

LA MATERIALIDAD: CARPINTERÍA DE LO BLANCO Y MOCÁRABES

Historia de las Teorías Arquitectónicas. Universidad Rey Juan Carlos – 1er Curso- 10.03.2026



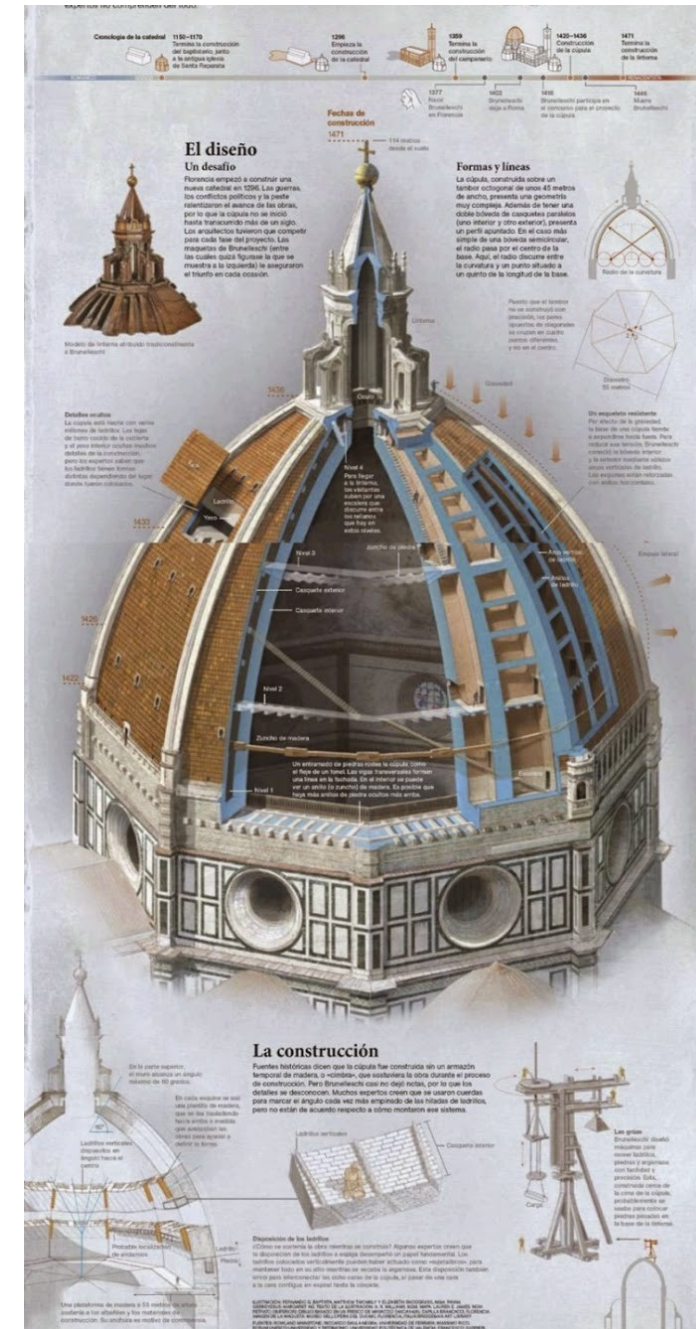
Imagen aérea de la Catedral de Florencia, di Cambio y Brunelleschi, s.XIII-XV. Fuente: El estudio del pintor.

DUOMO DE FLORENCIA.

La construcción del templo florentino **se inició en 1296 bajo la dirección de Arnolfo di Cambio**, con el propósito de simbolizar la importancia y gran poder de la ciudad hacia finales del s. XIII y superar a los templos construidos en Siena y Pisa. En 1380 se completa la nave, quedando sin terminar la cúpula. En su día la Basílica de Santa María del Fiore fue la iglesia más grande de Europa; y a día de hoy, sólo es superada en tamaño por la Basílica de San Pedro, y las catedrales de San Pablo, de Sevilla y de Milán. El modelo fijado en 1368 incluía la forma y el tamaño aproximado que debería tener la cúpula. Sin embargo, **debido a sus grandes dimensiones (45,42 m en la base y 91 m de altura sin contar la linterna) su construcción presentaba grandes problemas técnicos que permanecieron sin resolver durante décadas.**

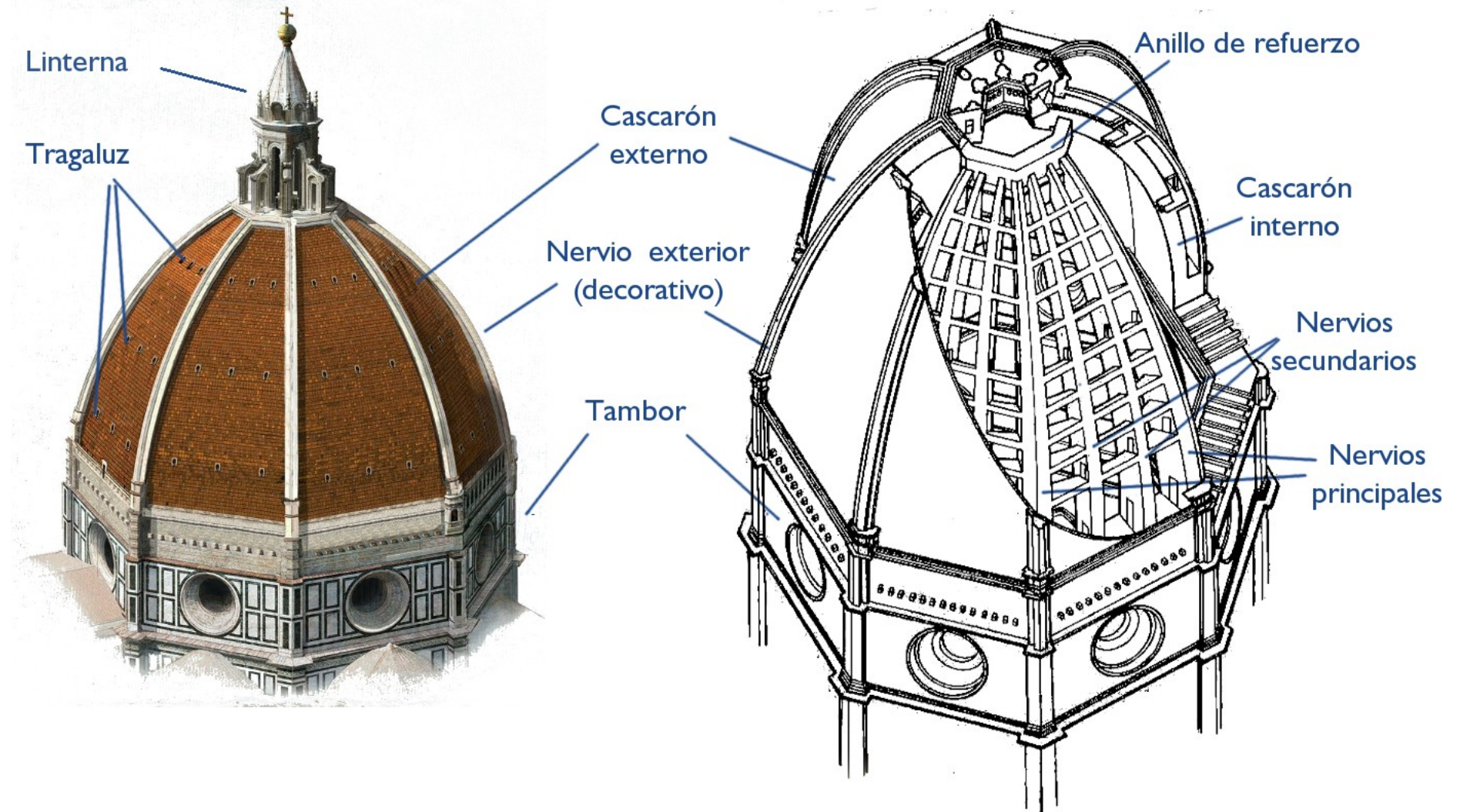
Brunelleschi entre 1402 y 1407 preparó modelos de cúpulas y diseñó máquinas que le permitieran **levantar la cúpula sin el empleo de armazones, columnas de sustentación o montañas de tierra.** Brunelleschi se inspiró en la cúpula del Panteón de Roma. Con la ayuda de Donatello y Nanni di Banco construyó un modelo de madera y ladrillo para el concurso (exhibido en el Museo de la Opera del Duomo). Su modelo sirvió como guía para los artistas, pero intencionadamente lo presentó incompleto a fin asegurar su control sobre la construcción.

Para cubrir el crucero de la catedral florentina F. Brunelleschi **propuso la construcción de dos cúpulas**, una dentro de la otra, con una escalera entre ellas y rematada por una gran linterna. El empleo de **esta doble concha le permitía mantener la sección máxima posible, disminuyendo el peso de la cúpula.** Ambas capas de base octogonal se amoldarían al arco apuntado del diseño original. La necesidad de minimizar los empujes laterales de la cúpula sobre el tambor hizo que Brunelleschi recurriera a este tipo de arcos. De esta manera, **la cúpula anula los empujes horizontales** para transmitir al tambor que la sustenta casi exclusivamente cargas verticales.

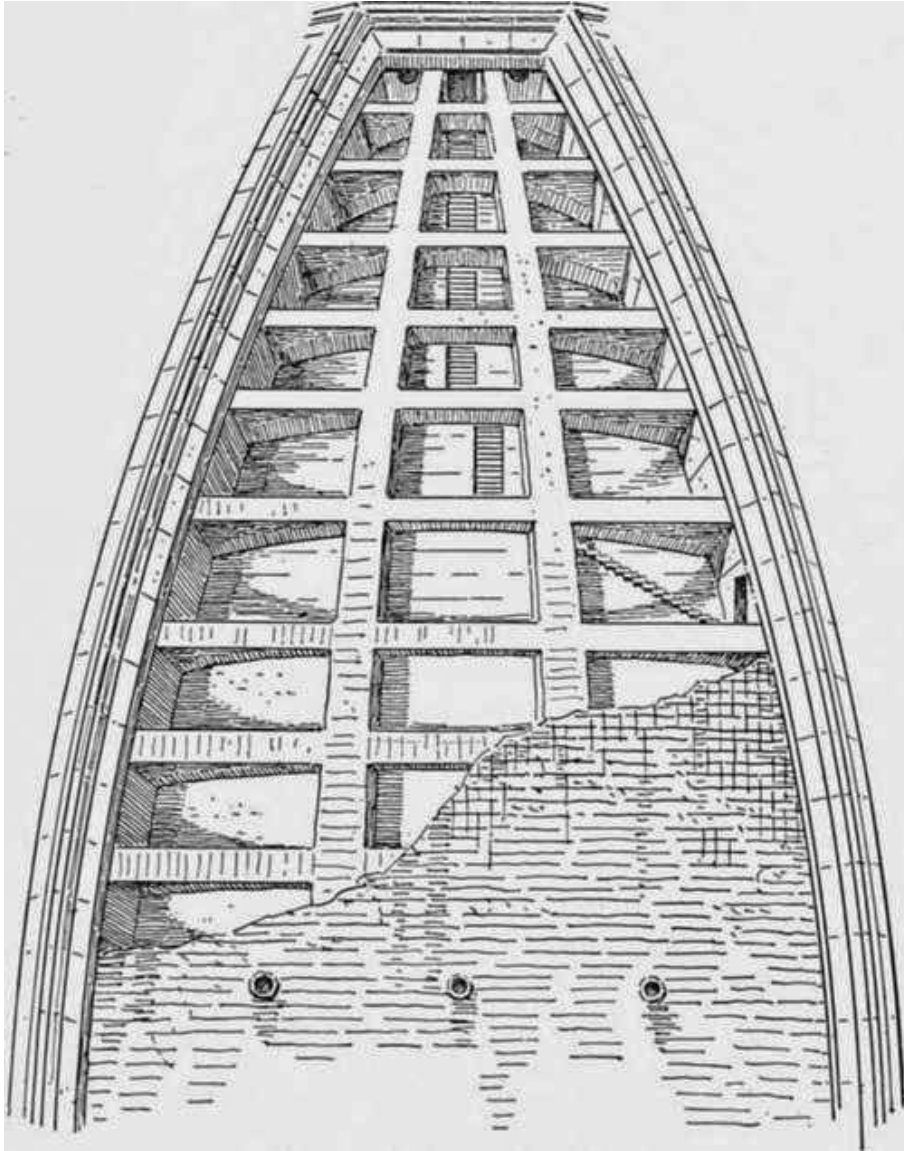


Infografía de la cúpula realizada por National Geographic.
Fuente: Blog de Tecnología de P. Landín

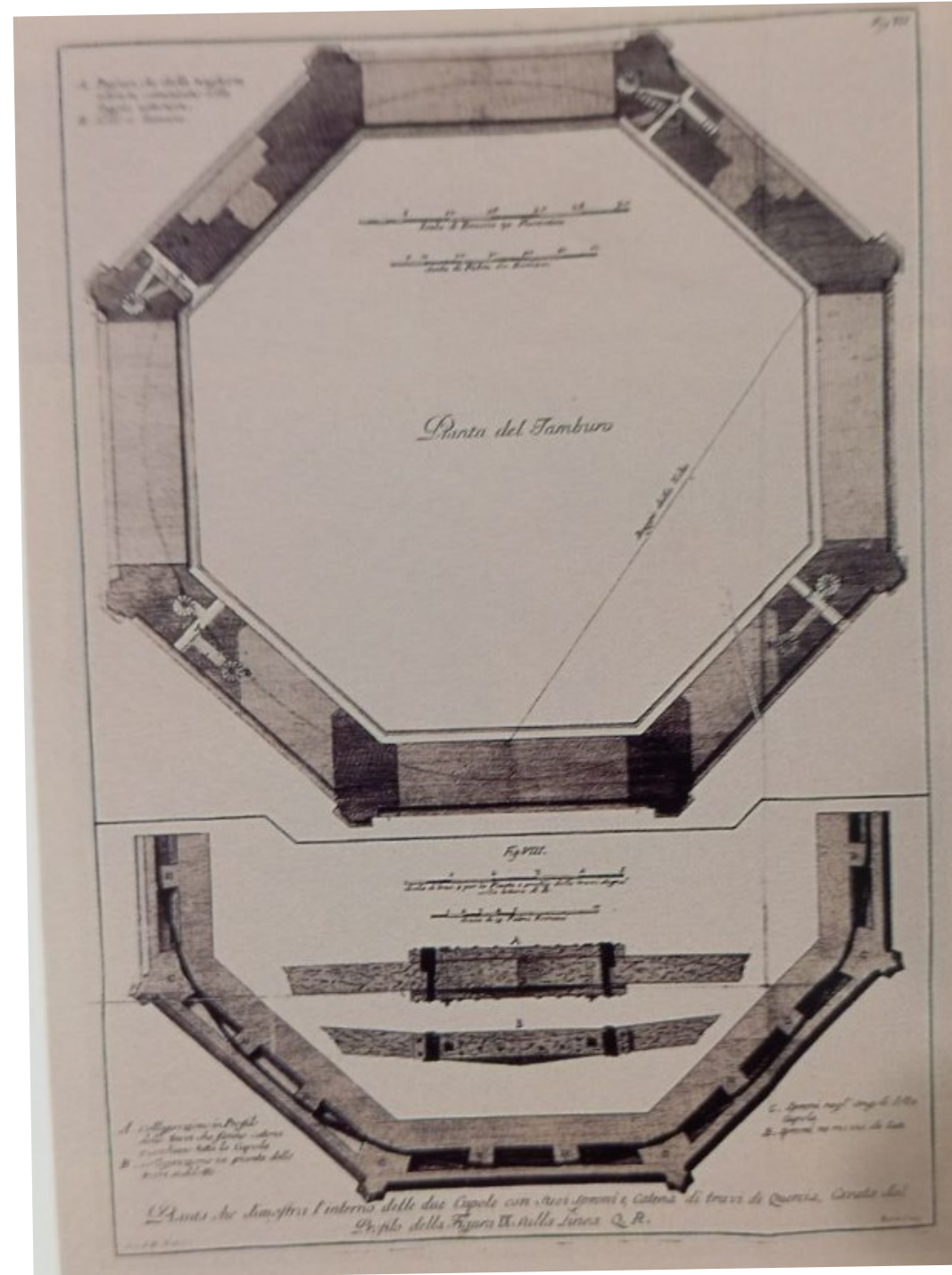
DUOMO DE FLORENCIA.



DUOMO DE FLORENCIA.



Detalle de uno de los gajos de la cúpula del Duomo, Brunelleschi, Fuente: Blog de Tecnología de P. Landín.
Zuncho de la cúpula. Fuente: Nuere, 2000



DUOMO DE FLORENCIA.

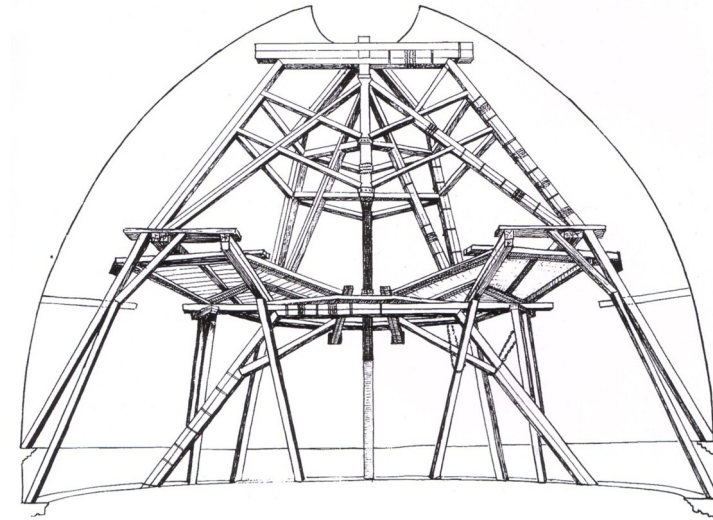
Filippo Brunelleschi tenía gran obsesión porque alguien pudiera copiarle, por lo que se esmeró en esconder el truco gracias al cual se sostiene la estructura, **los ladrillos dispuestos en forma de espina de pez**, y que no se ven desde el interior ni desde el exterior del templo. De hecho, los ladrillos a la vista están dispuestos de modo diferente a los de la cúpula interna, con el propósito de engañar al observador. Además, F. Brunelleschi mandó marcar el lateral de los ladrillos con un surco para hacer creer que estaban colocados de diferente manera. Cada hilera de ladrillos debía torcerse cada vez más hacia adentro a medida que las hileras llegaban a la punta. Este ángulo tenía que ser uniforme en cualquier hilera, pero debía variar de hilera en hilera en una proporción precisa, pero no uniforme. Para controlar la posición exacta en la que debía ir colocado cada ladrillo, **Brunelleschi se sirvió de un sistema de cuerdas**.

