



LA CARPINTERÍA DE ARMAR ESPAÑOLA, INICIO DE LA PREFABRICACIÓN EN LA ARQUITECTURA

La carpintería de armar española, inicio de la prefabricación en la arquitectura

Fecha Recepción: 12 mayo 2017

Spanish wooden interlaced carpentry, the beginning of prefabrication in architecture

Fecha Aceptación: 24 julio 2017

PALABRAS CLAVE

Carpintería de lazo | sistema modular | madera | cartabones | prefabricación

KEYWORDS

Interlaced carpentry | Modular system | Wood | Carpentry square | Prefabrication

Enrique Nuere

Real Academia de Bellas Artes de San Fernando

Madrid, España

1528nuere@coam.es

Resumen_

Una de las peculiaridades arquitectónicas que identifican la difusión de saberes heredados en España fue la carpintería de lacería, mal llamada "mudéjar", que reúne herencias de la cultura visigoda, europea e islámica. La carpintería de lazo, desarrollo de una tradición visigoda, supo readaptar los trazados orientales para convertirlos en un recurso que proporcionaba una excepcional precisión a sus trabajos carpinteros, algo que se consiguió mediante el uso de un sistema de cartabones y prescindiendo totalmente del uso de la imprecisa vara de medir. El hábito del uso de cartabones para la construcción de armaduras fomentó un espectacular desarrollo de un conjunto de trazados geométricos que contribuyeron a facilitar la prefabricación de las armaduras, al garantizar la precisión en las medidas de sus distintos componentes, que una vez acabados podían montarse sin crear problemas de acoplamiento en lo más alto del edificio. En definitiva, esta carpintería de lacería, iniciada en el transcurso del siglo XIV, fue tal vez la primera forma de prefabricación que tuvo lugar en la arquitectura.

Abstract_

One of the architectural peculiarities that identify the dissemination of Spanish inherited knowledge was interlaced carpentry, wrongly called 'mudéjar', which puts together the inheritance of Visigothic, European and Islamic culture. Interlaced carpentry, a development of Visigothic tradition, knew how to readapt the oriental sketches to make them into a resource that provided an exceptional precision to its carpentry works, something that was achieved by the use of a system of carpentry squares and managed completely without the use of the inaccurate measuring stick. The habit of using carpentry squares for the construction of frameworks promoted a spectacular development of a set of geometrical drawings that contributed to facilitating the prefabrication of frameworks, guaranteeing the accuracy of measures of the various components, which once finished could be mounted without any coupling default at the top of the building. In short, this interlaced carpentry which started in the 14th Century, was, perhaps, the first method of prefabrication in architecture.

Figura 1: Techumbres de la iglesia del convento de San Francisco de Quito (s. XVII), ejemplo de carpintería de lazo. Fotografía: Enrique Nuere.

Figure 1: Ceiling of the church of the convent of San Francisco de Quito (XVII C.), an example of interlaced carpentry. Photograph: Enrique Nuere.

La mezcla de culturas siempre ha sido enriquecedora. La península ibérica, en el *finis terrae* medieval, siempre atrajo a conquistadores y comerciantes, y aunque sufrió el yugo de tantos como por ella pasaron, también supo asimilar cuanto de positivo pudo aprender de ellos. Incluso acabó superando a sus maestros, yendo por el mundo en busca de aquello de lo que carecía, y también sembró su saber por los territorios que creyó haber conquistado.

La carpintería de lazo es un buen ejemplo de ello. Para quien no sepa de qué se trata, mostraré una obra de semejante carpintería, de la que en muchos territorios americanos quedaron magníficos testimonios. En este caso se trata de las techumbres de la iglesia del convento de San Francisco de Quito (Figura 1), aunque bien podría haber escogido otra de tantas realizadas.

Hasta hace pocas décadas, nadie dudaba de que estos trabajos eran obra de mudéjares, es decir, musulmanes sometidos a los cristianos, y los historiadores más ilustres suponían almohade su origen, aunque alguno de ellos, concretamente Leopoldo Torres Balbás, se atrevían a ponerlo en duda (Torres Balbás, 1955)⁽¹⁾. Aunque al inicio de mi encuentro con esta carpintería no tuve argumentos para dudar de lo que la historia afirmaba, poco a poco fui encontrando evidencias que dejaban en mal lugar la crónica oficial de nuestra carpintería de lazo.

