

LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA DE LAS ARMADURAS MUDEJARES

MARIA DOLORES AGUILAR GARCIA

La utilización de techos de madera para cubrir estancias y edificios es muy antigua y propia de lugares donde hay madera para fabricarlos: Por citar algunos ejemplos, diremos que Grecia cubría sus templos con armaduras de madera; la arquitectura romana utilizó arcos; y en las basílicas paleocristianas se emplearon armaduras de pendolón, que determinaban la pendiente del tejado. También en la Edad Media artes como el carolingio o románico conocieron la cubierta de madera.

En el ámbito musulmán, países poco lluviosos en general, el uso de terrazas, desplazó el sistema de armaduras a dos aguas, y así grandes mezquitas como las de Córdoba (1) o Cairuán (2) tuvieron cubiertas horizontales, de maderos unos junto a otros. Salvado este paréntesis, la tradición clásica volvió parcialmente y se utilizó en las mezquitas de los Cairuaníes y los Andaluces en Fez, cuyas naves del patio, del s. X, incorporaron a los maderos horizontales otros dos en ángulo obtuso, formando tijeras (3).

También en la mezquita mayor de Tremecén, del s. XII se encuentra este sistema, consistente en una serie de maderos horizontales clavados sobre los canes salientes del muro. En sus extremos encajan otros oblicuos, que son los generadores del tejado. Sobre ellos se atraviesan unos listones que ligan las tijeras y reciben las tejas curvas y de poco peso. El aspecto de esta armadura es pesado y abrumador. La solución perfecta, propia de una depuración artística de cronología difícil de fijar —sigue Gómez Moreno—, se da ya en las grandes naves de las mezquitas de los Andaluces de Fez y en la Kutubiya.

En España se encuentran ejemplos del s. XII en Sta. María la Blanca de Toledo o del s. XIII en Santiago del Arrabal. Esta solución, consistió en desligar los maderos horizontales que llamaremos tirantes, de los oblicuos, llamados pares. En primer lugar de trecho en trecho, y embutidos en el muro de la estancia a cubrir se colocaban unos nudillos (4) en los que se clavaba la solera de un pie de ancho, a fin de que asentase mejor sobre el muro, quedando saliente de él, según lo exigiera la moldura con que se adornaba. Sirviéndoles de base la solera, y embebidos en el muro, se sitúan los canes, que sirven de soporte a las tirantes, colocadas de dos en dos, y distanciadas entre sí, empotradas hasta 2/5 de su longitud para evitar que el empuje las echara fuera. Sobre las tirantes, un cerco de re-

(1) HERNANDEZ, F.: *La techumbre de la gran Mezquita de Córdoba*. «A.E.A. y A.» 1928 n.º 192. pág. 191.

(2) MARCAIS, G.: *Coupoules et plafonds de la Grande Mosquée de Kairouan*. Tunis. Paris. 1925.

(3) GÓMEZ MORENO, M.: *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería de lo Blanco, hecho por Diego López de Arenas en este año de 1618*. Instituto Valencia de D. Juan. Madrid. 1966. pág. 19.

(4) PRIETO VIVES, Antonio: *La carpintería hispano-musulmana*. «Arquitectura». Madrid. 1932. pág. 266 y ss.

cios maderos, que es el estribo, sirve de base a los pares, situados muy espesos, y en forma de tijeras. Todos estos elementos van clavados entre sí, residiendo la solidez de la armadura en la fijeza del estribo, gracias a las tirantes, contra el empuje de los pares que soportan el tejado. Para evitar que se cimbrean, a dos tercios de su altura se coloca otro madero horizontal llamado nudillo. Por último, la cabeza de los pares apoya en un madero horizontal llamado hilera y que responde al caballete del tejado. De esta forma quedaba constituida la armadura de par y nudillo.

