

## CURSO DE LUTHERIA DE LA GUITARRA ESPAÑOLA.

Vaya por delante manifestar, que la guitarra es el instrumento musical más universal que conocemos actualmente. Interminables argumentos le dotan como el más popular entre todos. Iniciar de pasada, breve reseña histórica de la guitarra, difícilmente sería, por lo tanto baste con decir que se amoldó a todas las épocas, demostrando su gran capacidad de adaptación a través de los tiempos conducida por músicos creativos y por la imaginación de Luthiers y artesanos autodidactas.

Entiendo que el origen de la guitarra y sus continuas modificaciones a través de la historia es un tema de envergadura difícilmente compilable en unas pocas líneas. Por lo tanto creo oportuno iniciar este Curso de Luthería partiendo desde las concepciones del gran impulsor de la guitarra española actual Antonio de Torres.

Este genio, definió la guitarra hace 140 años, a los términos que prácticamente hoy la conocemos. Dio el perfil y volumen en el que hoy se mueven prácticamente igual la guitarra Clásica o Flamenca, fijando la distancia entre huesos a 650 Mm. Alargó los trastes al límite del diapason (traste 19). Creó el clavijero mecánico. Implantó la base de los actuales diseños de barras armónicas, casi todos utilizando el llamado abanico de siete barras.

No hace falta ser muy perspicaz para darnos cuenta que la guitarra actual tiene pocos años de consolidación en su ámbito técnico, siendo por lo tanto un instrumento actualmente en evolución. De la experiencia de Luthiers y de estudiosos del tema depende el perfeccionamiento de este gran instrumento.

Hecho este esbozo a modo de introducción, y situados en la Guitarra española de Concierto actual, paso a relacionar los diferentes apartados en los que basaré el desarrollo de este curso de Luthería.

### CAPITULO I - DESCRIPCION FUNDAMENTAL DE LA GUITARRA.

- Caja acústica o de resonancia.
- Tapa armónica.
- El puente.
- El fondo.
- Los aros.
- El mástil.
- El diapason.
- La cabeza.

## CAPITULO II – PRINCIPIOS FUNDAMENTALES ACUSTICOS EN LA GUITARRA.

- .- Conceptos generales.
- .- Frecuencias vibratorias de las notas de la guitarra.
- .- Frecuencia de resonancia.
- .- Armónicos.

## CAPITULO III - GUITARRA ESPAÑOLA (Tipología)

- .- Guitarra Clásica.
- .- Guitarra Flamenca.
- .- En función de la distancia entre huesos.

## CAPITULO IV - ASPECTOS BASICOS DIFERENCIABLES DE LA CONSTRUCCION

- .- Aspectos técnicos:
  - Acústicos.
  - Mecánicos.
- .- Aspectos estéticos:
  - Variedad de materiales.
  - Acabados.

## CAPITULO V - MADERAS UTILIZABLES PARA LA CONSTRUCCION

- .- Diferentes tipos de maderas utilizadas.
- .- Características y justificación del uso de estos tipos de maderas.
- .- Influencia de la antigüedad de las maderas.

## CAPITULO VI - SINTESIS CONSTRUCTIVA DE UNA BUENA GUITARRA.

- .- Materiales:
  - . Calidad.
  - . Interrelación.
- .- Máxima calidad de fabricación de todos sus elementos:
  - . Calidad de acabado pieza a pieza.
  - . Calidad técnica y dimensional.

## CAPITULO VII - PROCESOS DE CONSTRUCCION DE UNA GUITARRA ARTESANA.

### .- Construcción del fondo:

- 1 . Cepillado de los cantos.
- 2 . Preparación del junquillo.
- 3 . Encolado del conjunto de tablas y junquillo.
4. Calibración de la tabla.
- 5 . Trazado y corte de la silueta.
6. Preparación del tapajuntas.
- 7 . Encolado y acabado del tapajuntas.
- 8 . Barras transversales del fondo.
- 9 . Encolado de las barretas del fondo.

### .- Construcción de la tapa armónica:

- 10 . Cepillado de los cantos.
11. Calibración de las tablas.
- 12 . Encolado de las tablas.
13. Trazado y corte de la silueta.
- 14 . Ejecución del encastre para la boca.
15. Montaje del zuncho de la boca.
16. Ejecución del agujero de la boca.
- 17 . Montaje de tira transversal en zona bajo puente.
- 18 . Barras transversales de la tapa.
- 19 . Barras armónicas del abanico.
- 20 . Encolado de barras armónicas y transversales.
- 21 . Acabado de barras del abanico.

### .- Construcción del mástil en semiacabado:

- 22 . Trazado y corte del mástil.