Por más que busqué en el mundo islámico, no conseguí encontrar obras carpinteras que se vincularan con lo realizado en España, y si algo hallé, derivaba de la carpintería romana tradicional, basada en el uso de los cuchillos triangulados, radicalmente distinta de la tradicionalmente realizada en nuestra península, compuesta por conjuntos de pares más o menos próximos entre sí. Según he ido conociendo a fondo nuestra carpintería histórica, he podido comprobar cómo se fue asentando una tradición, de origen celta, visigodo o de gentes del norte de Europa, que sirvió de base a la espectacular carpintería de lazo, cuya forma de trazarse en el

noroeste peninsular, a base de juegos de cartabones, era totalmente desconocida en el mundo islámico.

En cuanto a la autoría de algunas obras cuyos artífices pudieron tener nombre musulmán, difícilmente podía tratarse de mudéjares, cuyo estatus social imposibilitaba prestar los avales exigidos en los contratos pactados entre promotor y carpintero. En todo caso, podría tratarse de muladíes (Ferrera Cuesta, 2005), es decir, cristianos renegados, algo en lo que también muchos nobles incurrieron para evitar el pago del impuesto de capitación, exigible a cristianos o judíos que se mantuvieran en su religión. Pero mencionar esta cuestión en la España anterior a nuestra transición del setenta y siete era políticamente incorrecto, y nadie se planteó dicha posibilidad.

Eso no me impide reconocer que dicha carpintería está impregnada de un islamismo innegable, pero a pesar de ello, tampoco creo que fueran sus principales impulsores los monarcas nazaríes que aún permanecían en la península, sino la cristiana dinastía Trastámara, cuyo gusto por lo islámico perduró, desde que arrebatará el poder a Pedro I el Cruel en el último tercio del siglo XIV (Valdeón Baroque, 2002), hasta fines del siglo XV. Por cierto, en una Sevilla de nuevo cristiana, fue Pedro I quien también transformó su alcázar real con la ayuda de artesanos toledanos.

LAS RUEDAS DE LAZO COMO SISTEMA MODULAR

Pero no es a la historia y origen de nuestra carpintería a lo que quiero referirme, sino a lo que supuso este oficio en cuanto a la introducción de la prefabricación en la arquitectura, algo en lo que tuvo mucho que ver la disciplina que impuso el trazado de la lacería.

También he mencionado el uso de cartabones, herederos de los que ya usaban los carpinteros para determinar la dimensión de las piezas con que armar sus techumbres, amén de los ángulos correctos de corte que dichas piezas precisaban en sus extremos, lo que evitaba realizar plano alguno, algo que aún sigue vigente entre los carpinteros norteamericanos (Wagner, 1987).

(1) «Tanto los fundadores del imperio almorávide —nómadas del Sahara— como del almohade —rudos montañeses del Atlas— carecían de tradición artística para modificar o suplantar la existente» (Torres Balbás, 1955, p. 10).



Figura 2: Cortar los encuentros de unas maderas para formar una estrella de ocho puntas requiere saber trazar la bisectriz del ángulo que dichas maderas formen, a lo que ayudan unas escuadras adecuadas, entonces llamadas "cartabones" por tener un ángulo recto (cartabón deriva del latín *quartum bonum*). Para la rueda dibujada a la derecha se necesita un cartabón que establezca la bisectriz entre el diámetro, y el lado del polígono regular de tantos lados como puntas tenga la estrella escogida.

Figure 2: Cutting the timber joints to form an eight-pointed star requires knowing how to design the bisector formed by the timber, helped by the right squares, called 'carpentry squares' for their right angle. For the rosette drawn on the right, a square is needed to establish the bisector between the diameter and the side of the regular polygon of the same number of sides as the number of points of the chosen star.

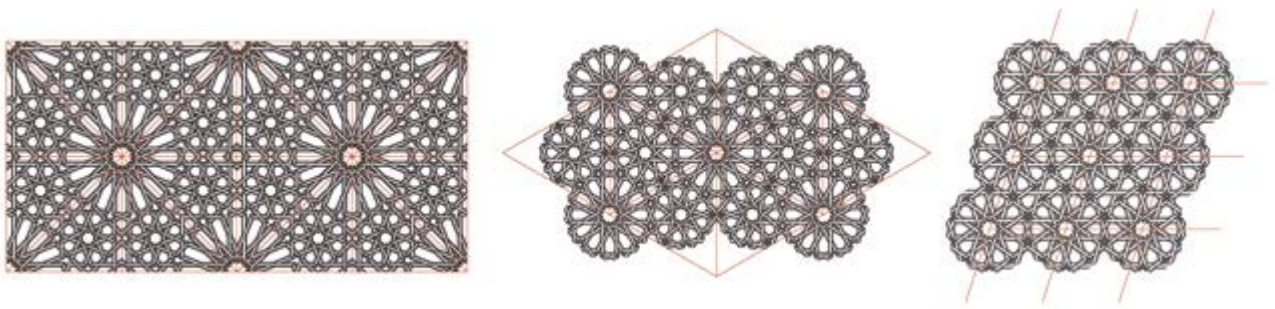


Figura 3: Ejemplos de trazados de ruedas de ocho y su dependiente de diez y seis brazos, de nueve y doce y de diez (esta última, al hacer su dependiente, se repite a sí misma).

