

El diseño y la construcción de armaduras líneas de cubierta sobre obras de fábrica: Análisis de tres casos en la C. Valenciana¹

Liliana Palaia Pérez*



Friso de la armadura de la Catedral de Teruel

Este artículo forma parte de una investigación más extensa que ha desvelado la riqueza de soluciones constructivas líneas que caracteriza el Levante español. Si el conocimiento es previo a la valoración, bienvenidos sean estos estudios que abren todo un horizonte a la conservación beligerante de muchas cerchas de madera que, menoscabadas en la dignidad de su función estructural, se ven lastimosamente sustituidas por cuchillos metálicos -so color de su condición oculta- o reemplazadas por madera laminada -en aras de cumplimiento de la penúltima normativa-.

The design and construction of timber roof trusses on masonry. An analysis of three cases in the Valencian Community. This article is part of a more extensive research programme that has revealed the abundance of timber building solutions typical of the Spanish Levant. If knowledge goes before appraisal, we cannot but welcome studies such as this one that open up a whole horizon to the belligerent conservation of many timber trusses whose structural function is underestimated so that they are unfortunately replaced by metal frames –since they cannot be seen– or laminated wood –in observance of recent regulations.

*Liliana Palaia es arquitecto y catedrática del Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la E.T.S. de Arquitectura de Valencia



Las armaduras líneas de cubierta en la Comunidad Valenciana constituyen elementos constructivos que no habían tenido, hasta ahora, un estudio específico que permitiera valorar la importancia que su construcción tuvo en la historia de la arquitectura.

El empleo de la madera para uso estructural no se considera un aspecto destacado de la arquitectura histórica valenciana. Sin embargo, la evidencia es otra, puesto que existen magníficos ejemplos de artesanados y de estructuras de cubierta que obligan a reconsiderar su importancia y trascendencia. A diferencia de lo que ocurre en otras regiones de la geografía española, donde encontramos numerosos y espléndidos ejemplos de armaduras vistas, incluso de lazo, en tierras valencianas son pocos los edificios que cuentan con armaduras de cubierta que hayan quedado vistas desde el interior de los espacios que protegen, con excepción de las armaduras de correas construidas sobre arcos diafragma, que cuentan, en la mayoría de los casos con artesanados policromados.

Las pocas armaduras que responden a una tipología distinta a las anteriores y que son vistas desde el interior de los espacios que cubren son, casi siempre, armaduras de pares. Así ocurre en la cubierta del dormitorio norte del Convento de la Trinidad en Valencia, en la del Aula Capitular del Convento de Llutxent, o en la cubierta de la Casa de las Rocas, en la ciudad de Valencia. Por tanto, la mayoría de los casos que se han estudiado corresponden a armaduras

de madera que han quedado ocultas de la vista de los ocupantes de los edificios por medio de bóvedas que generalmente son tabicadas, o por medio de falsas bóvedas de yeso sobre cañizo soportado por ligeros entramados encamonados.

Las principales diferencias entre las armaduras de madera que inicialmente hemos denominado de una manera tan simple, como vistas y ocultas de la vista, radican en sus acabados y en el grado de libertad que tenían los carpinteros a la hora de crear las armaduras más adecuadas para cada edificio concreto. Soluciones que, en todo caso, exigían conocer con detalle el edificio que se estaba construyendo, en cuanto a sus características constructivas y a su sistema estructural.

Este aspecto nos permite enlazar con el tema que pretende estructurar este texto, es decir, las cuestiones relacionadas con el diseño de las armaduras de madera. Para desarrollar este punto, debemos realizar una clarificación inicial con respecto a los distintos tipos de armadura que podemos identificar, considerando casi exclusivamente su comportamiento mecánico y su relación con la estructura muraria.

ELECCIÓN DEL TIPO DE ARMADURA

Antes de proceder a analizar la elección del tipo de armadura idóneo que afectaba al carpintero en cada ocasión, procedemos a definir previamente la gama de posibilidades de que se disponía éste:

Hemos adoptado la clasificación de las armaduras según la disposición de elementos denominados de 1º orden, es decir, los que se disponen en primer lugar sobre la estructura muraria. Así, tenemos que estos elementos pueden ser correas, pares o tijeras. De este modo, una inmediata clasificación de las armaduras de madera sería la siguiente: armaduras de correas, armaduras de pares y armaduras de tijeras. Identificamos otro grupo más, las armaduras mixtas, formadas por elementos de

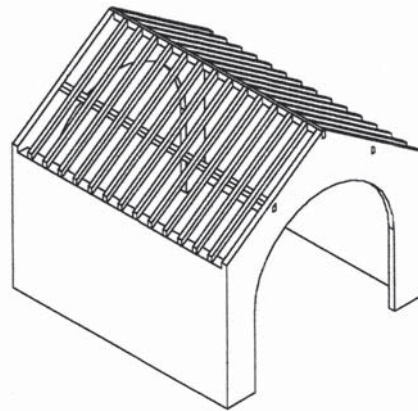
fábrica y de madera.

Las armaduras de correas consisten en disponer vigas de madera sobre dos muros de altura variable, permitiendo de ese modo la formación de la pendiente de los faldones de la cubierta. Estas armaduras son las que encontramos sobre las naves de arcos diafragma, antes mencionadas. Torres Balbás, que se ocupó de estudiar esta tipología de edificios, calificaba estas estructuras como mixtas, de rápida construcción, sin la complejidad y lentitud que requerían las formas abovedadas². También su empleo era ventajoso, dado que permitía ahorrar en madera, al reducirse las escuadrías necesarias para salvar las luces entre arcos perpiños³.

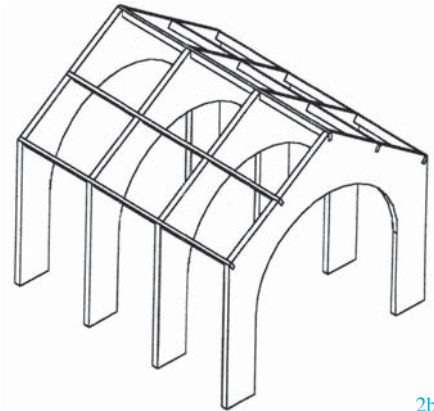
Las armaduras de pares consisten en la formación de un apoyo central de dos elementos enfrentados que se encuentra más elevado que los extremos exteriores a fin de formar las pendientes. Estos elementos enfrentados son los que se denominan pares. Estos se apoyan en el punto central formando la cumbrera mediante un encuentro a tope, o bien interponiendo una hilera, asegurando la estabilidad dentro de su plano de cada uno de los sistemas creados, originando los sistemas de armadura de par-hilera. Los pares producen empujes en los muros sobre los que apoyan que se deben contrarrestar, construyendo muros de mayor grueso o bien disponiendo tirantes que impidan el movimiento lateral del sistema. En estas armaduras, los tirantes no se corresponden con los pares, por lo que existe un elemento fundamental de transmisión de los empujes laterales que es el estribo. Sobre este elemento apoyan los pares, formando uniones en barbilla.

La armadura de par y picadero consiste en unos pares que apoyan en su extremo superior en una pieza de madera llamada picadero que se encuentra sobre un muro central. El apoyo del extremo inferior de los pares se realiza mediante una escopladura sobre una pieza de

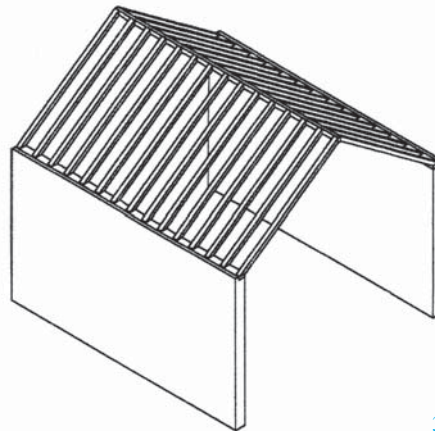
1. Armadura de correas sobre arcos diafragma, en la iglesia de la Sangre de Llíria
2. Dibujo esquemático de a) armadura de correas y b) de armadura de correas sobre arcos diafragma
- 3a y 3b. Dibujos esquemáticos de armadura de parhilar y de par y nudillo
4. Dibujo esquemático de armadura de tijeras
5. Dibujo esquemático de a) acciones que se transmiten a los muros en las armaduras de pares, b) de muros con contrafuertes, c) de sistemas de pares con tirantes para contrarrestar empujes
6. Dibujo esquemático del sistema de pares con tirantes, sobre estribado



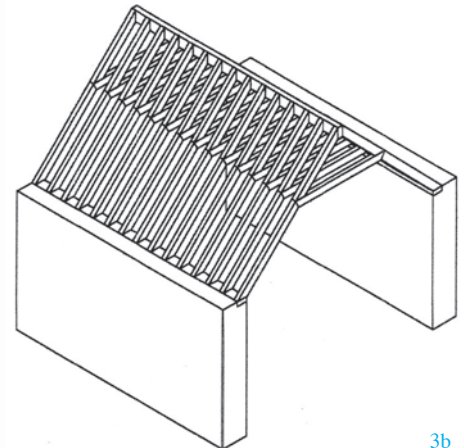
2a



2b



3a



3b

asiento llamado durmiente que descansa en los muros laterales.

Las armaduras de tijeras o cerchas están formadas por sistemas de pares y tirantes que pueden incorporar un pendolón y también tornapuntas. Este triángulo elemental, denominado tijera por los tratadistas españoles del S. XVII⁴, era conocido por los romanos según la describe Vitruvio en su libro IV, cap. II⁵, en cuyo texto el autor incluso relata que ha cubierto una basílica de 17,80 m de luz con ese sistema. También sabemos que los romanos conocían el ensamble de prolongación en rayo de Júpiter, así como otros ensambles y entalladuras, gracias a los descubrimientos arqueológicos efectuados en Pompeya y Herculano⁶.

Estas armaduras tienen los empujes equilibrados, permitiendo una solución constructiva en su apoyo en los muros muy diferente a las armaduras de pares. En este caso el apoyo se realiza sobre durmientes, mientras que en las armaduras de pares se hace necesario el estribo para formar el apoyo de los pares y para trabar el tirante a la vez.

