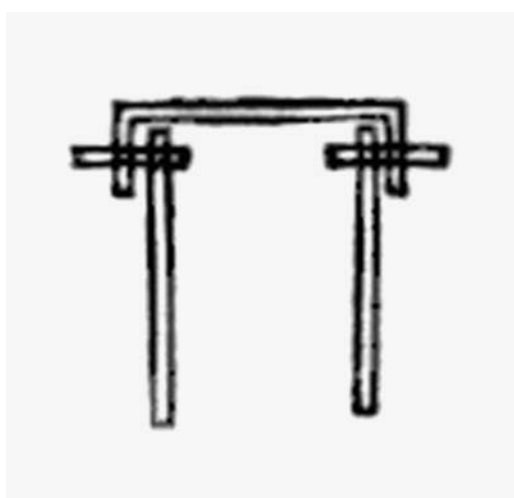


Figura 8

Perfil en U para la cercha del Panteón representado por Lanciani (1897, 483)

nes colocados al tresbolillo; para Choisy, fiel a la descripción de Donati, la armadura del Panteón está constituida por perfiles en U cuya pletina central se posiciona en el cordón comprimido de cada barra (figura 9).

Los testimonios escritos de los tratadistas del XVI y XVII, como Scamozzi,¹² Donati¹³ o Nardini,¹⁴ suelen coincidir en que nos encontramos con piezas de «puro bronce», sin embargo, Serlio¹⁵ y Palladio,¹⁶ se remiten a las figuras dibujadas y no abordan una profunda descripción textual, mientras que el resto, sí que se preocupa por incidir en que las armaduras es-

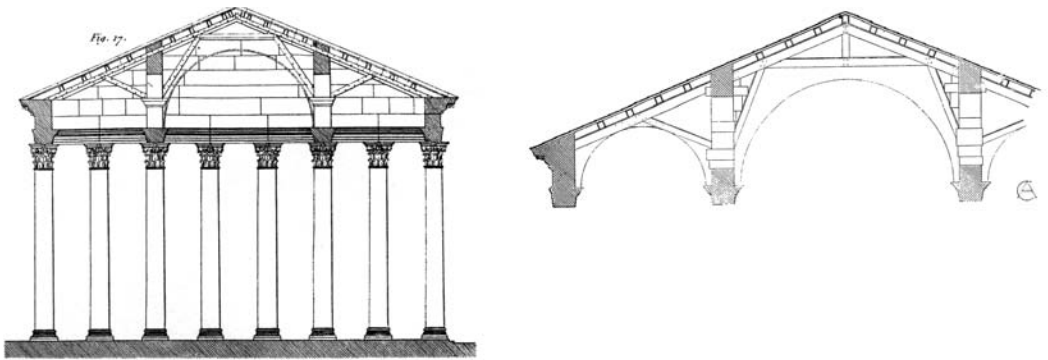


Figura 9

Izquierda: propuesta de Rondelet (1802–1803. Planche XXVIII); Derecha, propuesta de Choisy (1873, 135)

tán formadas a base de tablas, son gruesas, agrupadas de tres en tres, y conectadas por clavos del mismo material.

Precisamente sobre este tema, un siglo después, Francesco Ficorini¹⁷ relata el paradero de algunos de los clavos que se libraron de ser fundidos en 1627. Otra información valiosa nos la proporciona el cronista Giacinto Gigli, que detalla la cantidad total de metal obtenido del expolio, tanto de las vigas como de los clavos.¹⁸

UN PRECEDENTE EN LA HISTORIA DE LA CERCHA METÁLICA

La consideración de la armadura de bronce del pórtico del Panteón en el contexto de la historia de las cerchas metálicas constituye un planteamiento que no sólo enriquece con un nuevo punto de vista la obra que centra ahora nuestra atención, sino que supone además una interesante aportación en la perspectiva histórica de este tipo estructural. No vamos a desarrollar extensamente esta cuestión, que nos llevaría demasiado lejos y no constituye el tema central de esta comunicación, pero sí daremos algunas pinceladas que nos permitan establecer algunas relaciones y reconocer ciertas singularidades.