Figure 3: Examples of designs of 8 fold rosettes and the dependent of sixteen, nine, twelve and ten points (this last one, when making its dependent, repeats itself).

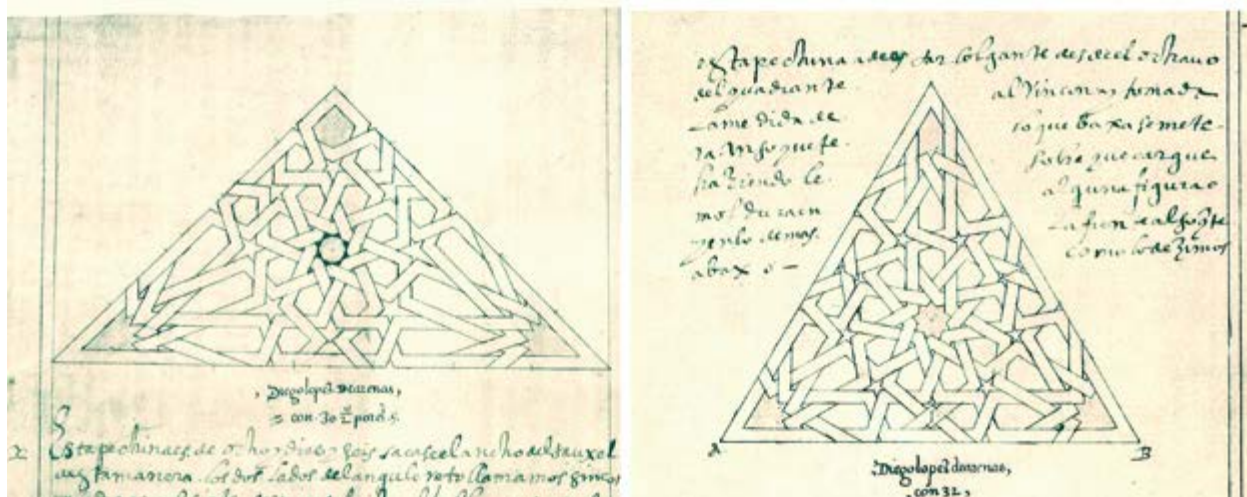


Figura 4: Dibujos de dos posibles pechinas, en las que no es necesario repetir la traza básica escogida. En vez de dar el grueso de la madera en función de la distancia entre los centros de las ruedas de los vértices, su autor escoge la medida total de la base de ambas pechinas. Fuente: D. López de Arenas, *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería hecho por D.º López de Arenas en este año de MDCXVIII* (Instituto Valencia de Don Juan, 1966).

Figure 4: Sketches of two possible supporting pendentives, in which it is not necessary to repeat the basic sketch chosen. Rather than use the majority of the wood in terms of the distance between the centres of the rosettes of the corners, the author chooses the total measure of the base of both supporting pendentives. Source: D. López de Arenas, *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería hecho por D.º López de Arenas en este año de MDCXVIII* (Instituto Valencia de Don Juan, 1966).