En la época de F. Brunelleschi, la tecnología existente para elevar grandes pesos era bastante limitada. F. Brunelleschi diseñó diferentes artilugios que nos han llegado de la mano del mismísimo Leonardo da Vinci:

Cabestrante de tres velocidades: Grúa cuyo complejo mecanismo era accionado por un eje central impulsado por una yunta de bueyes diseñada y fabricada en 1423 cuyo complejo mecanismo era accionado por un eje central impulsado por una yunta de bueyes.

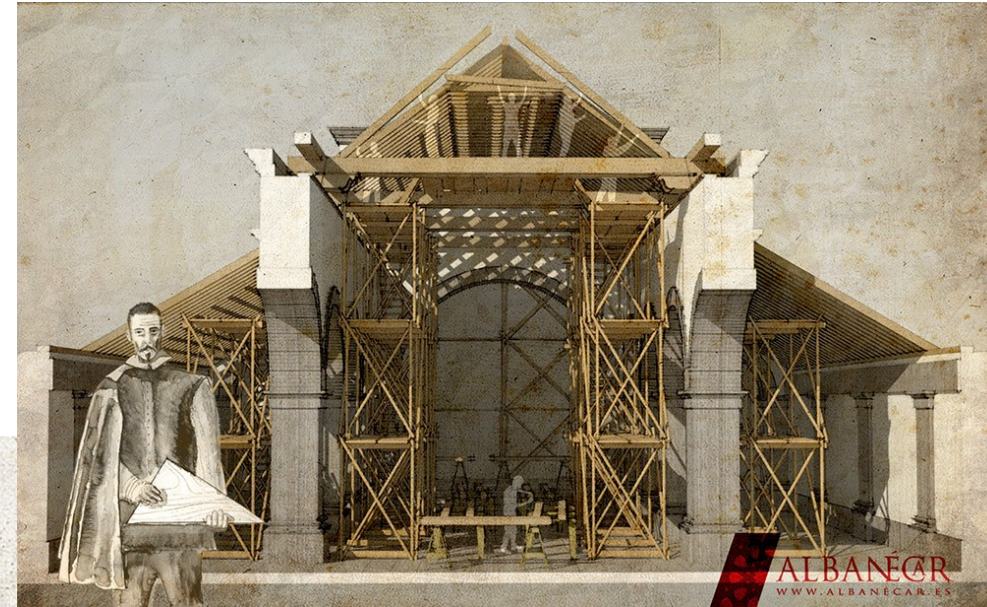
"Il Castello" de Brunelleschi: Grúa de 20 metros de alto dotada de contrapesos y tornillos manuales con el propósito de elevar cargas y posteriormente, en cuanto hubiesen alcanzado la elevación adecuada, desplazar las cargas horizontalmente.

Dos grúas para la construcción de la linterna de la cúpula. La primera situada en el óculo de la linterna permitía movimientos radiales y verticales, que se usó para elevar pesos en la primera fase de la construcción de la linterna. La segunda de ellas, poseía un brazo giratorio que permitía movimientos horizontales, y un sistema de poleas que permitía elevar las cargas.

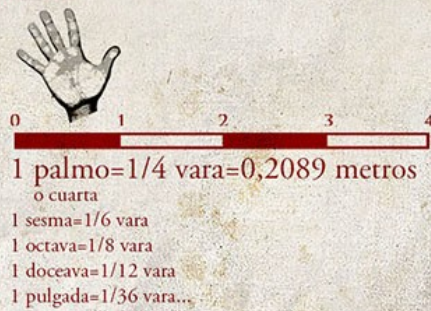
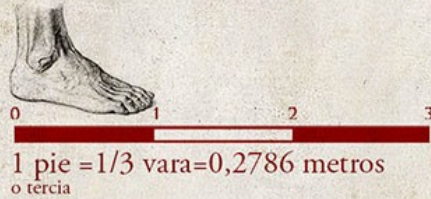


Sistema de andamiaje de la cúpula de Santa María di Fiore según dibujo de Giovan Battista Nelli, segunda mitad del siglo XVII. Fuente: Wikipedia.
Ladrillos dispuestos en forma de espina de pez.
Fuente: Blog de Tecnología de P. Landín

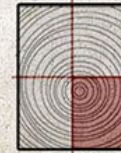
ENTRAMADOS



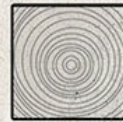
MEDIDAS Y ESCUADRÍAS DE MADERA ANTIGUAS



tercia



tercia y cuarta



cuarta



cuarta y sesma



sesma



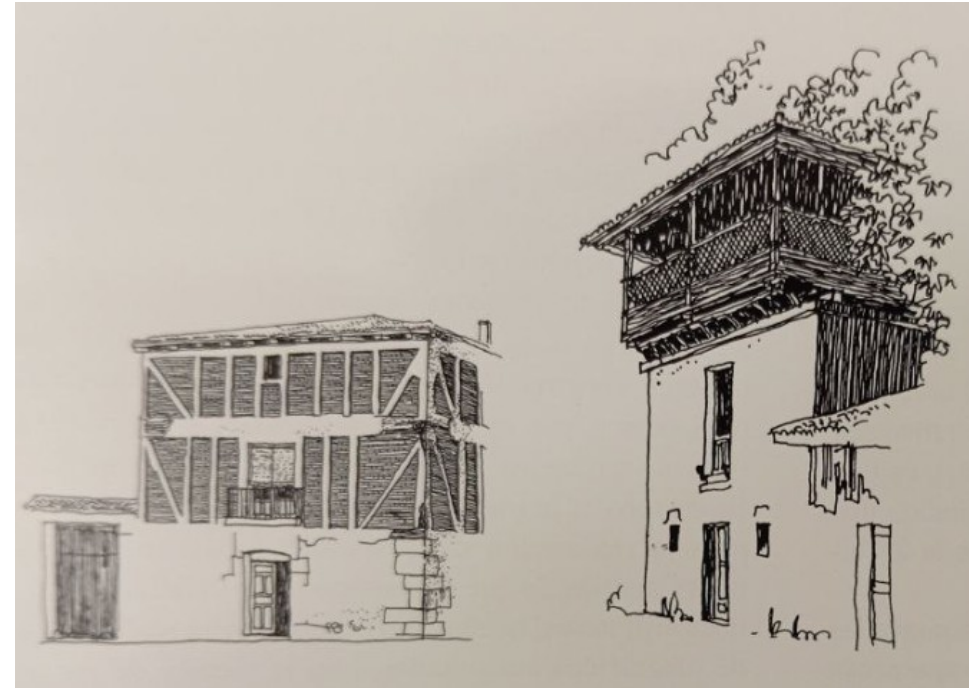
sesma y octava
(cuartón)

ENTRAMADOS EN FACHADA

Históricamente, hasta la aparición del acero laminado, **la madera ha jugado un trascendental papel en la edificación para formar pisos y cubiertas**, para cuya realización no existía más alternativa que las soluciones abovedadas. Dependiendo de la disponibilidad local de madera, esta se ha empleado también para organizar el esqueleto estructural de la edificación. En estos casos la madera formaba el entramado de paredes, pisos y cubiertas del edificio.

Se llega a la conclusión de que **las zonas con abundante construcción entramada son precisamente aquellas en que la madera es abundante**, o puede llegar fácilmente. Tal ocurre en toda la cuenca del Duero, rodeada de montañas pobladas de arbolado, y cuyos afluentes pueden servir de vía de transporte fácil de los troncos maderables. Se puede decir que la construcción entramada es característica en la cornisa cantábrica y en la submeseta norte, prácticamente extendida por territorios de dominio castellano-leones.

Aunque los entramados no son exclusivos de esta zona, en el resto de España tan sólo los encontraremos en algunas regiones montañosas, generalmente ricas en pinares, y también en algunas ciudades cuya importancia económica permitió importar las técnicas constructivas de fuera, tal es el caso de Madrid y de su zona de influencia.



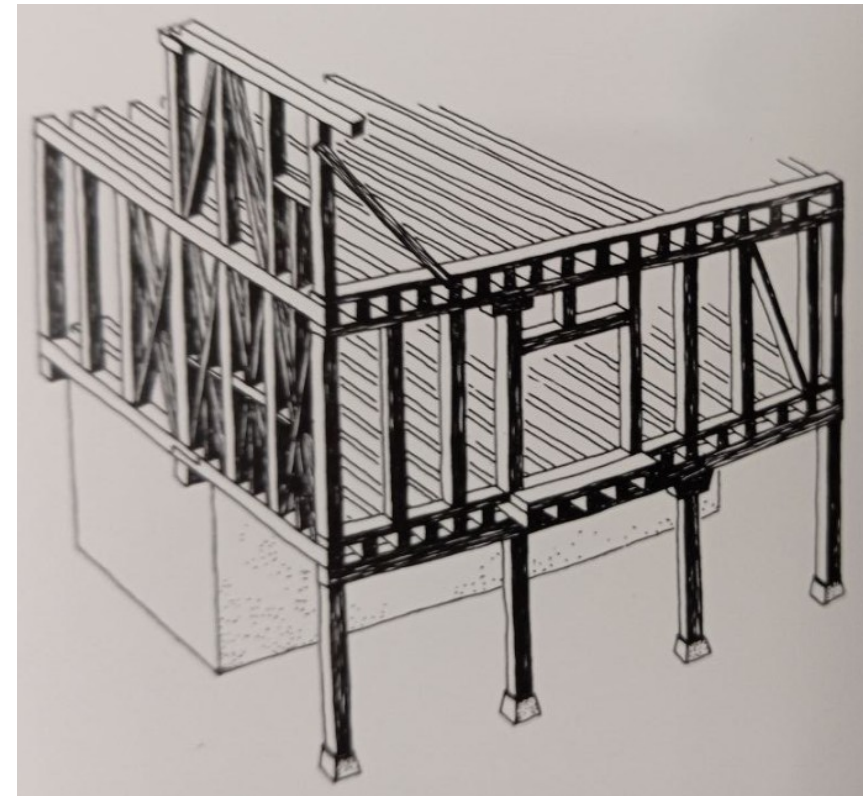
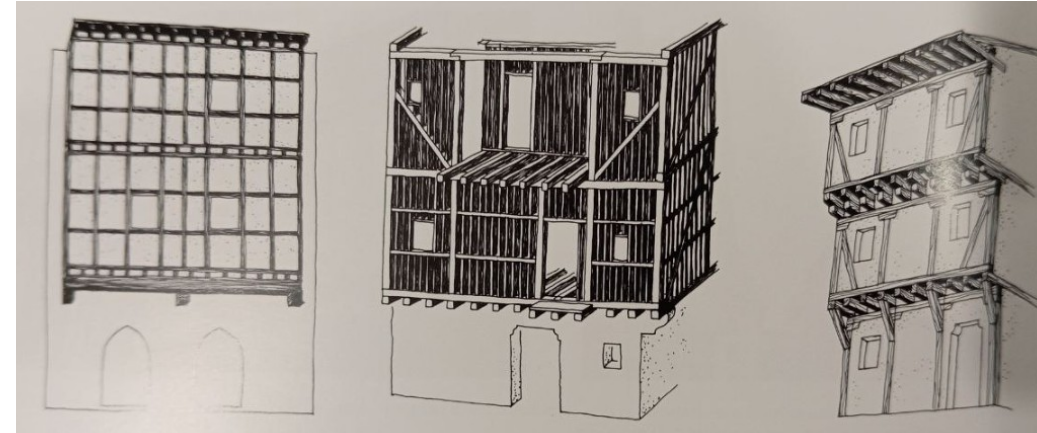
ENTRAMADOS EN FACHADA

La organización más generalizada de la estructura entramada **consiste en formar paredes, con maderos verticales separados entre sí una cierta distancia, que se apoyan en uno horizontal denominado solera.** Las cabezas de estos maderos verticales se recogen con una carrera horizontal, y la estabilidad del conjunto se consigue con maderos inclinados, de forma que proporcionen una mínima triangulación a cada una de las paredes así construidas.

La cantidad de maderos diagonales depende en gran medida de la solidez de los verticales, y serán por tanto más abundantes cuanto menores sean las escuadrías que se utilicen para la formación de estas paredes.

Una vez formada una pared, su verticalidad la garantizan las que a ella acometen, y la estabilidad del conjunto de paredes se consigue finalmente con las vigas de los forjados que sobre ellas apoyan.

Las precauciones a tomar para la buena conservación de la madera también se suelen respetar en todas las regiones, pero son más patentes en las construcciones realizadas en climas más lluviosos. **La primera precaución es la de aislar la madera de las humedades del terreno,** ya sea con basas de piedra en el arranque de los pilares, ya con la construcción de la planta baja con muros de fábrica.

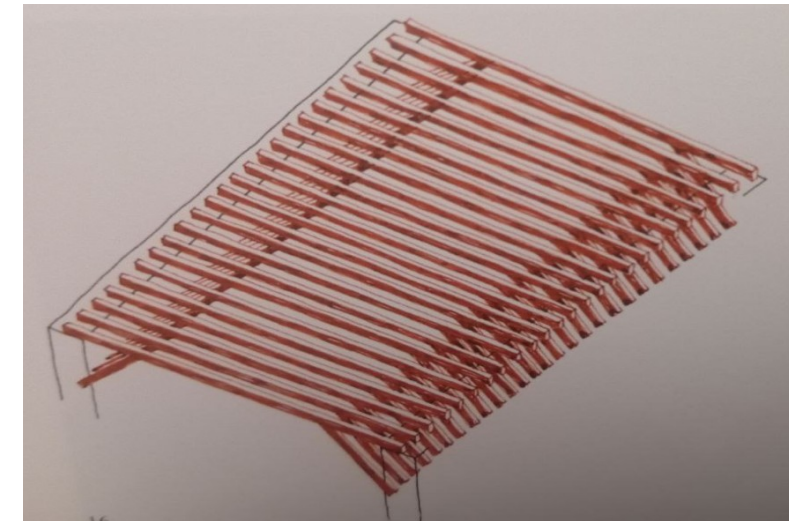
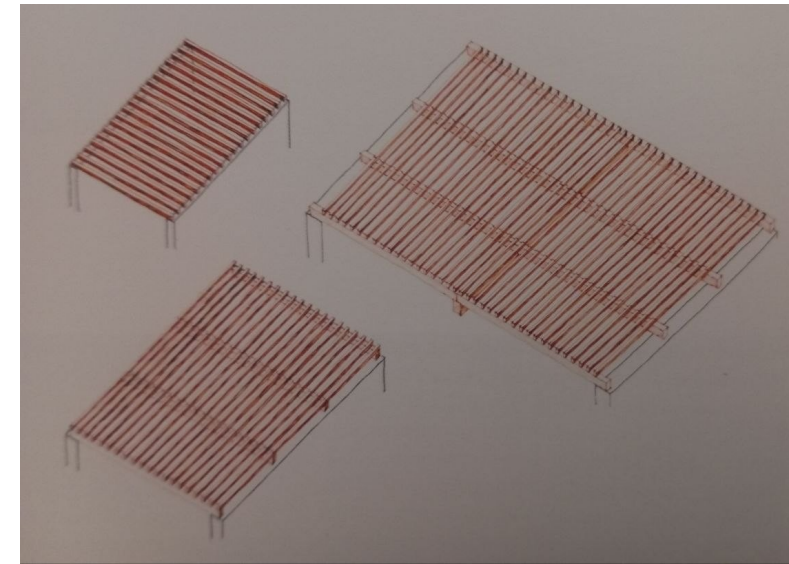


ENTRAMADOS EN SUELOS

La **solución más simple para los forjados de piso era colocar los maderos sobre la coronación de paredes paralelas**. Cuanto más se separen las paredes, más gruesas deben ser las maderas a emplear, para poder resistir sin curvarse el peso que sobre ellas se disponga. En la elección de la madera influye más la flexión que la rotura, pues la madera puede ceder de forma inverosímil antes de romperse. Desgraciadamente **el momento resistente de las secciones requeridas, aumenta con el cuadrado de la luz salvada**, por lo que incrementar la separación de las paredes, obliga a adoptar importantes aumentos de sección en las maderas empleadas, convirtiendo la solución en antieconómica, al precisar un gran volumen de madera para cubrir una determinada superficie.

La separación ideal a que deberían colocarse las distintas viguetas o vigas para cuajar la superficie final de un piso, es algo que hoy podemos calcular, llegando a la conclusión de que para conseguir el máximo de la madera, deberemos dejar un espacio entre cada viga próximo a dos veces su grueso. En época gótica es fácil encontrar una separación entre vigas igual a su grueso, lo que en Francia denominaban “*tant plein que vide*”, mientras que en épocas más tardías se afianza la **separación al doble del grueso de las maderas, que en España se denominaba “a calle y cuerda”**.

Una **buena forma de aumentar la luz a salvar con determinadas escuadrías, es utilizar jabalcones próximos a sus extremos**, solución más económica, y enormemente más eficaz que la utilización de zapatas. Efectivamente, proporciona un par de apoyos intermedios a vigas que antes trabajaban como simplemente apoyadas, convirtiéndolas en vigas continuas cuya luz libre disminuye de forma importante. Esta solución introduce en los apoyos momentos negativos que aún minoran más los positivos ya reducidos del vano central, de modo que la sección de madera disponible se utiliza de modo óptimo.



