

TRAZADO DE ARMADURAS DE CINCO PAÑOS SEGÚN LOS TRATADOS. INTERPRETACIÓN DEL MANUSCRITO DE RODRIGO ÁLVAREZ

FRAMES ACCORDING TO ARCHITECTURAL TREATISES: INTERPRETATION OF THE MANUSCRIPT OF RODRIGO ÁLVAREZ

Ángel L. Candelas Gutiérrez

doi: 10.4995/ega.2018.8875

La construcción de armaduras de cubierta de cinco paños se origina como evolución de armaduras de pares a fin de alcanzar la cobertura de mayores luces. En el artículo se interpreta el procedimiento que para tal construcción se incluye en el manuscrito inédito de Rodrigo Álvarez (h. 1674), resultando fundamental la consideración conjunta de circunstancias geométricas y constructivas. Se comprueba su validez para la construcción de armaduras de cinco paños que formen un polígono regular, lo que consigue Álvarez con indiferencia hacia trazados de lacería habituales en estas construcciones. Asimismo se incluyen referencias sobre la misma construcción que aparecen en los textos de Diego López de Arenas (1619 y 1633) y Fray Andrés de San Miguel (h. 1640), y que como veremos utilizan procedimientos muy diferentes.

PALABRAS CLAVE: CARPINTERÍA DE LO BLANCO. ESTRUCTURAS DE MADERA. TRATADOS DE ARQUITECTURA. TRAZADO DE LAZO

The construction of five-plane timber roof frames originated as an evolution of the simpler rafter-couple system in order to cover greater spans. In this article, an interpretation is provided of the procedure that is included in the unpublished manuscript by Rodrigo Álvarez (c. 1674) for such a construction, wherein the consideration of geometric and constructive circumstances is essential. The validity of the empirical procedure indicated by Álvarez for the construction of five-plane timber roof frames that form a regular polygon is verified, in which Álvarez remained indifferent to the interlacing patterns commonly used in these constructions. Furthermore, comparative references to the type of structure that appears in the texts by López de Arenas (1619 and 1633) and Fray Andrés de San Miguel (c. 1640) are included, which contain differing procedures.

KEYWORDS: TRADITIONAL SPANISH STRUCTURAL CARPENTRY. TIMBER FRAMES. ARCHITECTURAL TREATISES. INTERLACING PATTERNS



1. Armadura cuadrada de cinco paños en Capilla de Santiago. Monasterio de las Huelgas (Burgos), s. XIII

1. Five-plane squared timber roof frame in Santiago Chapel. Monastery of the Huelgas (Burgos). 13th century

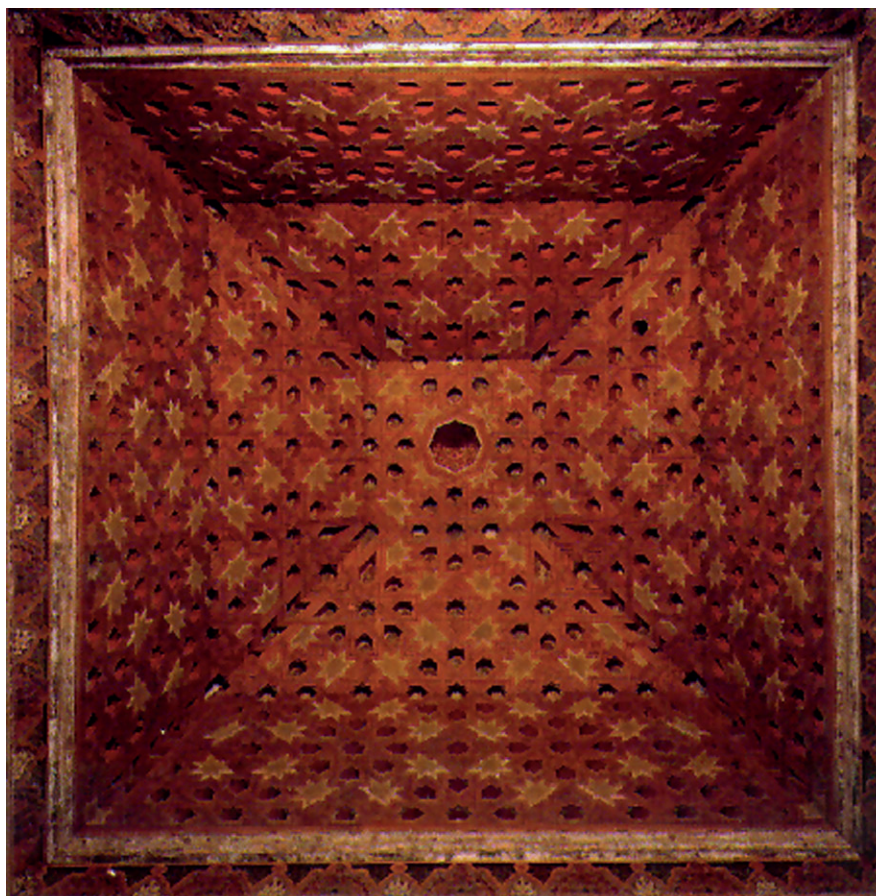
La construcción de armaduras de pares sufrió una rapidísima evolución y consiguió, aproximadamente entre los siglos XIII al XV, pasar de estructuras muy simples hasta armaduras tan complejas como la cúpula existente en el Salón de Embajadores del Alcázar de Sevilla.

Un escalón de esta evolución lo conforman las “Armaduras de cinco paños”, en las que desde el interior de la estancia se visualizan cuatro paños inclinados y uno horizontal, y su sección transversal forma por tanto un semidecágono, regular o no.

En síntesis, una armadura de cinco paños es una armadura de par y nudillo de tres paños con jабalcones. Tales armaduras debieron surgir dentro de un proceso evolutivo como consecuencia del intento de cubrir mayores luces y, a partir de ahí, se desarrollaron una serie de preceptos que consiguen además de un mejor rendimiento estructural, una nueva expresión formal posibilitando la introducción de mayor variedad en el trazado de lacería. Constructivamente, cuestión que tendrá relevancia en el presente artículo, se caracterizan por contar con dos niveles de estribos, para el paño alto y bajo respectivamente.

Este tipo de armaduras se desarrollaron en toda la geografía española, podríamos citar la armadura de la capilla de Santiago en el Monasterio de las Huelgas (Fig. 1), o en el otro extremo geográfico y temporal las armaduras de la Iglesia de San Francisco de Ayamonte (Fig. 2), o las de la iglesia del convento de Madre de Dios de Sevilla con una compleja trama de lazo de diez (Fig. 3) en la que podemos apreciar los dos niveles de estribos).