Conviene señalar en primer lugar que, tal como se ha indicado anteriormente, no se trata de un ejemplo aislado de cercha metálica en la arquitectura romana. Además del caso ya mencionado de la Basílica Ulpia en el Foro de Trajano se podría mencionar también la

armadura de la cubierta de la sala de la *natatio* de las termas de Caracalla, con relación a la cual se hace referencia en unas excavaciones de finales del siglo XIX a una «gran cantidad de fragmentos de jácenas de hierro» (Middleton 1892, 163–164; Mainstone 1998, 353).

En todos estos precedentes de armaduras metálicas es inevitable hacer referencia a las configuraciones de las armaduras de madera, que constituyen la gran mayoría de los casos y las formas más experimentadas, a las que suele recurrirse cuando se empieza a aplicar un nuevo material, en este caso formado también por piezas lineales. Tendríamos que referir aquí las cerchas de par, tirante y pendolón, y las de par, tirante, pendolón y jabalcones, así como las variantes más elaboradas de doble o triple péndola con entrecinta, siendo estas últimas las tipologías más habituales para cubrir grandes luces, tal como encontramos en las basílicas paleocristianas de San Pedro y de San Pablo extramuros.

La armadura del pórtico del Panteón plantea importantes divergencias con respecto a las anteriores configuraciones. Una de ellas, ya señalada anteriormente, es la conexión física entre las péndolas y los tirantes mediante solapes bulonados, lo que modifica el modo de trabajo de los tirantes, que ya no están solicitados únicamente a tracción. Otra divergencia no menos importante es el acortamiento y la elevación del tirante del tramo central del pórtico a una cierta altura por encima de las arcadas de apoyo, lo que hace que el tirante no llegue a absorber en su totalidad los empujes laterales de los pares, induciendo

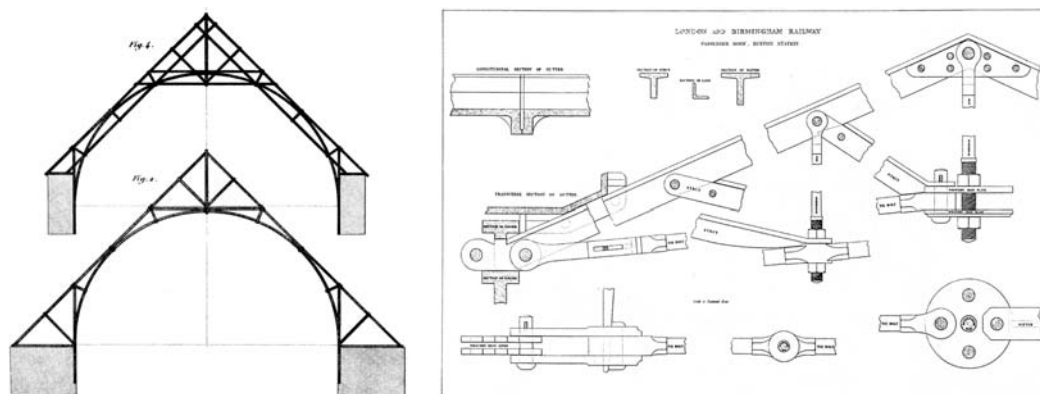


Figura 10

Izq.: Armaduras formadas por pletinas de hierro (Rondelet 1843, lámina 153); Dcha.: Cercha de cubierta de la estación de Euston, Londres, 1837 (Mainstone 1998, 163).

así una cierta flexión en ellos. Los jabalrones que se disponen para evitar que aquéllos flecten no tienen ningún elemento que absorba los empujes laterales de éstos.

Esta elevación del tirante del tramo central del pórtico del Panteón por otro lado tiene su justificación por la presencia de la bóveda de cañón encamionada, cuya clave supera la altura de las arcadas de apoyo de los pares, una circunstancia que encontramos con cierta frecuencia a lo largo de la historia, sobre todo cuando la armadura de cubierta protege una bóveda inferior. Este tipo de armadura que ya no tiene un elemento atirantado que una los pies de los pares se asemeja más al arco que a la cercha, ya que por su configuración no puede evitar la transmisión de empujes laterales en los apoyos.