### .- Construcción de los aros:

- 23 . Trazado, corte y preparación al curvado (remojo).
- 24 . Conformado preliminar mediante calorifugado.
- 25 . Conformación de acabado.

### .- Construcción de los junquillos interiores:

- 26 . Trazado, corte y preparación al curvado (remojo)
- 27 . Conformación de junquillos.

CAPITULO VIII - PROCESOS PARA EL ENSAMBLADO DE LA GUITARRA.

- 28.- Corte a medida de los flancos.
- 29.- Construcción del taco inferior.
- 30.-Montaje del taco inferior.
- 31.- Unión del mástil y los aros.
- 32.- Encolado de junquillos interiores para apoyo de la tapa.
- 33.- Ejecución de encastres en los junquillos, para alojamiento de las barretas transversales de la tapa.
- 34.- Montaje de la tapa.
- 35.- Encolado de junquillos interiores para apoyo del fondo.
- 36.- Construcción y montaje de los refuerzos de los aros.
- 37.- Ejecución de encastres en los junquillos, para alojamiento de las barretas transversales del fondo.
- 38.- Montaje del fondo.
- 39.- Repasado del perfil exterior de tapa y fondo.
- 40.- Ejecución de los encastres en el perfil de tapa y fondo.
- 41.- Preparación de los junquillos para encolado en perfil de tapa, fondo y parte inferior de los aros.
- 42.- Montaje de los junquillos en perfiles de tapa, fondo y parte inferior de aros.
- 43.- Construcción y montaje del tacón en parte superior del fondo.
- 44.- Comprobación planitud de cara anterior del mástil.
- 45.- Trazado del eje del mástil.
- 46.- Preparación del diapasón.
- 47.- Encolado del diapasón.
- 48.- Trazado y acabado de la cabeza.

- 49.- Acabado del mástil.
- 50.- Montaje y acabado de la tapeta en cabeza.
- 51.- Trazado y cortes del diapasón.
- 52.- Montaje de barritas metálicas del diapasón.
- 53.- Montaje y ajuste del clavijero.
- 54.- Lijado y repasado general.
- 55.- Construcción y montaje del puente.
- 56.- Barnizado. (Según el sistema utilizado, goma laca o poliuretano, el orden del proceso varía).
- 57.- Preparación de los huesos de puente y cabeza.
- 58.- Montaje final de clavijero y cuerdas.

#### CAPITULO IX – PLANOS Y FOTOGRAFIAS.

## CAPITULO I

### - DESCRIPCION FUNDAMENTAL DE LA GUITARRA ESPAÑOLA.

Podemos definir la guitarra como un instrumento musical de cuerda, formada por una caja resonante, un mástil y seis cuerdas de longitudes susceptibles de ser variadas a voluntad. En la figura nº 1, indicamos cada una de sus partes con su correspondiente nombre.

Posteriormente y en los capítulos sucesivos, desarrollaremos sus dimensiones y los procesos a seguir para su perfecta construcción y montaje.

#### **- Caja acústica o de resonancia.**

La caja de resonancia está formada por dos tapas exactamente iguales en cuanto a forma del perfil exterior y por dos piezas laterales o aros que cierran dichas tapas por su contorno, formando un volumen donde se amplifican los sonidos provocados por las cuerdas al vibrar.

#### **- Tapa armónica.**

La tapa armónica es el elemento más importante de la guitarra.

Al pulsar una cuerda, las vibraciones provocadas son recogidas por el puente y solidariamente transmitidas a la tapa armónica, la cual vibrará a la frecuencia de la nota musical emitida, moviendo el aire contenido en la caja de resonancia y haciendo posible la percepción del sonido emitido por la cuerda, amplificado.

La tapa se compone de dos mitades unidas a tope en el sentido longitudinal de la veta de la madera. Dificultades de encontrar troncos de árbol que dieran las características y dimensiones que permitieran construir la tapa en una sola pieza, obligan necesariamente a tener que fabricarla en dos piezas.

La madera más idónea para la construcción de la tapa armónica, es la llamada de pinabete (Abeto: *Picea abies*) siendo los de mejor calidad los procedentes de Siberia y los alemanes.

Como alternativa al pinabete, se utiliza el cedro canadiense, cuyas características y a criterio de cada constructor, puede igualar al pinabete alemán.

Predomina la utilización del pinabete para la construcción de la tapa armónica, debido a su muy alta relación de rigidez y densidad, índice relacionado directamente con la mayor velocidad de conducción del sonido. Experimentalmente se han obtenido velocidades del sonido de 3600m/s en el sentido longitudinal de la veta, en tapas de calidad óptima y velocidades del sonido de 800m/s en el sentido transversal de la veta.