Tres autores, en el siglo XVII, nos legaron sus conocimientos relativos



1

a la carpintería de armar o carpintería de lo blanco. Diego López de Arenas (manuscritos de 1619 y 1632 y texto impreso de 1633), Fray Andrés de San Miguel, hacia 1640, manuscrito incorporado en el texto de Nuere (1990), y el manuscrito inédito de Rodrigo Álvarez (h. 1674), conservado en la Fundación Lázaro Galdeano de Madrid.

Trazado de armaduras de cinco paños según López de Arenas

López de Arenas incluye en su manuscrito de 1619 dos dibujos de armaduras de cinco paños (Figs. 4 y 5). En el libro impreso de 1633 in-

The construction of after-couple systems underwent very rapid evolution and, approximately between the 13th and 15th centuries, developed from very simple structures into such complex timber roof frames as the dome existing in the Hall of Ambassadors of the Alcázar of Seville. One step in this evolution is that of the “Five-plane timber roof frame”, in which four inclined planes and one horizontal plane are visible from the inside of the room, and whose cross-section forms a regular or non-regular semi-decagon.

A five-plane timber roof frame is essentially a three-plane rafter and collar-beam timber frame with braces. Such frames have almost definitely arisen from an evolutionary process as a consequence of the attempt to cover ever-greater spans and, from there, a series of precepts were developed which, in addition to attaining better structural performance,



also achieved a new formal expression that enabled the introduction of a greater variety in interlacing patterns. Constructively, an issue that has great relevance in the present article, these frames are characterised as having two levels of wall plates: for the high and low planes, respectively.

These types of trusses were developed throughout the Spanish territory: the frame of the chapel of Santiago in the Monastery of the *Huelgas* (Fig. 1); at the other geographic extreme, the frames of the Church of San Francisco in Ayamonte (Fig. 2); and those of the church of the convent of *Madre de Dios* in Seville, with a complex ten-point star design (Fig. 3) in which the two levels of wall plates can be appreciated.

In the 17th century, three authors bequeathed us their knowledge concerning traditional Spanish structural carpentry: Diego López de Arenas with his manuscripts of 1619 and 1632 and printed text of 1633; Fray Andrés de San Miguel (c. 1640), whose manuscript was incorporated in the text of Nuere (1990); and the unpublished manuscript of Rodrigo Álvarez (c. 1674), preserved in the Lázaro Galdeano Foundation of Madrid.

Design of five-plane timber roof frames according to López de Arenas

In his manuscript of 1619, López de Arenas includes two drawings of five-plane timber roof frames (Figs. 4 and 5). In the printed book of 1633, he includes two other drawings related to this type, (Figs. 6 and 7). The interpretation of these texts has been rigorously tackled in the works of Nuere (1985 and 2001). In none of the cases, as pointed out by Nuere (2001, p. 238), does Arenas manage to correctly describe the construction of the frame, due to erring between the true and projected magnitude of the length of the fifth plane to which he designates the same dimension. As deftly detected by Nuere (1985, p.247), the laconic “no” written by Arenas in the “*almizate*” or collar-beam plane, which appears on page 40 of his manuscript of 1619 (Fig. 5), betrays this inability.

López de Arenas had no intention of constructing a regular polygon, but

2. Armadura de cinco paños con final ochavado en Iglesia de San Francisco de Ayamonte (Huelva), s. XVI

2. Five-plane timber roof frame terminating with an octagonal frame base in the Church of San Francisco de Ayamonte (Huelva). 16th century



2

cluye otros dos dibujos relativos a este tipo, (Figs. 6 y 7). La interpretación de estos textos ha sido rigurosamente abordada en los trabajos de Nuere (1985 y 2001), a los que remito. En ninguno de los casos, como señala Nuere (2001, p. 238),

Arenas consigue describir correctamente la construcción de la armadura, al errar entre la longitud en verdadera magnitud y proyectada el quinto paño a los que da la misma dimensión. Es también significativo de su incapacidad el lacónico “no”



3. Armadura ochavada de cinco paños con lazo de diez en Iglesia del convento de Madre de Dios (Sevilla), s. XVI. Foto: Antonio del Junco

3. Five-plane octagonal timber roof frame with a ten-point star design in the Church of Madre de Dios Convent (Seville). 16th century. Photo: Antonio del Junco

que escribe Arenas en el almizate que aparece en hoja 40 de su manuscrito de 1619 (Fig. 5) como hábilmente detecta Nuere (1985, p. 247).

López de Arenas no pretende construir un polígono regular, sino que la dimensión de cada paño corresponda a la longitud de la muestra ajustada a las dimensiones del edificio a cubrir; del mismo modo la inclinación de los paños dependerá del albanécar 1 que se escoja como delimitador de la trama de lazo.

Trazado de armaduras de cinco paños según Fray Andrés de San Miguel

Fray Andrés de San Miguel describe la muestra y trazado de dos interesantes armaduras de cinco paños, ambas “cuadrada por el almizate y por abajo y ochavada por el medio”, (Fig. 8) lo que consigue introduciendo en las esquinas sendos triángulos que provocan la transición de cuadrados extremos al octógono central. Su construcción

rather that the dimension of each plane corresponded to the length of the template adjusted to the dimensions of the building to be covered; in the same way, the inclination of the panels would depend on the angle between the wall plate and the hip rafter (Nuere (1990, p. 258)), which is chosen as the delimiter of the interlacing pattern.

Design of five-plane timber roof frames according to Fray Andrés de San Miguel

Fray Andrés de San Miguel describes the template and design of two interesting five-plane timber roof frames, both “cuadrada por el almizate y por abajo y ochavada por el medio”, (Trans.: “squared by the collar-beam plane and by below, and made octagonal across the centre”, (Fig. 8) which is achieved by introducing two triangles, in the corners of the frame, that provoke the transition from the squares at the extremes to the central octagon. Its construction was conclusively studied by Nuere (1990, pp. 154-167).

Fray Andrés predetermined the bevel of each plane of the frame by using the 45° set square for the intermediate plane and the “head of eight” set square (67.5°) for the lower plane, and hence no regular polygon could be attained. Simultaneously, an interlacing pattern was introduced (Fig. 9), with equal lengths in the collar-beam plane and in the first plane, although not in the inferior plane. As Nuere (1990, p. 221) points out, “prefixing the bevels of the frame prevents him from successfully solving the interlacing patterns of each plane”. Nevertheless, Fray Andrés manages to describe the geometry of these frames correctly. In his designs, there is evidence of his mastery of geometric procedures, knowledge that would not be so common in the joiners’ guild: hence the failure of López de Arenas and also perhaps the appearance of the empirical “recipe” provided by Álvarez.