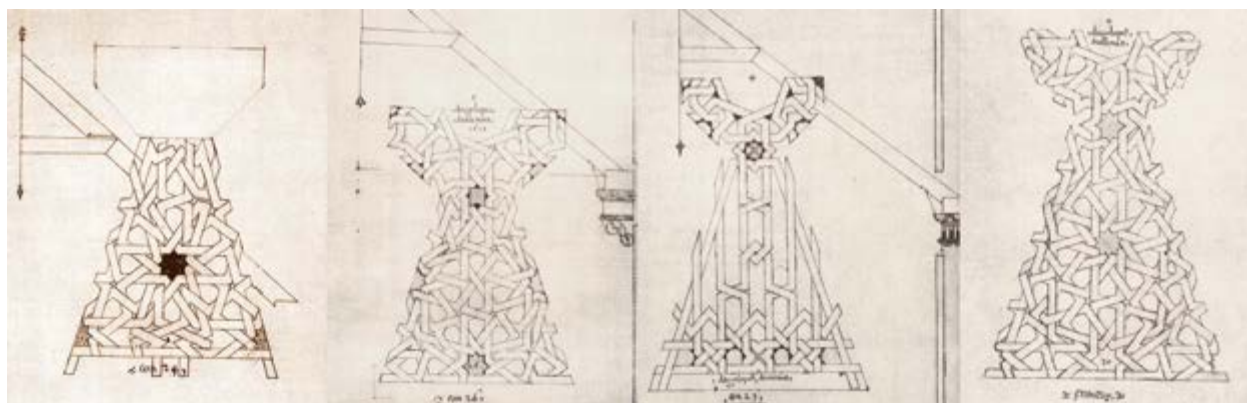


Figura 5: Estas cuatro muestras entresacadas del manuscrito de López de Arenas indican, bajo su base, la cantidad de veces que "entra" el grueso de la madera (a utilizar en sus pares y peñazos), en relación con la dimensión de la base de la ochava escogida. Fuente: D. López de Arenas, *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería hecho por D.º López de Arenas en este año de MDCXVIII* (Instituto Valencia de Don Juan, 1966).

Figure 5: These four samples taken from the manuscript of López de Arenas indicate, under their base, the number of times that the timber 'gets' (to use in its rafters and wood bridgings), in relation to the size of the base of the chosen octagonal collar plane. Fuente: D. López de Arenas, *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería hecho por D.º López de Arenas en este año de MDCXVIII* (Instituto Valencia de Don Juan, 1966).

Es muy probable que antes de incorporar a sus techumbres las trazas de origen islámico, carpinteros toledanos ya emplearan la simple estrella de ocho puntas para decorar sus techumbres, para lo cual usarían la escuadra con un ángulo recto y dos de 45° (que también se sigue usando en nuestros días) y una segunda cuyos ángulos serían la mitad del de 45° , y lógicamente su complementario de $67,5^\circ$ (Figura 2). Quien estuviera acostumbrado a realizar simples estrellas de ocho, llegado el momento, no dudaría en emplear un nuevo cartabón para convertir dicha estrella en las nuevas ruedas venidas de oriente.

En principio, sólo la estrella de ocho ornamentaría las armaduras de cubierta, que se formaba con dos simples peinazos que servían para trabar los pares. Pero cuando se impuso la rueda por las nuevas posibilidades de trazado que ofrecía, además de la estrella de ocho puntas se empezaron a utilizar las de nueve y diez, y cada una, siguiendo un proceso idéntico, podía generar otra dependiente con la que se podía completar cualquier plano en toda su dimensión sin solución de continuidad.

La ventaja de estos trazados es que ofrecen un control de las medidas basado en la geometría, y su dibujo garantiza la precisión del conjunto, dado que su trazado sólo se puede hacer correctamente (cualquier error que se cometa se detecta automáticamente). Eso dio a los carpinteros la confianza necesaria para prefabricar sus techumbres: los distintos componentes se podían realizar en el suelo, y en el momento del montaje las coincidencias entre los conjuntos prefabricados estaban garantizadas, pudiendo desechar la imprecisión de la vara de medir al uso, cuya menor división era el dedo.

Imaginemos que queremos trabajar con la traza de ocho y diez y seis mostrada a la izquierda, o con la de ruedas de nueve y doce del centro (Figura 3). Si acudimos a López de Arenas (1966), su manuscrito nos proporciona el grueso de la madera que necesitamos en cada caso, si bien la medida que nos da se refiere a su propio dibujo en el que ha añadido las medias calles que rematan ambas trazas básicas por sus bordes (Figuras 4 y 5).

Todo lo anterior parte del supuesto de que el trazado se haga a calle y cuerda (Fray Andrés de San Miguel,

1630), es decir, que las maderas que representarán las cintas del trazado se separen entre sí una distancia igual al doble de su grueso. Si se quisiera ampliar la separación entre ellas, la alternativa tiene una sencilla solución que permite respetar las divisiones mencionadas.

Es decir, a partir de un simple diseño, la simple indicación que vemos repetida en varias muestras del manuscrito sevillano establecía el ancho de la madera a emplear, a partir del cual se van trazando en ella directamente los cortes que requiere la configuración del lazo. Así, el conjunto realizado medirá finalmente lo que las dimensiones de la estancia requieran, sin miedo al error. No obstante, y en previsión de pequeños desajustes que un trabajo artesano siempre podría cometer, el carpintero inventó un recurso que le diera un margen de seguridad: la calle de limas (López de Arenas, 1966), que no sólo permitía terminar cada faldón de forma independiente, sino que una vez montada la armadura *in situ*, las arrocabas (es decir, las piezas que dan continuidad a las péndolas más allá de las limas) permitían corregir posibles desajustes de continuidad de los trazados entre los paños contiguos.