Las distintas traducciones al español publicadas durante los siglos XVII y XVIII de los tratados de Alberti⁷ y de Palladio⁸ defendieron los sistemas de cerchas, que llegaron a ser los más empleados en la construcción de armaduras de madera a partir de entonces, y homogeneizaron prácticamente las estructuras, incluso en sus sistemas de unión. A partir de entonces, también inspiradas en las traducciones de esos tratados, se construyeron estructuras ideadas para cubrir grandes luces, como la cubierta empleada por Wren en 1663 para el Sheldonian Theatre de Oxford, similar a la que propone Palladio para el Teatro Olímpico de Vicenza. Por ejemplo, Benito Bails, ilustra en su tratado⁹, varias de esas armaduras para cubrir grandes luces, como la de la iglesia de San Andrés del Valle en Roma, la del Gran Teatro de San Carlos de Nápoles y la del Gran Teatro de Parma. Sin embargo, las soluciones trianguladas de modelo romano no resultaban adecuadas para formar las cubiertas de gran pendiente empleadas en el centro y norte de

Europa a partir del siglo XII. Las primeras referencias documentales de éstas se encuentran perfectamente dibujadas en el álbum medieval de Villard de Honnecourt, donde se ofrecen soluciones de armaduras vistas y otras ocultas por una bóveda inferior¹⁰. En estas estructuras se utilizan nudillos y tirantes cruzados, también presentes en la carpintería histórica inglesa¹¹. También se conocen algunas de estas armaduras medievales del mediodía francés a través de los diseños de Viollet-le-Duc¹². Según este autor, a partir del S. XII crece la tendencia a construir bóvedas para cerrar los espacios de las iglesias y catedrales francesas.

En otros casos, existen con estructuras abovedadas que permiten eventualmente la creación de apoyos intermedios para los elementos de madera y configuran, así, las cubiertas. Se trata de estructuras mixtas, denominadas de esta forma por el empleo simultáneo de estructuras murarias auxiliares y elementos de madera para formar los faldones de la cubierta.

CORRESPONDENCIA ENTRE LAS ARMADURAS DE MADERA Y LA ESTRUCTURA MURARIA.

Existe una relación directa entre la forma estructural adoptada y la configuración de la estructura muraria del edificio sobre la cual se asientan.

Los empujes provocados por las *armaduras de pares* transmiten momentos importantes en la base del muro y producen grietas y desplomes al no poder absorber estos elementos esfuerzos de tracción. Como apuntábamos anteriormente, una posible solución es la colocación de contrafuertes en el muro para darles la rigidez que por sí solos no tienen; de esta forma, se transmite el problema de la cubierta al muro y se resuelve en la estructura muraria.

Otra alternativa es colocar un *tirante* en la estructura de la cubierta, con capacidad para trabajar a tracción absorbiendo el empuje sin que se transmita al muro. Aparece así la forma triangulada, geoméricamente indeformable, que dará origen a la tipología de las *armaduras de tijeras*. Son estructuras estables por sí solas.

A partir de la triangulación de los elementos estructurales de la cubierta se generan distintas soluciones, evolucionando en su forma. La tijera formada por dos pares y el tirante tiene resuelto el problema de la transmisión de los empujes a los muros, y conceptualmente sólo trabajarían los elementos a esfuerzos de tracción y de compresión. Sin embargo, el tirante inferior puede deformarse por flexión debido a su peso propio, por relajación del material y por las cargas variables que no siempre actúan. En estos casos, debe introducirse el pendolón, que evita la deformación del tirante. Los pares, que también soportan esfuerzos de flexión por su peso propio y por las cargas transmitidas por el material de cubierta, tienen, además, gran longitud, introduciéndose tornapuntas que, a modo de apeos, reducen la luz de los pares, aumentando su rigidez a flexión.

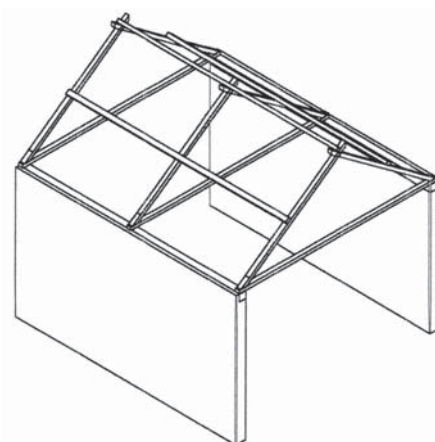
En algunas *armaduras de pares*, la triangulación se realiza a través de los estribos o vigas laterales, que absorben los empujes

que en la base de los pares se producen. Estas vigas trabajan a flexión en el plano horizontal, y han de estar dimensionadas para resistir esos esfuerzos con el fin de garantizar la estabilidad del conjunto de la armadura.

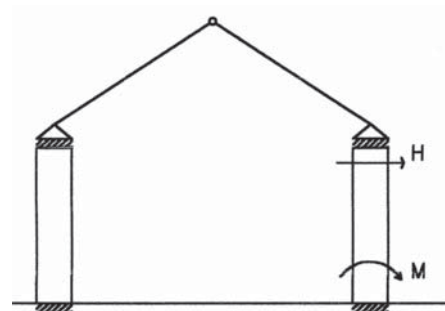
En otras armaduras de pares no existe el tirante, sino sólo el nudillo. Los empujes que transmiten estos sistemas hay que contrarrestarlos por medio de contrafuertes, si éstos estuvieran suficientemente distanciados, o por medio de los estribos según se ha descrito anteriormente, si los pares se encontraran próximos. La colocación de un nudillo, que parece haber tenido su origen en la elevación del tirante para dar paso a una bóveda inferior, sólo consigue rigidizar el vértice de la armadura si se encuentra muy próximo al mismo.

En el caso de las armaduras de pares, donde estos elementos están próximos unos de otros sólo es necesario colocar un tablero de ladrillo o de madera que complete el plano del faldón, por medio de listones, que sirva de apoyo a la cubierta propiamente dicha. Si éstas se separan más, como en el caso de las tijeras, hay que disponer correas resistentes para transmitir las cargas a los elementos principales, y completar los espacios intermedios por medio de listones y tableros cerámicos o de madera para completar la cubierta. En el segundo caso, las cargas que se transmiten a los sistemas triangulados son mayores, requiriendo elementos de mayor sección, aunque resulta un menor número de ellos para completar la totalidad de la estructura de la cubierta. Por el contrario, en el primer sistema, los pares resultan de menor sección que estos, debido a su mayor proximidad.

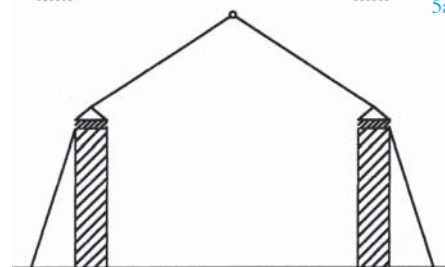
Hasta ahora hemos visto que la cubierta era un único elemento dispuesto para cubrir el espacio según un plano horizontal. Frecuentemente encontramos que existe un elemento abovedado entre el espacio interior y la cubierta propiamente dicha. Este elemento abovedado transmite a las fábricas los empujes, que deben ser absorbidos por los mismos procedimientos que apuntábamos antes, es decir, por medio de con-



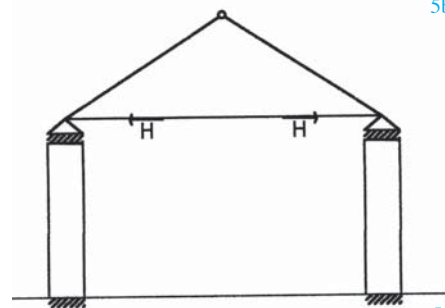
4



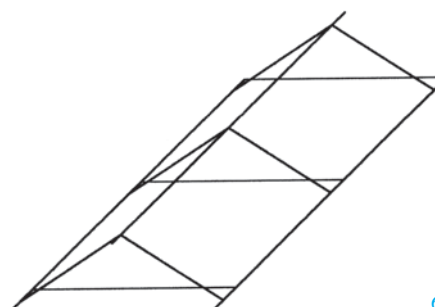
5a



5b



5c



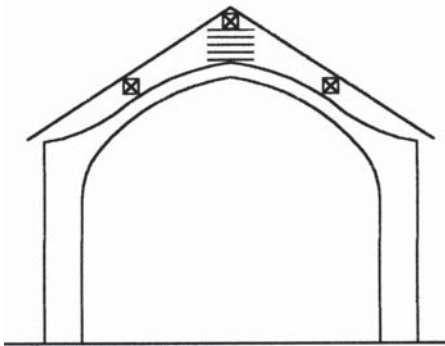
6



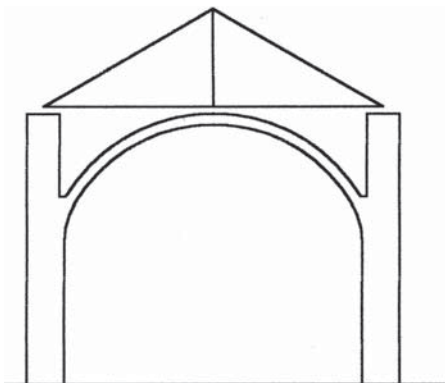
7



8



9



10

trafuertes, o incluso tensores. Sobre estos elementos abovedados se resuelve muchas veces la propia estructura de la cubierta, apoyando en los arcos que dividen los tramos de la bóveda como en las armaduras de correas, o bien directamente sobre la bóveda, como en el caso de las armaduras que hemos denominado mixtas. En las armaduras de correas, éstas trabajan a flexión, apoyadas en los arcos fajones cuando existen las bóvedas, o en los arcos que hacen de diafragma. Los cabios, que apoyan en las correas provocándose un mejor asiento mediante una escopladura, están trabajando a flexión, y se apoyan en la hilera, en las correas y en el muro exterior. En otros casos, será posible levantar los muros donde ha de apoyar la armadura de cubierta con el fin de salvar la clave de la bóveda que cierra el espacio inferior, y sobre esos muros colocar una cercha que, como estructura estable, no transmitirá empujes a los muros

La forma en la que se plantea la construcción de las armaduras de madera es inherente al material, como ocurre con todos los materiales de construcción empleados. Los elementos de madera que se emplean en construcción dependen enteramente de su escuadría y de su longitud. Cuando la dimensión de la longitud excede la que

puede darnos la pieza disponible, el carpintero ha de recurrir a las uniones y ensambles. Del mismo modo ocurre cuando existe la necesidad de poner en relación varias piezas o partes de una estructura, ya se trate de entramado, forjado o armadura de cubierta.

Las distintas soluciones constructivas de las ensambladuras no están condicionadas por los distintos tipos de armaduras que hemos descrito, sino por los tipos de esfuerzos que tienen que transmitir los elementos de madera. En todos los casos, la elaboración de una unión supone realizar un corte en las piezas que se unen, creándose un punto débil, problema que deben minimizar los carpinteros.