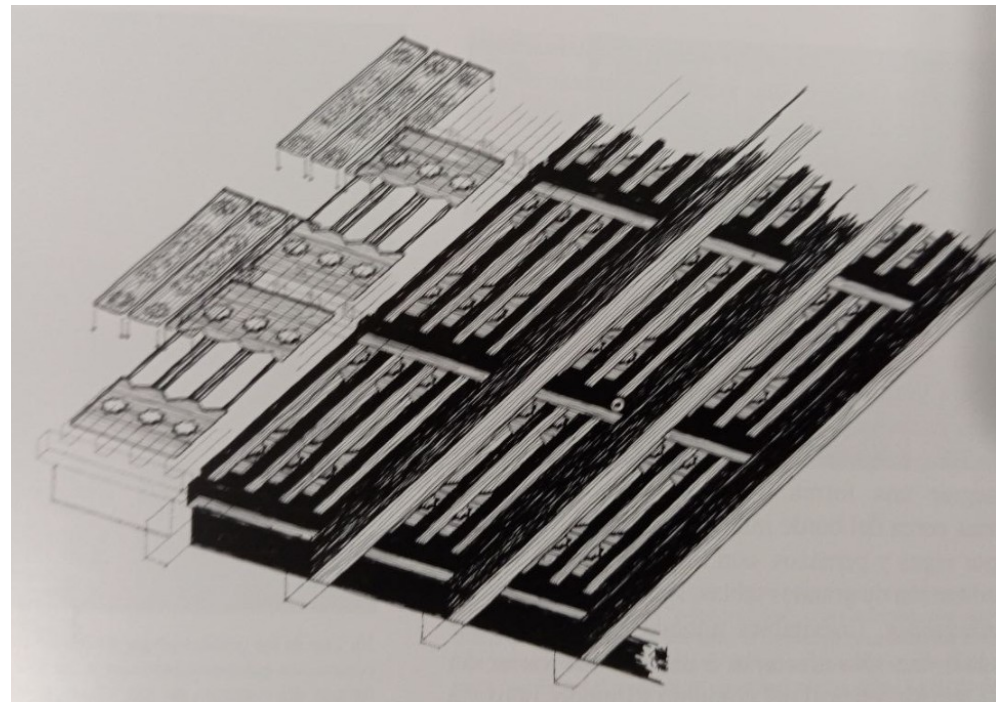
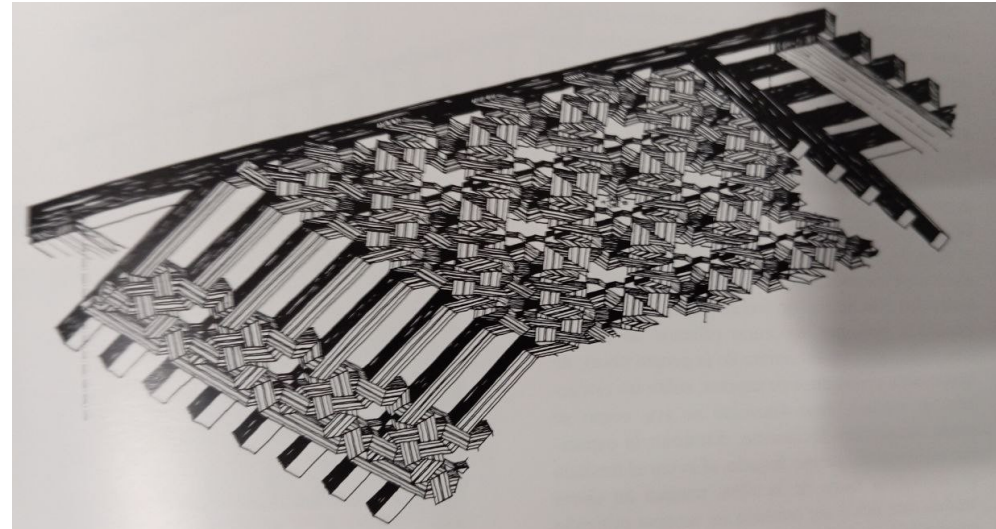
Ilustraciones de Enrique Nuere de entramados simples, en varias capas y un entramado con jabalcones (inferior).
Fuente: Nuere, 2008.

ENTRAMADOS EN SUELOS

La forma más popular de cuajar el espacio entre vigas de un forjado sencillo consiste en **apoyar entre viga y viga, bovedillas de yeso**, cuyos hombros se afianzan en ligeras entalladuras practicadas en los bordes inferiores de las vigas. También se utilizan para este fin ladrillos o baldosas cerámicas, y en ocasiones empleando su decoración vidriada como ornamento del forjado realizado.

En zonas de abundancia de madera, el entablado clavado sobre las vigas resuelve también de forma muy simple el problema, pero esta solución ofrece un precario aislamiento acústico entre las estancias que separa, por lo que sólo era válido para construcción popular o económica. La forma tradicional de garantizar un buen aislamiento acústico consistía en **colocar sobre el forjado de madera una importante capa de arcilla, lo que además garantizaba una cierta impermeabilización de los pisos** en caso de ser sometidos a la acción de fregados. De ahí que con frecuencia podamos encontrar rellenos de arcilla, de hasta veinte centímetros de espesor, sobre las estructuras de madera.

Para evitar que la arcilla de estos rellenos, al secarse y disgregarse, pasara al piso inferior **había que proporcionar algún tipo de solape a las maderas del entablado**, ya que la simple colocación a tope era insuficiente, dado que la merma previsible al secarse totalmente la madera agrandaba las juntas, dejando pasar la arcilla hacia el piso inferior. **Las soluciones más elementales las conseguían con el uso de la tabla solapada a medias maderas, o aún mejor machihembrada, pero existen soluciones más sofisticadas, como la de cinta y saetino.**



Arriba: dibujo de la solución de forjado con jabalcones en el claustro de San Juan de los Reyes de Toledo.
 Variante de la solución de cinta y saetino de la Casa Pilatos, Sevilla.
 Fuente: Nuere, 2008.

ENTRAMADOS EN SUELOS

Una de las fórmulas ingeniosas empleadas por los carpinteros **para lograr mayor separación entre vigas es la que da lugar a los artesonados**. La solución que caracteriza este tipo de forjados, es la de unir sus vigas con piezas perpendiculares ensambladas con espigas en cajas practicadas en los laterales de aquellas. Estas piezas perpendiculares, (que se denominan peinazos), **se separan entre sí una distancia igual a la que separa unas vigas de otras, de modo que se forma una retícula de base cuadrada**. La principal ventaja de esta solución es la de homogeneizar el comportamiento de elementos de madera que por su condición natural pueden contar con resistencias cuyos valores pueden variar enormemente de unas a otras, y al hacer solidarias cada una de ellas con las contiguas, se puede confiar más en la resistencia de cada elemento del conjunto.

Dado que esta solución mejora el comportamiento resistente del forjado, sus vigas se pueden disponer más separadas que en los formados exclusivamente con vigas paralelas, lo que vuelve a plantear el problema de requerir tablas más anchas que lo razonablemente conveniente para cubrir los espacios libres que quedan en la retícula formada por vigas y peinazos. **Para resolver el problema que causaría la utilización de tablas muy anchas**, con el seguro riesgo de excesivas contracciones de secado hay que buscar una solución más compleja que la simple colocación de tablas sobre el entramado creado. De ahí que **se recurra a la utilización de tablas estrechas, que dispuestas en forma de artesa, pueden cubrir un espacio mucho mayor que el de su propia anchura**. Se trata de conseguir una forma troncopiramidal cuya base arranca cerca del borde inferior del cuadrado formado por vigas y peinazos, con lo que no sólo se evita la utilización de grandes tablas, sino que sus posibles contracciones, (inevitables aunque sean de menor entidad), tan sólo afectarán a una posible variación en la sección vertical del conjunto formado, pero sin que los encuentros de las tablas empleadas tengan necesidad de abrirse, garantizando por tanto la estanqueidad respecto al relleno de arcilla que se utilice sobre dicho casetón para formar el piso superior. Precisamente **por la similitud de sus casetones con la forma de las artesas, los forjados resueltos con esta solución reciben el nombre de artesonados**. Aunque el nombre de artesonado técnicamente se debería utilizar estrictamente para este tipo de soluciones, hoy se emplea de modo genérico para distinguir cualquier techumbre valiosa.

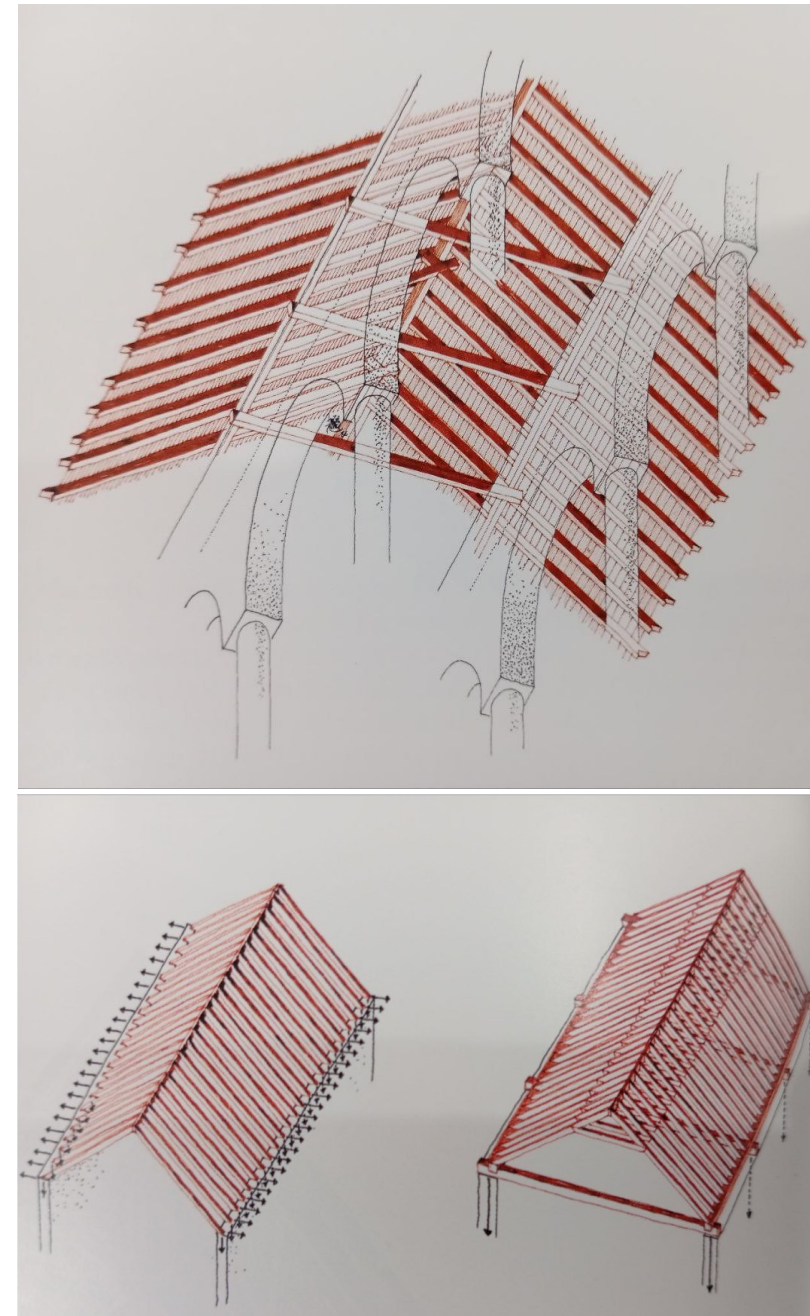
Las organizaciones de vigas para formar pisos se desarrollan generalmente sobre pautas ortogonales, pero también se puede liberar al carpintero de la esclavitud que impone la perpendicularidad, creando soluciones en trama triangular, como la utilizada para resolver el forjado de piso existente en el Palacio de los Duques de Frías, en Ocaña. En esta techumbre, como relleno de los espacios triangulares del forjado, **aparece un elemento importantísimo en la carpintería española: la lacería**. Esta va a convertirse en una preocupación constante de estos ingeniosos artesanos, hasta el punto de convertir los peinazos necesarios para acodalar estas estructuras en los elementos constituyentes de la trama de lacería empleada.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS

La **correa** es el elemento diferenciador de las armaduras de cubierta. Su característica principal consiste en la ausencia de transmisión de empujes a los muros sobre los que se apoyan estas techumbres. La gran ventaja de este sistema estructural es la de que **las maderas trabajan principalmente a tracción y compresión**, pasando la flexión a ocupar un papel en cierta medida secundario.

La **simple tijera** es la forma triangulada más elemental. Es frecuente encontrar en estas estructuras un esquema aparentemente híbrido entre las soluciones de pares y las de correas. La forma de trabar los dos pares que forman cada tijera, es muy propicia para montar una cumbrera a caballo sobre esta unión, (en este caso ya no recibe el nombre de hilera), pieza que proporciona un segundo apoyo a pares cuyos extremos inferiores descansan sobre los muros. **Para cortar la luz de estos pares, se disponen con frecuencia una o más correas intermedias.** Aunque sea frecuente la existencia de esta única correa en el faldón, la diferencia fundamental de esta solución híbrida con las armaduras de pares, consiste en su prácticamente nula transmisión de empujes al muro, gracias a poder colgar sus "pares", sobre la cumbrera, y lógicamente también sobre la correa o correas intermedias. Una solución muy parecida a ésta sería la denominada de par y picadero, solución más propia de los entramados de edificación, dispuestos según esquemas constructivos que rara vez se plantean la necesidad de salvar grandes luces, como suele ser necesario al cubrir naves de iglesias, o de grandes salones de palacios.

Aunque la correa es siempre un elemento que se coloca paralelo a la cumbrera, en armaduras de tijeras podemos encontrar indistintamente la correa o el cabio como componente de sus faldones. El cabio comporta siempre la existencia de empujes, la correa no. El cabio equivale a una correa dispuesta perpendicularmente a la cumbrera.

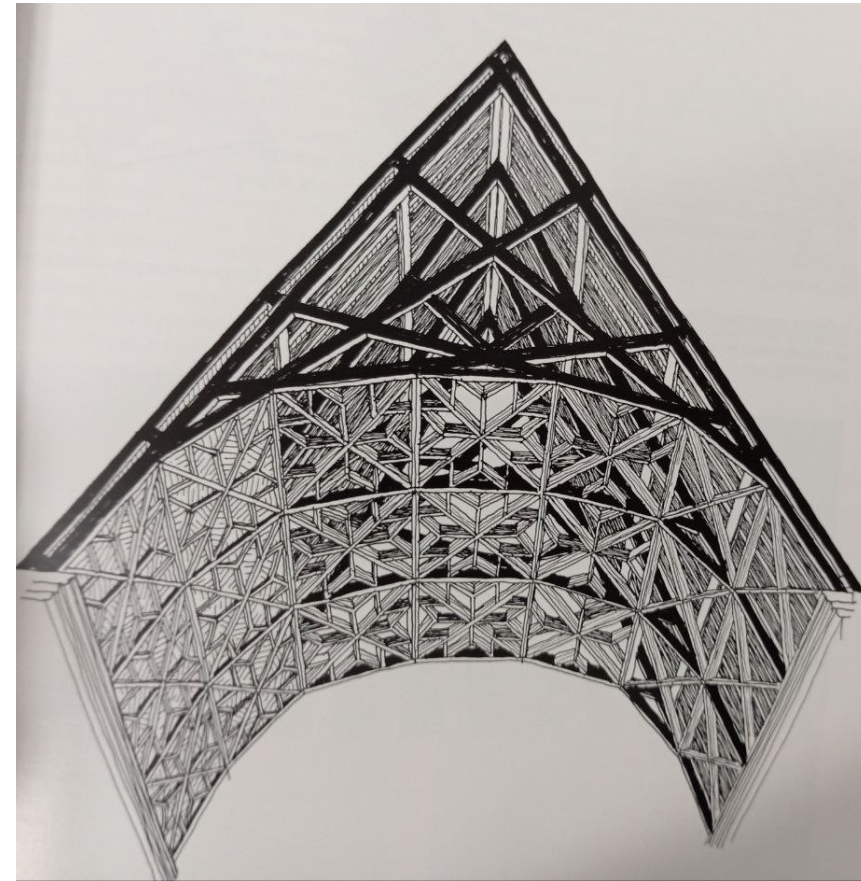


Arriba: Dibujo de San Clemente de Tahull.
Abajo: esquemas de par hilera y par-nudillo. Fuente: Nuere, 2008.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS

La armadura de par y nudillo, sigue siendo en Alemania la solución estándar empleada para cubrir el mayor porcentaje de sus viviendas unifamiliares. El cartabón de armadura aún se emplea como instrumento auxiliar para el trazado y corte de sus piezas, En Inglaterra, un tratado de carpintería escrito por Ellis en los años veinte, recoge la técnica de trazado de armaduras y de sus piezas con cartabones igual que lo hacían nuestros carpinteros medievales, y el texto americano que mencionaba en la primera edición, editado en la zona de Nueva Inglaterra, de los Estados Unidos, no es más que otro ejemplo de los textos de carpintería americanos, dedicados a explicar la construcción de la vivienda unifamiliar típica americana, de los que ya tengo varios más, en los que se confirma plenamente la vigencia del sistema de trazado de armaduras, coincidente en lo esencial con el método descrito por nuestro carpintero sevillano a principios del siglo XVII, lo que no hace más que confirmar que **carpinteros castellanos y sajones desde la edad media utilizaban similar técnica de construcción de armaduras**, aunque la evolución en lo accesorio discurriera más tarde por caminos diferentes.