Esta técnica constructiva empleada en España desde el s. XII, era totalmente artesanal, aprendida en el taller, y ejecutada por los maestros carpinteros que la enseñaban a sus discípulos por tradición oral.

En el s. XVII, tras varios cientos de años de utilizar métodos celosamente guardados, un carpintero afincado en Sevilla comprobó que muchos maestros olvidaban las reglas que regían «La carpintería de lo Blanco» y decidió consignarlas por escrito por primera vez en la historia de este oficio (5). El manuscrito original que sirvió de base a la primera Edición de 1633 se conserva en la Real Academia de S. Fernando, Madrid.

Don Manuel Gómez Moreno, publicó (6) un manuscrito que es una especie de borrador para el definitivo de 1633. Este manuscrito encontrado en una tocinería de Granada, está fechado en 1618, y su carácter de notas sueltas, correcciones y ser más incompleto le dan el sello de borrador para la obra definitiva de 1633. Supera en cambio a éste en el mayor número de dibujos y trazas de lazo.

El tratado, ya sea en el borrador, ya en el texto definitivo va dirigido a los artesanos conocedores del asunto, dando por sabidas muchas cosas por lo que su comprensión es lenta y dificultosa y su lenguaje en ocasiones premeditadamente oscuro.

Por esta razón pretendo poner en lenguaje llano e inteligible estas normas y recetas de taller para la construcción de las armaduras mudejares.

ARMADURAS DE PAR-HILERA

Son las más sencillas y carecen de almizate, por lo que dejan ver desde el interior de la estancia su remate o punto más alto que es la hilera.

Para cortar las diversas maderas que las componen utilizaban un sistema que es la proporción entre la anchura de la estancia a cubrir y la longitud de las alfardas. Para ello con una simple cuerda se medía la estancia y su totalidad se dividía en 12 ó 14 partes (que era lo más frecuente pero tam-

(5) LOPEZ DE ARENAS, D.: *Breve compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarife*. Impreso en Sevilla por Luis Estupiñán en la calle de las Palmas. 1633. Segunda edición con un suplemento de RODRIGUEZ DE VILLAFANE, Santiago. Sevilla. Imprenta de Manuel de la Puerta. 1727.

Tercera edición: Anotada y glosada por MARIATEGUI, Eduardo. «*El arte en España*». 1867.

Cuarta edición: SANCHEZ LEFLER, Guillermo. Madrid. 1912. Del interés de este tratado es prueba evidente las cuatro ediciones que se hicieron del mismo. Interés que pasó al otro lado del Atlántico donde Fray Andrés de S. Miguel, dominico, se ocupó de nuevo del tema. Sus obras completas se han publicado por BAEZ MACIAS. *Obras de Fray Andrés de S. Miguel*. Universidad de Méjico. Instituto de Investigaciones estéticas. 1969.

(6) *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería de lo Blanco, hecha por D. López de Arenas en este año de 1618*. Instituto Valencia de D. Juan. Madrid. 1966.

bién podía hacerse en 54, ó 36, ó 27...). Con uno de esos tamaños como radio se hace un semicírculo. (FIG. 1).

Con la medida del diámetro AB, se traza el punto G poniendo el compás sucesivamente en A y B. Después se traza el diámetro vertical o tanquil que pasará por el citado punto G. Luego se toma la medida del radio OA y se lleva desde G, y determina el punto E; uniendo BE, tendremos un triángulo OEB que es el cartabón de armadura y el triángulo ADB que es el cartabón de 5, llamado así porque su cabeza AD cabe 5 veces inscrita en la circunferencia.

Así mismo, se obtiene el cartabón de 4 uniendo FB. El triángulo FBO es el cartabón de 4 y se llama así porque cabe 4 veces su cola FB en la circunferencia. Estos cartabones y el de 4 1/2 (que como puede deducirse se puede trazar en medio de los dos) serán los más empleados para armar los techos, debido a que su inclinación es la suficiente para eliminar el agua de lluvia de nuestras latitudes templadas.