Las uniones más sencillas son las que transmiten esfuerzos horizontales que se contrarrestan con que transmite otro elemento de iguales características, como la unión de pares en la cumbre de una armadura de cubierta, o la unión de pares contra la hilera. Otras uniones permiten que un elemento pase por delante de otro sin ninguna vinculación. En este caso, se produce un cruce de elementos, pero no en el mismo plano, con lo que en realidad no se producen uniones en sentido estricto.

Las uniones donde los elementos pueden separarse debido al tipo de esfuerzos que

transmiten son las más difíciles de solucionar. Dentro de esta clase de uniones o ensambladuras, se distinguen dos tipos: las que tienen que alargar un elemento, manteniendo la misma sección transversal, y las que han de transmitir los esfuerzos en dos o más direcciones.

La unión par e hilera puede producirse a tope, encontrándose los pares con la hilera o simplemente unos con otros, o bien presentando el par una barbilla para favorecer el asiento de la hilera. Los pares están clavados a la hilera, en el caso de que se encuentren con ésta, o clavados entre sí, en el caso contrario.

La unión par con estribo se produce en todos los casos en barbilla, de tal manera que asiente en el estribo y no pueda desplazarse. El estribo se coloca a media madera dentro del tirante. Puede suceder que el estribo esté por encima del tirante, aunque también puede estar el tirante encima de éste. La variación en este encuentro modifica la forma de montaje de la armadura, dado que en un caso ha de situarse antes el estribo que el tirante y en el otro sucede al contrario.

El encuentro del nudillo con los pares puede ser diferente según se trate de armaduras vistas u ocultas. Las ensambladuras empleadas son las de quijera, también llamada de cornezuelos, y las de media madera, respectivamente.

A estos sistemas se les añadía, en algunos casos un pendolón, que siempre está clavado a la hilera y al tirante, pasando por delante de estos.

En algunas armaduras de pares se les agregaban tornapuntas y también puntales que, si tenían que trabajar a compresión, presentaban una simple escopladura, y si tenían que trabajar a tracción, solían realizarse a media madera y con cola de milano.

En las armaduras de tijera, las uniones de pares entre sí se realizan, en general, a media madera, como hemos visto anteriormente. Las uniones de pares con tirante suelen ser embarbilladas, siendo variable la forma de realizarlas. Son ensambladuras resistentes a compresión y también a ciza-

lladura. El inconveniente de estas uniones es la tendencia de parte de la sección del tirante a deslizar, debido a la componente horizontal que le transmite el par. Las ensambladuras pueden no presentar espera y, sin embargo, tener una espiga oculta. El tirante y el pendolón están vinculados generalmente mediante un herraje metálico.

Los tirantes, que son elementos de mayor longitud y sección, requieren en la mayoría de los casos estar formados por varias piezas que se vinculan y mediante uniones en prolongación que generalmente se realizan en rayo de Júpiter.

La elección del tipo de armadura también estaba condicionada por las posibilidades que el medio ofrecía de disponer del material necesario a un costo razonable, y por el empleo del material que brindaba el desarrollo tecnológico de ensambladuras y uniones.

DISPONIBILIDAD DEL MATERIAL Y EMPLEO DE LA MADERA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.

En Europa, las especies de madera utilizadas en la construcción han ido variando con el transcurso del tiempo. En la antigüedad, se empleó la madera disponible en cada lugar. Los criterios de explotación de los bosques no dependían siempre de factores constructivos, sino que estaban sujetos a condicionantes diversos. De hecho, Europa estaba cubierta de bosques, y el hombre se abrió camino dentro de ellos primordialmente para obtener tierras de cultivo o pastos para el ganado que permitieran su asentamiento.

Los primeros tipos constructivos empleados eran de troncos y requerían una gran cantidad de madera¹³. Estaban contruidos con madera de coníferas, que ofrece elementos rectos y de gran longitud, aspectos ambos de suma importancia. La madera de frondosas brinda más difícilmente elementos rectos, aunque no por ello era menos apreciada. Se empleaba principalmente dispuesta verticalmente, ya sea formando elementos de sección uniforme, o bien distanciando los elementos de madera a modo

7. Encuentro de pendolón con pares. Cubierta sobre la iglesia del convento de Clarisas, en Xàtiva

8. Encuentro de pares con pendolón en cerchas construidas en siglo XIX. Cubierta del ala Este del Palacio Ducal de Gandía

9. Dibujo esquemático de armadura mixta, sobre espacio abovedado

10. Dibujo esquemático indicando la elevación del plano de asiento de las armaduras de tijeras hasta superar el extradós de la bóveda inferior

11. Encuentro de tirante con estribo. Cubierta de la iglesia de San Martín de Segorbe

12. Encuentro de pares con hilera. Cubierta de la iglesia de San Martín de Segorbe

13. Encuentro de puntal con tirante. Cubierta del ábside de la Seo de Xàtiva. El encuentro del puntal con el par es del mismo tipo



11



12

13



14. Manejo de la azuela. Friso de la armadura de la Catedral de Teruel

15. Levantamiento de la estructura de madera de la cubierta de los dormitorios del ala norte del Convento de la Trinidad, Valencia



14

de postes. Los espacios intermedios se rellenaban con otros materiales como arcilla o ladrillos, y también podía hacerse mediante tablas de madera. Este sistema se terminó imponiendo, porque permitía un cierto ahorro de material.

Al realizarse las explotaciones de bosques de manera incontrolada, los constructores de catedrales llegaron a preocuparse, debido a que las distancias a recorrer para conseguir buena madera para ese fin eran cada vez mayores¹⁴. Llegó un momento en el que la madera proveniente de explotaciones de recursos locales se agotaba y la procedente de otros sitios resultaba a mejores precios. De hecho, la madera de importación fue haciéndose una realidad en el centro y sur de Europa, pasándose del empleo de madera local al de madera importada.

A finales del siglo XVII, la gran demanda de madera para combustible y para la construcción de barcos redujo considerablemente las reservas de bosques, afectando a toda Europa en general y, de manera más grave, a aquellos países con gran tradición de navegantes y conquistadores que necesitaban de gran número de embarcaciones.

En España, la madera empleada en la construcción de edificios ha venido siendo básicamente de aportación nacional o incluso

local. Provenía de lugares de montaña donde era más abundante y llegaba a las ciudades a través del cauce de los ríos o de algún puerto próximo, de donde era traída por mar. No podemos guiarnos por las referencias que tenemos de la existencia y extensión de los bosques maderables que hay en la actualidad, puesto que durante los siglos XV al XVIII, el contexto era completamente distinto. A partir del consumo masivo de madera durante los siglos XIX y XX, los bosques fueron mermando enormemente en su extensión y otros ya han desaparecido.

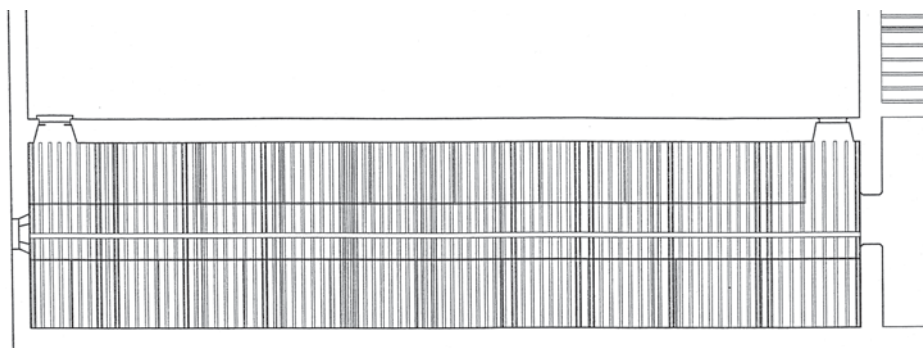
En Valencia, las especies de madera más empleadas han venido siendo la madera de pino silvestre (*pinus sylvestris*) y la de pino halepensis (*pinus halepensis*), llamada también pino de río. Ésta llegaba a la ciudad a través del río Turia, en rais, procedente de los bosques de las provincias de Teruel y de Cuenca¹⁵. Afirma Sanchis Guarnier¹⁶ que la madera empleada por los carpinteros medievales en los siglos XIV y XV, procedente de las tierras del interior, había originado una potente construcción naval y una importante industria del mueble.

Madoz, en su "Diccionario geográfico-estadístico-histórico de Alicante, Castellón y Valencia"¹⁷, nos dice, hablando del río Turia, que "...en las avenidas de este río se hacen

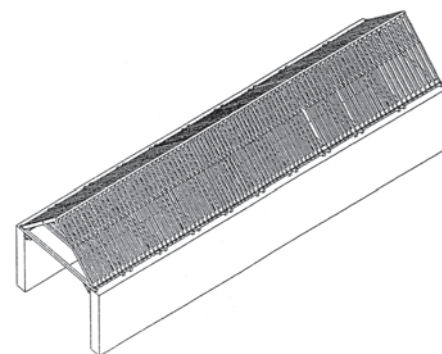
grandes conducciones de maderas desde Moya y los montes de Castilla hasta Valencia. En el angosto paso del salto de Chulilla se suelen cruzar muchas veces los maderos. Otras se amontonan formando una especie de barrera, siendo entonces preciso que algunos hombres bajen a cortar y quitar estorbos, y como los muros se hallan cortados a pico, solo queda el recurso de las sogas, por donde se descuelgan...".

El río Xúquer servía para el transporte de maderas en ciudades como Xàtiva y Gandía. En Alberique se encontraba el Vado de Barragà, distante unos 12 km de la ciudad de Xàtiva, desde donde llegaba la madera que luego se empleaba en los edificios.

Fue a partir del siglo XIX cuando comenzó la importación de madera de Estados Unidos con cierto volumen, la llamada con el nombre de "mobila". Esta madera corresponde, al menos, a cinco especies del sur de los Estados Unidos. Procedía del puerto de Mobile¹⁸, en la Bahía del mismo nombre, próximo a la ciudad de Nueva Orleans. Entre 1815 y 1861, este puerto alcanzó su máximo esplendor, bajo el gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, con sus exportaciones de algodón y madera, fundamentalmente.



15a



15b

EL OFICIO DE CARPINTERO.

Formaba parte de este oficio la realización de los cortes y la transformación de la madera, así como la provisión del material necesario. Existían carpinteros de provisión de la madera que garantizaban la existencia de abundante material para todos los carpinteros que la necesitasen. También se ponían limitaciones a la procedencia del material que se empleaba en los trabajos, con el fin de que se pagaran los tributos correspondientes¹⁹.