Las armaduras de par y nudillo realizadas en España incorporan, respecto al resto de las realizadas en Europa, **una variante en cuanto a la forma de ensamblar el nudillo con los pares motivada por el deseo de poder prefabricar parcialmente la armadura**, lo que exigía un tipo de ensamblaje que permitiera bascular los faldones sobre el conjunto del almizate dispuesto en su posición definitiva con un simple apeo provisional sobre los tirantes. Esta solución coexiste con la tradicional realizada en otras carpinterías, consistente en colocar el nudillo adosado a un lateral de los pares, y mediante el encaje gracias a ensambles a media maderas de un tipo similar a la cola de milano

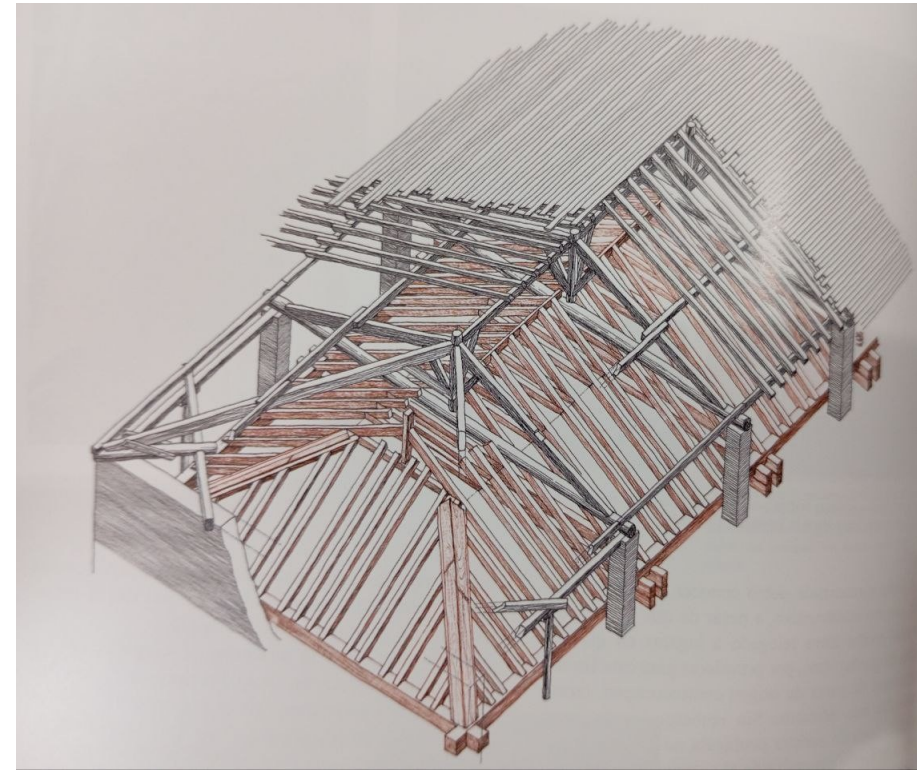


Dibujo de la armadura que cubre la sala capitular de la Abadía de Canterbury. Fuente: Nuere, 2008.

ENTRAMADOS EN CUBIERTA

El sistema hasta ahora descrito permite realizar cubiertas a dos aguas, lo que presupone la existencia de piñones de fábrica en los testeros, es decir, elementos que normalmente impiden la realización de un estribo de forma rectangular, que sólo será posible cuando todos los muros que cierran el recinto cubierto se enrasen al mismo nivel, lo que dará lugar a una nueva solución: la armadura a cuatro aguas. Realmente, el hecho de aumentar el número de los faldones en planta no presupone un nuevo sistema estructural, ya que **tanto en una techumbre a dos aguas como en una de cuatro, el equilibrio se garantiza del mismo modo: mediante conjuntos de pares próximos, que se enfrentan entre sí, y con nudillos que afianzan su unión con los pares**, situado a unos dos tercios de la altura de la armadura, pero evidentemente el resultado formal será distinto.

Para construir una armadura, el carpintero debe recibir los muros de la obra perfectamente enrasados a nivel. En primer lugar **se reciben nudillos en la coronación de los muros, donde se afianzan las soleras** que darán arranque a toda la obra carpintera. A continuación se organiza **el estribamiento de la futura armadura**, para ello se tienden tirantes a lo largo de la nave que se ha de cubrir, en los que existirán cajas practicadas cerca de sus extremos en las que se puedan encajar los estribos, de modo que dichas cajas impidan su posible desplazamiento causado por el empuje de los conjuntos de pares de cada faldón lateral. En sus extremos, **el atirantado se llevará a cabo con las piezas del propio estribo correspondientes al testero**, de modo que se proporcione un apoyo horizontal al mismo nivel para los faldones testeros que para las gualderas, o faldones laterales.

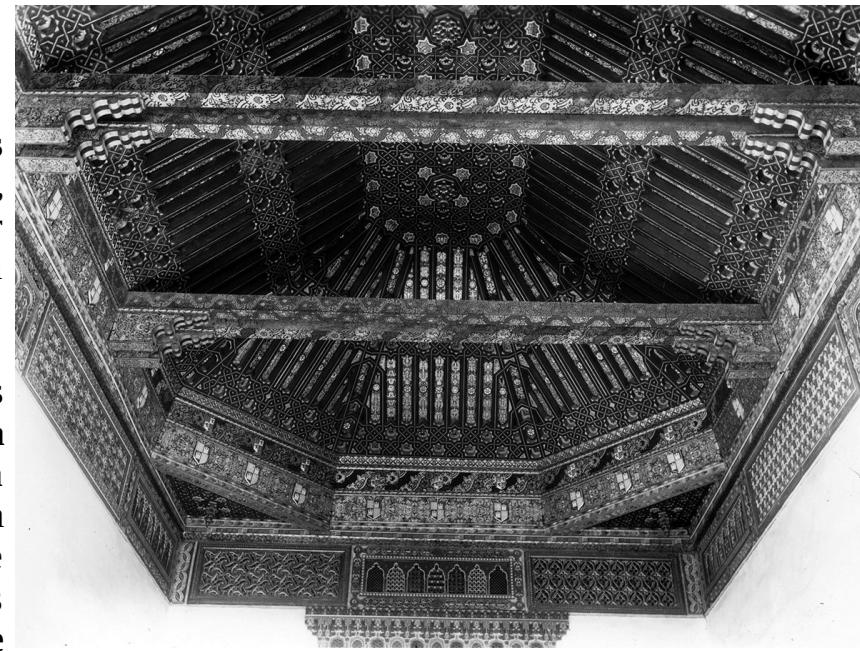


ENTRAMADOS EN CUBIERTA

Para garantizar la indeformabilidad del estribamiento, es conveniente reforzar sus esquinas mediante el uso de cuadrales, especie de tirantes dispuestos a 45 grados, los que también pueden llegar a ser imprescindibles en función de la dimensión del vano salvado por la armadura.

Una vez colocados los faldones laterales con las gargantas de los pares perfectamente encajadas entre los cornezuelos de los nudillos, **basta clavar la cabeza de los pares sobre la hilera para que la armadura quede acabada desde el punto de vista estructural**, tan sólo resta colocar los testeros de cada extremo, las bases de cuyos pares se apoyarán en los estribos correspondientes, y sus gargantas en peinazos trabados a los nudillos finales del almizate. **En armaduras modestas se puede encontrar la solera ejerciendo la función de estribo**, en cuyo caso los tirantes se colocan por encima de dicha solera-estribo. También es casi siempre obligado que el tirante no descansa directamente sobre la solera, sino sobre zapatas o canes.

La variedad de soluciones que pueden darse a estos elementos es prácticamente tan grande como ocurría con los forjados de piso, aunque en el caso de las armaduras, al no tener el tirante más carga que el peso propio, no suelen tener la entidad y vuelo que precisan en aquellos cuando se quiere reducir la luz de trabajo de las vigas del forjado. **Los tirantes, frecuentemente se apoyan sobre canes cuya misión es la de preservar al tirante del contacto con las fábricas**, lo que permite su mejor ventilación, y como consecuencia una mejor conservación. Los carpinteros eran muy conscientes de que toda la estabilidad de la estructura quedaba confiada a la resistencia del extremo de los tirantes, sitios en zonas en las que acababan acumulándose las aguas que pudieran provenir de inevitables goteras, por lo que **evitar la posible pudrición del enclave de los estribos era prioritario**.



Armadura del Salón de Concilios del Palacio Arzobispal de Alcalá de Henares, incendiado en 1939. Mariano Moreno, 1920. Colección Moreno de la Fototeca del IPCE. Fuente: Nuere, 2008

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS

PARTES ESENCIALES DE UNA ARMADURA

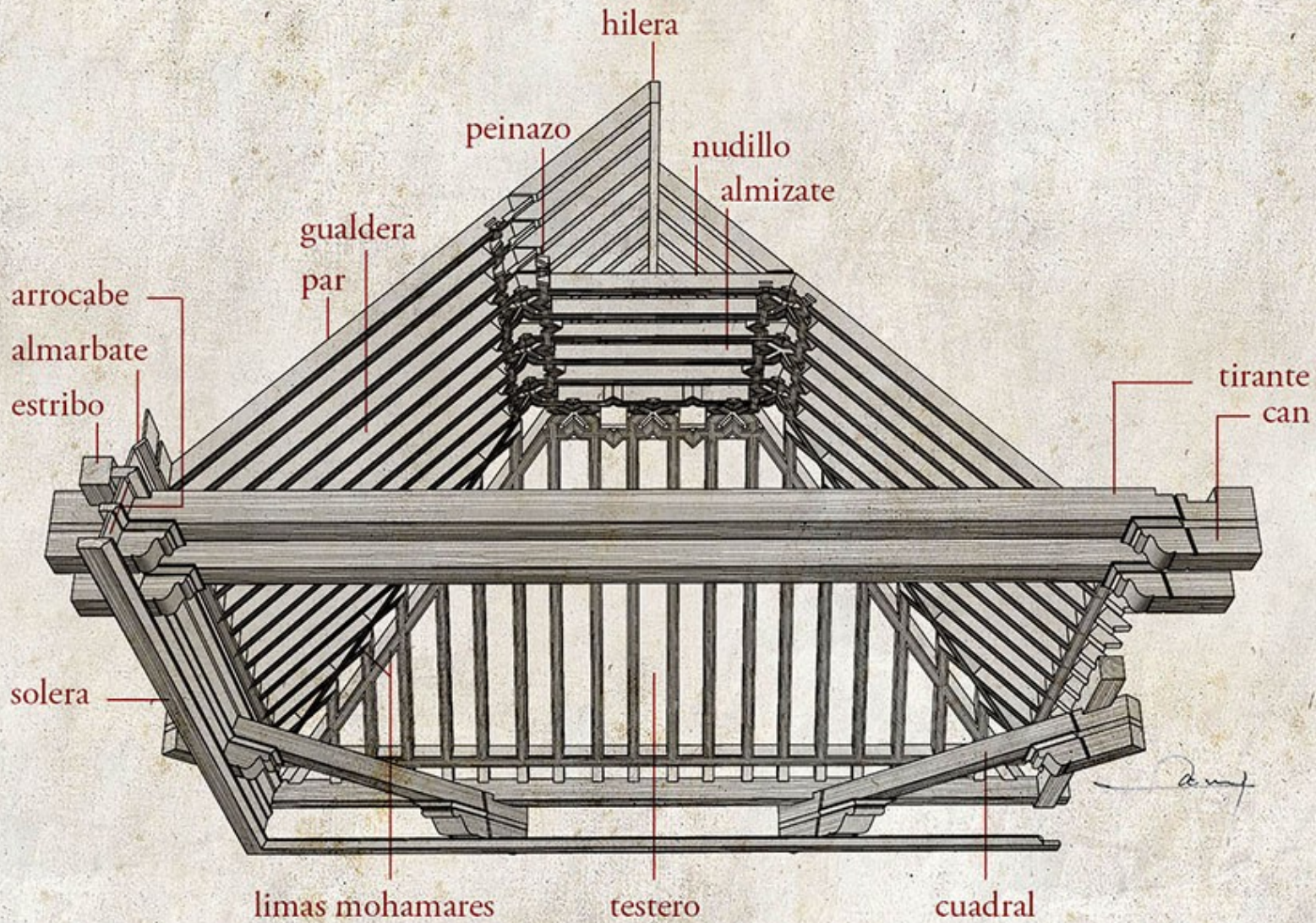


Ilustración del blog Albanécar con las partes esenciales de una armadura.. Fuente: Albanécar.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS

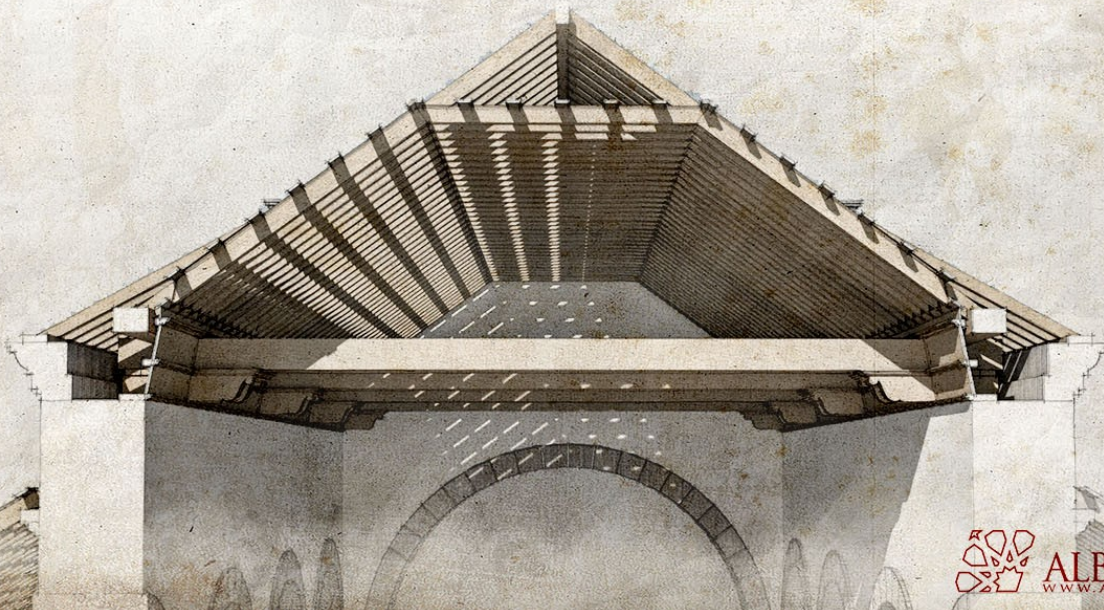


Relación entre la anchura de la nave y el grueso de los pares (según manuscrito de Arenas):

De 10 a 14 pies de ancho (2,7 a 3,9 m.), grueso de 1/10 de vara (8,3 cm.)

De 14 a 20 pies de ancho (3,9 a 5,6 m.), grueso de 1/9 de vara (9,3 cm.)

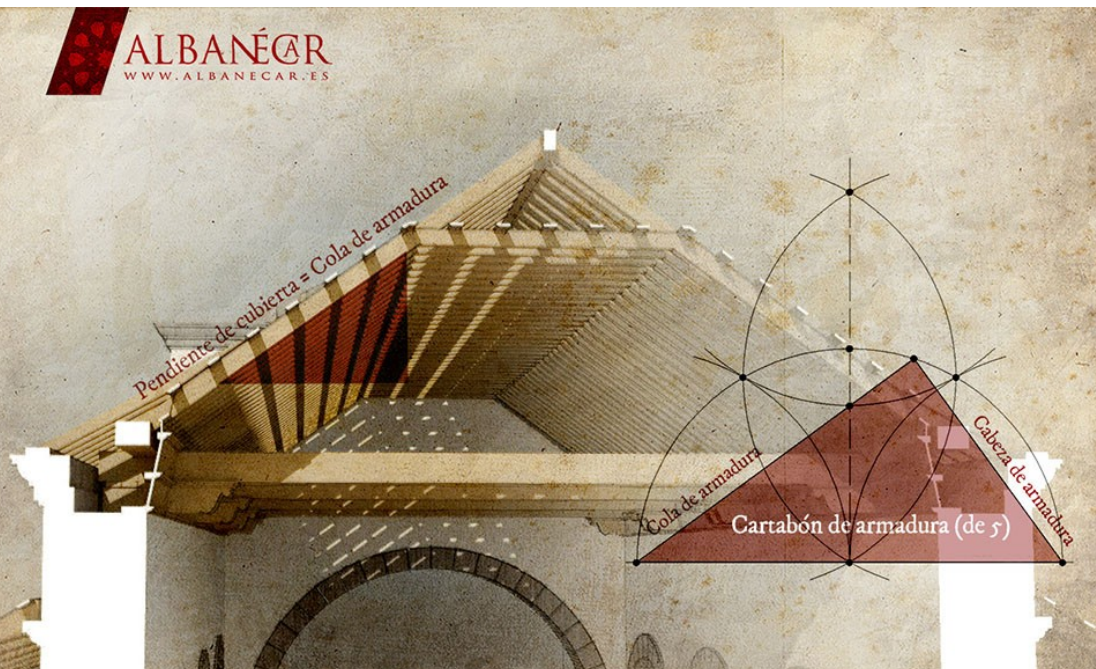
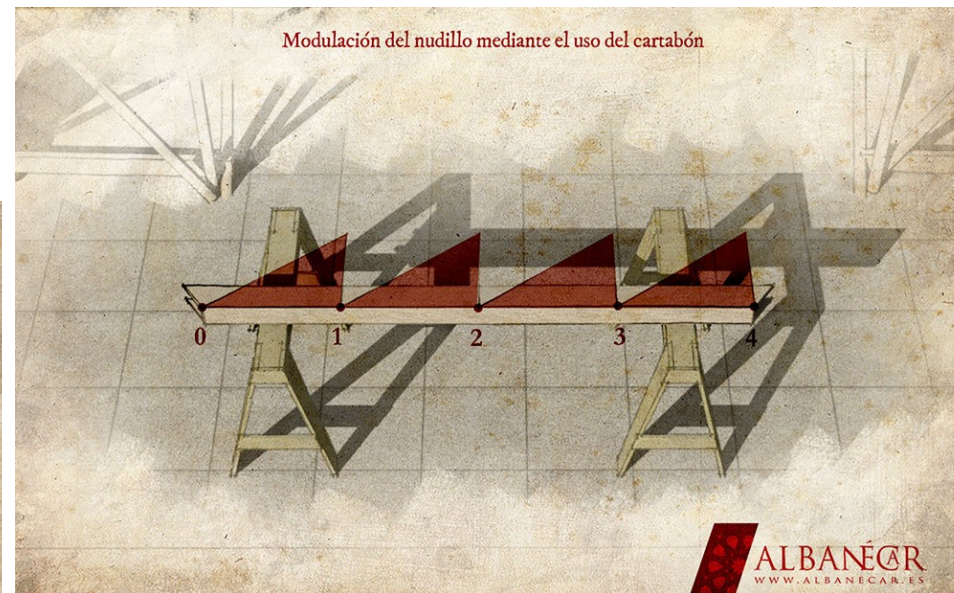
De 25 a 30 pies de ancho (7,0 a 8,4 m.), grueso de 1/8 de vara (10,4 cm.)