Como ejemplo tomaremos el cartabón de 5 para armar una supuesta armadura de Par-Hilera.

Con su cabeza AD se cortará la parte superior de las Alfardas también llamadas Copetes y así mismo las barbillas. Con su cola DB las patillas de la alfarda (Fig. 2). Patillas y barbillas son las partes inferiores de la Alfarda que reciben un corte determinado para encajar en el madero cuadrado que les sirve de base que es el estribo. Una vez cortadas todas las alfardas así, se les quitaba por los Copetes la mitad del grueso de la hilera a fin de compensar con este corte el grosor de la misma.

Es normal armar la armadura a calle cuerda. Esto quiere decir que las Alfardas o cuerdas representan en grosor la mitad de la calle, que es la tablazón que media entre una cuerda y otra. Si se hace así, el grosor de las alfardas será 1/12 de la estancia si se dividió en 12; 1/14 si se dividió en 14; 1/27 si en 27 etc. . .

Esto se observa con todo rigor en las armaduras que llevan lazo. Pero en las que no lo llevan, los maderos no tienen grosor conocido «sino que cada uno le da a su albedrío acomodándose con los pinos y huyendo de todo desperdicio» (7).

ARMADURA DE PAR Y NUDILLO

Son similares a las anteriores, con la diferencia de tener nudillos que son unos maderos horizontales colocados a 2/3 de la longitud de la alfarda. Próximos unos a otros y entablados con tabicacas forman el almizate o harnero, adquiriendo la armadura la característica forma de artesa.

La longitud del nudillo siempre es 1/3 del ancho de la casa. Si la dividimos en 12 partes, será equivalente a 4 tamaños.

Su grosor se determina sobre la misma Alfarda: a 2/3 de su altura se traza una línea que forme ángulo recto con el borde de la alfarda. En cada uno de los extremos de esa línea se trazan líneas pa-

(7) SANCHEZ LEFLER, G.: *Breve compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes*. Madrid, 1912, pág. 6.

rales. Lo que va de una a otra será el grueso del nudillo (8). Este trazo señalado en la alfarda se le quitará con la sierra a fin de ensamblar en esta escopladura el nudillo que lógicamente por sus extremos tendrá esta misma forma (Fig. 2).

La longitud de la alfarda será 6 veces la cola del cartabón de armadura, es decir 6 veces EB (en el caso que hemos escogido de dividir la estancia en 12). Si en 14, tendría la alfarda 7 tamaños, siempre en la proporción de 1/2 entre la anchura de la estancia y la longitud de la alfarda.

Cortados los maderos con este sistema en el taller debían armarse in situ ensamblando unos con otros y era tenido por buen carpintero quien no tenía que rectificar ningún corte en ese momento.

ARMADURA DE LIMAS

Si la armadura en lugar de tener sólo dos faldones o paños que generan la pendiente del tejado lleva 4, correspondiente a cada uno de los testeros de la habitación tendrá nuevos elementos, como son las limas, maderos que son la arista oblicua de la armadura. Su grosor será como el de las alfardas 1/12, 1/14, 1/27, según se halla dividido la casa.

Su longitud viene dada por un cartabón llamado Cos de limas, que serviría además para medir la inclinación de la lima con respecto a la horizontal. Se obtiene llevando la cabeza del cartabón de armadura EO sobre el punto F (fig. 1) formando ángulo de 90°. El triángulo AIF es el Cos de limas. Su cola AI 6 veces, 7 ó 13 y media (según hallamos dividido la estancia) será la longitud de la lima. Este cartabón AIF es el cos de limas cuadrado empleado para las armaduras cuadradas y rectangulares. (FIG. 1).