Los gremios de carpinteros se preocupaban de controlar el consumo de madera. En las ordenanzas de Morella, se hace referencia a la necesidad de que “...ningún serrador bosquerol, sillero, tornero, pentinador, ni otro que use del oficio de carpintero goce, ni presuma de usar dicho oficio, que antes no haya manifestado a los mayores de los carpinteros, la madera que aquellos hayan de hacer, porque aquella la trabajen bien y legalmente a saber los serradores hayan de talar los pinos, y traer tanta madera post, como de madera bastarda o portaleña, cuarterones, fustes, y otro cualquier tipo de madera para trabajar en buena luna, mirando los pinos cortarán siendo útiles, y de buen melis, como mejor puedan, y en día claro y no nublado, ni lluvias por lo que muestra la experiencia que muchos bosquerols y serradores que vienen con malas prácticas, los cuales después de cortados no se puede hacer cosa alguna y se pierden esos pinos en los pinares...”²⁰. Este capítulo de las ordenanzas nos aporta información sobre la regulación estricta que permitía talar los árboles necesarios para la obtención de la madera requerida para un determinado trabajo, y también nos presen-

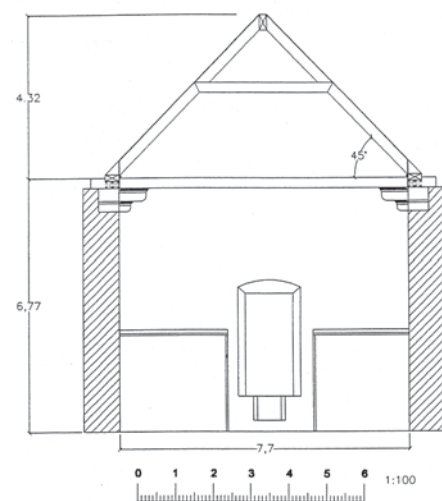
ta las indicaciones sobre cómo se tenían que talar esos árboles.

Una vez que los árboles eran seleccionados, se talaban en invierno, de tal manera que la madera estuviera estacionada para cuando comenzara la época de construcción de los edificios. La corteza se podía eliminar más fácilmente cuando la albura se estaba formando y, por eso, en ocasiones, cuando la industria de los taninos era más importante que la de la madera, alrededor del siglo XVII, se talaban los árboles en primavera.

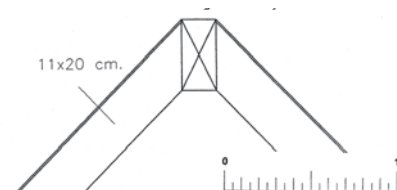
La madera de uso estructural solía utilizarse sin estacionar, dado que resultaba más blanda²¹. Las edificaciones estaban bien ventiladas y, por tanto, no existían grandes diferencias entre el interior y el exterior, como ocurre ahora. La madera empleada en acabados interiores como pavimentos o revestimientos de paredes, así como muebles, tenía que estar estacionada.

El empleo de la madera exigía un proceso de transformación. En primer lugar, las piezas tenían que escuadrarse para la mayor parte de las aplicaciones. Por ese motivo, los fustes tenían que escuadrarse, dejando sin tocar la mayor parte de la madera que fuera posible. Quedaban, en muchos casos, las gemas, a las que se daba relativa importancia cuando las estructuras no iban a quedar vistas, o se destinaba esa parte a hacer molduras en el elemento.

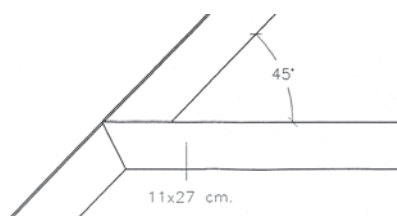
Las piezas cuadradas se empleaban para durmientes o estribos, mientras que otras piezas rectangulares eran necesarias para los pares, correas, y demás piezas de menor sección. Se cortaban los fustes por la mitad mediante la sierra y el hacha. Un



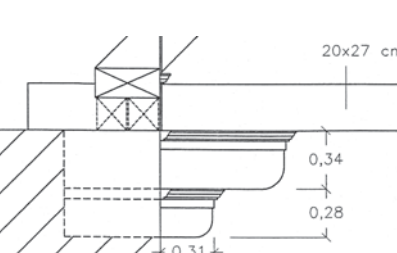
15c



15d



15e



15f

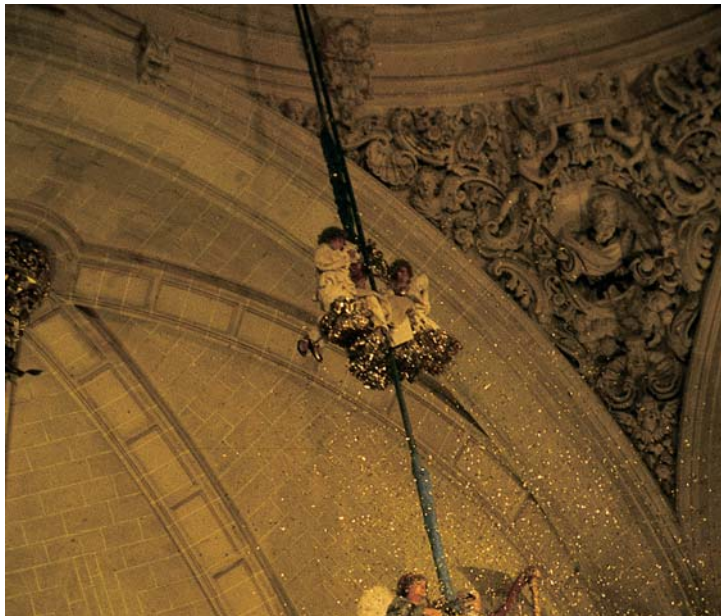


16

tipo especial de hacha era la azuela de mano, con la hoja curva sujeta en ángulo recto al mango, que manejaba el carpintero de pie sobre el fuste quitando astillas. El acabado que daban el hacha y la azuela era tan fino que resultaba difícil de reconocer a simple vista.

Antes de existir las cepilladoras mecánicas, se usaron tres tipos de cepillos: uno era un cepillo o garlopa que consistía en un bloque de madera con una ranura para colocar la hoja, y tenía un asa para sujetar y guiar la herramienta. El cepillo de alisar servía para alisar la superficie y carecía de asa. Había otro cepillo de alisar, más pequeño, que servía para eliminar pequeñas imperfecciones. Las uniones de lengüeta se hacían con la ayuda de un calibrador o galga que contaba con un elemento trazador, y se vaciaban con la ayuda de una barrena o taladro, el cincel y la sierra de enrasar.

A veces, los conjuntos de piezas destinadas a formar las cubiertas se unían en el suelo, ajustándose cuando era necesario, retiradas y reensambladas en el lugar listas para ser levantadas o izadas en su posición. En este sentido, es interesante referirnos a los trabajos realizados por Charles Brown²² y Poul Beckmann²³ en la reconstrucción de la cubierta del crucero norte de la Catedral de Wells, donde se



17

emplearon técnicas antiguas para el montaje y alzado de las estructuras.

Los carpinteros identificaban las piezas para que, una vez ajustadas en su montaje previo, encajaran perfectamente cuando fueran montadas en su posición definitiva. Estas marcas son más frecuentes de encontrar en estructuras de cubierta. Esta práctica duró desde la Edad Media hasta bien entrado el siglo XIX²⁴.

Los artesanos se dividían en aprendices, oficiales y maestros, los de mayor categoría. Los aprendices recibían las enseñanzas del maestro, quien los alojaba en su casa, dándoles casa, comida y ropa. Estos no tenían personalidad en el gremio. Las funciones de los aprendices comenzaron a regularse a partir del siglo XV. El “aprendizaje” era el primer contrato en la vida del trabajador.

En todos los reglamentos gremiales, a partir de los siglos XVI y XVII, se hacía constar que no se admitían aprendices que no justificaran, por partidas de bautismo o por informaciones de testigos, que eran hijos de cristianos viejos, quedando excluidos los hijos de moros, judíos o esclavos y conversos. Tampoco podían serlo los que hubiesen sido juzgados por el Tribunal de la Inquisición. Este extremo empieza a constar a partir de las ordenanzas del XVII²⁵.

LOS TRACISTAS.

Las armaduras se construían a través de reglas específicas basadas en la geometría, alcanzando su mayor desarrollo hacia finales del siglo XV. Todos los tratados de arquitectura de los siglos XVII y XVIII incluyen conocimientos de aritmética y de geometría como componentes fundamentales en la práctica de la arquitectura.

En los tratados de carpintería y de arquitectura, se definen sistemas de trazado de las armaduras de cubierta, siguiendo en su mayor parte los sistemas de trazado mediante cartabón. Reiteradamente aparece en la bibliografía esta descripción pormenorizada de cómo trazar las armaduras mediante cartabones, y especialmente el cartabón de cinco²⁶. Además del sistema que emplea la *cambija* para definir el cartabón, existen otros métodos simplificados que se recogen en los tratados de Fray Andrés de San Miguel y de Diego López de Arenas.

Los anglosajones emplean fundamentalmente las escuadras para el diseño y trazado de las armaduras, aunque en la carpintería oriental también existe esta herramienta, que da directamente las dimensiones de los elementos a construir para formar una armadura. Estos siste-

mas se emplean aún en la actualidad. Se basan en proporciones, definiendo, a partir de la semiluz de la estancia y la altura, todos los elementos que constituyen la armadura y sus cortes correspondientes. Una vez definida la pendiente, el sistema para realizar los cortes es idéntico al seguido para el método de cartabones.

Los modelos se empleaban de manera frecuente para mostrar a los clientes como quedarían partes de las obras que tenían encargadas. Nos dice Fray Andrés de San Miguel que, en caso de duda "... y en obras que tienen dificultad suelen los más entendidos hacer modelo que es la misma obra en pequeño, donde corrigen los defectos y se hacen mejor que en la obra..."²⁷. Del mismo modo ocurre con las monteas, donde se demuestra la factibilidad de construir un determinado diseño en el espacio dado.

Los tracistas eran tanto carpinteros como albañiles o canteros. Eran maestros formados en geometría, capaces de representar su idea ya fuera en dibujos o en modelos. No sólo debían estar formados en geometría, sino que, además, tenían que conocer las últimas formas arquitectónicas, tendencias y formas. Eran quienes determinaban las pendientes de las armaduras, así como qué tipo de armadura era conveniente para cada edificación. Los canteros o albañiles, denominados "*pedrapiquers*" y "*obrer de vila*", respectivamente, podían ser el "*mestre de la obra*" cuando la dirigían, y no necesariamente tracistas de ésta. Un carpintero podía ser tracista de retablos y de portadas, e incluso del edificio completo²⁸.