Por otra parte, realizar semejante trabajo de precisión en lo alto de un precario andamio era misión prácticamente imposible, y aunque pudiera parecer que la geometría del lazo pudo ser la que inspirara la prefabricación, me inclino a creer que esta ya se realizaba con anterioridad a la incorporación de la vistosa decoración islámica, dado que el sistema de cartabones usados (los llamados de armadura) permitían el corte previo de todos los componentes en el suelo, sin miedo a que no encajaran en el posterior montaje, y si esto ya era así, nada más fácil que usar similares cartabones para garantizar la incorporación de tan complejos trazados a sus armaduras.

El sistema de los cartabones de armadura ofrecía una ventaja adicional en los trazados de lacería, y es que cuando se multiplicaba el número de faldones de la armadura, ya fueran cuatro, seis, ocho, o los que el carpintero deseara, permitía establecer un sencillo control entre la traza geométrica escogida y la inclinación de los faldones a fin de que la traza escogida no se interrumpiera en dichos encuentros. Si escogemos, por ejemplo,

el módulo triangular equilátero, propio de las ruedas de nueve y doce brazos, un mismo faldón trapezoidal, formado por tres triángulos básicos, servirá para cubrir una planta triangular, cuadrada o pentagonal, sin más que ir adaptando la pendiente de sus faldones.

Si quisiéramos que la planta de la techumbre fuera un hexágono, el faldón utilizado en estos tres ejemplos ya no serviría, dado que los faldones quedarían en el mismo plano del almizate, sin posible inclinación. Para polígonos de más lados en el almizate el ángulo de los faldones sería demasiado pequeño para poder unirse entre sí. Sin embargo, los carpinteros supieron superar las limitaciones que la estricta geometría podía plantear. Me he planteado qué se podría hacer si un poderoso mecenas me exigiera que empleara ese motivo geométrico en una techumbre ochavada y he imaginado una posible solución cuyo ángulo del borde del faldón con la horizontal (el del albanecar) ha de ser mayor de los 60° que tiene el módulo empleado. Si hubiera quitado de la rueda de doce un brazo entero, el que queda me obliga a un corte vertical del faldón, lo que resultaría ser una prolongación de las paredes y no una techumbre inclinada. Luego, si quiero que el trazado tenga continuidad entre faldones, he de partir la rueda por medio brazo, práctica a menudo utilizada, y aunque no creo que exista algo parecido en nuestra carpintería histórica, lo muestro como ejemplo de los recursos empleados por los carpinteros para saltarse las reglas cuando la obra lo exigía.

Si queremos conservar la rueda de doce en el encuentro de los faldones con el almizate, el primer problema es que una rueda regular de doce brazos no es compatible con el octógono del almizate. Pero podré falsearla si cambio ligeramente el ángulo entre sus brazos, de forma que los cuatro que caben entre los lados que concurren en un vértice del octógono (tres enteros y dos medios), en vez de sus 120° , se separen ligeramente entre sí para alcanzar un ángulo de 135° , exactamente 3.37° más entre brazo y brazo.

Como se puede apreciar en el dibujo (Figura 7), esta alteración geométrica pasa totalmente desapercibida

para el espectador, sobre todo teniendo en cuenta que dicha rueda se presenta fragmentada en tres planos. Tampoco es notorio que dichas ruedas han perdido uno de sus brazos para poderse adaptar al encuentro de los tres faldones. Otro recurso habría sido aumentar en dichas esquinas el brazo perdido, lo que daría un ángulo de 27° aún más próximo al original. Por otra parte, es fácil distraer la atención sobre las irregularidades que se cometen para seguir la traza en el almizate, como en este caso, introduciendo uno o varios mocárabes en su plano.

LOS CARTABONES DE LAZO Y DE ARMADURA

No es una simple casualidad que para trazar el lazo los carpinteros peninsulares usaran un juego de cartabones similar al que empleaban para dimensionar y cortar las piezas de una armadura. Ese sistema de cartabones, que sigue siendo utilizado en Norteamérica con la llamada "escuadra de pares", permite al carpintero medir exactamente los pares, limas y péndolas de una armadura, así como realizar los ángulos correctos en los cortes de sus extremos.