Así mismo en una armadura de limas intervienen, otros elementos constructivos llamados partorales. Son los pares que tocan el almizate; otros son las péndolas, que son los pares de los faldones que sólo tocan la lima, todos de tamaño diferente. Para medir el ángulo del partoral con la lima se utiliza otro cartabón llamado albanécar; se llamará albanécar cuadrado el empleado para armaduras cuadradas y ochavado (de forma diferente) para armaduras ochavadas. Este cartabón o albanécar cuadrado se traza llevando la cola del cartabón de cuadrado FB sobre el tanquil. El triángulo HBO es el albanécar cuadrado que mide la inclinación de la lima con el partoral. Paralelas al partoral se situarán las péndolas.

Las péndolas o partorales menores ocupan la parte oblicua (Fig. 3) del faldón y tienen también sus reglas: Sobre una alfarda, se le quita la mitad del grueso de la hilera y la mitad del grueso de la lima. De arriba a abajo se van señalando sobre su superficie colas de albanécar sucesivamente. Cada dos colas señalan una calle, y una, cada péndola o cuerda. (FIG. 4).

Las armaduras de limas pueden ser lima bordón si el madero de la lima es único; y lima-mohamar cuando la lima es doble.

(8) Esta explicación sencilla se encuentra en la edición de Sánchez Lefler, pág. 2. El Borrador publicado por Gómez Moreno dice se trace una cabeza (fol. 3) de cuadrado y dos colas de armaduras en sus extremos. Es evidente que una cabeza de cuadrado es esa línea que forma ángulo de 90° y las colas de armadura las líneas paralelas de sus extremos.

En el primer caso, las armaduras de lima bordón pueden ser pares y nones. Pares cuando en el faldón de la cabecera se sitúan partorales en un número par. El número de estos partorales lo establece con libertad el carpintero, pero una vez decidido si serán en número par o impar, deberá así mismo dividir la estancia en un número par o impar de veces respectivamente.

Si se desea poner un número par de partorales se divide la estancia p. ej. en 36. El nudillo será $1/3$ de $36 = 12$ tamaños o cuerdas. Los partorales de la cabecera serán 4, que resulta de distribuir estas doce cuerdas así: media calle –una cuerda– una calle –una cuerda– una calle –una cuerda– una calle –una cuerda– media calle. (Recuérdese que una calle equivale a 2 cuerdas y media calle es una cuerda).

En el caso de que se desee poner un número de partorales impar, (lima bordón nones), se dividirá la estancia en un número impar de veces p. ej. 27. Como en el caso anterior el nudillo equivale a $1/3$ de $27 = 9$ cuerdas que equivalen a 3 partorales con sus calles y media calle en los extremos.

Las armaduras de lima mohamar llevan limas dobles. Ambos maderos deben ir paralelos, pero al estar situados en distinto plano es difícil mantener su paralelismo. Para conseguirlo hay una especie de truco que consiste en añadir al grueso normal de la lima un suplemento llamado campaneó de limas. Con ello, la sección de una lima mohamar es un trapecio cuya base menor es igual al grueso del par y la mayor lleva además añadido «el campaneó (9) de limas» para mantener sus paralelismo.

Entre las dos limas que forman la lima mohamar va una calle recorrida por otros maderos llamados arrocobas. Su nombre significa retoño o rama de palmera que penden hacia abajo. Vienen a ser la prolongación de las péndolas de los faldones triangulares. Para su trazado se usa la cabeza del albanécar en la media calle.

Es lógico que sea así, pues el albanécar mide el ángulo del partoral con la lima. Como las péndolas van paralelas a los partorales y prolongación de éstos son las arrocobas, es evidente que el ángulo que las mide tiene que ser el mismo que rige para el partoral. (Fig. 3).

ARMADURAS OCHAVADAS

Son las que cubren estancias ochavadas. (FIG. 5).

Ante todo hay que ochavar la pieza. Un método, es dividir el ancho en 12 partes mediante una cuerda o vara. En las esquinas se señalan $3 \frac{1}{2}$ tamaños.