Estos carpinteros capaces de construir armaduras de lazo eran los *iluméricos*, que en las ordenanzas de Sevilla²⁹ quedaban definidos como aquellos carpinteros que sabían hacer "...una cuadra de media naranja de lazo lefe, y una quadra de mocarabes, quadrada, o ochavada, amedinado,..."". Sin embargo, también se señala que la categoría más baja, la del

carpintero de lo blanco, tenía que saber "...hacer un palacio de tijeras blancas, blanqueadas a boca a azuela con sus limas a los hastiales..."".

Fernández cabo, en su libro "Armaduras de cubierta"³⁰, que se dedica fundamentalmente a las armaduras de lazo, cita un contrato para la realización de una cubierta en la Capilla de la Visitación, en Salas de los Barrios, de León. En él se dice que el carpintero "...hará el maderamiento de la dicha capilla conforme a una muestra que está traçada en pergamino e que quedó en poder del dicho señor abad firmada de su merced e del dicho Juan de Rodas e de my el dicho escrivano...". En este tipo de armaduras, para presentar una muestra, el maestro debía dominar la geometría y, en definitiva, saber trazar él mismo la armadura.

Si ahora nos detenemos en los tratados de Fray Andrés de San Miguel, Diego López de Arenas, y Fray Laurencio de San Nicolás, comprobamos que en los tres se indica cómo trazar una armadura. Un rasgo diferenciador de los tres tratados mencionados, es que hay dos de arquitectura y uno de carpintería. Podemos admitir, haciendo una generalización muy grande, que tanto los maestros albañiles como los maestros carpinteros podrían estar capacitados para ello.

TRES CASOS DE ESTUDIO.

Los casos de estudio que se incluyen en este artículo han sido seleccionados de tal modo que ofrezcan una variedad de planteamientos diferentes con respecto a la relación existente entre la armadura de cubierta. Además, se ha tratado de indagar en la autoría de sus tratados.

Los casos seleccionados se refieren a armaduras de las distintas tipologías antes mencionadas. Así, tenemos una armadura de pares, como la del dormitorio norte del Convento de la Trinidad en Valencia, la armadura mixta de la cubierta de la iglesia de Santa María de Ontinyent y la armadura de tijera de la iglesia archiprestal de Ayora (ya desaparecida).



18

16. Detalle de los canes sobre los que apoyan los tirantes. Convento de la Trinidad

17. Armadura de par y nudillo con tirantes sobre el dormitorio norte. Convento de la Trinidad

18. Cubierta del dormitorio norte del convento de la Trinidad, en Valencia, desde el claustro. Observamos una fuerte pendiente de los faldones, resultado del empleo de cartabón de cuatro para su trazado

CUBIERTA SOBRE EL DORMITORIO NORTE DEL CONVENTO DE LA TRINIDAD. VALENCIA.

El Convento de la Trinidad ha estado habitado por las monjas clarisas desde el siglo XV. Está situado en la orilla izquierda del río Turia, junto al Museo San Pío V, en el cruce con la calle Alboraya, en la ciudad de Valencia. Cuenta con armaduras de madera en las dos alas de dormitorios que conserva, la norte y la oeste. La primera de ellas es la armadura original, mientras que la cubierta del ala Oeste es de comienzos del siglo XIX y sustituye a otra anterior.

El convento es una fundación medieval³¹, realizada por la reina María de Castilla, mujer de Alfonso V el Magnánimo, en el mismo solar en el que se había establecido, en 1256, un convento trinitario para el cuidado del Hospital adjunto de San Guillem. Lograda la suspensión del convento Trinitario mediante una bula del

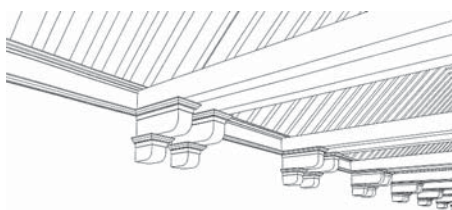
19. Detalle de la armadura de la cubierta de los dormitorios del ala norte del Convento de la Trinidad, Valencia

20. Iglesia de Santa María de Ontinyent. Interior de la iglesia

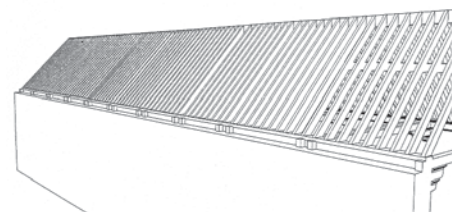
21a. Iglesia de Santa María de Ontinyent. Arcos sobre las bóvedas que soportan la estructura de la cubierta

21b. Iglesia de Santa María de Ontinyent. Arco de ladrillo sobre el ábside

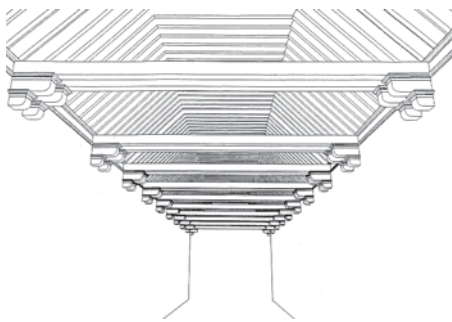
22. Iglesia de Santa María de Ontinyent. Pilar de ladrillo sobre la clave de la primera bóveda desde el ábside



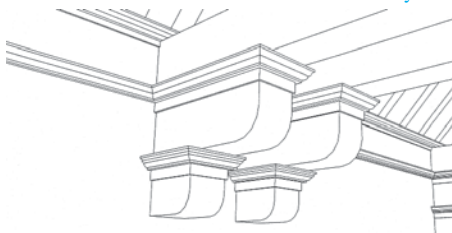
19a



19b



19c y 19d



Papa Eugenio IV en 1445³², la reina trajo a Valencia a las religiosas del convento de Santa Clara de Gandía, que había sido fundado por Dña. Violante de Aragón en 1423³³.

La cubierta del dormitorio norte, que tiene unas dimensiones en planta de 34,70 x 7,70 m, presenta una armadura de pares trazada mediante cartabón de cuatro. Es de pares-nudillo con tirantes y responde a las descripciones de los tratados de la carpintería de armar³⁴.

Los tirantes, pareados a 60 cm, están a una distancia aproximada de 3,25 m unos de otros. La cota inferior de los tirantes se sitúa a 6,50 m. El arrocabe está formado por dos órdenes de canes o ménulas de 11 x 27 cm de sección, avanzando 31 cm el primer orden y 73 cm el segundo. Presenta una moldura sencilla rodeando los dos canes. Una tabla se dispone entre los tirantes para configurar un friso liso que rodea la sala.

Los pares, en un total de 87, forman 45° con respecto al tirante, y se apoyan en un estribo en su extremo inferior. Esta estructura presenta nudillo, que se encuentra a 9,16 m de altura, y tiene la longitud de 1/3 del ancho de la sala. El extremo superior de los pares se encuentra a 10,35 m de altura. Estos están cortados a tope y apoyan sobre la hilera. La unión entre el nudillo y los pares se realiza a media madera. Los pares y nudillos tienen todos una sección de 11 x 27 cm, mientras que los tirantes tienen mayor sección.

Se completa la cubierta mediante tablero de madera con molduras, cambiando la disposición de las tablas en los faldones que quedan definidos por el nudillo; es decir, por debajo del nudillo tienen dirección horizontal y el faldón sobre el nudillo se dispone verticalmente. Sobre este tablero se soluciona la cubierta mediante teja cerámica curva. Esta armadura no transmite empujes a los muros sobre los cuales se asienta, no presentando estos ningún sistema de contrafuertes en previsión de que los primeros se produzcan.

CUBIERTA DE LA IGLESIA DE ONTINYENT. LA VALL D'ALBAIDA. VALENCIA.

La iglesia, situada en el lado nordeste de la "vila", inició su construcción tras la conquista cristiana, dedicándose a Santa María en 1299. En el año 1340, se encontraba en construcción el segundo tramo y el "conjunto del cuerpo de la obra". Puede haberse terminado en 1464³⁵. En 1690 se reconstruyó la bóveda del altar mayor que se dañó por el peso del antiguo campanario, y se incorporó una bóveda tabicada en toda la nave, ocultando la estructura gótica original. Tras unos trabajos de restauración realizados recientemente, se retiró la bóveda tabicada y se reforzaron las bóvedas góticas mediante una capa de hormigón armado.

Es una iglesia de nave única, con tres tramos abovedados separados por arcos de medio punto, capillas laterales y ábside poligonal. El primer tramo junto al ábside es rectangular, transversal a la nave. Los tramos segundo y tercero son sensiblemente cuadrados y se cubren con bóvedas vaídas peraltadas, de tracería estrellada. La plementería parece de piedra, aunque en el Catálogo de Monumentos se dice que cuenta con plementerías de piedra en el primer tramo, y de ladrillo simulando piedra en los otros dos.

La cubierta es a dos aguas, de teja, y deja ver la forma poligonal del ábside al exterior. La estructura que la soporta se puede considerar mixta, empleándose sistemas de arcos y soportes de ladrillo para completar su configuración. Es una cubierta en la que existe una correspondencia directa entre los trabajos realizados por los maestros canteros y los maestros carpinteros.

El tramo situado a los pies de la nave y el intermedio cuentan con dos arcos ojivales de ladrillo, dispuestos según las diagonales de la planta cuadrangular que configuran los tramos. Sobre la

clave se levanta un pilarcillo de ladrillo que, a su vez, sustenta la pieza de hilera. En el tramo junto al ábside no existen estos arcos, reemplazándose por un pilar central de ladrillo que alcanza la altura de la hilera. En el último tramo recto, ya dentro del ábside, existe un arco ojival que se eleva por encima de la estructura abovedada, soportando la hilera.

Hay otro sistema de pilares que se levantan a los cuartos de la luz libre del espacio de cubierta, que en unos casos apoya en los arcos ojivales y, en otros, directamente sobre las bóvedas. Esta misma solución se repite sobre los arcos formeros que separan los tramos entre sí, y sobre el ábside de la nave central. En estos casos, cuando no existe el arco ojival, se ha colocado una pieza a modo de falso nudillo o tirante que, aparentemente, tiene la misión de atar lateralmente la estructura de la cubierta.

Los faldones se completan mediante pares, que son rollizos de forma bastante irregular que, separados unos 30 cm a eje, permiten soportar un tablero cerámico y, sobre éste, las tejas curvas. Transversalmente, encontramos una serie de tornapuntas, probablemente originales, que apean los rollizos que sirven de apoyo a los pares. En la actualidad, podemos ver otra serie de elementos que se han interpuesto a los anteriores con el fin de apea los rollizos, y acotar la luz libre de los mismos en otros casos. Es probable que en algunas ocasiones los tornapuntas hayan sido añadidos posteriormente.