Izda: Ilustración de Albanécar con las proporciones relativas entre la luz y el grueso de las maderas usadas en los pares.

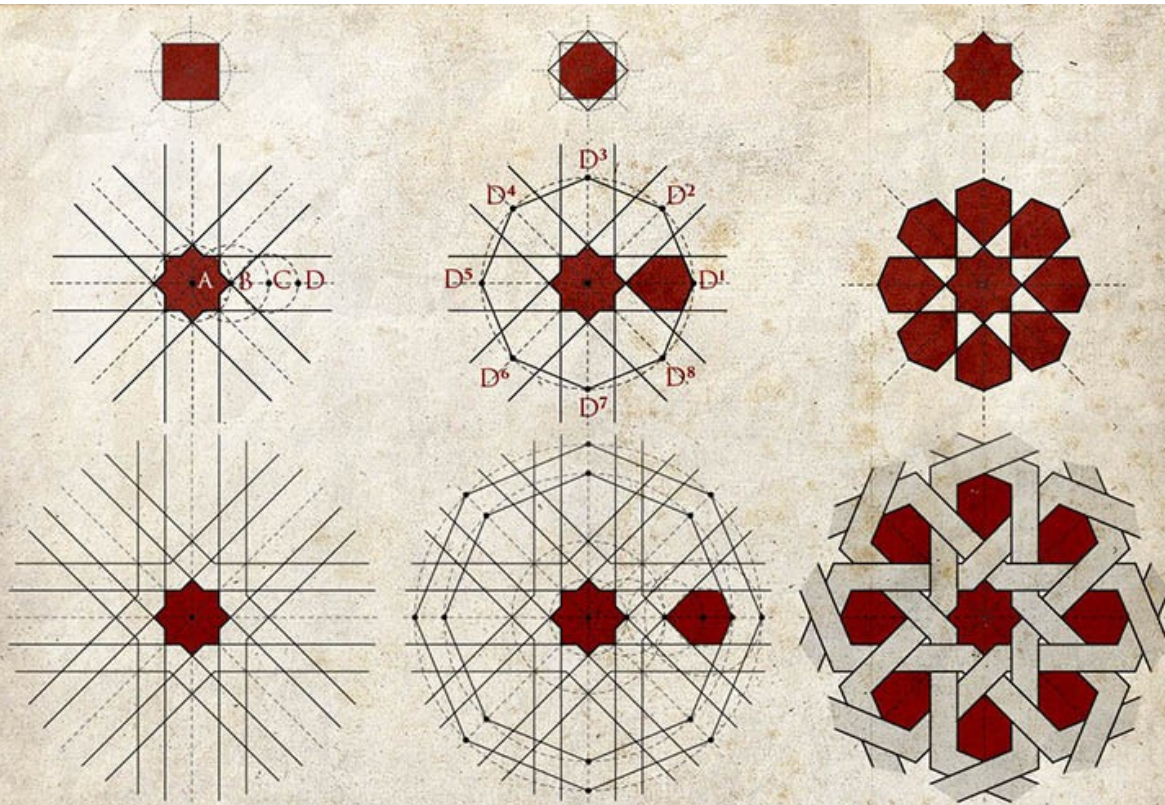
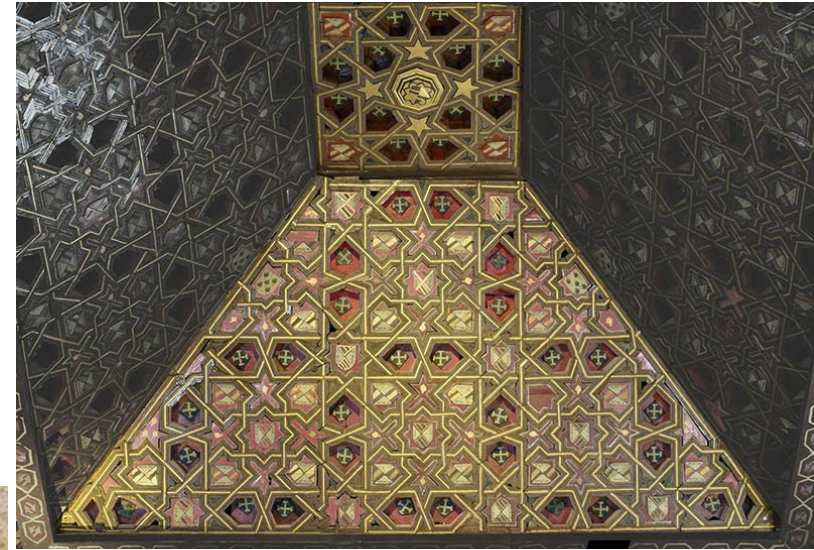
Arriba: Conjunto de cartabones para una cubierta a cuatro aguas (de armadura, albanécar y coz de limas). Fuente: Albanécar.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS



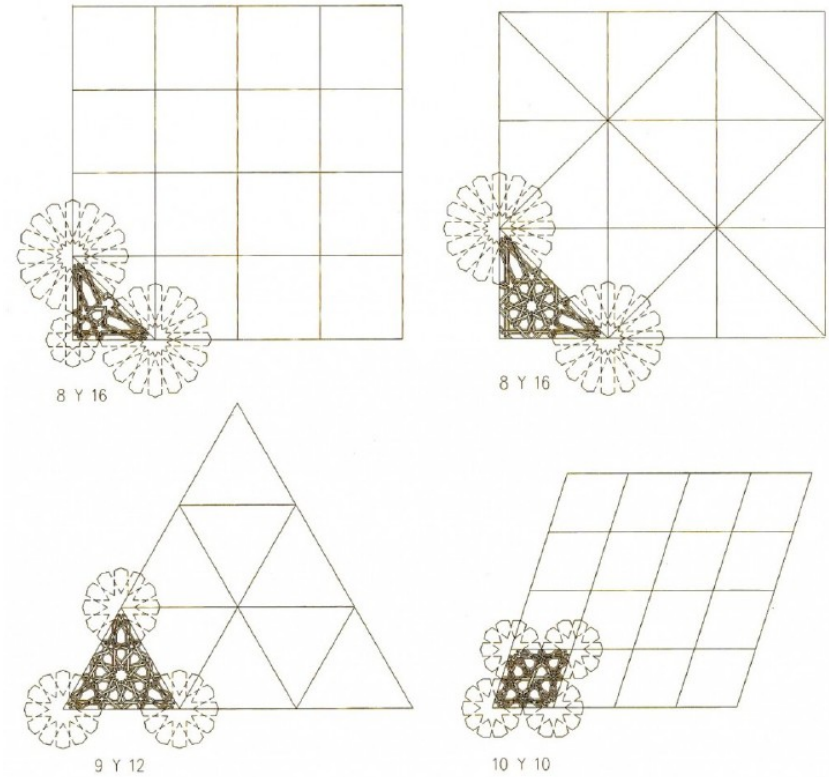
Procedimiento para elaborar una cubierta a dos aguas de par y nudillo siguiendo el método de Diego López de Arenas con el cartabón de armadura. Fuente: Albanécar.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS



Arriba: Armadura de San Salvador de Buitrago.
Izda: Generación de la rueda de ocho lazos.
Fuente: Albanécar.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS



Arriba: Ruedas de lacería. Fuente: Enrique Nuere.
Inferior: Montaje de una armadura de cuatro paños, basada en la de la iglesia de San Salvador de Buitrago. Fuente: Albanécar.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS



ALBANÉCAR
WWW.ALBANECAR.ES



ALBANÉCAR
WWW.ALBANECAR.ES

Relato del carpintero y alarife maestro Simón, año 1500:

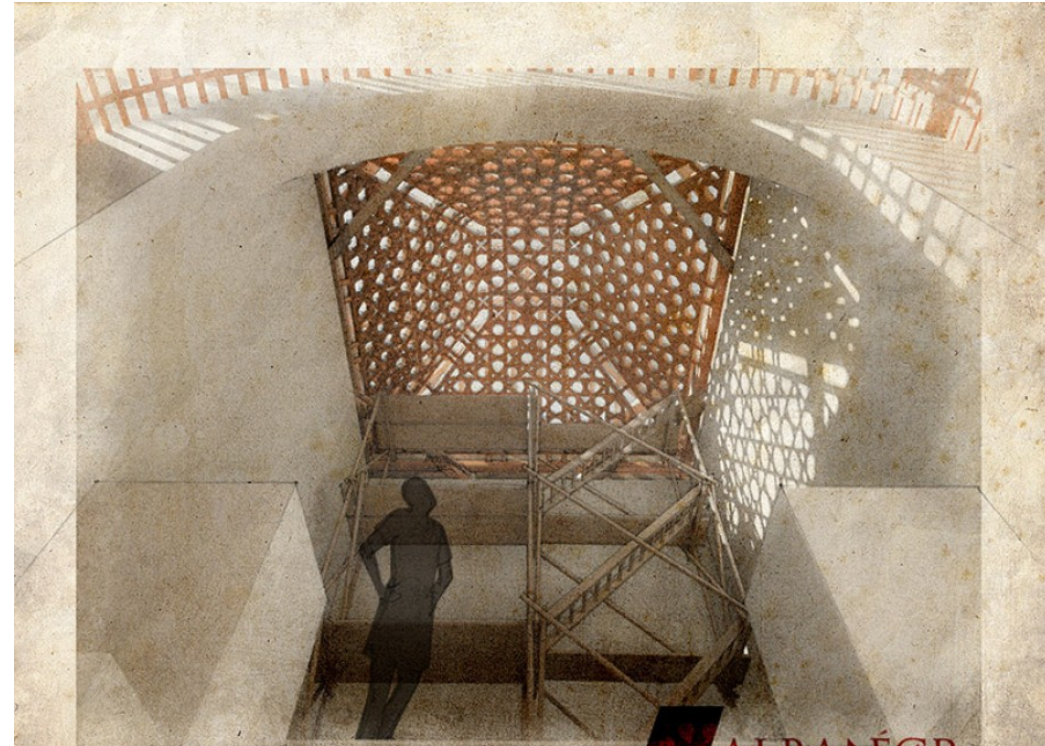
Puesto que contaba con poco tiempo para contentar a tan caprichoso personaje, me bastó con saber que habíamos de cubrir un presbiterio cuadrado de veinte pies de lado. Sin demora rescaté un dibujo del que fue mi maestro, un muy curtido carpintero de San Rafael que aún hoy sigue recorriendo las Españas y haciendo obras por doquier. De tal modo me dijo: “Cuando prisa tuvieres por hacer armadura de lazo ocho, aplica este trazado que te doy, que se hace más deprisa que ninguno otro, porque se arma por cuartillejos que luego se juntan a los pares y así quedan los testeros completados en muy poco tiempo.” Y así fue, y además la armadura al ser cuadrada resultaban los cuatro faldones idénticos, por lo que con unas cuantas piezas repetidas muchas veces, compuse todo en mi taller de Rascafría para ir más deprisa, y lo traje en carro al final para montarlo aquí.

Montaje de una armadura de cuatro paños, basada en la de la iglesia de San Salvador de Buitrago. Fuente: Albanécar..

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS



ALBANÉCAR
WWW.ALBANECAR.ES



ALBANÉCAR
WWW.ALBANECAR.ES

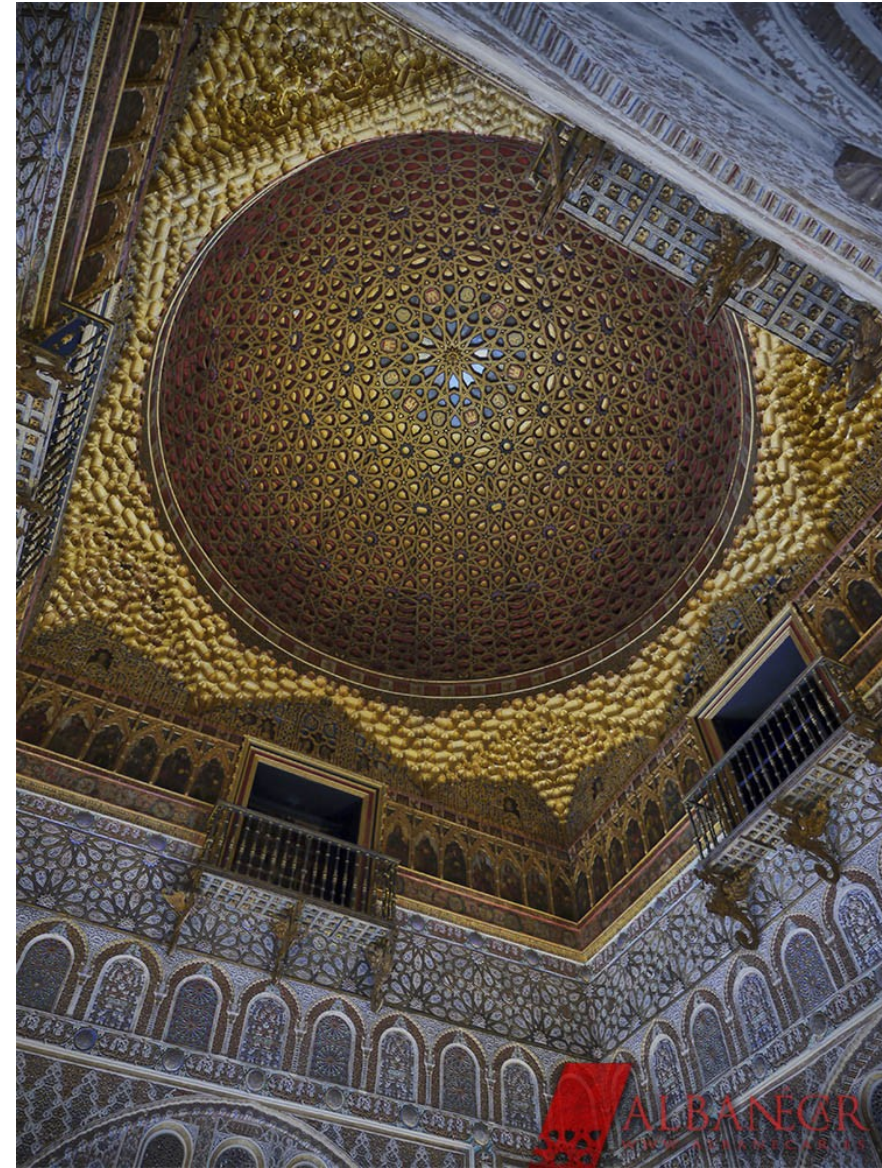
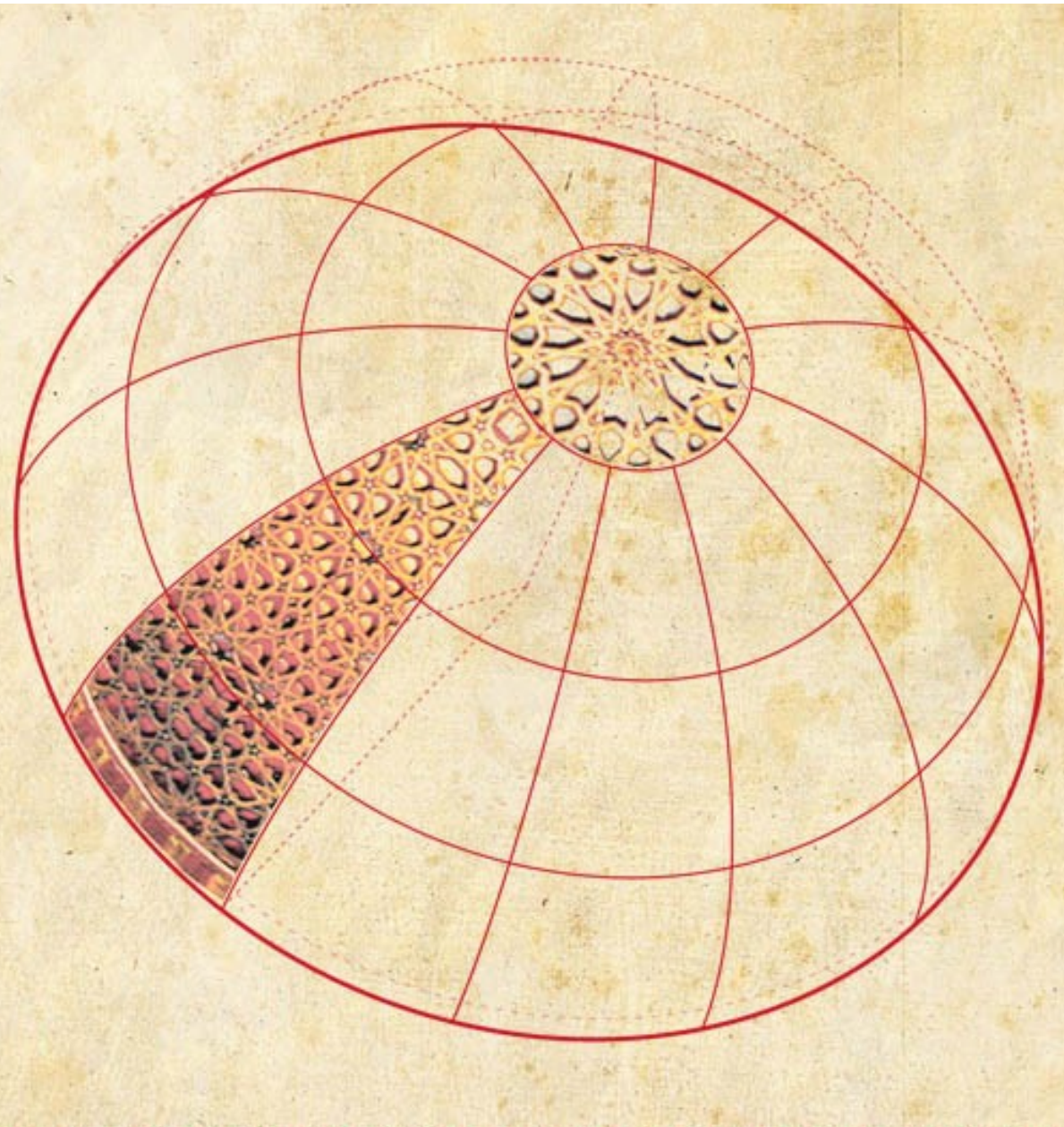
Relato del carpintero y alarife maestro Simón, año 1500:

Tan pequeña y ligera fue la armadura, que la izamos y dispusimos sobre el asiento en un solo día. Como la techumbre de toda la iglesia ya estaba comenzada, preferí que aquella hiciera las veces de sobrecubierta, protegiendo la del altar mayor de posibles humedades, y garantizando su existencia por varios siglos, si acaso guerras, incendios u otros infortunios no osaren ponerle fin.