Uniendo estos puntos de los ángulos se obtiene un octógono regular. Estas armaduras tienen 8 paños y cada uno de ellos sus correspondientes limas y partorales. Al ser ochavada necesitará cartabones diferentes que para las rectangulares.

También para armarla usaremos el cartabón de 5.

Se construye así: (fig. 5).

–Con la mitad de un ochavo ga por radio se hace un semicírculo.

–En él se halla el cartabón de 4 y el de 5 por el procedimiento ya conocido.

–Con la cola del cuadrado IH como radio se traza un semicírculo con centro en H, que marcará el punto B. Este es un ángulo de la estancia (se observará cómo el ochavo $gH = Hj$ por ser ambos hipotenusas de un triángulo cuyos catetos son la cola del cartabón de 4).

–Se haya el Cos de limas cuadrado IHz por el procedimiento ya citado. El triángulo así construido marca la forma del faldón, simplemente prolongando la lima Hz hasta tocar el tanquil en el punto F.

–FH es la lima, aF la alfarda. Esta última se lleva a un ángulo de la estancia B y en el punto E que cruza con el tanquil tendremos la inclinación de la alfarda (se puede observar que por estar armada el cartabón de 5, la línea BE tiene la misma inclinación que HK, cola del cartabón de 5).

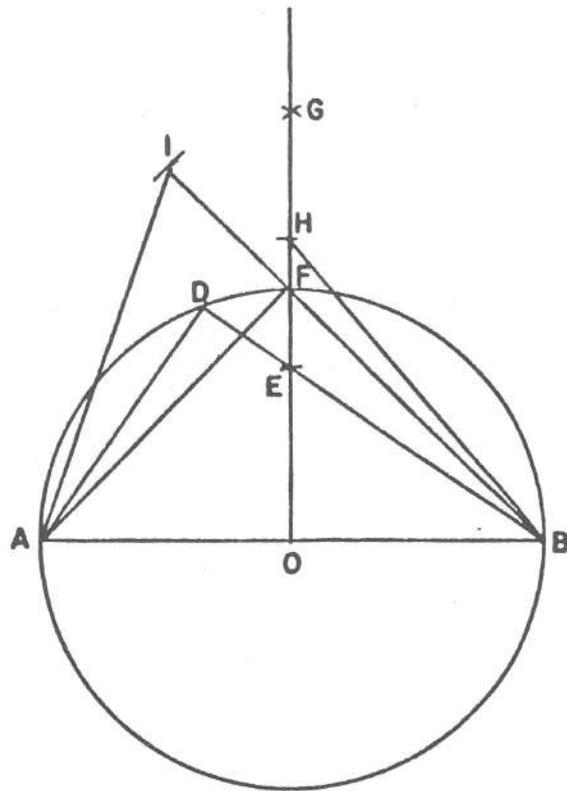
Al tener limas y partorales así mismo el faldón necesitará un albanécar ochavado. Se obtiene llevando la medida de la cola del cuadrado IH desde el punto g que determina el punto m. El triángulo I a m es el albanécar ochavado que servirá para medir la inclinación de la lima y el partoral (obsérvese que la línea FH es paralela a I m y los ángulos I y F son iguales).

Así mismo, es necesario el Cos de limas ochavado para medir la inclinación de la lima con respecto a la horizontal. Se obtendrá llevando la medida de la cola del cartabón de cuadrado desde la cabeza del cartabón de armadura hasta la base; el triángulo Nao será el Cos de limas ochavado.

El nudillo se situará como siempre a $2/3$ de la altura total de las alfardas. Su longitud será $1/3$ del ochavo. Colocados los nudillos se enlazarán con tablas formando el almizate que así mismo tendrá forma octogonal regular.