Se trata de una forma de armadura que encontramos no sólo en cerchas de madera medievales, como la cercha gótica o las cerchas dibujadas por Villard de Honnecourt, sino también en los primeros ejemplos de armaduras constituidas por pletinas de hierro (figura 10 izq.), como las de las cubiertas del Teatro Francés o la Bolsa de París (Rondelet 1843, láminas 154 y 156). Estas primeras armaduras de hierro presentan configuraciones todavía muy intuitivas donde el principio de la triangulación de barras o la identificación del tipo de sollicitación todavía no aparecen con claridad.

Las armaduras que plantea Palladio para los templos de Nerva Trajano y de Antonino y Faustina, an-

teriormente analizadas, establecen ya, por la claridad conceptual que reflejan en su diseño y en su comportamiento, un nexo de unión con los primeros modelos de cerchas de hierro donde tanto el principio de triangulación de barras como la diferenciación de los perfiles según éstas estén solicitadas a tracción o a compresión se hacen bien patentes. Podríamos mencionar aquí como ejemplos la cercha Polonceau, patentada en 1837, o la cercha de la estructura de la cubierta de la estación de Euston en Londres, diseñada en el mismo año (figura 10 dcha.).

En estos dos ejemplos ya no se utilizan pletinas de hierro en todas las barras, sino que se emplean perfiles circulares de hierro forjado para las barras traccionadas y perfiles laminados cruciformes o en T para las barras comprimidas. También Palladio diferencia, como veíamos en los ejemplos anteriormente referidos, según el modo de disponer las pletinas de bronce, entre barras comprimidas y traccionadas, procurando que aquéllas sean las más cortas y éstas las más largas. Este último criterio, que se observa claramente en la cercha Polonceau, sin embargo, todavía no se sigue en la cercha de la estación de Euston. Pero en todos estos ejemplos la cercha ya no transmite empujes laterales en los apoyos. En concreto en los dos ejemplos anteriores la barra de hierro forjado de sección circular que se dispone como tirante, aunque no siga un trazado recto sino ligeramente arqueado, cuenta con mecanismos de ajuste que permiten pretensar la barra de manera que el ti-

rante pueda desarrollar plenamente su esfuerzo de tracción.

Todas las incoherencias que aparecen en la armadura del pórtico del Panteón, tal como viene reflejada en el dibujo de Palladio, quizás motivadas por un forzado ajuste a las condiciones concretas en esta ubicación de un esquema traído de otra parte, se transforman en las armaduras de los templos de Nerva Trajano y de Antonino y Faustina en anticipos de la claridad conceptual en el diseño y el conocimiento de su comportamiento de las modernas cerchas metálicas.¹⁹

NOTAS

Los autores quieren hacer constar la participación en la presente investigación del Profesor Federico Iborra, del departamento de Composición de la Universidad Politécnica de Valencia, que no puede figurar como autor, de acuerdo con las bases del Congreso, por contribuir al mismo con otra comunicación.