Procedure for the design of a five-plane timber roof frame according to Rodrigo Álvarez

Rodrigo Álvarez dedicates Chapter 34 of his manuscript “*Del Strivamento De la*





obra fecha en Armadura, en Arte de cinco Paños” to five-plane timber roof frames, provides a rule through which, as will be shown, a regular polygon can be formed, and includes the drawing of the cross-section of this type of framework (Fig. 10). For the sake of saving space, the full text of this chapter is omitted; the interested reader can review it in its digital edition. The wall plates are the horizontal timbers upon which the rafters of a timber roof frame rest. Álvarez begins by distinguishing between the two wall plates that have to bear these roof frames, and indicates the thickness of that of the higher plane, similar to that of the three-plane timber roof frames, and that of the lower plane, for which those “el que se acostumbra poner para soleras” (Trans.: “commonly employed for bottom plates”) would suffice.

Álvarez’s approach lies in the definition of the vertical separation between wall plates and, once these are placed he defines the inclination of the different planes, as can be observed in the following extract (written in the Spanish of the era):

...so much the lowest and First, far from the second and highest in this way. that there be the part, of the bulk of the building, Divided into seventeen equal Parts and increased one of

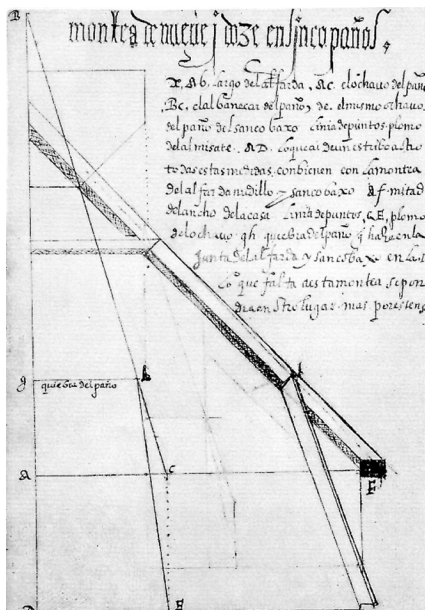
quedó definitivamente estudiada por Nuere (1990 p. 154 a 167).

Fray Andrés predetermina el cartabón de armadura de cada paño, utilizando el “cartabón cuadrado” (45°) para el paño intermedio y la “cabeza de ocho” (67,5°) para el paño inferior, con lo que ya no consigue, no es su intención, un polígono regular. Simultáneamente introduce una muestra de lazo (Fig. 9), longitudes iguales en almizate y primer paño, aunque no en paño inferior. Como señala Nuere (1990, p. 221) “prefijar los cartabones de armadura le impide resolver con acierto las trazas de lazo de cada paño”. No obstante, Fray Andrés consigue describir correctamente la geometría de estas armaduras. En sus trazados se evidencia dominio de procedimientos geométricos, conocimientos que no serían tan habituales en el gremio de los carpinteros, y de ahí el fracaso de López de Arenas y también quizá la aparición de la “receta” empírica que nos proporciona Álvarez.

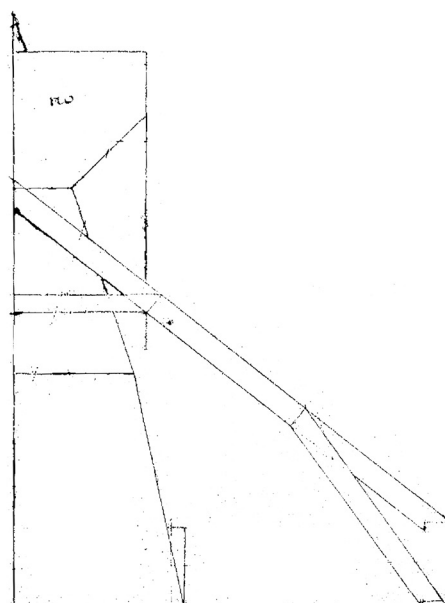
Procedimiento de trazado de una armadura de cinco paños según Rodrigo Álvarez

Rodrigo Álvarez dedica el capítulo 34 de su manuscrito “*Del Strivamento De la obra fecha en Armadura, en Arte de cinco Paños*” a las armaduras de cinco paños proporcionando una regla con la que, como veremos, se puede conformar un polígono regular, incluyendo el dibujo en sección de una armadura de este tipo. (Fig. 10). A efectos de reducción de este artículo se omite el texto de tal capítulo, el lector interesado puede revisarlo en su edición digital.

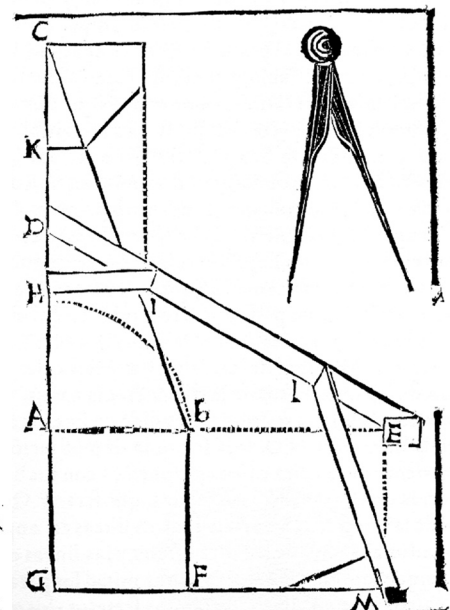
Los estribos, erróneamente denominados “*durmientes*”, son los maderos horizontales donde descansan los pares de una armadura. Comienza Álvarez diferenciando entre los dos estribos que han de llevar estas armaduras, señalando el grosor que debe tener el del paño alto –similar al de las arma-



4



5



6



4. Trazado, incorrecto, de armadura con lazo de “nueve y doce” en cinco paños. López de Arenas, 1619: h 35v.

5. Trazado inconcluso de armadura de cinco paños. López de Arenas, 1619: h 40

6. Trazado, también incorrecto, de una armadura de cinco paños. (López de Arenas, 1633: h.32)

7. Muestra para una armadura de cinco paños con lazo. (López de Arenas, 1633: h. 31v.)

4. Incorrect design of truss with an interlocking pattern of nine-point and twelve-point stars on five planes. López de Arenas, 1619: sheet 35 (reverse)

5. Inconclusive design of five-plane truss. López de Arenas, 1619: sheet 40

6. Design, also incorrect, of a five-plane truss. López de Arenas, 1633: sheet 32

7. Template for a five-plane frame with a star design. López de Arenas, 1633: sheet 31 (reverse)

duras de tres paños-, y el del paño inferior, para el que bastarían los maderos “que se acostumbra poner para soleras”.