En armaduras más grandes los tirantes hubieran servido de apoyo de andamios, pero aquí, que no los había al ser cuadrada, tuvimos que fabricar una pasarela para poner el almizate a la espera de los faldones. Para levantar cada uno de ellos nos bastamos Juan, el Gordo, y yo, que con nuestros generosos pesos y usando polea, fue cosa fácil, mas una vez arriba hubo que arreglarse con mil ingenios y triquiñuelas para encajarlos con el almizate sin caernos todos al vacío, debido a la estrechez del lugar.

Montaje de una armadura de cuatro paños, basada en la de la iglesia de San Salvador de Buitrago. Fuente: Albanécar..

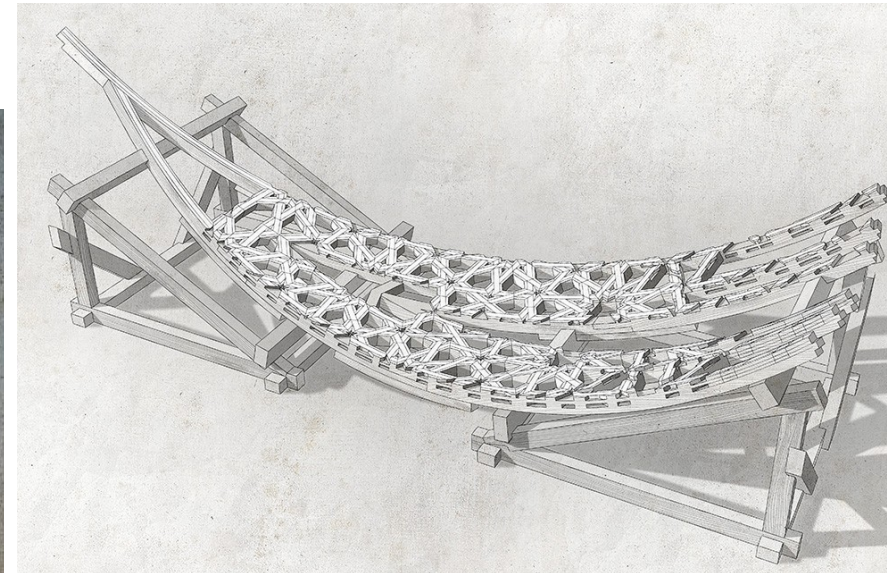
ENTRAMADOS EN CUBIERTAS



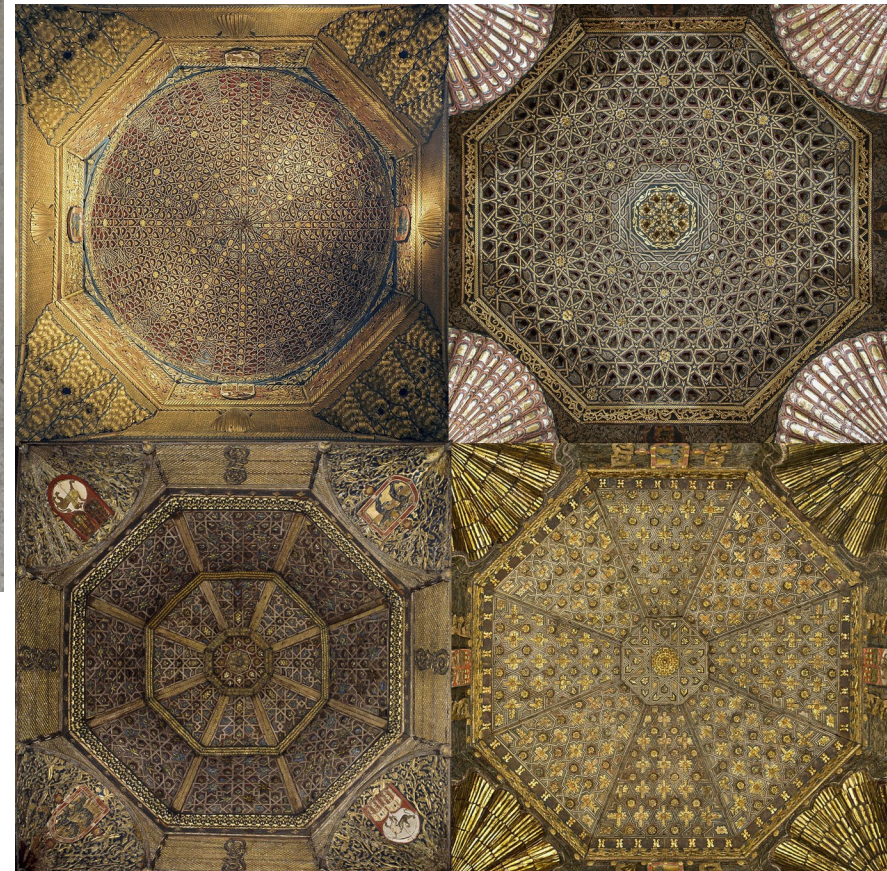
Arriba: Fotografía de la cúpula del Salón de Embajadores de los Reales Alcázares de Sevilla, atribuida a Diego Ruiz, 1427.

Izquierda: Ilustración del profesor Ángel Luis Candelas con uno de los gajos y la clave. Fuente: Albanécar.

ENTRAMADOS EN CUBIERTAS



Dibujos basados en la media naranja del Palacio de los Cárdenas en Torrijos, actualmente en el Museo Arqueológico Nacional
Inferior, derecha: fotografías de las cuatro armaduras de los torreones del Palacio de los Cárdenas. Fuente: Albanécar.



ORIGEN

Mudéjar, “al que le ha sido permitido quedarse”, siempre marginado, excluido de la contratación laboral, disminuido en sus derechos, agobiado por los impuestos y la mala fama. **Arquitectura mudéjar vendría a significar arquitectura creada por los excluidos, los marginados, los sin-patria.** No sé si el académico tuvo en cuenta esta connotación, pero es posible que ella tenga algo que ver con la popularidad de tan afortunados arte y nombre.

Arte hispánico por antonomasia, **síntesis de oriente y occidente, demuestra, como ninguno, su riqueza, por su flexibilidad para entrelazarse con todas las influencias y su independencia imaginativa.** Arte que sin solución de continuidad ha venido manifestándose por estos lares, por lo menos, desde el siglo X hasta casi nuestros días. Arquitectura mudéjar, hispano-musulmana, andalusí o de al-Andalus, **arquitectura total que integra la naturaleza, la poesía, la geometría y la astronomía.**

El edificio es un jardín “Yo soy el jardín que la belleza adorna: me conocerás por lo que soy si contemplas mis encantos”. Arquitectura de trazado y textura, donde la luz se hace protagonista, “lanza el mármol su clara luz, que invade la negra esquina que tiznó la sombra; irisan sus reflejos, y dirías que son, a pesar de su tamaño, perlas”, cuyo único objetivo es el placer estético, “aquí el hombre noble satisface su apetito de belleza”.

Auto-alusiva, porque el edificio habla de sí mismo. El edificio es el mensaje, la textura es el material con el que se fabrican los signos, el edificio es un libro, sus entramados simbólicos se sustentan en los arcanos geométricos, su orientalista horror vacui, la infinita variedad, es el medio de expresar la convicción en la contingencia y transformabilidad de lo real, la forma de hacer patente la concepción del mundo como un sistema de accidentes que cambia continuamente.



Fotografía de detalle de mocárabes en el Corral del Carbón, Granada, s. XIV. Pérez de Lama, 2018.

ORIGEN

La esencia del sistema es la proyección en el espacio de una grilla o teselación de polígonos planos, convirtiendo los polígonos de dos dimensiones en celdillas de tres dimensiones que van trasladándose verticalmente según pautas muy precisas. El problema es viejo, surge con el antiguo signo, el arcano del cuadrado y el círculo, la tierra y el cielo, la Qubba Real, la habitación sui generis del mundo islámico heredada del mundo antiguo. **¿Cómo pasar de una estancia de planta cuadrada terrenal a una cubierta en forma de esfera celestial?** La esfera se construye con simetría octogonal y aparece el problema constructivo de las pechinas o las trompas en los triángulos de los vértices del cuadrado. [Sáseta, 2016]

El origen de ambas palabras [mocárabes y muqarnas] es muqarba que según autores como Yvonne Dold-Samplonius, podría ser una **variante etimológica del verbo qarnasa, que significa “amueblar una estructura con elementos en voladizo”**. Sin embargo, esta palabra sufrió su propia españolización: almuqarbas, que se transformaría en almoqárabe y, posteriormente, en mocárabe. Posteriormente, y probablemente como un extranjerismo, aparece la palabra muqarna, procedente del vocablo francés mucarne y que varios autores utilizan para referirse a la vertiente islámica de estos elementos. [Barba, 2017]

La mayor parte de los autores que han estudiado este tema centran el origen del mocárabe en el ochavado de la planta cuadrada, es decir, en la pieza arquitectónica de planta triangular que se forma cuando, sobre una planta cuadrada, se superpone una cúpula de planta octogonal o de planta circular. Seguramente **este problema arquitectónico debió aparecer en los remotos territorios Sasánidas donde, por primera vez en la historia, se instala una cúpula sobre una planta cuadrada;** debió ser allí donde, por primera vez, se ensayaron métodos para resolver las cuatro esquinas triangulares que transforman la planta cuadrada en un octógono. [Palacios, 2011].

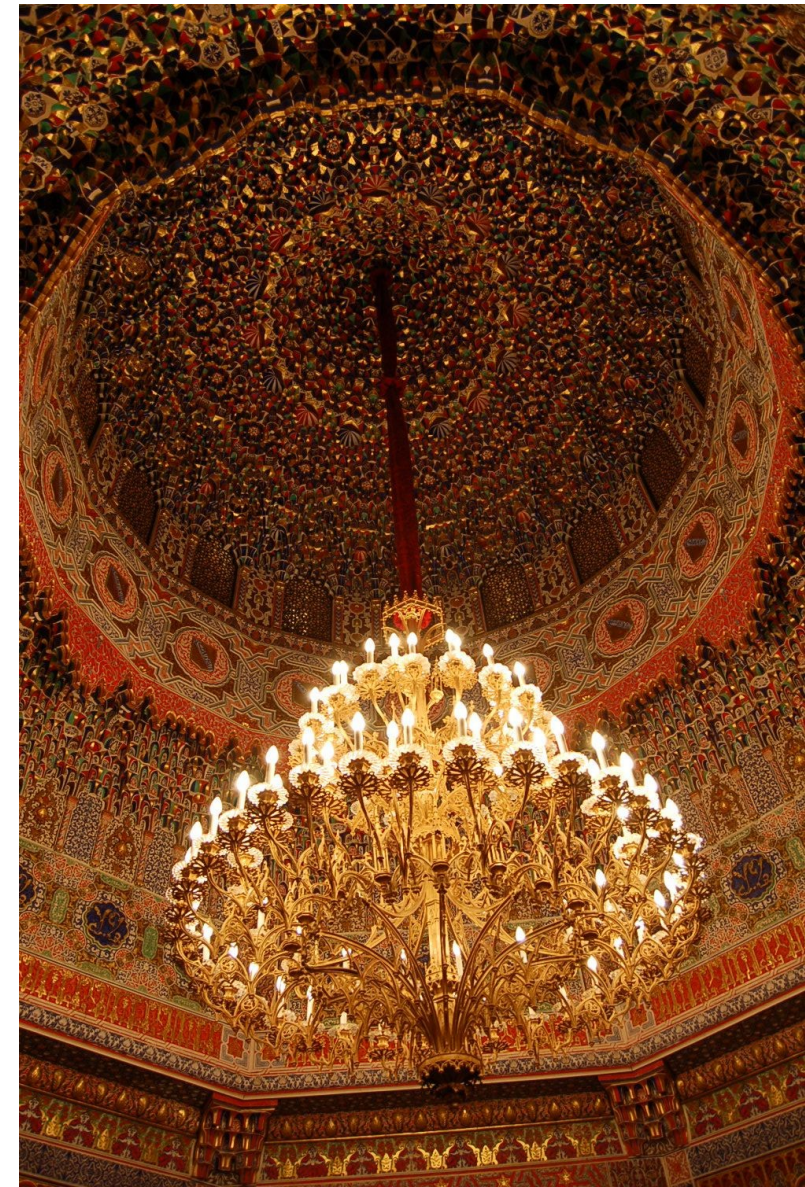


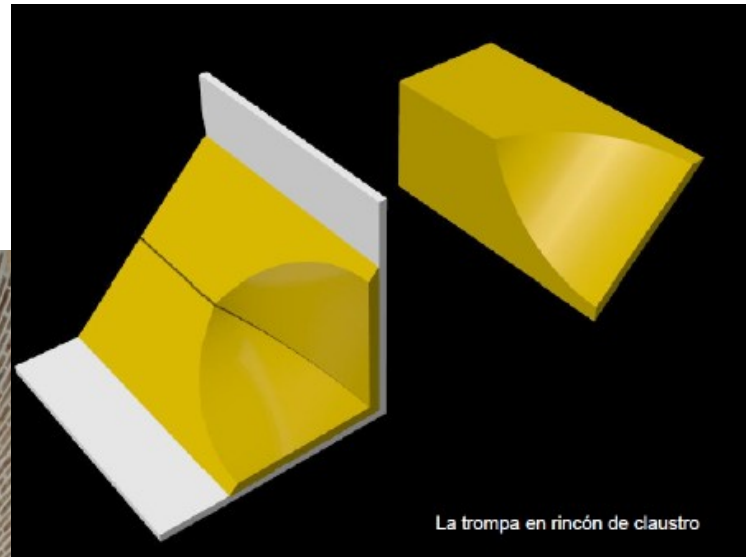
Imagen del mocárabe de la Sala de los Fumadores del Real Sitio de Aranjuez, Rafael Contreras, 1850.
Fuente: Historia en Estudio, 2016.

ORIGEN



Imagen desde el interior con las trompas cónicas de Firuzabad, s.III, Ardashir I. Fuente: JC Palacios, 2011.