- Estos dibujos se localizan en el RIBA (Royal Institute of British Architects) de Londres. VII/1:esbozos y plantas. VII/4:croquis para la reconstrucción de la planta de las termas. VII/6r y VII/6v:croquis de la planta de las termas. Calduch, J. 2008, 124.
- Calduch 2008, 127.
- Choisy 1899, I, 533.
- Como referencia aproximada la luz entre ejes de los vanos laterales puede alcanzar los 9 metros, mientras que la central se aproxima a los 14. Transversalmente, las cerchas se separan unos 4,5 metros.
- Pausanias, refiriéndose al foro de Trajano, cita «que es digno de ver por su decoración, sobre todo por el techo hecho de bronce» (Pausanias 2002b, 234, [Pausanias, V, 12, 6]). Insiste en ello cuando en el libro X, para justificar la posibilidad de que el Templo de Apolo en Delfos pudiera estar construido en bronce, cita como ejemplo real el templo de Atenea Calcieco —que vive en un santuario de bronce— en Lacedemonia, o el mismo foro de Trajano, que, según Pausanias, «es una maravilla por su tamaño y decoración, [y] presenta el techo de bronce» (Pausanias 2002c, 354, [Pausanias, X, 5, 11]).
- El bronce ya es conocido en tierras armenias, porque determinados minerales parecían contar con componentes de estaño y cobre de forma natural, aunque de un modo verdaderamente excepcional. Quizás el simple calentamiento del mineral permite obtener de forma sencilla la primera aleación de bronce de la historia. La base del mismo la constituía el cobre, al que se incorporaba una proporción entre el tres y el veinte por ciento de estaño. Sin poder fijar la fecha exacta de aparición, lo cierto es que el uso del bronce se extiende rápidamente, impulsándose su producción artesanal con el empleo de hornos de carbón vegetal en los que se funden minerales de cobre, calcopirita y malaquita, con mineral de estaño, la casiterita.
- El método más utilizado en la escultura de bronce de la antigüedad, conocido como de la cera perdida o microfusión, consistía básicamente en modelar el original en barro u otros materiales, que luego se modelaba en negativo, normalmente con escayola. Éste molde, una vez retirado el modelo original, se rellenaba con cera de abeja a fin de producir una réplica del modelo natural en cera. El molde de cera se recubría con una mezcla de arcilla que, ya seca, se cocía en el horno. En el proceso de cocción, la cera que quedaba en el alma se fundía y desalojaba por los orificios previstos al efecto. Se tenía de este modo el molde definitivo, ejecutado en un material refractario capaz de resistir altas temperaturas, que podía ser utilizado en piezas pequeñas para el colado directo de la aleación. En el caso de piezas mayores, a fin de no malgastar material, se disponía una capa de cera entre el molde exterior y la pieza interior que actuaba de macho, también ejecutada con material refractario. Evidentemente, el proceso requería la disposición de aireadores y canales de colado para obtener una colada homogénea. Una vez enfriada la pieza, se acababan limando sus imperfecciones y puliendo, dotándola de la pátina final mediante la aplicación de ácidos y el calentamiento a fin de agilizar la oxidación (Albadalejo y Rodríguez 2006, 13–28).
- El tratado *De septem mundi miraculis*, atribuido popularmente a Filón de Bizancio, podría datar del siglo VI d. C. y recogería testimonios de autores precedentes como Antípatro de Sidón, poeta griego del siglo II a. C. que cifró en siete el número de monumentos y construcciones clásicas que podían considerarse síntesis de la belleza; Antípatro de Tesalónica (20 a. C.–20 d. C.) o el mismo Herodoto.
- Si bien su emplazamiento no llega a estar claro, se ha conjeturado que podría alcanzar los treinta y tres metros de alto. Filón afirma que Cares, su autor, dadas las dimensiones del Coloso, no pudo esculpir la escultura in situ, y tuvo que hacerlo por partes en unas obras que se inician en el 294 a. C. a partir de los pies. A continuación se esculpirán las piernas para ensamblarlas a los anteriores con la ayuda de moldes labrados. Filón también hace referencia a un interior hueco y ensamblado en su interior por un armazón de hierro compuestos de travesaños horizontales sostenidos por medio de bloques de piedra. Se asegura que la estatua requirió tal cantidad de bronce que agotó las existencias de la isla,