El planteamiento de Álvarez radica en la definición de la separación vertical entre estribos y, una vez ubicados éstos, define la inclinación de los diferentes paños, como podemos ver en el siguiente extracto:

...tanta cantidad el mas vajo y Primero, Distara del segundo, y mas alto en esta manera. que se ha la comparticion, del grueso del edificio, Partida en diez y siete Partes yguales y se acrecentara la una destas por la caveza de la planta o triangulo de cinco. Y asi crecida se Pondra esta Parte Duplicada en una Bara, y aquella distan de aquellas Dos partes crecidas, se pondran desde la superficie del segundo y mas alto strivamento, Y asta la superficie del primero y mas vajo strivamento. (R. Álvarez: h. 32)

O sea, Álvarez determina la distancia entre estribos dividiendo en diecisiete partes el ancho del edificio a cubrir, y obteniendo el doble de la hipotenusa del triangulo definido por una de estas partes y el ángulo de 54° , que corresponde a la “cabeza del cartabón de cinco”. (Fig. 11)

Una vez conocida la distancia a la que ubicar los estribos la

construcción prosigue con la definición de la inclinación de los paños, siendo de 72° , “cabeza de 10” la del paño inferior y de 54° “cola de 5” la del superior. En figura 12 indicamos la construcción que puede llevarse a cabo siguiendo el texto de Álvarez.

Álvarez no indica donde posicionar el nudillo, sin embargo al haber definido la distancia entre estribos y las inclinaciones de los paños, la longitud del paño inferior, y de ahí el lado de un hipotético polígono regular, queda unívocamente definido. Con estos datos ya podemos efectuar la construcción de la armadura; basta tomar un ancho L, se-

these by the head of the plan or set square of five. And thereby increased, this Duplicate Part will be placed in a Bar, and that distance from those Two growing parts, will rise from the surface of the second and highest wall plate, And 'til the surface of the first and lowest wall plate. (R. Álvarez: sheet 32).

Álvarez herein determines the distance between the wall plates by dividing the width of the building to be covered into seventeen parts, thereby obtaining twice the hypotenuse of the triangle defined by one of these parts and the angle of 54° , which corresponds to the “head of the set square of five” (Fig. 11). Once the distance between the wall plates is ascertained, the construction proceeds with the definition of the inclination of the planes, 72° , “head of 10”, being that of the inferior plane, and of 54° , “tail of 5” that of the superior plane. Figure 12 indicates



7



the construction that can be carried out by following the text by Álvarez.

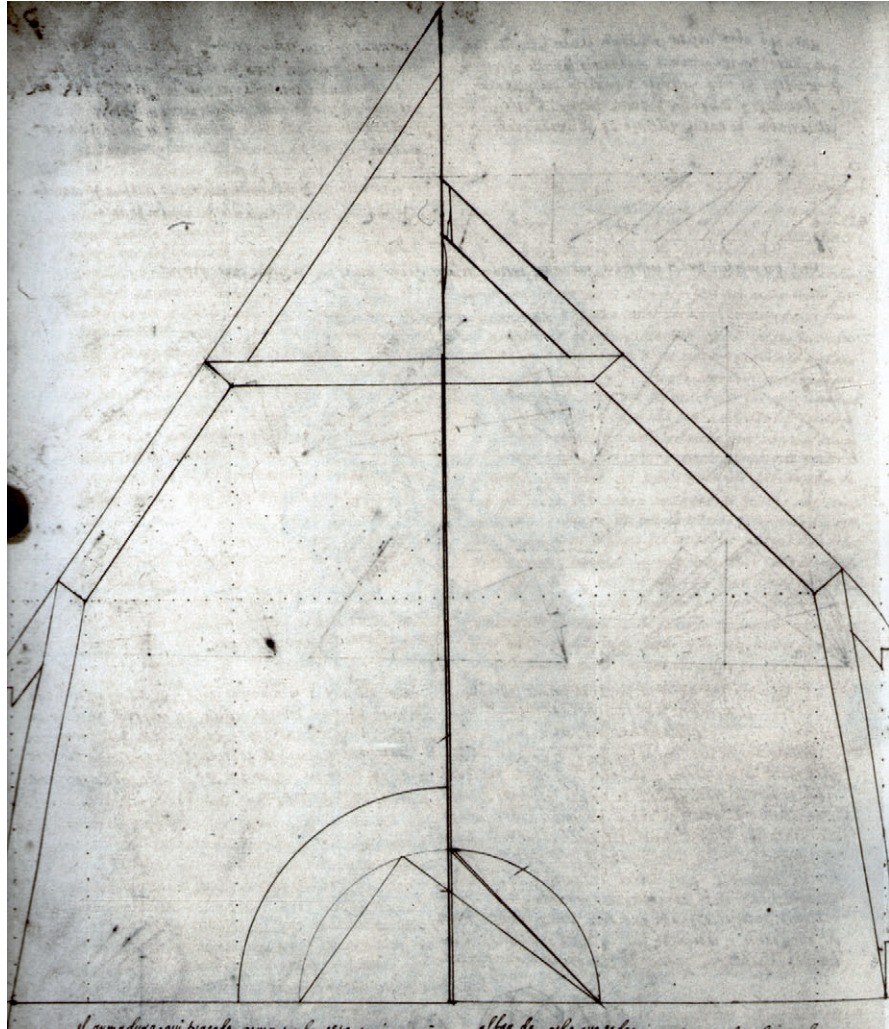
Álvarez does not indicate where to position the collar beam; however, having defined the distance between the wall plates and the inclinations of the planes, the length of the lower plane, and hence the side of a hypothetical regular polygon, remains univocally defined. With this data we can already carry out the construction of the timber roof frame: it suffices to take a width L , separate the wall plates by a distance of $2 \cdot L / (17 \cdot \cos 54^\circ) = 0.2001 L$ and place the rafters with the indicated inclinations. The result can be seen in Figure 13.

where, in an effort to generate a regular geometry, the intermediate plane is given the same length as the lower plane. As a consequence, the length of the collar-beam plane is obtained as being approximately 40% higher than that of the lower panels, with which, in principle, it would be impossible to construct a regular polygon according to the description by Álvarez. This definition by Álvarez was also analysed by Duclós (1993, p. 117), who refers to an unpublished study by A. Donaire. They compare the separation between wall plates defined by Álvarez (0.2 L) with that corresponding to the construction of a regular polygon (0.2245 L). The conclusion reached by these authors is that Álvarez seeks to achieve a regular semi-decagon and that the formula provided is imprecise, although it remains valid for construction purposes. According to Duclós

This minor difference would be translated into a minimum cant of the higher planes, totally correctable on-site.