ORIGEN



La trompa en rincón de claustro



Imagen: Mausoleo Samánida de Bukhara (s.X). Fuente: Wikipedia

ORIGEN

Las trompas de TAJ AL-MOK
Mezquita del Viernes. ISFAHAN, s. XI

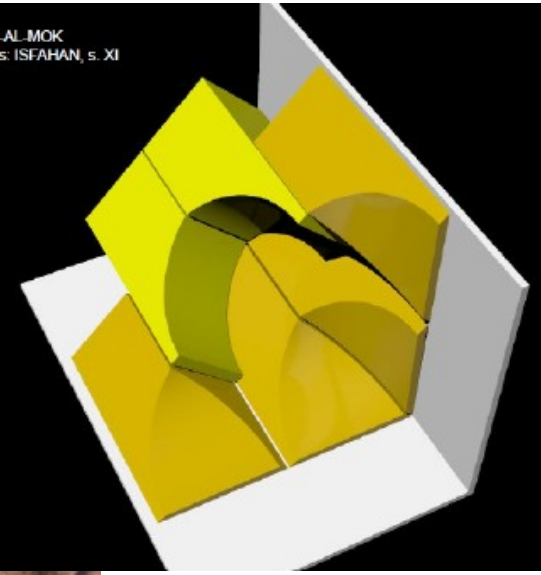
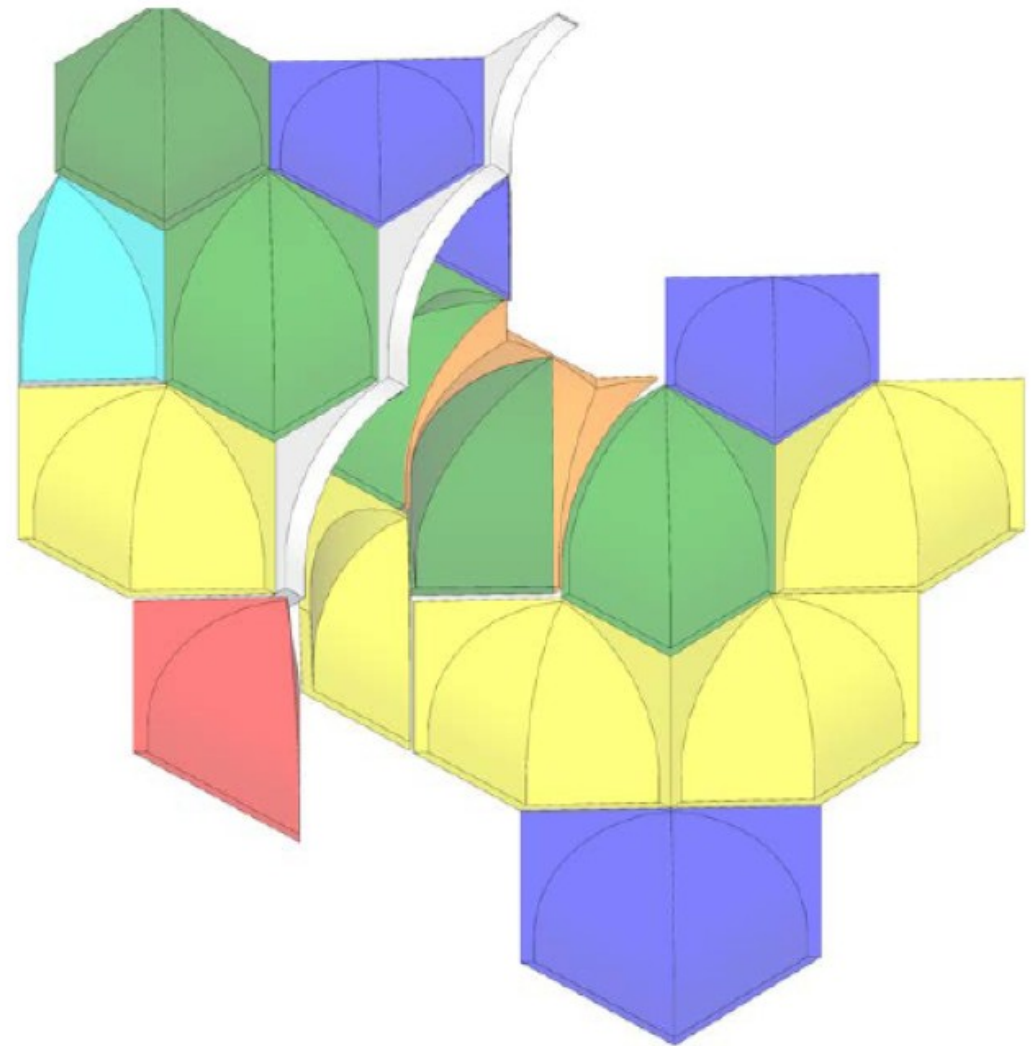
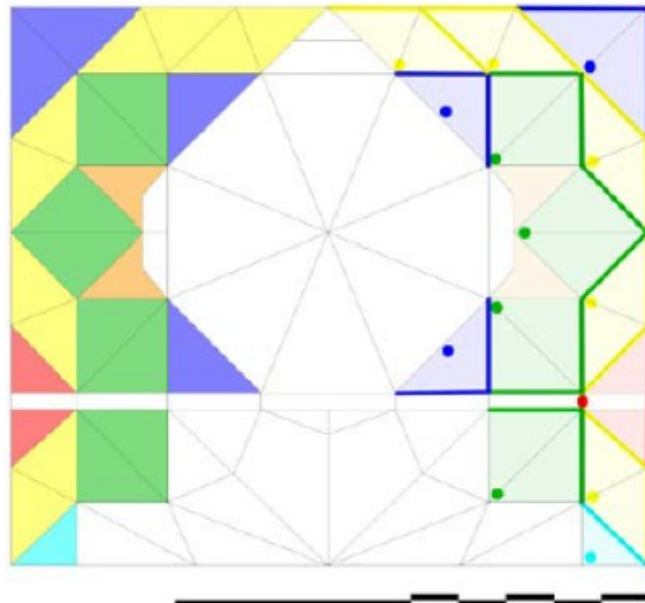


Imagen de la cúpula de Tal al-Mulk (s.XI). Mezquita del Viernes de Isfahán, Irán. Fuente: José Carlos Palacios

ORIGEN

Rojo Mucama isósceles 1
 Amarillo Mucama romboidal
 Verde Mucama cuadrada
 Azul Mucama isósceles 2
 Cyan Mucama isósceles 3
 Naranja Bipedo
 Blanco Arco diafragma

PLANTA DEL IJAN SUR, ISFAHAN (IRÁN)



ISOMÉTRICA DEL IJAN SUR, ISFAHAN (IRÁN)

JUEGO DE LOS MOCÁRABES

Existen dos formas distintas de encarar el problema, que tienen que ver con las características de simetría y modulación de los mosaicos:

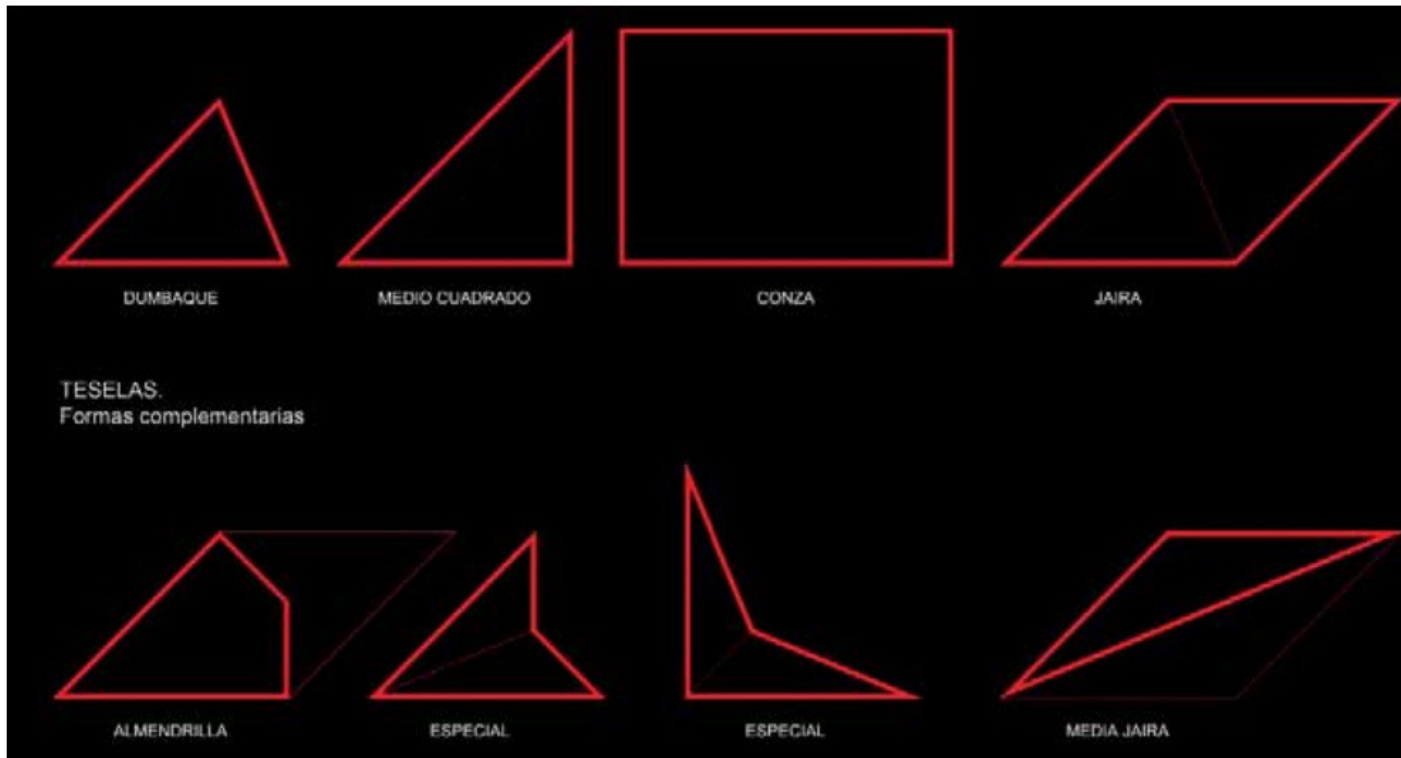
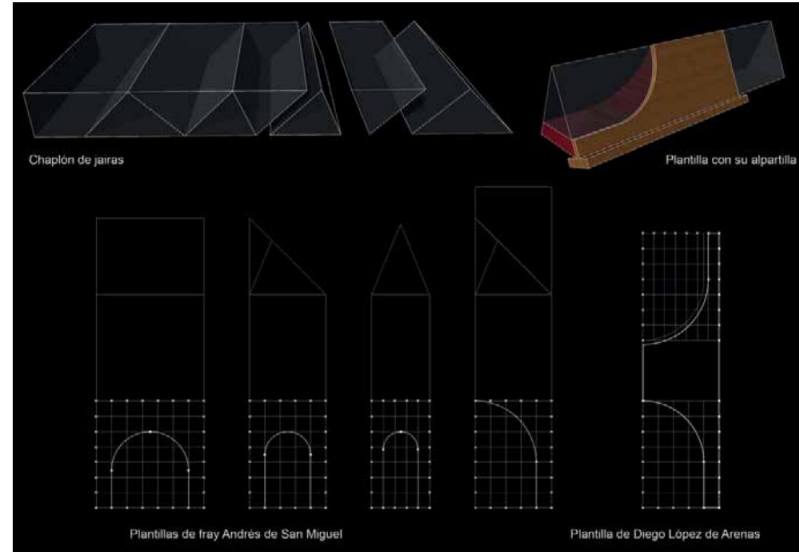
1. **Sistema oriental:** mosaicos no modulares; **se proyectan los polígonos según un principio operativo que puede variar en el proceso**, los polígonos tienen variaciones por dilatación o contracción y aunque la forma se mantiene las celdas espaciales son todas o casi todas diferentes.
2. **Sistema occidental:** mosaicos modulares; **se define una estructura formada por una colección pequeña de piezas unitarias y unas reglas simples de agregación o composición** para formar soluciones más complejas de gran diversidad. Todas las piezas forman parte de un catálogo pequeño de variaciones. [Sáseta, 2016]

Dependiendo de dónde nos situemos, los mocárabes van a adoptar formas y técnicas constructivas diferentes. **En Occidente**, es decir en el Magreb y el Ándalus, los mocárabes son pequeñas piezas singulares diferenciadas unas de otras, **estas piezas se construyen con madera o yeso. El conjunto se forma a partir de una primera hilada adosada al muro**, esta hilada se forma encolando unas piezas a otras a la superficie del muro; sobre ella, se superpone la siguiente hilada y así, mediante sucesivas capas verticales, la construcción va avanzando sobre el vacío formando una cornisa o una cúpula.

Por el contrario, **en Oriente**, en el antiguo imperio otomano, **los mocárabes se construyen frecuentemente en piedra de cantería o costosos mármoles**. En este caso, la forma de construirlos es enteramente diferente, **los mocárabes son solidarios entre sí ya que están tallados en las hiladas horizontales de sillares**. Aunque la identidad de cada mocárabe permanece, no son pieza independiente ya que han sido tallados en un sillar de piedra de dimensiones mucho más grandes. Contrariamente a lo que sucede en Occidente, cada lecho de mocárabes se superpone al anterior horizontalmente. [Palacios, 2011]

El mocárabe, ligado al quehacer del carpintero de lo blanco, es un recurso decorativo recurrente. El término mocárabe, que deriva del árabe mukarbas, describe una técnica ornamental aplicada en la arquitectura occidental de tradición hispanomusulmana. [Jazairi, 2010, pg 289].

JUEGO DE LOS MOCÁRABES



TESELAS. FORMAS BÁSICAS

Delineación de las teselas principales de los mocárabes. Dcha: Chaplón de Jairas y principios dimensionales de los mocárabes. Dibujos de Antonio Sáseta

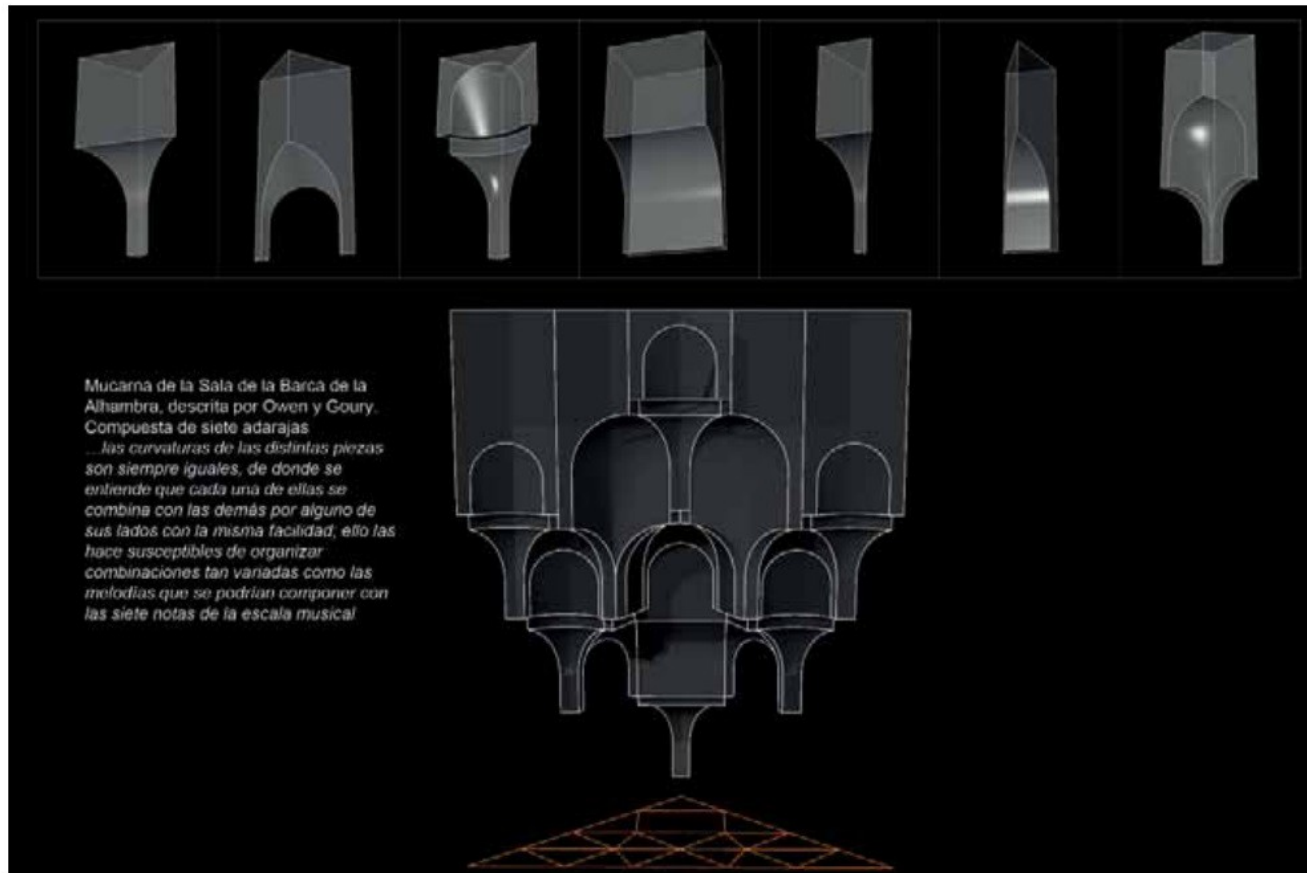
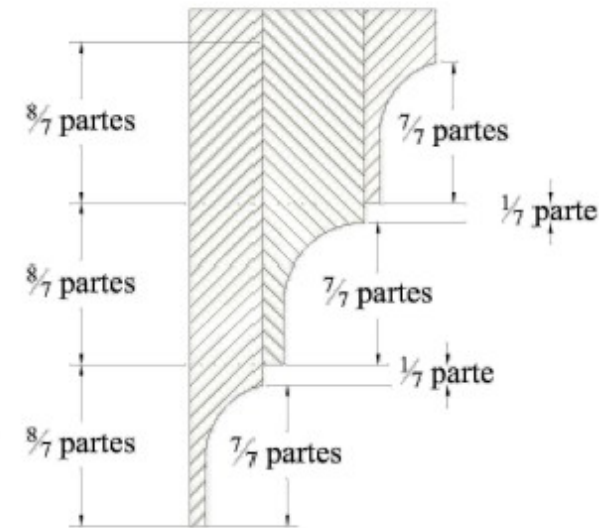
JUEGO DE LOS MOCÁRABES



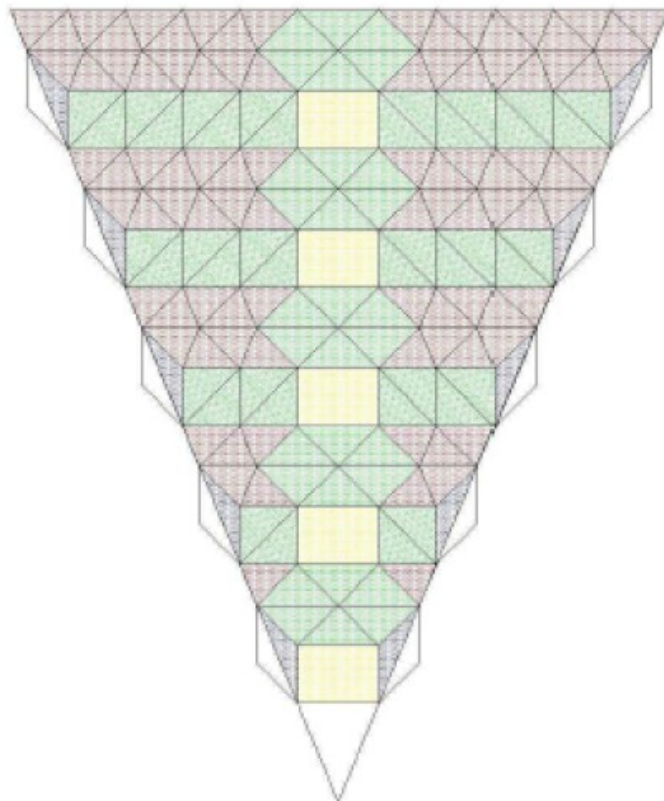
ADARAJAS

Dibujos de Antonio Sáseta sobre las tipologías de adarajas descubiertas en mocárabes. Fuente, Sáseta, 2016.