Para una armadura a dos aguas es suficiente un solo cartabón, el de armadura, pero si se amplían los faldones se necesitarán dos más (Nuere, 2001): el coz de limas para la pieza de encuentro de los distintos faldones (la lima), y el albanecar para las péndolas, es decir, los pares que se cortan en los extremos inclinados de los faldones.

La principal ventaja que ofrecen los cartabones respecto al trazado de lacerías es precisamente la relación existente entre ellos, que nuestros carpinteros supieron aprovechar para fijar la inclinación de las armaduras en función del diseño elegido. Hoy decidimos previamente la pendiente que queremos dar a los faldones del tejado sin pensar en la forma que finalmente estos tendrán.

Pero no fue esta la única ventaja: al controlar fácilmente las medidas de los distintos componentes, gracias a la precisión que proporcionan los trazados de lazo, los carpinteros se atrevieron con la prefabricación de las armaduras de par y nudillo. Es probable que en un principio

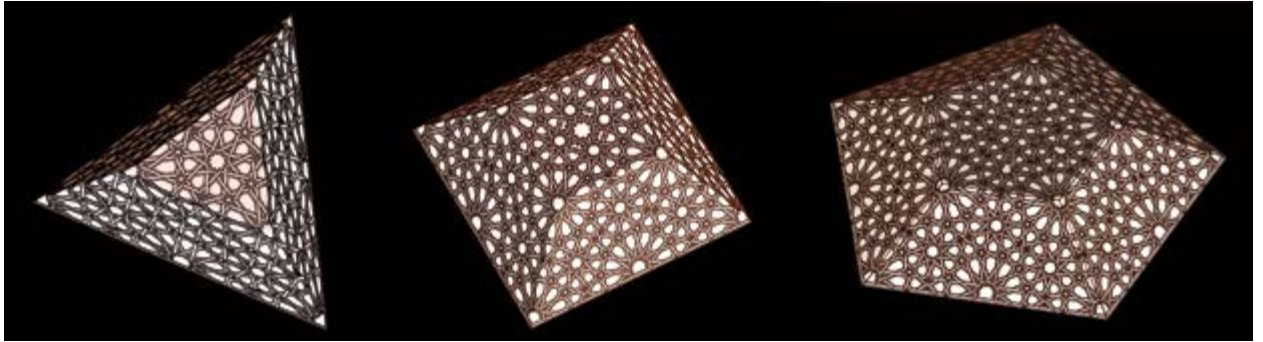


Figura 6: La pirámide truncada de base triangular es la única que puede contener el módulo de nueve y doce íntegro en todos sus planos. A partir del cuadrado hay que alterar el trazado del almizate, pero al mantener las ruedas de doce en los vértices se mantiene la continuidad del trazado en todos los encuentros. Fuente: Elaborado por el autor.

Figure 6: The truncated pyramid of triangular base is the only one that can contain the complete nine and twelve module in all its sides. Starting from the square, the design of the framework needs to be modified, but maintaining the twelve fold rosette at the corners, the continuity of the design is maintained at all the joints. Source: Author's own.



Figura 7: Posible solución de carpintería (elaborada por el autor) en la que las ruedas en los vértices dan continuidad a la traza por todos los paños. Fuente: Elaborado por el autor.

Figure 7: Possible carpentry solution (done by the author) in which the rosettes at the corners give continuity to the design of all the pieces. Source: Author's own.

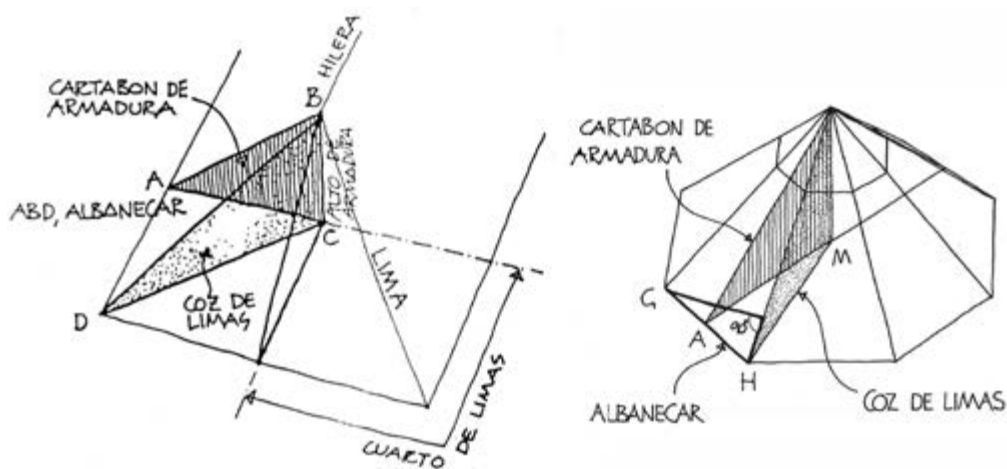


Figura 8: Cartabones en una armadura cuadrada y en una ochavada. Dibujo del autor.
 Figure 8: Carpentry squares on a square frame and an octagonal collar plane frame. Drawing of the author.