La intervención de saneamiento necesaria en esta cubierta consistiría en la eliminación de los elementos intermedios de apoyo, sustitución de pares y de correas con signos de alteración biológica que indiquen el agotamiento de su sección resistente, y la formación del tablero de la cubierta para proceder al saneamiento del material de cubierta propiamente dicho.

LA CUBIERTA DE LA IGLESIA ARCHIPRESTAL DE AYORA.

La iglesia archiprestal de Ntra. Sra. de la Asunción de Ayora³⁶, situada en el centro de la población, consta de tres elementos principales: nave de la iglesia, torre-campanario y capilla de la comunión con su camarín, y cripta inferior.

En 1989 se realizó un estudio sobre el trazado y estado de conservación de la estructura de la cubierta³⁷, a petición del arquitecto autor del proyecto de intervención en la iglesia, D. Carles Boïgues, cuyos datos se han incluido en este apartado. En la actualidad, la cubierta que se describe en este artículo ha sido sustituida.

Se plantea la hipótesis de la construcción de la iglesia, comenzando por el ábside y continuando su construcción hacia los pies de la iglesia³⁸. La primera etapa consistió en la construcción del ábside y el primer tramo de la nave y pudo durar desde 1508 a 1577³⁹. La segunda etapa transcurre entre 1595 y 1628, y en ella se erigió el resto de la nave y la torre campanario. Probablemente, en esta etapa se construyó la cubierta de la misma.

La iglesia con ábside ochavado y cabecera orientada a norte es de una sola nave dividida en cinco tramos, con capillas entre los contrafuertes. Los muros son de mampostería y han sido desbastados y escuadrados. El interior presentaba pilastras clásicas, de las que arrancaban arcos fajones de medio punto, y bóveda de cañón seguido tabicada. Sobre esta bóveda se encuentra la de crucería.

La cubierta de tejas curvas, a cuatro aguas, se soportaba mediante una estructura triangular de madera formada por 17 armaduras de tijeras. Éstas se separaban un máximo de 2,10 m y se disponían sobre la bóveda de crucería.

Las tijeras estaban constituidas por pares-nudillo, con tirante y pendolón. Estos cuchillos presentaban también tornapuntas, cuatro en total, dispuestos simétricamente a cada lado de los pendolones, entre pares y tirante. Un sistema de correas soportaba la tablazón de madera y las tejas.



20

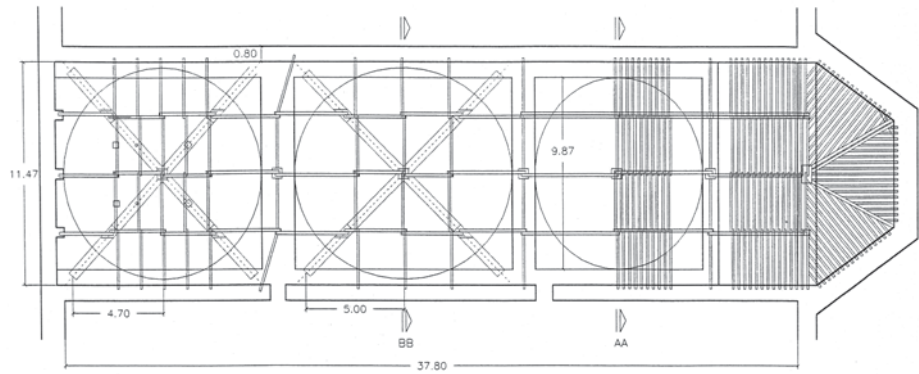


21a y 21 b

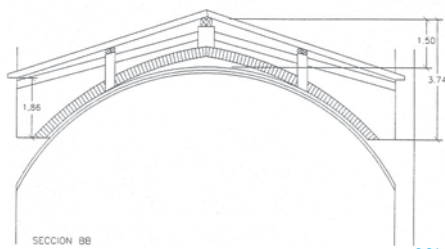


22

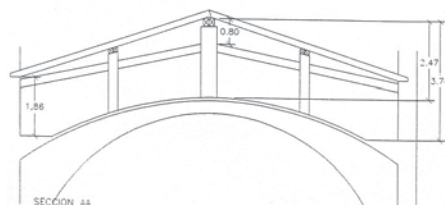




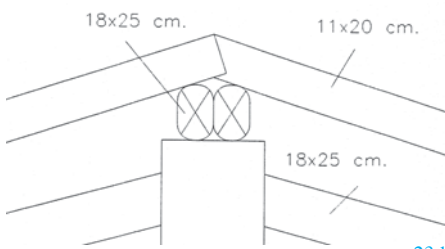
23a



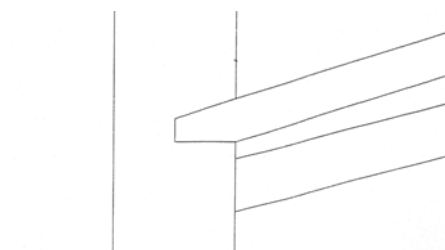
23b



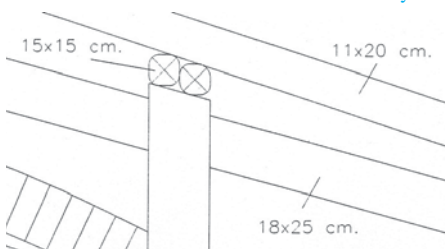
23c



23d



23e y 23f



De esta forma, se resolvía la cubierta a cuatro aguas que cubría la longitud de la nave, presentando, sin embargo, otras soluciones para la vertiente de la cubierta hacia la fachada principal y para el ábside. La primera de éstas, el faldón de la cubierta a fachada, se resolvía mediante la utilización de limas que presentaban como punto superior de apoyo la confluencia de pares-hilera del primer cuchillo de armadura, y como punto inferior un recrecido de fábrica que no era coincidente con la línea de fachada. En el dibujo de la estructura que se presenta, se han grafiado sólo aquellos elementos que se han considerado originales.

El ábside, de planta ochavada, se resolvía mediante la utilización de limas, apoyando su extremo inferior sobre durmientes perimetrales mientras que los extremos superiores lo hacían sobre una pieza labrada, denominada “nabo ochavado”, que permitía recibir a cada una de las limas que confluyen en ese punto.

Con respecto a los análisis de identificación de la especie de madera utilizada, ésta ha resultado ser de *“Pinus pinaster”*, conocido con el nombre común de pino negral o pino marítimo.

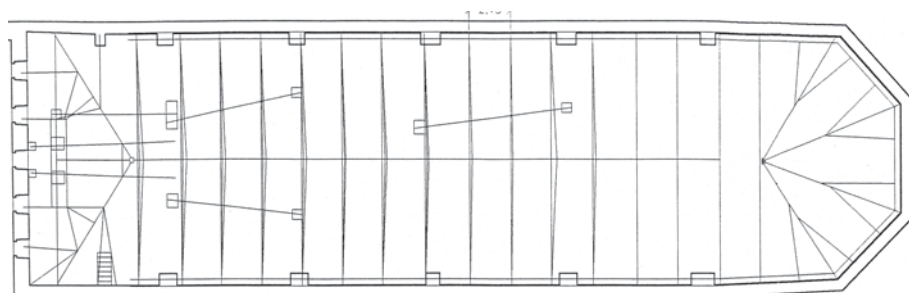
Esta solución de estructura de tijeras para cubierta se recoge en el tratado de Fray Laurencio de San Nicolás y, más tarde, en el de Berruguilla⁴⁰, sin los tornapuntas. Justifica su inclusión el hecho de precisar apoyos intermedios en los casos en que no había maderas del largo suficiente para cubrir estancias demasiado anchas, o en aquellos en los que, aun habiendo

maderas de ese largo, la estancia fuera tan ancha que provocara deformaciones excesivas en los pares y tirantes.

Al realizar la comprobación del trazado geométrico de los cuchillos de armadura, se han utilizado el “Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes”, a cargo de Eduardo de Mariátegui, Madrid 1912, y “la Carpintería de lo Blanco”, de Enrique Nuere, Madrid 1985.

Siguiendo el texto de ambas publicaciones, se ha podido comprobar que el trazado de los cuchillos de armadura sigue exactamente el método determinado como “cartabón de cinco”. Las ensambladuras empleadas entre los distintos elementos son: la unión de los pares a media madera, igual que la unión de nudillo-pares; la unión de pares-tirante a caja y espiga, en una solución “de espera”; la unión de lima-durmiente, a barbilla.

La armadura de la cubierta de Ayora presentaba tanto ataques biológicos como alteraciones producidas por acciones mecánicas no previstas en el estado de cargas inicial. El deterioro que se ha producido por acciones mecánicas imprevistas se refiere a la torsión de los tirantes por vuelco de los cuchillos de armadura hacia el ábside y a la ausencia de elementos constructivos originales: pendolones y nudillos, provocando las grandes flechas en tirantes. Hay que destacar que la ausencia de pendolones ha producido la rotura de los pares por incremento en su deformación o, visto de otro modo, por aumento de los esfuerzos en su sección al eliminarse estos apoyos. Coincidió este hecho con la presencia de grandes flechas en los tirantes.



23. Levantamiento de la armadura de la cubierta de la iglesia de Santa María de Ontinyent

24. Levantamiento de la armadura de la cubierta de la iglesia Archiprestal de Ayora

CONCLUSIONES

Las armaduras del convento de la Trinidad y de la iglesia archiprestal de Ayora, tras su estudio y análisis, parecen haber sido trazadas siguiendo las indicaciones de los tratados de carpintería antes señalados, que, si bien fueron editados en el siglo XVI, son un compendio de la tradición constructiva en madera. Tanto su trazado geométrico como la formación de las uniones de los elementos que la constituyen han sido realizados siguiendo estas indicaciones.

En ambos casos, los empujes de la cubierta no se transmiten a los muros sobre los que apoyan: en el primer caso, por tratarse de armaduras de pares con tirantes y estribos como elemento horizontal que absorbe esos empujes laterales y, en el segundo caso, por tratarse de una armadura de tijeras que, por ser completa en sí misma, tiene compensados sus esfuerzos.

La iglesia de Ontinyent, que presenta una solución de armadura, mixta, desarrolla un sistema donde la fábrica contribuye a la formación de la cubierta. Ésta se construye con piezas muy simples, rollizos a los que se ha quitado la corteza conservando la forma del fuste. Prácticamente no hay uniones o ensambladuras que nos indiquen que ha habido una presencia de buenos carpinteros.