A la vista de tales procedimientos puramente artesanales, como recetas de taller, donde no se usa más que el sistema proporcional y en algún caso la vara de medir, se comprenderá por qué entre los investigadores de la rama de letras tuvieron tan escaso eco los meritorios trabajos de D. Antonio Prieto Vives. ¡Qué duda cabe que todo lo dicho tiene una razón geométrica y matemática! pero tratar de explicarlo a estudiantes e investigadores del mundo de las letras no se puede hacer por ese camino. Tenemos que llegar a la técnica de la carpintería mudéjar por el camino que los artesanos medievales, ignorantes de la trigonometría y las matemáticas, conociendo la práctica, como cuando un aspirante preparaba su examen para entrar en el gremio y convertirse en oficial: Sabía hacer una armadura incluso decorarla, pero ignoraba las razones matemáticas en que se apoyaba.

Con este espíritu he intentado acercarme un poco a este mundo todavía insondable de la carpintería mudéjar.



EOB Cartabon de Armadura de 5
 ADB " de 5
 OFB " de 4
 HOB Albanecar
 AFI Cos de Limas

FIG. 1
 CARTABON DE 5 Y SUS CARTABONES CORRESPONDIENTES

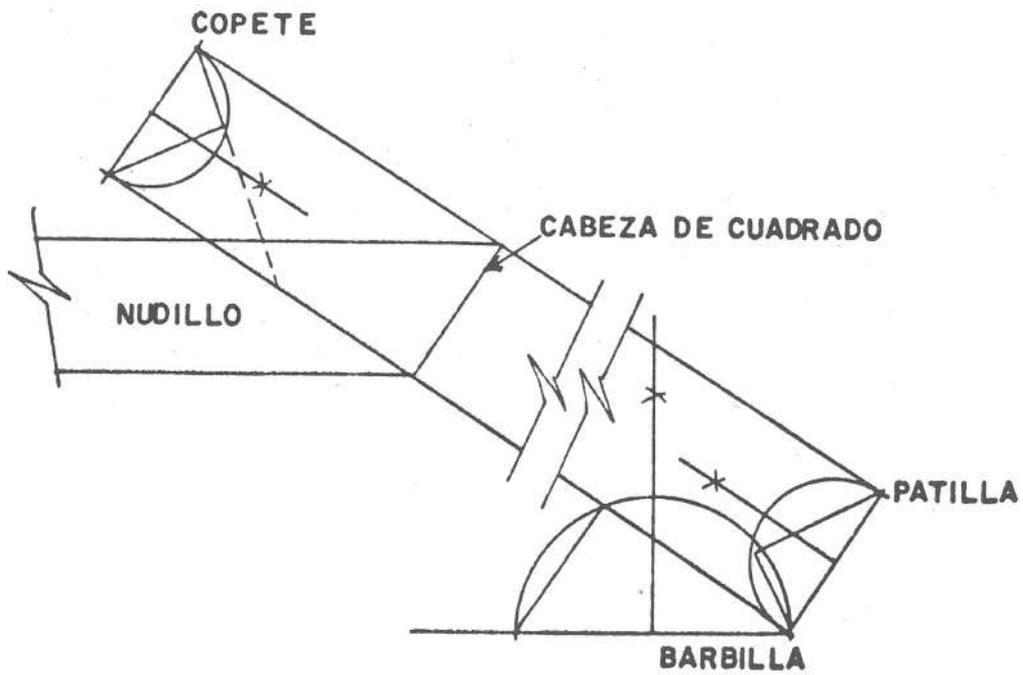


FIG. 2
CORTES DE LA ALFARDA

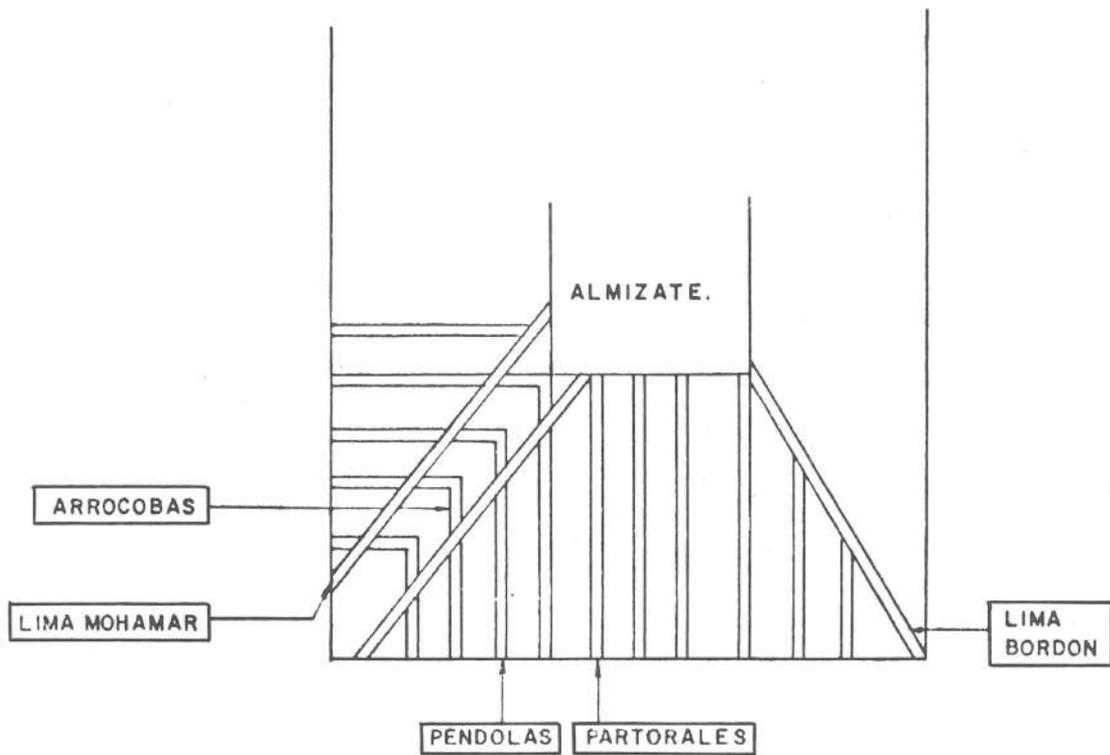


FIG. 3
PARTES DE LA ARMADURA DE LIMAS

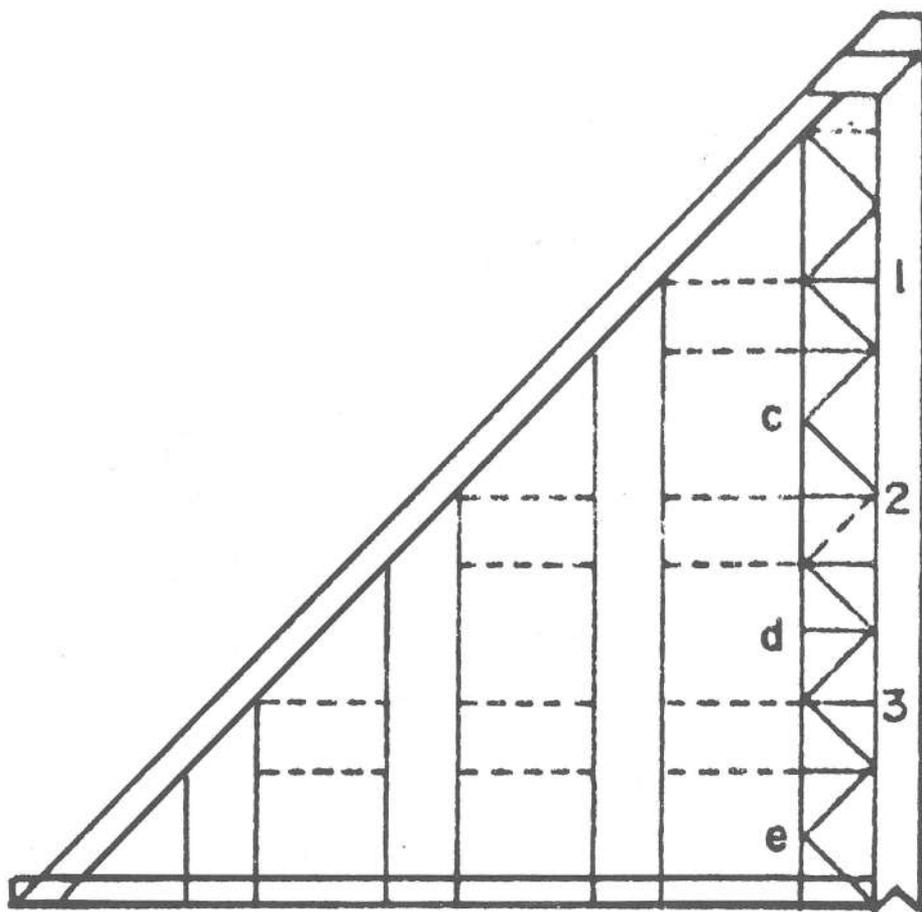
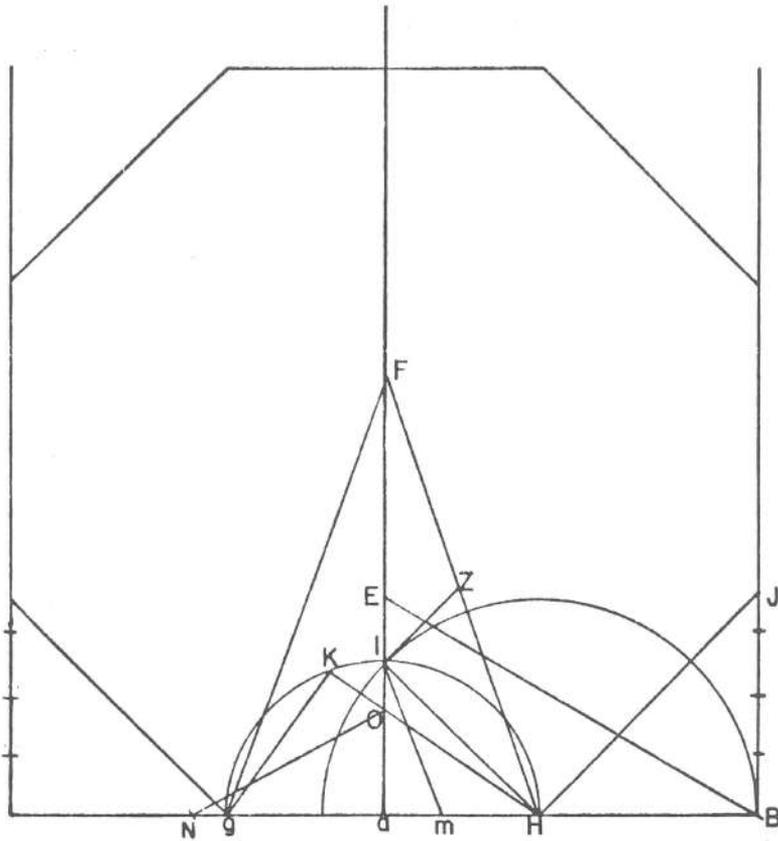


FIG. 4
CORTES DE LAS PENDOLAS



aOH Cartabon de Armadura

gKH " de 5

aIH " de 4

IHZ Cos de Limas Cuadrado

BE Alfarda

aF Alfarda

FH Lima

Iam Albanecar Ochavado

gH Ochavo

NOa Cos de Limas Ochavado

FIG. 5
ARMADURA OCHAVADA ARMADA AL CARTABON DE 5