Indeed, in a regular decagon, the vertical distance from the diametrical vertex and the straight line continued by the intermediate plane is $0.2245 L$, and corresponds to the expression: $L/2 \cdot (2 \cdot \sin 36^\circ - \tan 36^\circ)$.

As we have seen, the construction obtained (Fig. 13) remains far from resembling a regular polygon. If we had, for example, a nave width of 8.0 m, then the length of the lower panels would be of 220 cm, whereas the collar-beam plane would measure 307 cm, and on-site adjustments to solve this difference would prove unviable. However, by measuring the lengths of the planes in the drawing on sheet



8

para los estribos una distancia de $2 \cdot L / (17 \cdot \cos 54^\circ) = 0,2001 L$ y ubicar los pares con las inclinaciones señaladas. El resultado lo podemos ver en la figura 13 donde, intentando generar una geometría regular, damos al paño intermedio la misma longitud que al inferior. Como consecuencia se obtiene que la longitud del almizate es aproximadamente un 40% superior a la de los paños inferiores con lo que, en principio, no sería posible la construcción de un polígono regular según la descripción de Álvarez.

Esta definición de Álvarez también fue analizada por Duclós (1993, p. 117), quien hace referencia a un trabajo inédito de A. Donaire. Comparan la separación entre estribos definida por Álvarez (0,2 L) con la que correspondería a la construcción de un polígono regular (0,2245 L). La conclusión a la que llegan estos autores es que Álvarez pretende conseguir un semidecágono regular y que la fórmula proporcionada es imprecisa, aunque válida para construir. Según Duclós:



8. Armadura de cinco paños, cuadrada por el almizate y por abajo y ochavada por el medio.

(Fray Andrés de San Miguel, h. 74v)

9. Muestra de lazo asociada al trazado anterior.

(Fray Andrés de San Miguel, h. 75)

8. Five-plane timber roof frame, squared by the collar-beam plane and by below, and made

octagonal across the centre. Fray Andrés de San

Miguel, sheet 74 (reverse)

9. Interlacing pattern associated to the anterior

design. Fray Andrés de San Miguel, sheet 75

Esta pequeña diferencia se traduciría en un mínimo peralte de los faldones altos, totalmente corregible en obra.

Efectivamente, en un decágono regular la distancia vertical desde el vértice diametral y la recta que continúa el lado intermedio es $0,2245 L$, respondiendo a la expresión: $L/2 * (2 * \text{sen } 36 - \text{tg } 36)$.

Como hemos visto, la construcción obtenida (Fig. 13) dista mucho de asemejarse a un polígono regular. Si tuviésemos, por ejemplo, un ancho de nave de 8.0 m la longitud de paños inferiores sería de 220 cm,

mientras que el almizate tendría 307 cm, y resultaría inviable con ajustes en obra solucionar esta diferencia. Sin embargo, midiendo las longitudes de los paños en el dibujo de la hoja 32v del manuscrito (Fig. 9) se evidencia que efectivamente la intención de Álvarez es construir un semidecágono regular.

Precisamente esta gran diferencia en la longitud del nudillo, en contraste con la regularidad que dimana del dibujo de Álvarez, nos motiva a buscar una explicación al error de interpretación que se deduce de

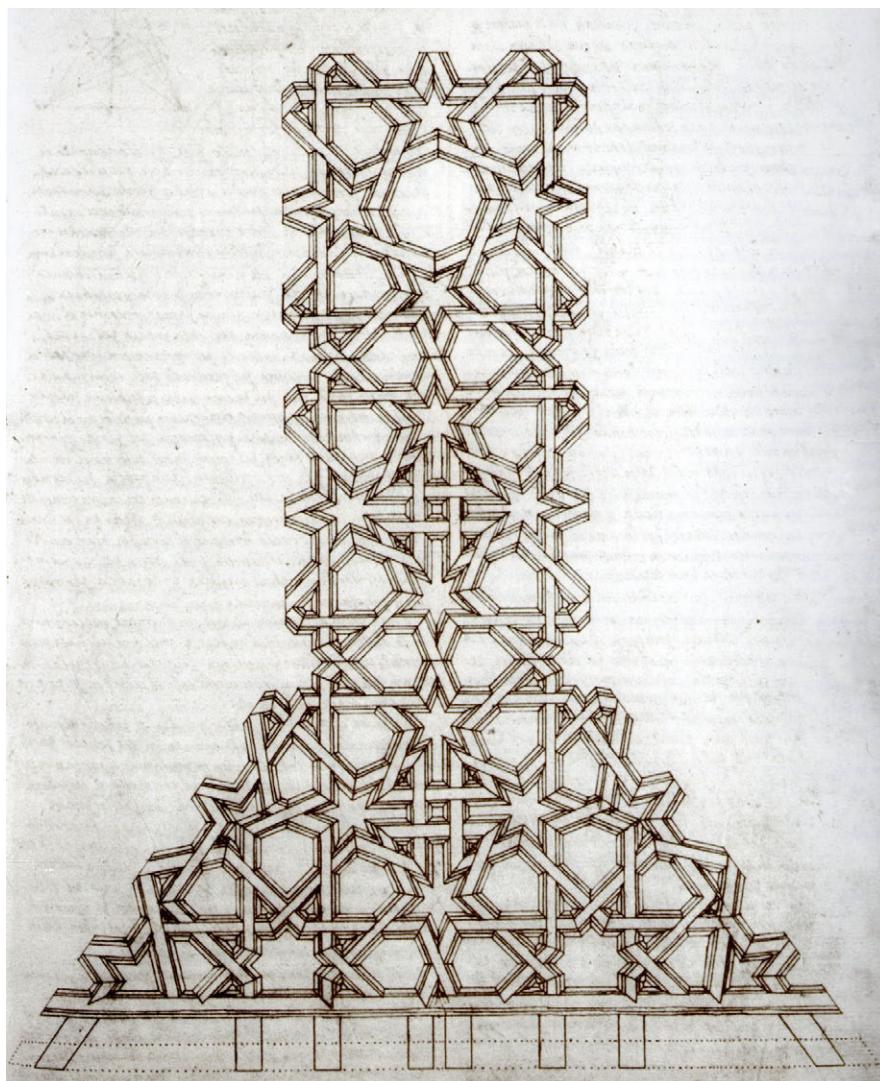
32 (reverse) of the manuscript (Fig. 9), it becomes evident that the intention of Álvarez is to construct a regular semi-decagon.