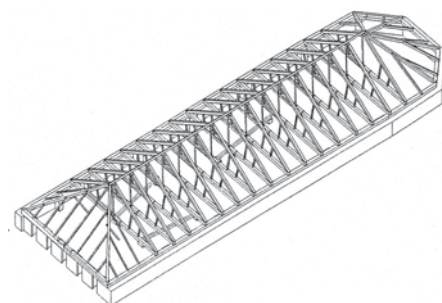
El conjunto de 44 armaduras de cubierta estudiadas en la Comunidad Valenciana en el periodo comprendido entre los siglos XIV al XIX, puede clasificarse principalmente según los tipos mencionados.

Se han estudiado un total de 17 armaduras de pares, tanto vistas como ocultas,

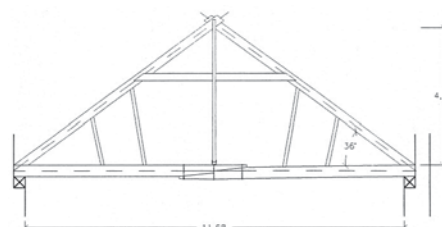
similares a la empleada en el Convento de la Trinidad, entre las que incluimos las del Antiguo Hospital, Valencia (s. XV); las cubiertas de la “Sala Barroca” del Palacio de los Boil d’Arenós, actualmente la sede de la Bolsa de Valencia (hacia el s. XVI); la cubierta del Almudín de Valencia (s. XVI), la cubierta de la Casa de las Rocas, Valencia (s. XV); la cubierta del Hospital de San Marcos en Gandía, Valencia (s. XV); las cubiertas del claustro y del refectorio del Convento de Santo Domingo en Orihuela, Valencia (ss. XVI y XVII); las cubiertas de la iglesia y la logia del convento de San Francisco de Benicarló, Castellón (ss. XVII y XVIII); la cubierta de la iglesia de Santa María de Utiel, Valencia (s. XVI); las cubiertas del Monasterio de Llutxent, Valencia, (ss. XV-XVIII); la cubierta de la iglesia de San Martín en Segorbe, Castellón (s. XVII); la cubierta de la Seo de Xàtiva, Valencia (s. XVIII); las cubiertas de la iglesia y dormitorios del Monasterio de Clarisas de Xàtiva, Valencia (s. XVIII); la cubierta de la Casa de la Enseñanza en Xàtiva, Valencia (s. XVIII) y la cubierta de la iglesia de San Sebastián de Requena, Valencia.

Se han estudiado un total de 10 armaduras de tijeras del tipo de la iglesia archiprestal de Ayora, empleadas hasta el siglo XVII, y otras cinco pertenecientes a tipos de cerchas prácticamente iguales, derivadas de los diseños de los tratados de arquitectura difundidos a partir de entonces. Entre las 10 primeras, incluimos las cubiertas de la Sala del Consulado del Mar de La Lonja

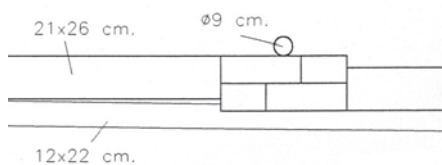
24a



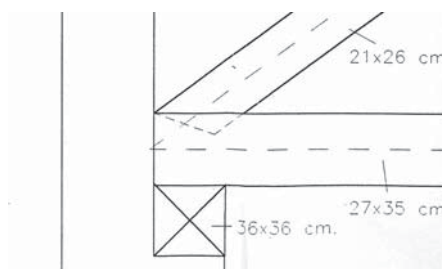
24b



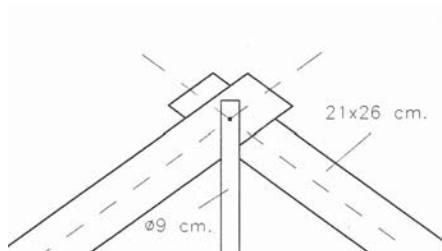
24c



24d



24e y 24f



25. Comprobamos las grandes deformaciones de los tirantes de las armaduras de tijeras, producidas por hacer desaparecer los pendolones de las mismas, que limitaban su deformación

26. Axonometría de la armadura de tijeras de la iglesia Archiprestal de Ayora

27. Aspecto general de la armadura de la cubierta de la iglesia Archiprestal de Ayora

28. Detalle de encuentro de pares, en la armadura de tijeras de la iglesia Archiprestal de Ayora




25

en Valencia (ss. XVI y XIX); la del Palacio Ducal de Gandía, ala Oeste y Sala Dorada, Valencia (s. XVII); la de la iglesia de Vistabella en Castellón (s. XVII); la de la cubierta del Templo de la Sagrada Familia, Enguera, Valencia (s. XVII); la cubierta de la iglesia de Santo Domingo de Orihuela, Alicante (s. XVII); la de la iglesia de Camprobbles, Valencia (s. XVII), y la de la iglesia de la isla de Tabarca, Alicante (ss. XVIII-XIX).

Se identificaron en ocho edificios armaduras mixtas del tipo de la empleada en la iglesia de Ontinyent, entre las que se incluyen las cubiertas del Salón Columnario de La Lonja (s. XVI); la cubierta de la iglesia del monasterio Servitas de Montán, Castellón (s. XVIII); la cubierta del convento de la Consolación en Xàtiva, Valencia, la cubierta de la iglesia de Montesa, Valencia

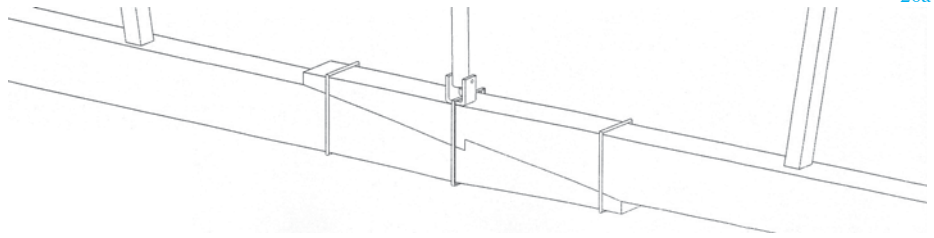
(s. XVIII); la cubierta de la iglesia de Biar, Alicante (s. XVIII); la cubierta de la iglesia de Santiago de Villena, Alicante (ss. XVI-XIX) y la cubierta de la iglesia de Bocarent, Valencia (s. XVII).

Existe otro tipo de armaduras que se ha identificado como “de correas” que, a pesar de ser el más extendido, al reiterarse las características entre éstas, sólo se ha estudiado con profundidad en nueve casos.

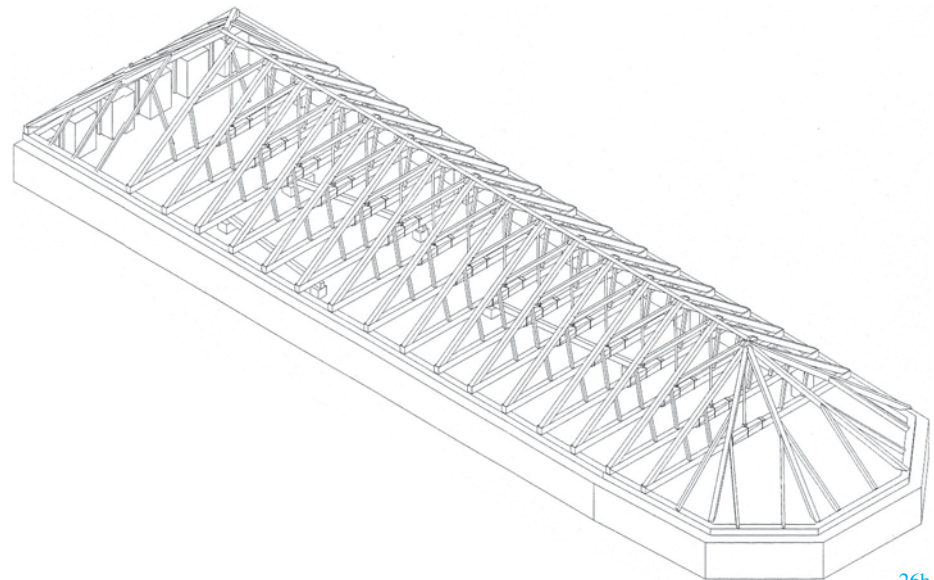
El conocimiento del oficio y de todas estas soluciones debió de ser compartido y extendido lógicamente con las particularidades que los distintos carpinteros y edificios aportaban en cada caso concreto. La recuperación de este conocimiento, objetivo del trabajo de investigación emprendido, puede ayudar a valorarlas con mayor precisión en toda su magnitud. 