- lo cual no fue óbice para continuar la empresa habida cuenta la capacidad comercial de la ciudad de Rodas (Scarre 2001, 42–44).
10. Serlio, 1552. III, sin paginación. Entre láminas VII y VIII.
 11. Lanciani 1897, 481–483.
 12. «... Vigas compuestas por tres chapas de bronce de bastante anchura y grosor; esto es, dos que constituyen los laterales y otra sobre ellas, unidas entre sí por pernos metálicos». (Scamozzi, 1615, 2ª parte, libro 8, cap. XXI, 400).
 13. «En la techumbre de su pórtico había chapas de bronce con un espesor de la cuarta parte, dispuestas de modo que una se apoyaba sobre dos situadas por debajo en los laterales y separadas entre sí, y clavadas transversalmente; vigas que sostendrían el peso de la techumbre» (Donati cit. en Choisy 1999, 194).
 14. «Las admirables vigas de puro bronce, cada una de ellas construida con tres gruesas chapas conectadas por clavos también de bronce, se han podido ver hasta nuestros días, hasta que Urbano VIII, en 1627, las retiró para hacer con ellas columnas para el altar mayor de la iglesia de S. Pedro, y artillería en el Castel Sant'Angelo, colocando en su lugar vigas de madera» (Nardini cit. en Choisy 1999, 194).
 15. «Aquesta armadura aun al presente esta sobre el portico del Pantheon: es toda de tablas de bronce, como lo muestra la presente figura» (Serlio 1552, III, sin paginar).
 16. «Ha ancora un bellissimo porticale, fatto da Marco Agrippa, ornato da 13 grandissime colonne, & il suo tetto e sostenuto da travi di rame dorato» (Palladio 1554, LXI, 75–76). «... le travi del portico sono fatte tutte di tavole di bronzo ...» (Palladio, 1570, 74 y ss).
 17. «Il suo portico ha sedici colonne di granito Tebaide di circonferenza ognuna venti e più palmi le quali sostenevano il tetto con travi fasciate di metallo, di cui essendone state spogliate nel Pontificato di Urbano VIII se ne costrussero le quattro colonne all'intorno del sepolcro di San Pietro in Vaticano, ed anche alcuni cannoni, in un de' quali, che è nel Castel S. Angiolo sul baluardo al piano terreno, vi sono incastrati due chiodi de i travi di metallo del medesimo tetto. Alcuni altri chiodi a me noti son passati in diverse mani: uno si conserva con lastra di metallo incastrata nel museo Barberini, e un vomo non può sostenerlo; un altro, che era nel museo del Bellori venne acquistato dalla Maestà del defunto Re di Prussia padre del Regnante; il quarto si conserva nel museo Strozzi; ed il quinto chiodo dall'eredità Gualtieri venne comprato l'anno 1739 da Sua Eccellenza Enrico Howard Mylord Carlisle grand' intendente d'antiche memorie scelte; ma non ho a memoria, se questo chiodo, o quello, che era del Belloris sia di peso quarantasette libbre; e senza i predetti, gli altri chiodi pesati furono libbre nove mila trecento settantaquattro, e i metalli delle travi pesarono quattrocento cinquantamila, e dugento cinquantuna libbra» (Ficorini 1744. Libro I, cap. XX, 131–132).
 18. «In 1625, while the war-cry was raised from one end of the peninsula to the other, Urban VIII made a great provision of arms and ammunition, and more especially of artillery. To provide himself with a copious stock of `materia prima,' he caused the portico of the Pantheon to be stripped of its bronze roof, a marvelous work, resting on the capitals of the columns. But no sooner was the destruction accomplished than he found the alloy of the metal not hard enough for casting guns. Meanwhile, the population, who flocked in great numbers to see what was being done at the Pantheon, were deeply grieved, and urged that such a beautiful work of antiquity, the only one which had escaped plunder from the barbarians, should not now be dismantled. But the intention of the pope was not to destroy the Pantheon: he gave orders for the construction of a new roof, and showed his willingness to make other improvements. The weight of the metal stored in the apostolic foundry was 450,251 pounds, of which 440,877 represented the weight of the beams, 9374 that of the nails alone. Besides the four columns of the baldacchino in S. Peter's, eighty guns were cast from it, and mounted on the bastions of Castel S. Angelo» (Gigli cit. en Lanciani 1897, 481).
 19. Los autores quieren hacer constar la participación en la presente investigación del Profesor Federico Iborra, del departamento de Composición de la Universidad Politécnica de Valencia, que no puede figurar como autor, de acuerdo con las bases del Congreso, por contribuir al mismo con otra comunicación.