It is precisely this major difference in the length of the collar beam, in contrast to the regularity that arises from the drawing by Álvarez, which provides us with the motivation to seek an explanation to the error of interpretation that follows from our previous assumptions. In order to solve this problem, we must place ourselves in the context of Álvarez's knowledge, or, in short, in that of the traditional Spanish structural carpentry in general and, fundamentally, in what Álvarez wants to express to us, which is not an abstract geometric form, but rather the geometry of a roof frame. Consequently, our focus will now be shifted from pure geometry to the materialization of the timber roof frame by considering two constructive circumstances that Álvarez does not indicate, very probably because he considered them to be of common supposition: the cross-section of the timber; and on the highly determinant obligatory setback position from the higher wall plate to the lower wall plate.

The data that does not appear in the text by Álvarez can be obtained through the analysis of existing timber roof frames. The layout can therefore be traced by considering dimensions that were commonly used in the execution of these frames. To this end, nine metres is considered as the width of the building **1** and 13.15 cm **2** as the thickness of the rafters. It can be verified that slight variations in these magnitudes impose only a minor effect on the final result.

Figure 14 presents the timber roof frame that is obtained according to this constructive layout. It can be observed that, by following the criteria laid down by Álvarez, a timber roof frame that forms a regular semi-decagon on the lower side of the rafters is achieved. In this case, the length of the collar beam does approximately equal that predetermined by the fifth plane.

As can be observed, a regular figure is provided by Rodrigo Álvarez's "recipe", which combines a numerical-geometric determination of the distance between wall plates with the utilisation of the "five and ten" set squares, and by the consideration of the constructive circumstances of these





frames. However, Álvarez solves only one particular case of the five-plane timber roof frame, perhaps the one with the least conditions, since the equality of the planes to which he arrives prevents him from exploiting the possibilities of this geometry for the introduction of interlacing patterns based on stars of a various number of points.

Conclusions

Perhaps it is the indifference of Rodrigo Álvarez towards the interlacing patterns which leads him to lay down an absolutely empirical, but very effective, rule to attain the construction of a five-plane timber roof frame that forms a regular polygon. As we have seen with this rule, based on the use of the “five and ten” set squares; a regular polygon is achieved by means of prescribing the separation between the high and low wall plates and by considering the logical configuration of the wall plates in their setback positions, and this rule would be valid for the usual dimensions of these timber roof frames.

On the other hand, López de Arenas, who fails to complete the entire design, appears to grant greater priority to the correct interlacing pattern than that of other aspects, thereby not striving to obtain perfect regularity in the polygon.

Fray Andrés de San Miguel, who achieves the definition of complex five-plane timber roof frames, starts from the utilisation of specific set squares and simultaneously strives to create an interlacing pattern, whose incompatibility, albeit complex, remains possible, and ends up introducing certain distortions in the regular interlacing pattern in order to fit the aforementioned suppositions. The most interesting circumstance of the approach by Álvarez is that any joiner, without knowledge of geometry, and without the need to make any previous design, would have the means to effectively build a five-plane timber roof frame. The intrigue remains, however, as to how Álvarez obtained the relationship between the seventeenth part of the width of the building and the correct separation between the wall plates, which effectively enables a regular semi-decagon to be formed. ■

10. Sección de armadura de cinco paños. Hoja 32v del manuscrito de Álvarez

10. Cross-section of a five-plane timber roof frame. Sheet 32 (reverse) of the manuscript by Álvarez

nuestros trazados anteriores. Para solventarlo, debemos situarnos en el contexto de los conocimientos de Álvarez, o en definitiva de los carpinteros de lo blanco en general y, fundamentalmente, en aquello que quiere expresarnos, que no es una forma geométrica abstracta, sino la geometría de una armadura. En consecuencia, pasaremos de la pura geometría a la materialización de la armadura considerando dos circunstancias constructivas que Álvarez no indica, muy seguramente por considerarlo de común suposición, por una parte la escuadría de la madera y por otra, y muy determinante, la obligada posición retranqueada del estribo alto frente al bajo.

Los datos que no aparecen en el texto de Álvarez se pueden obtener a través del análisis de armaduras existentes. Así, efectuaremos el trazado considerando dimensiones que se utilizan habitualmente en la ejecución de estas armaduras. Para ello consideramos nueve metros como ancho del edificio **2** y 13.15 cm **3** como alto del par. Se puede comprobar que ligeras variaciones en estas magnitudes poco afectan al resultado final.

En figura 14 se presenta la armadura que se obtiene atendiendo a esta disposición constructiva. Como podemos observar se consigue, siguiendo los criterios de Álvarez, una armadura que forma por la cara inferior de los pares, un semi-decágono regular. En este caso, el nudillo sí puede tener una longitud aproximadamente igual a la predefinida por el quinto paño.

Como vemos, la “receta” de Rodrigo Álvarez, que conjuga una determinación numérico-geométrica de la distancia entre estribos con la utilización de los cartabones de cinco y diez, y considerando las circunstan-

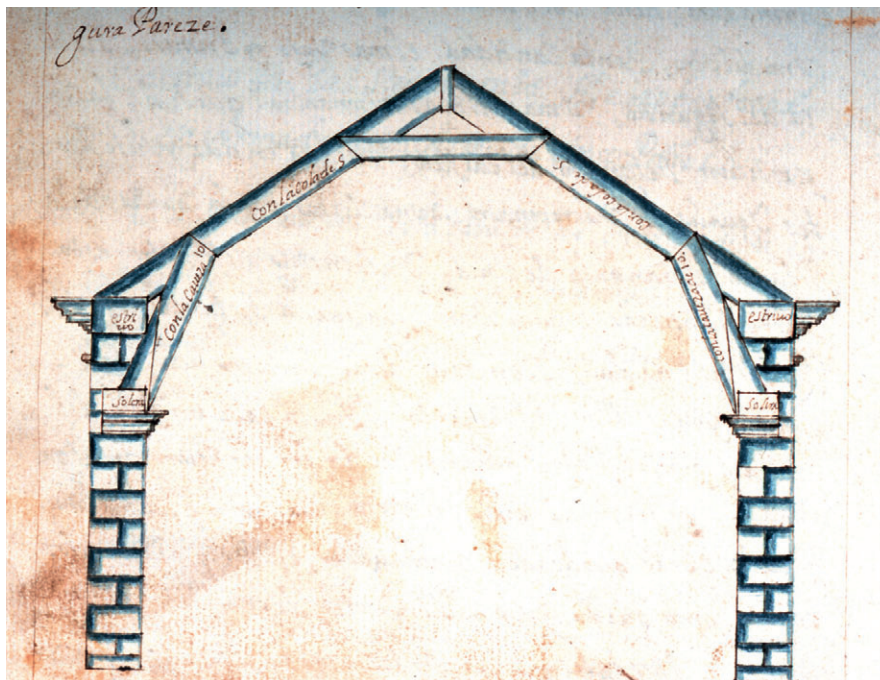
cias constructivas de estas armaduras, proporciona una figura regular. Sin embargo, Álvarez sólo resuelve un caso particular de las armaduras de cinco paños, quizá el que tiene menos condicionantes, puesto que la igualdad de los paños a la que llega le impide explotar las posibilidades de esta geometría para la introducción de lacería basada en estrellas de distinto número de puntas.