Figura 9: En esta ochava de la iglesia del antiguo Convento de la Merced, de Granada (s. XVI), las ruedas de diez forman parte del encuentro de los faldones con el almizate, para lo que el tracista aumenta el ángulo entre brazos, sin que sea apreciable la irregularidad. La misma armadura nos muestra durante su montaje las calles de limas y la unión sin completar entre faldones y almizate, zonas que permitían realizar ajustes de la lacería una vez en su lugar los paños prefabricados. Fotografías: Enrique Nuere.
 Figure 9: In this octagonal collar plane of the church of the old Convent of la Merced, in Granada (XVI C.), the ten fold rosettes are part of the joint of the roof planes with the collar plane, for which the designer increases the angle without the irregularity being noticeable. The same framework shows us during its assembly the space between the hip rafter and the incomplete joint between roof planes and the collar plane, areas that allowed adjustment of the lace once the prefabricated pieces were in place. Photographs: Enrique Nuere.

lo harían montando tramos acabados de los harnueruelos (primer nombre que tendría en Castilla el almizate), lo que ayudaría a la colocación de los pares al proporcionarles un apoyo intermedio en los nudillos, pero para ello era necesario modificar el ensamble habitual de estas dos piezas.

Puesto que este tipo de armaduras precisan tirantes que afiancen sus estribos frente al empuje de los pares, dichos tirantes pueden servir de apoyo a unos tabloncillos que proporcionen una superficie de trabajo, o soportar, mediante unas sopandas, un conjunto de nudillos previamente unidos entre sí, que permitirán ir apoyando las gargantas de los pares en sus extremos y sus bases en el estribo.

Desconocemos quién pudo tener esa idea, pero alguien debió pensar, e imaginar, que el conjunto de nudillos permitiría colocar con facilidad los pares, con tal de modificar el ensamble tradicional entre ambas piezas, algo que se hizo ya en el último tercio del siglo XIII, tanto en la techumbre de la catedral de Teruel, como en la del Cuarto Real de Santo Domingo —una de las armaduras más antiguas realizadas en Granada—, y se siguió realizando hasta bien entrado el siglo XVIII, cuando la entonces creada Academia de Bellas Artes de San Fernando hizo volver la vista hacia las construcciones clásicas y el cuchillo triangulado romano se empezó a emplear sistemáticamente, al ser una solución más eficiente para la realización de techumbres carpinteras.

Como acabo de exponer, es probable que el primer conjunto que se prefabricaría fuera el almizate, lo que permitiría realizar en él una decoración más delicada que la factible *in situ*, y cuyas medidas en principio no serían críticas, al menos si lo que se pensaba era colocar los pares uno a uno. Y tal vez más tarde, con la ventaja de saber controlar la relación entre la forma del faldón y la pendiente de la armadura, los carpinteros se animarían a prefabricar también paños de faldón.

Los conjuntos de pares trabados entre sí, como los que he ido encontrando al restaurar armaduras históricas, confirman estos supuestos. Y para más seguridad de que dicha hipótesis de montaje era verosímil, la he

utilizado en algunas restauraciones, comprobando su eficacia. Es cierto que en nuestros días contamos con grúas no disponibles antiguamente que nos permiten elevar grandes cargas, pero en la restauración de la iglesia de Méntrida, en la provincia de Toledo, la grúa con que contábamos izar todos los conjuntos previamente terminados no pudo acceder hasta el lugar debido a la estrechez de las calles que rodeaban el templo, y las piezas tuvieron que levantarse a mano por los mismos carpinteros encargados de montarlas, sin que ello fuera un grave problema.

En el caso de otra iglesia, la parroquial de Perales de Tajuña, en la Comunidad de Madrid, sí se pudo contar con la inestimable ayuda de la grúa (Figura 11). Una vez construidos por separado todos los componentes de la armadura, en conjuntos fácilmente manejables, se colocó el almizate apoyado en un simple andamio. Una vez izados los grupos de pares, tras apoyarlos en los estribos, se bascaron hasta encajar sus gargantas entre los cornezuelos de los nudillos del almizate.