LISTA DE REFERENCIAS

- AAVV. 2008. *Palladio 1508–2008*. Valencia: General de Ediciones de Arquitectura.
- Adam, Jean-Pierre. 1996 [1989] *La construcción romana, materiales y técnicas*. León: Editorial de los oficios.
- Albadalejo González, Juan Carlos y Rodríguez González, Iván. 2006. Fundición a la cera perdida: Cellini y la magnetita. *En Revista de bellas artes: revista de artes plásticas, estética, diseño e imagen N. 4. 13–28*.
- Calduch, J. 2008, 124. (Calduch, J. ... *Comprendere & in disegno ridurlo (dibujo y pensamiento arquitectónico en Palladio)*. En AAVV. 2008, 121–143).
- Choisy, Auguste. 1999 [1873]. *El arte de construir en Roma*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Choisy, Auguste. 1996 [1899]. *Histoire de l'Architecture*. París: Bibliothèque de l'image.

- Donati, Alessandro. 1638. *Roma vetus ac recens, utriusque aedificiis ad eruditam cognitionem expositis*. Romae: Ex typographia Manelphi Manelphii.
- Ficorini, Francesco Ficorini. 1744. *Le vestigia e rarità di Roma Antica*. Rome: Impresor Girolamo Mainardi.
- Gigli, Giacinto. 1608–1644. *Diario di Roma*. Roma: Giuseppe Ricciotti.
- Knapp, Brian. 1996. *Copper, Silver and Gold*. Australia: Reed Library.
- Kohl, R.; Alcoba, M.; Bruno, M.; Varela, P.; Contella, N y Radevich, O. 2003. *Fundición a la cera perdida: materiales para modelo*, en Jornadas Sociedad Argentina de Materiales-Sociedad Chilena de Metalurgia y Materiales. *Revista de Metalurgia (Simposio Materia 2002)*.
- Lanciani, Rodolpho. 1897. *The ruins and excavations of ancient Rome; a companion book for students and travelers. Libro IV: Urbs Sacra Regionum XIV, cap XLVII: Pantheon*. Boston: Houghton Mifflin.
- Licht. 1968. *The Rotunda in Rome, a study of Hadrian's Pantheon*. Copenhagen: Jutland archeological society.
- Mainstone, R.J. 1998. *Developments in Structural Form*. Oxford: Architectural Press.
- Middleton, J. H. 1892. *The remains of ancient Rome*. London: A & C Black.
- Nardini, Famiano. 1818–1819–20 [1666]. *Roma antica di Famiano Nardini. Edizione quarta Romana, riscontrata, ed accresciuta delle ultime scoperte, con note ed osservazioni critico antiquarie di Antonio Nibby ... e con disegni rappresentanti la faccia attuale dell'antica topografia di Antonio de Romanis ...* Roma: nella stamperia de Romanis.
- Palladio, A. 1554. *L'Antichità di Roma di M. Andrea Palladio ...* Venezia: Matteo Pagan
- Palladio, A. 1570. *I Quattro libri dell'Architettura*. Venezia: D. Franceschi.
- Pausanias. 2002a (s. II d. C.) I-II. *Descripción de Grecia*. Barcelona: Gredos.
- Pausanias. 2002b (s. II d. C.) III-VI. *Descripción de Grecia*. Barcelona: Gredos.
- Pausanias. 2002c (s. II d. C.) VII-X. *Descripción de Grecia*. Barcelona: Gredos.
- Plinio el Viejo. 2001. (I d. C.) II-IV. *Historia Natural*. Barcelona: Gredos.
- Rondelet, J. 1843. *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. Paris: Didot frères.
- Scamozzi, Vincenzo. 1835 [1615]. *L'idea dell'Architettura Universale*. Milano: V. Borroni e Scotti.
- Scarre. 2001. *Las setenta Maravillas del Mundo Antiguo*. Barcelona: Blume.
- Serlio, Sebastiano. 1552. *Tercero y Cuarto libro de Arquitectura ...* Traducción de Francisco de Villalpando. Toledo: Casa de Iván de Ayala.