Conclusiones

Quizás sea la indiferencia de Rodrigo Álvarez hacia el trazado de lazo lo que le lleva a dar una regla absolutamente empírica, pero muy eficaz, para conseguir la construcción de una armadura de cinco paños que forme un polígono regular. Como hemos comprobado con esta regla, basada en la utilización de los cartabones de 5 y 10, predefiniendo la separación entre estribos alto y bajo y considerando la disposición constructiva lógica retranqueada de los estribos, se consigue un polígono regular y tendría validez para las dimensiones habituales de estas armaduras.

Por su parte, López de Arenas, que no consigue efectuar el trazado completo, parece basar su procedimiento en la primacía de la traza correcta de lazo sobre otros aspectos, no pretendiendo obtener tal regularidad en el polígono.

Fray Andrés de San Miguel, que alcanza la definición de complejas armaduras de cinco paños, parte de la utilización de unos cartabones concretos y simultáneamente intenta introducir una muestra de lazo, tal incompatibilidad, no imposible pero si compleja, le lleva en sus trazados a introducir ciertas distorsiones en la trama regular de lazo para ajustarse a las anteriores premisas.



10

La circunstancia más interesante del planteamiento de Álvarez es que cualquier carpintero, sin conocimientos de geometría, y sin necesitar efectuar trazado previo alguno, podría ser capaz de construir eficazmente una armadura de cinco paños. Queda como intriga de qué forma obtuvo Álvarez la relación de la diecisieteava parte del ancho del ancho del edificio con la separación correcta entre estribos que permite efectivamente conformar un semi-decágono regular. ■

Notas

- 1/ Angulo del estribo con la lima; Nuere (1990, p. 258)
- 2/ La mayoría de las armaduras de cinco paños tienen entre 8 y 11 metros de luz. Como ejemplos se pueden citar la armadura de la Iglesia de San Francisco de Ayamonte que tiene 9.45 m., y la armadura del Convento de Madre de Dios de Sevilla con 10.20 m.
- 3/ Corresponde este alto a la utilización de un grueso normalizado de 9,3 cm (novena parte de una vara), lo que da lugar, por aplicación de las reglas de López de Arenas, a $9.3/\cos 45^\circ = 13.15$ cm.

Referencias

- ÁLVAREZ, Rodrigo, 1674. *Breve compendio de la carpintería y tratado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la Iometría y puntas del compás*. Salamanca. Manuscrito nº 557 de la biblioteca de la fundación Lázaro Galdeano de Madrid. http://www.bibliotecavirtualmadrid.org/bvmadrid_publicacion/es/consulta/registro.cmd?id=3503

- DUCLÓS BAUTISTA, G., 1993. *Carpintería de lo blanco en la arquitectura religiosa de Sevilla*. Sevilla: Diputación Provincial.
- NUERE MATAUCO, E., 1985: *La carpintería de lo blanco. Lectura dibujada del primer manuscrito de López de Arenas*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- NUERE MATAUCO, E., 1990. *La carpintería de lazo: lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel*. Málaga: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental.
- LÓPEZ DE ARENAS, Diego., 1619. *Primera y segunda parte de las reglas de carpintería*. Edición facsímil e interpretación en Nuere, E., 2001. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco, y la verdadera historia de Enrique Garavato carpintero de lo blanco y maestro del oficio*. Madrid: Munillalera.
- LÓPEZ DE ARENAS, Diego, 1632. *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes,...., y otras cosas tocantes a la ieometria y puntas del compas*. Manuscrito conservado en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid.
- LÓPEZ DE ARENAS, Diego, 1982 (1633). *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes,...., y otras cosas tocantes a la ieometria y puntas del compas*. Edición facsímil de la primera edición de Sevilla de Luis Estupiñán. Valencia: Albatros.
- SEGURA de la ALCUÑA, Andrés. (Fray Andrés de San Miguel) (h. 1640): *Manuscrito sin título* conservado en la biblioteca de la Universidad de Texas-Austin. Reproducción facsímil en Nuere (1990).

Notes

- 1 / The span of the majority of five-plane timber roof frames lies between 8 and 11 metres. Examples include the roof frame of the Church of San Francisco de Ayamonte, which has a span of 9.45 m and the frame of the Convent of Madre de Dios of Sevilla with 10.20 m.
- 2 / This dimension corresponds to the utilisation of a standard thickness of 9.3 cm (ninth part of the "vara", the Spanish unit of measure similar to that of the Anglo-Saxon yard), which, by application of the rules laid down by López de Arenas, gives rise to $9.3/\cos 45^\circ = 13.15$ cm.

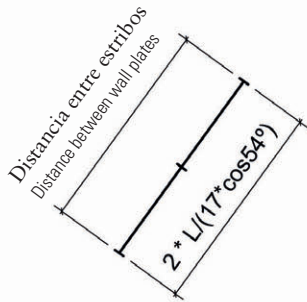
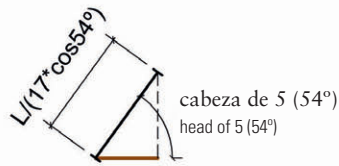
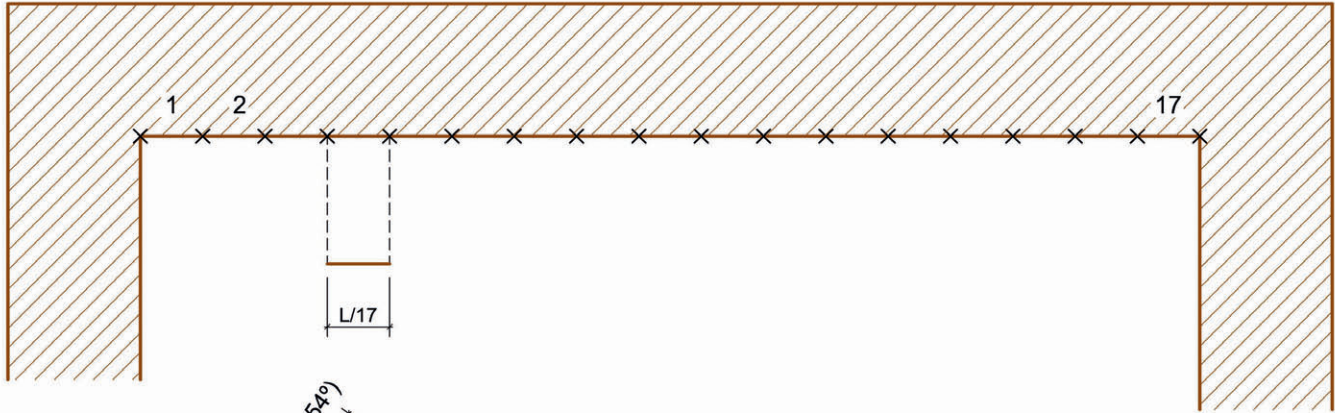
References