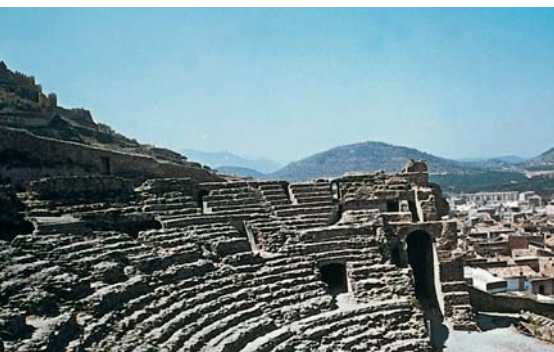
27



26a



26b



28

NOTAS

1. Este artículo se ha extractado de un trabajo más amplio, "ESTUDIOS PREVIOS DE ARMADURAS LÍGNEAS DE CUBIERTA", que constituye un trabajo de investigación realizado por la autora para la Consellería de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana, y que ha sido tutorizado por parte de esa institución, por el arquitecto Ricardo Sicluna Lletget, de la Dirección General de Patrimonio Artístico y Medioambiental.
2. Torres Balbás, L., "Naves de edificios anteriores al siglo XIII cubiertas con armaduras de madera sobre arcos transversales", *Archivo Español de Arte*, CSIC, Madrid, 1959, pag. 109 y s.s. y Torres Balbás, L., "Naves de cubiertas con armadura de madera sobre arcos perpiños a partir del siglo XIII", *Archivo Español de Arte*, CSIC, Madrid, 1960, pag. 19 y s.s.
3. Existen algunos ejemplos muy bien conservados en la geografía valenciana. Recientemente se han restaurado las techumbres de la iglesia de Sant Pere de Xàtiva y la de la Sangre de Llíria, ambas en la provincia de Valencia, y la de Santa María en San Mateo, provincia de Castellón. Podríamos enumerar un gran número de edificios que cuentan con este tipo de techumbre, como las iglesias de Santa Tecla y de San Félix en Xàtiva, la iglesia de la Sangre de Onda, la capilla de la comunión de la iglesia de Godella que fue construida como la iglesia del Cristo de la Paz, la iglesia de El Salvador de Sagunto, la iglesia de San Antón en Valencia, y la iglesia de Santa María de Alzira. Zaragoza Catalán, A., "Naves de arcos diafragma y techumbre de madera en la arquitectura civil valenciana", *Actas del I Congreso Nacional de la Construcción*, Edita CEHOPU y ETSAM, Madrid, 1997. Pag. 551 y s.s. Ver también Zaragoza Catalán, A., *Arquitectura Gótica Valenciana*, Valencia, 2000.
4. Fray Laurencio de San Nicolás, *Arte y uso de la arquitectura*, Madrid, 1639 y 1664. Re-edición Madrid 1989. Colección Juan de Herrera. Cita la armadura "llamada de tjera", refiriéndose a este tipo de estructuras.
5. En el Libro IV, Capítulo II, encontramos una descripción de la forma de construir las cubiertas de los edificios: "...en todos los edificios se pone encima maderaje, a cuyas piezas solemos dar diferentes nombres, según son también sus usos diferentes. Maderos mayores, ó madres se llaman las jácenas o piezas que se sientan sobre las columnas. Los de los altos quartenos y tableros..." Continúa diciendo que "...En la armadura del techo, si el espacio es muy grande, se ponen el madero del caballete en lo alto, llamando columnen (de que tomaron nombre las columnas), los tirantes y los cabrios. Si el ancho es moderado, entra también el columnen y los pares llamados cantérios, que vuelan fuera de la pared a formar el alero. Sobre dichos canterios, van las vigas o quartenos llamados templos: y sobre éstos inmediatos a las tejas los listones llamados asseres, que también salen fuera de las paredes cuanto baste a protegerlas. Y en esta forma todas las cosas tienen su propio lugar, género y orden...". Vitruvio, *Los Diez Libros de Arquitectura*, traducido por José Ortiz y Sanz, Madrid, 1787.
6. Adam, J. P., *La construcción romana*, Editorial de los Oficios, León, 1996. Pag. 222 y s.s.
7. Alberti, L. B., *De re aedificatoria*, Florencia 1485, traducida por M. Alonso Gómez, 1582, re-editada por Albatros Ediciones, 1977.
8. Palladio, A., *I Quattro Libri dell'Architettura*, Venecia, 1570, re-editado por Ulrico Hoepli, Milano, 1968.
9. Bails, B., *De la arquitectura civil*, 1ª Edición 1783, re-editado Murcia 1983. Tomo I, Estudio Crítico, por D. Pedro Navascués Palacio.
10. *Cuaderno de Villard de Honnecourt*, Ediciones Akal, Madrid, 1991.
10. Bechmann, R., "Los dibujos técnicos del Cuaderno de Villard de Honnecourt", *Cuaderno de ...*, op. cit.
11. Hewett, C., *English Hisotric Carpentry*, Ed Phillimore, Sussex, 1980, y "English Cathedral and Monastic Carpentry", 1985.
12. Viollet-le-Duc, *Dictionnaire Raisonné de l'Architecture*, Tomo II, París, 1859.
13. Este tipo de edificación se ha usado indistintamente en la región escandinava, en zonas alpinas y en América del Norte. Ver Brunskill, R. W., *Timber building in England*, London, Ed. Victor Gollancz, 1985, pag.24.
14. Bechmann, R., *Les recintes des cathédrales*, Ed. Payot, París, 1984. Pag. 93 y s.s.
15. Existen referencias de la compra de madera procedente de las tierras del Marqués de Moya, en la Provincia de Cuenca, en 1533, para la construcción del artesonado del Consulado del Mar en la Lonja de Valencia. Aldana,S., *La Lonja de Valencia*, Valencia, pag. 55.
16. Sanchís Guarnier, M., *La ciutat de Valencia*, Ayuntamiento de Valencia, Valencia, 1972. Tercera edición 1981, pag. 175.
17. Madoz, P., "Diccionario geográfico-estadístico-histórico de Alicante, Castellón y Valencia". Instituto Alfonso el Magnánimo. Madrid 1845-50). Reedición Valencia 1982. Tomo I, pag 366.
18. Este puerto dependió en el siglo XVI de la corona española y, luego, en el siglo XVII de los franceses. En 1780, este puerto volvió a depender de la corona española hasta 1815.
19. Ordenanzas del Gremio de Albañiles, Carpinteros y Aladrosos de la Villa de Carcagente, 1757. A.R.V., Libro del Real Acuerdo, 1757. Capítulo 23. En este se indica que se debería de pagar seis dineros por cada libra de moneda que costara el material traído de Castilla.
20. Ordenanzas gremiales de Morella, de 1739, que recogen otras anteriores de 1598. A.R.V., Libro del Real Acuerdo, Año 1739, Pag. 704-708 v.
21. Brunskill, R. W., *Timber building...*, op. cit., pag.29.
22. Brown, Ch., "York up from the ashes", *SPAB News*, Vol. 6, nº2, April, 1985, pag. 6 a 12.
23. Beckmann, P., "York Minster: The new roof to the South Transept", *The ARUP Journal*, Winter 1988-89, Ed David Brown, London.
24. Las primeras marcas de los carpinteros eran marcas rasgadas mediante una cuchilla, mientras que las fechadas en el siglo XVII, estaban hechas con una gubia o cincel, mientras que las realizadas en los siglos XVIII y XIX eran pequeñas marcas hechas con sumo cuidado.
25. Antes de esa fecha se permitía a los maestros tener aprendices cautivos o moriscos, como los confirman las ordenanzas acordadas por los carpinteros el 6 de marzo de 1472 y por el que se ordenó que ninguno de los maestros de dicho oficio pudieran tener esclavo para trabajar en carpintería, si antes no hubiera aprendido el arte en casa de oficial examinado. Los maestros eran muy bien valorados dentro de la sociedad, y tenían un papel de suma importancia para la toma de decisiones del futuro de las ciudades. Tramoyeres Blasco, L., *Instituciones gremiales, su origen y organización en Valencia*, Valencia, 1889. re-editado en Valencia, Facsímil París-Valencia, 1979. Pag. 183.
26. Ver Nuere, E., *La carpintería de lazo. Lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel*, Colegio de Arquitectos de Málaga, Málaga, 1990; Mariátegui, E., *Breve compendio de la Carpintería de lo blanco y tratado de alarifes*, 1ª Edición, 1867, Madrid, 1912.; Fray Laurencio de San Nicolás, *Arte y uso de la Arquitectura*, Capítulo XLVII. Trata de que fuerte se hayan de trazar las armaduras, y cuantas diferencias hay de ellas, Madrid, 1639 y 1664. Colección Juan de Herrera, Madrid 1989.
27. Nuere, E., *La carpintería de lazo...*, op. cit., pag. 26.
28. En los documentos de contratación de la portada de la Sala Nova del Palau de la Generalitat de finales del siglo XVI, se proponía que fuera entregada a "mestres architects, pedrapiquers o altres qualsevol persones" Gómez Ferrer, M., *Arquitectura en la Valencia del siglo XVI. El Hospital General y sus Artífices*, Ed. Albatros, 1998. Pag. 176.
29. *Recopilación de las Ordenanzas de la Muy Noble y Muy Leal Ciudad de Sevilla*, 1527. Ed. Facsímil. Edita Oficina Técnica de Arquitectura e Ingeniería, S.A., OTAISA. Sevilla, 1975.
30. Fernández Cabo, M., *Armaduras de cubierta*, Ed. Ámbito. Colegio oficial de Arquitectos de León, Madrid, 1997. Pag. 33.
31. Benito Goerlich, D., "Real Monasterio de la Trinidad", *Catálogo de Monumentos de la Comunidad Valenciana*, Vol. II, pag. 677.
32. El traslado tuvo lugar el 22 de enero de 1445 y el 9 de junio del mismo año puso la reina la primera piedra. Al mismo tiempo, se comenzaron los trabajos para reparar las anteriores instalaciones y alojar así a las monjas clarisas. Cruilles, Marqués de, *Guía Urbana de Valencia*, Valencia, 1876, Reedición facsímil 1979. Tomo I, pag. 385.
33. Fue abadesa del convento Isabel de Villena, autora de *Vita Christi*, que fue publicada en 1497 a instancias de Isabel la Católica. La construcción del convento costó, según el Libro Mayor de Títulos, 11.353 libras y 14 sueldos. En este libro Sor Isabel apuntaba los recursos que iba obteniendo para la construcción del monasterio y la forma en que los iba gastando. Ver Mata López, M., "Obras en el Real Monasterio de la Santísima Trinidad, (Siglo XV)", *SAITABI*, XVII, Universidad de Valencia, Facultad de Filosofía y Letras, 1967, pag. 43 y s.s.
34. Zaragoza Catalán, A., "Real Monasterio de la Trinidad, Valencia", *Monumentos de la Comunidad Valenciana*. Tomo X Arquitectura Religiosa, Valencia, 1995, pag. 146.
35. Hurtado, V.; Peñarocha, J.; Sancho, J. M.; Tomás, M. "Ontinyent", *Catálogo de Monumentos y Conjuntos de la Comunidad Valenciana*, Consellería de Cultura, Educació i Ciencia, Generalitat Valenciana, Valencia, 1983, pag. 632 y s.s.
36. Ha sido declarada Monumento Histórico Artístico (B.O.E. 22-VIII-1981). Sicluna Lletget, R., Zaragoza Catalán, A., "Iglesia Archiprestal de Ntra. Sra. De la Asunción", *Catálogo de Monumentos y Conjuntos de la Comunidad Valenciana*, Servicio de Patrimonio Arquitectónico, Consellería de Cultura, Valencia, 1983, págs. 114-150.
37. Convenio suscrito entre U.P.V. y Consellería de Cultura, Educación y Ciencia: "Estudio de la cubierta de madera de la iglesia archiprestal de Ayora", 1986. Investigador Responsable: Liliانا Palaia Pérez.
38. Pons Alós, V., "El archivo parroquial de Ayora", Fondos manuscritos. *Anales de la Universidad de Alicante*. Historia Medieval, Alicante, 1983.
39. Martínez Azorín, E., *Fechas Históricas de la noble Villa de Ayora*. Almansa 1921, y del mismo autor, Historia de la Ilustre Villa de Ayora y los pueblos de su valle, Almansa 1929.
40. García de Berruguilla, J., *Verdadera práctica de las resoluciones de la geometría, sobre las tres dimensiones para un perfecto arquitecto, con una total resolución para medir, dividir la planimetría para los agrimensores*, Madrid, Lorenzo Francisco Mojados, 1747, re-edición Murcia 1979. 