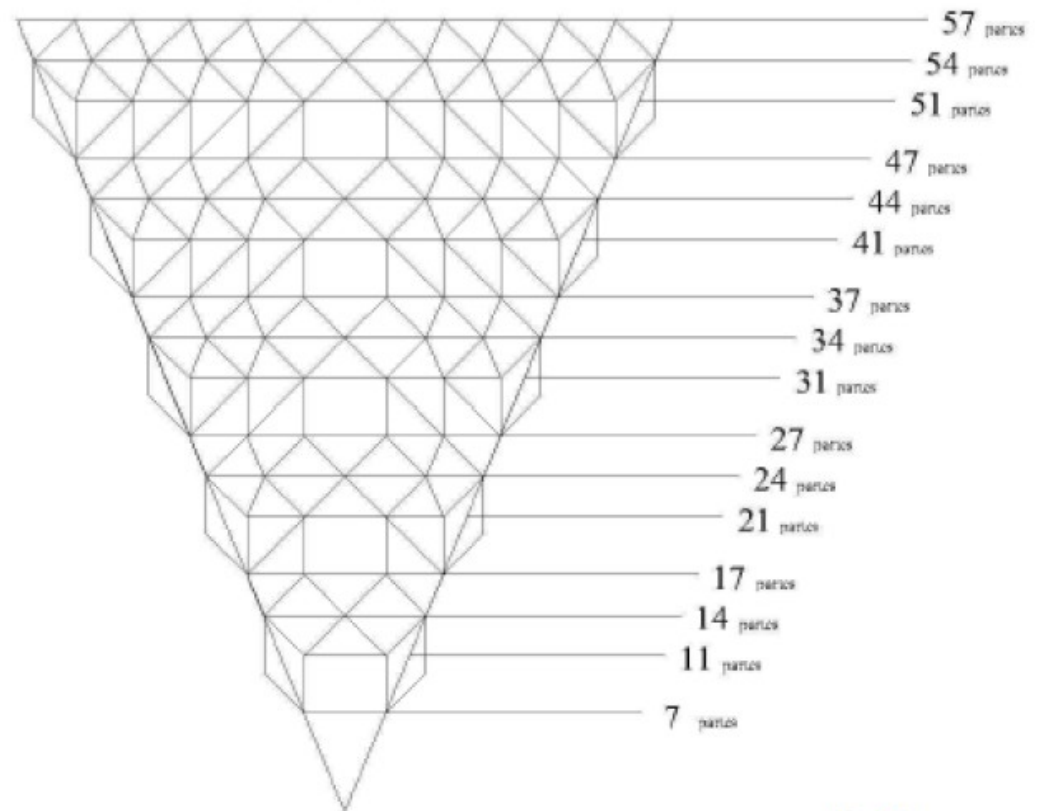
JUEGO DE LOS MOCÁRABES



JUEGO DE LOS MOCÁRABES

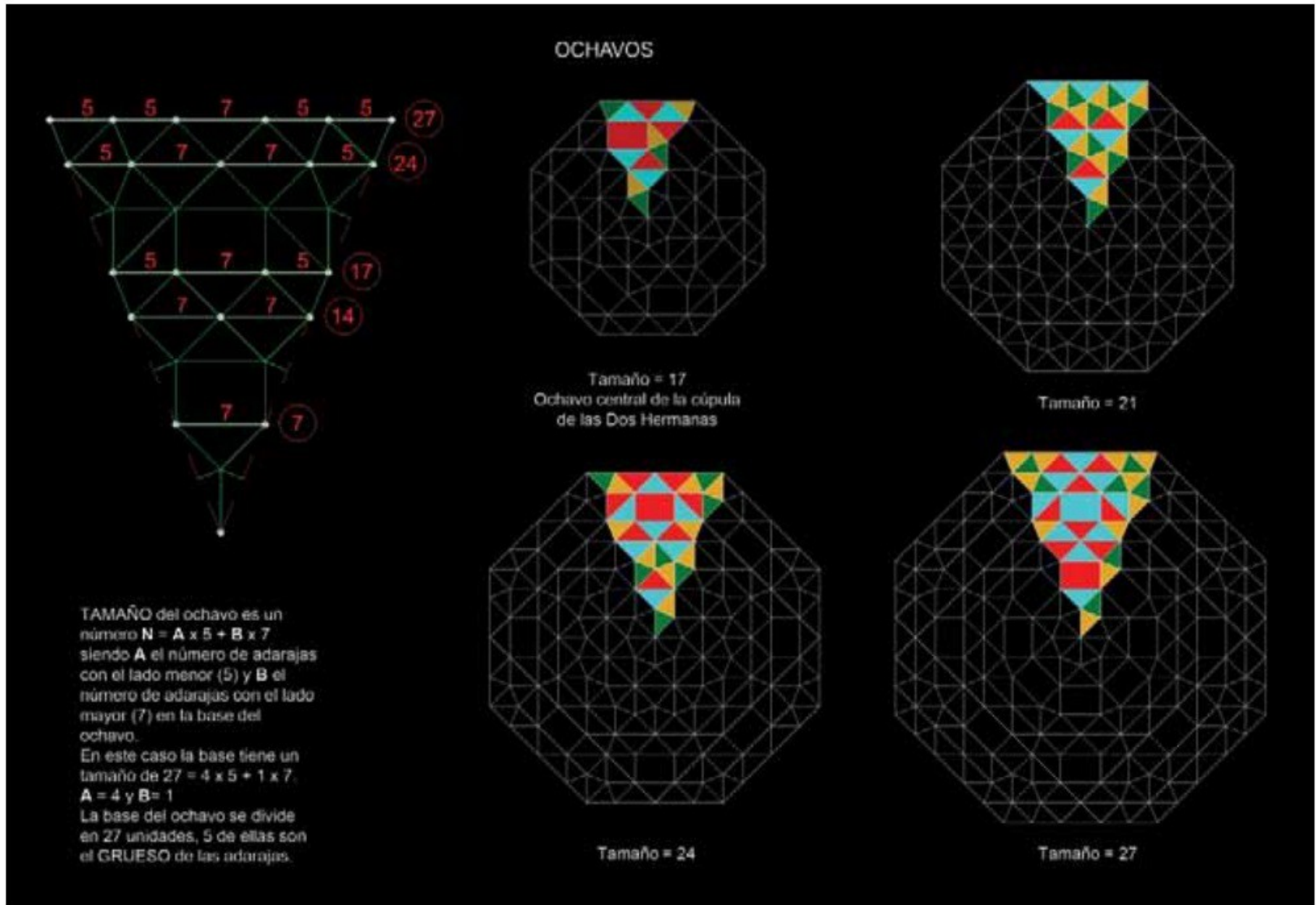


Partes en la que se puede dividir el lado del ochavo para encajar y proporcioar el mocarabe.

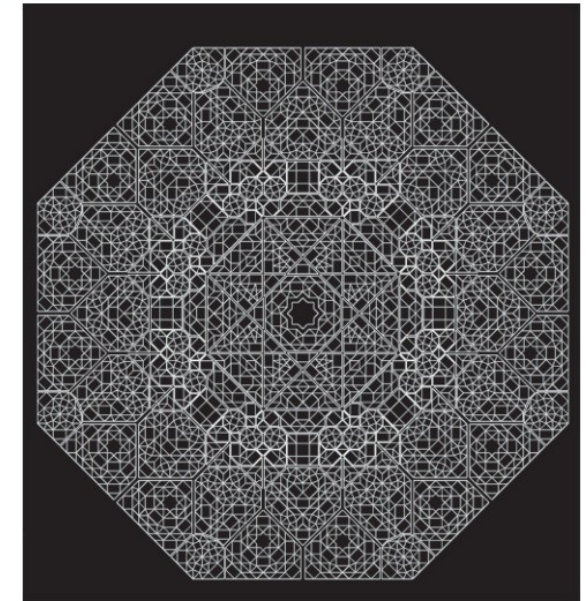
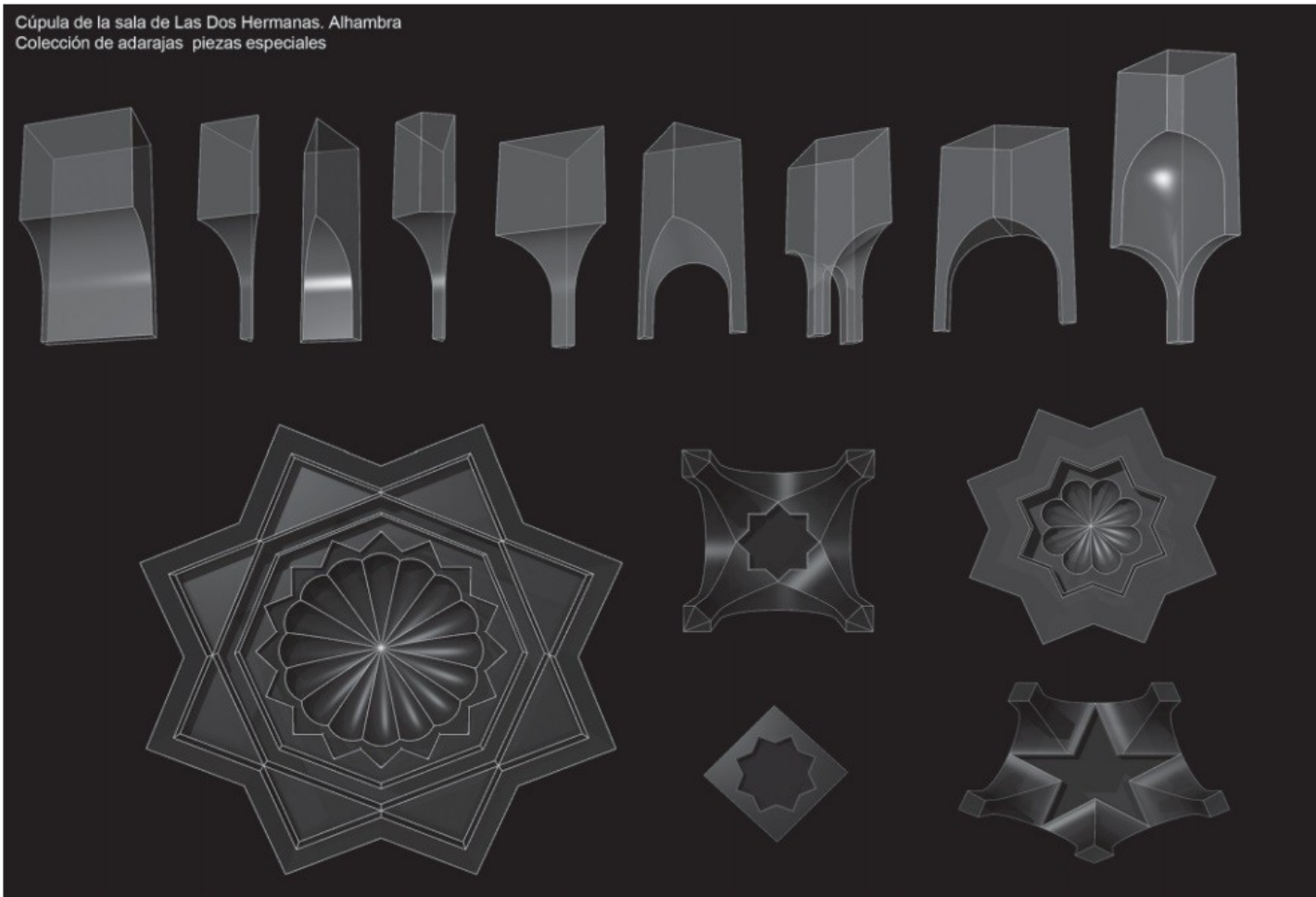


G.A.L.

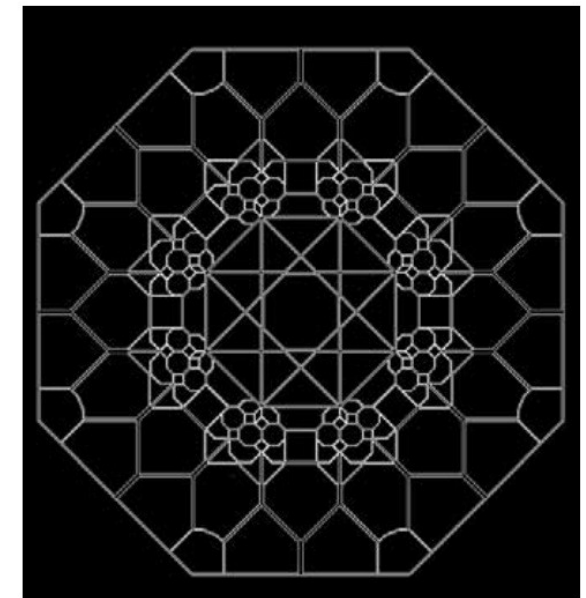
JUEGO DE LOS MOCÁRABES



JUEGO DE LOS MOCÁRABES



CÚPULA DE LA SALA DE LAS DOS HERMANAS. ALHAMBRA
PLANTA CON ADARAJAS Y MEDINAS.



CÚPULA DE LA SALA DE LAS DOS HERMANAS. ALHAMBRA
PLANTA CON SÓLO LAS MEDINAS.

BIBLIOGRAFÍA.

Aljazairi López, Gloria. 2010. *Carpintería de lo blanco, teoría, traza y reproducción: Las cubiertas de lazo del Convento de Nuestra Merced*. Tesis doctoral [dirigida por Antonio Fernández Puertas]. Universidad de Granada.

Barba, Manuel. *Mocárabes y mucarnas. Estudio comparativo*, Tesis Fin de Master, MUCTEH (director J.C. Palacios), UPM-Madrid, 2017. De Mingo, Javier. Varias entradas en el Blog. En:

<https://www.albanecar.es>

López de Arenas, Diego. 1633. *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes. Con la conclusión de la Regla de Nicolás Tartaglia y otras cosas tocantes a la Geometría y Puntas del Compás*. Sevilla.

Nuere, Enrique. 1990. *La Carpintería de Lazo. Lectura dibujada del manuscrito de fray Andrés de San Miguel*. Colegio de arquitectos de Málaga. Málaga.

Nuere, Enriqu2, 2000. *La carpintería de armar española*. Madrid: Munilla-Lería.

Nuere, Enrique. 2014. *La carpintería de los blanco a través de la imagen*. Fuente: <http://enrique.nuere.es/-blog/?p=8>

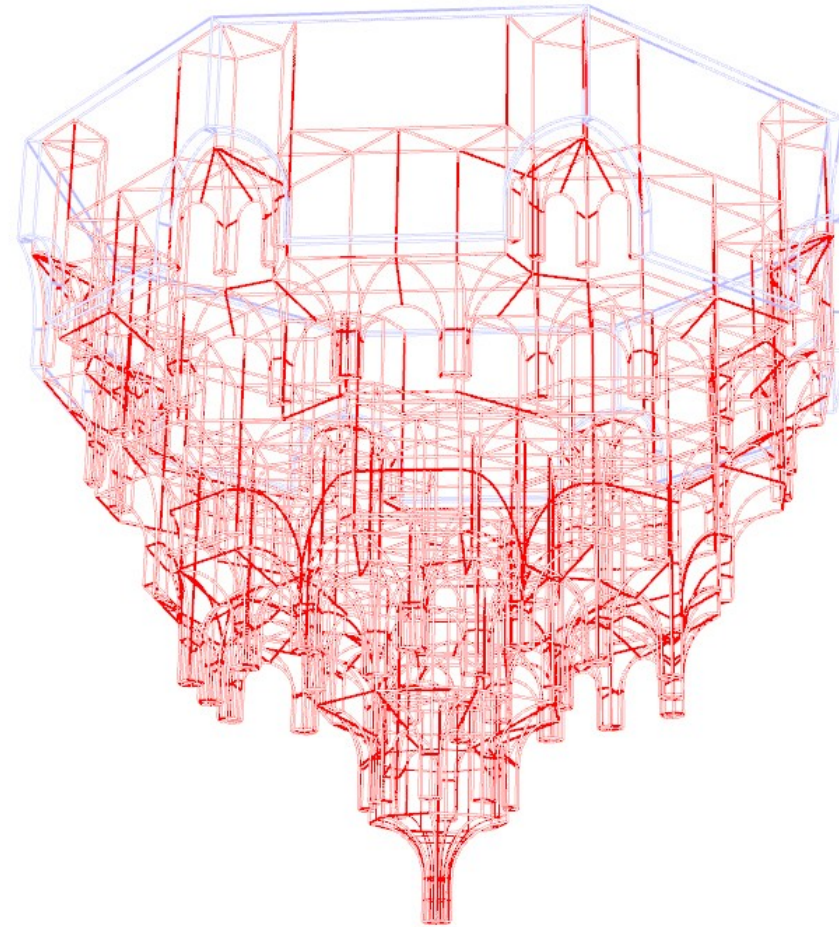
Jones, O.; Goury, J. 1842-1845. Plans, Elevations, Sections, and Details of the Alhambra, from Drawings Taken on the Spot in 1834 by Jules Goury, and in 1834 and 1837 by Owen Jones. 2 tomos. Londres.

Palacios Gonzalo, José Carlos, 2011. Las cúpulas de mocárabes, Actas Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Santiago de Compostela.

Pérez de Lama, José. 2020. *Algunas ideas sobre estructuras de mocárabes, algoritmia y fabricación digital*. 2020.

Sáseta Velázquez, Antonio, 2016. *El juego de los mocárabes*. En J. Pérez de Lama et al “Machines of Loving Grace”, pg 118-135. Universidad de Sevilla, 2016.

Reconstrucción digital de un racimo o razimo de mocárabes. Fuente: Sáseta, 2016.



HISTORIA DE LAS TEORÍAS ARQUITECTÓNICAS

La materialidad: carpintería de lo blanco y mocárabes

José Sánchez-Laulhé / jose.laulhe@urjc.es

1er Curso de Grado, curso 2025/26

Universidad Rey Juan Carlos

*

Licencia para distribución de la presentación:

Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es_ES

Derechos de las imágenes: sus autores.