CONCLUSIÓN

Es muy probable que, durante el período de dominación visigoda, en la península ibérica ya se usaran unos simples juegos de cartabones para la construcción de las armaduras de pares, algo que también debió ser habitual en el entorno de la Europa atlántica, cartabones que no sólo permitían medir y definir los cortes de los componentes de las armaduras, sino que también se usaban para cortar los ángulos de encuentro de maderas enfrentadas con diversos ángulos.

En determinado momento, entre mediados o fines del siglo XIII y principios del XIV, se inició en el mundo hispanomusulmán un especial gusto por una geometría de origen islámico, con trazas de cintas entrelazadas, que compaginaba con los entrelazos arraigados en la antigua cultura celta, lo que propició la introducción de una nueva geometría adecuada para decorar las techumbres de madera. El recurrente interés que por este tipo de trabajos mostró la dinastía Trastámara, reinante desde el último cuarto del siglo XIV hasta principios del XVI,

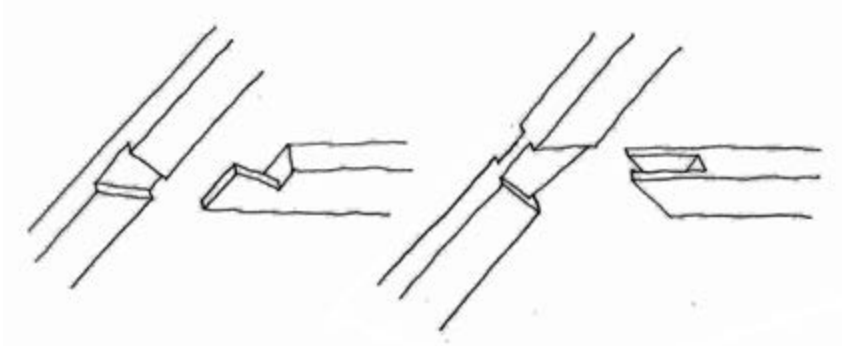



Figura 10: A la izquierda, ensamble tradicional entre el par y el nudillo tal como se realizaba en Europa. A la derecha, el realizado en Castilla para permitir la prefabricación. Dibujo del autor.

Figure 10: On the left, traditional assembly of rafter and collar as it was done in Europe. On the right, the one done in Castille to allow prefabrication. Drawn by the author.



Figura 11: Un conjunto de cuatro pares, debidamente afianzados entre sí con varios peinaos, se apoya en el estribo, cuidando que sus patillas impidan su retroceso. A continuación se encajan las gargantas de los pares en los corneuelos de los nudillos del almizate, que previamente se había puesto en su lugar mediante un ligero andamiaje apoyado en los tirantes de la armadura. Fotografías: Enrique Nuere.

Figure 11: A set of four rafters, properly fixed among them with several wood bridgings, is supported on the rafter support, taking care not to prevent the setback of its articulated joints. Then the shafts of the rafters are fixed between the side tenons of the collars, which had already been placed by means of a light scaffolding supported on the suspenders of the framework. Photographs: Enrique Nuere.

afianzó esa forma de construir las armaduras. Pero, sobre todo, el preciso control de las medidas de sus paños, que garantizaba su decoración geométrica, sin duda influyó en convertir esta carpintería en una de las primeras prácticas de prefabricación usadas en la historia de la arquitectura. 

REFERENCIAS

- FERRERA CUESTA, C. (2005). *Diccionario de Historia de España*. Madrid, España: Alianza.
- FRAY ANDRÉS DE SAN MIGUEL. (1630). *De la carpintería de lo blanco*. D. F., México: (Manuscrito).
- LÓPEZ DE ARENAS, D. (1966). *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería hecho por D^o. López de Arenas en este año de MDCXVIII* (Edición facsímil). Madrid, España: Instituto Valencia de Don Juan.
- NUERE, E. (2001). *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco. Y la verdadera historia de Enrique Garavato carpintero de lo blanco y maestro del oficio*. Madrid, España: Munilla-Lería.
- TORRES BALBÁS, L. (1955). *Artes almorávide y almohade*. Madrid, España: Instituto de Estudios Africanos; Instituto Diego Velázquez del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- VALDEÓN BARUQUE, J. (2002). *Pedro I el Cruel y Enrique de Trastámara*. Madrid, España: Santillana.
- WAGNER, W. H. (1987). *Modern Carpentry*. South Holland, IL, EE.UU.: Goodheart-Willcox.