- ÁLVAREZ, Rodrigo, 1674. *Breve compendio de la carpintería y tratado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la lometría y puntas del compás*. Salamanca. Manuscrito nº 557 de la biblioteca de la fundación Lázaro Galdeano de Madrid. http://www.bibliotecavirtualmadrid.org/bvmadrid_publicacion/es/consulta/registro.cmd?id=3503
- DUCLÓS BAUTISTA, G., 1993. *Carpintería de lo blanco en la arquitectura religiosa de Sevilla*. Sevilla: Diputación Provincial.
- NUERE MATAUCO, E., 1985: *La carpintería de lo blanco. Lectura dibujada del primer manuscrito de López de Arenas*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- NUERE MATAUCO, E., 1990. *La carpintería de lazo: lectura dibujada del manuscrito de Fray Andrés de San Miguel*. Málaga: Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental.
- LÓPEZ DE ARENAS, Diego., 1619. *Primera y segunda parte de las reglas de carpintería*. Edición facsímil e interpretación en Nuere, E., 2001. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco, y la verdadera historia de Enrique Garavato carpintero de lo blanco y maestro del oficio*. Madrid: Munillalera.
- LÓPEZ DE ARENAS, Diego., 1632. *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes,...., y otras cosas tocantes a la ieometria y puntas del compas*. Manuscript conserved in the Real Academia de Bellas Artes de San Fernando in Madrid.
- LÓPEZ DE ARENAS, Diego., 1982 (1633). *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes,...., y otras cosas tocantes a la ieometria y puntas del compas*. Facsimile edition of the first edition in Seville of Luis Estupiñán. Valencia: Albatros.
- SEGURA de la ALCUÑA, Andrés. (Fray Andrés de San Miguel) (c. 1640): *Manuscrito sin título* conserved in the library of the University of Texas-Austin. Facsimile reproduction in Nuere (1990).



11. Interpretación de la determinación de distancia entre estribos en armadura de cinco paños, según descripción del capítulo 34 de R. Álvarez
 12. Estrictamente hasta aquí llegan las instrucciones de R. Álvarez para la definición de una armadura de cinco paños

11. Interpretation of the determination of the distance between wall plates in a five-plane timber roof frame according to the description in Chapter 34 by R. Álvarez
 12. The instructions of R. Álvarez for the definition of a five-plane timber roof frame arrive precisely to this point



“... del grueso del edificio, Partida en diez y siete partes yguales...”

“...of the width of the building, divided into 17 equal parts...”

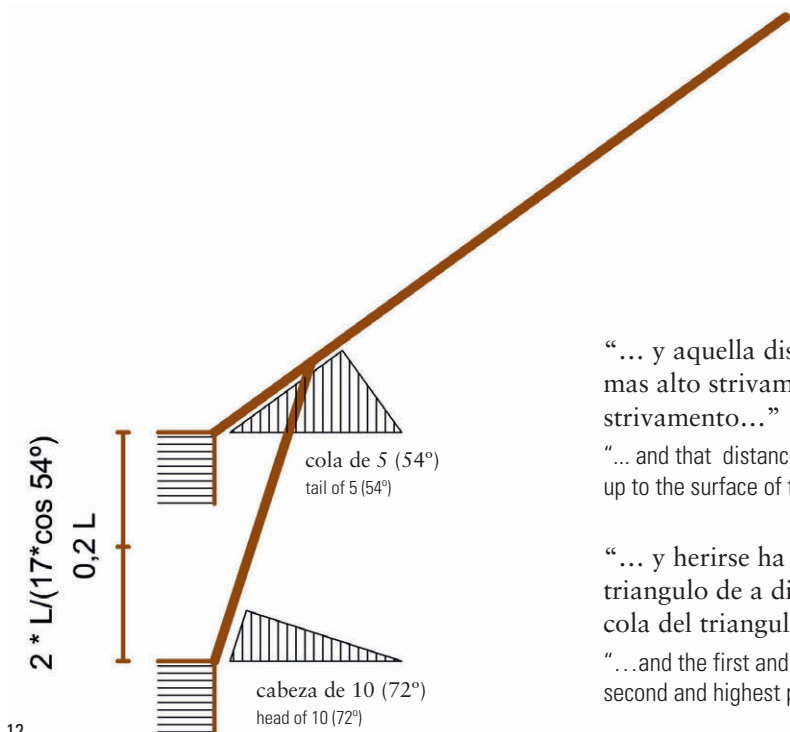
“... se acrescentara la una destas por la caveza de la planta... de cinco...”

“...increased one of these parts by the head of the plan or set square of five...”

“... y asi crecida se pondra esta parte duplicada en una Bara...”

“...and thereby increased, this duplicated part will be placed on a bar...”

11



“... y aquella distancia,..., se pondra desde la superficie del ... mas alto strivamento y asta la superficie del primero y mas vajo strivamento...”

“... and that distance,..., will be placed from the surface of the highest wall plate up to the surface of the lowest...”

“... y herirse ha la primera y mas baja zanca... con la caveza del triangulo de a diez herirse ha la segunda y mas alta zanca con la cola del triangulo de cinco...”

“...and the first and lowest plane will be inclined with the “head of 10”, and the second and highest plane will be inclined with the “tail of 5” ...”

12



13. En base a una primaria interpretación del texto de Álvarez se podrían trazar las líneas aquí representadas, que no conformarían un polígono regular

13. Based on a primary interpretation of the text of Álvarez, the lines represented here could be traced, which would fail to conform to a regular polygon

14. Construcción de una armadura de cinco paños aplicando las reglas que propone R. Álvarez, desplazando, por lógica constructiva, el estribo de paño alto con respecto al del bajo

14. Construction of a five-plane timber roof frame by applying the rules proposed by R. Álvarez, whereby, through constructive logic, the wall plate of the highest plane is displaced with respect to that of the lowest wall plate