De ello se evidencia que la veta ofrece una resistencia a la conducción del sonido y es por lo que se deben utilizar tablas cuya veta sea lo más estrecha posible y paralelas al eje de la guitarra.

#### **- El puente.**

El puente es una pieza de madera, adherida solidariamente a la tapa armónica. La misión del puente es sujetar las cuerdas y transmitir sus vibraciones a la tapa. Por pura lógica, sería deseable entonces que tapa y puente estuviesen formados por una misma pieza, pero ante la complejidad constructiva, se fabrican por separado y se unen mediante encolado.

#### **- El fondo.**

Esta pieza decíamos anteriormente que forma parte de la caja de resonancia. Su misión lógica es la de servir de techo a las ondas producidas por la tapa. A pesar de considerar

que también es un elemento vibrante, no se le atribuyen influencias acústicas en el conjunto de la guitarra. Ensayos con fondos de materiales diversos han dado lugar a considerar la elección de materiales para este elemento, como meramente estético, por lo que normalmente se utilizan materiales de la mayor belleza posibles.

Los materiales más comúnmente utilizados son el Palo santo en sus dos tipos, Palo santo de Río y Palo santo de India para las guitarras clásicas de concierto y el Ciprés para las guitarras flamencas.

Al igual que la tapa, está compuesta por dos partes y unidas entre si por un varillaje con objetivos de resistencia estructural y de rigidez.

#### .- Aros.

Los aros son los elementos laterales que hacen de cierre entre la tapa y el fondo.

Se construyen de la misma madera que el fondo y su anchura varía según el constructor y tipo de guitarra, entre 80 y 110 Mm. aproximadamente.

Los aros no son del mismo ancho a lo largo de la guitarra. Suelen ensancharse de 5 a 10 Mm. Desde la parte del mástil a la parte inferior de la guitarra.

Sobre la influencia acústica de los aros en el conjunto de la guitarra, la mayoría de constructores la consideran nula. Particularmente discrepo en este concepto tan extendido, ya que considero que los aros transmiten al conjunto de la caja resonante más o menos tensión general, que sirve para potenciar la intensidad sonora del instrumento.

En base a este principio, establezco que la elección del material para los aros, también hay que considerarla de influencias acústicas.

Un juego de aros de Palo santo de buena calidad y con un considerable nivel de tensión en el momento de montarlos, no me cabe la menor duda que imprimen a la caja de resonancia, valores acústicos positivos y muy a tener en cuenta.

Unos aros de contrachapado, moldeados por efectos de la cola caliente que une sus capas, sin capacidad de transmitir tensión, difícilmente afectarán al conjunto. Por estas razones, siempre se debe utilizar para los aros, un material con capacidad de moldeo y de características tensoras fuertes. El Palo santo reúne estas características, siendo a su vez de gran belleza natural y cumpliendo así también a dar el máximo nivel en cuanto a sus fines estéticos.

#### .- El mástil o mango.

El mástil de la guitarra, es el elemento fundamental de la estructura, siendo normalmente la parte que sirve para sujetar el instrumento.

Por principios mecánicos, dada la tensión que esta pieza soporta, el material para su fabricación a de contar sobre todo con gran capacidad de indeformabilidad y resistencia mecánica. Es interesante que dicho material cuente a su vez con el máximo de belleza natural ya que es un elemento muy visible del conjunto. Indudablemente y en este punto no existen discrepancias al respecto, el material idóneo para esta importante pieza es el Cedro rojo de Honduras.

Deseos de fortalecer aún más esta pieza, dieron lugar a introducir en su parte trasera exteriormente, una barra de refuerzo con un material mas duro como es el Ébano. En instrumentos que deban soportar grandes tensiones, se llega a introducir una varilla de Aluminio como seguridad tendente a la deformación del mástil.

.- El diapasón.

El diapasón es en el aspecto técnico de afinación del instrumento, el más importante de los componentes de la guitarra. Su importancia dimensional y de acabado, tendrá gran influencia en la calidad de afinado del instrumento y en la comodidad para la ejecución de las labores instrumentistas.

Las funciones propias de uso, obligan a que el material de esta pieza sea lo más duro posible, ya que el roce continuo de dedos y cuerdas lo someten fuertemente al desgaste.

Sin lugar a dudas, el mejor material para estas funciones aludidas es el Ébano, pues a la vez que cumple perfectamente con esas características, es de gran belleza natural. Lógicamente, para esta pieza hay que seleccionar cuidadosamente la calidad de la tabla, procurando elegir el color intenso y uniforme.

.- La cabeza.

Como su propio nombre define, es el elemento superior en el conjunto de la guitarra. Sirve de asidero para la sujeción del clavijero y de este las cuerdas. La cabeza soporta la tensión transmitida por las cuerdas, por tanto su diseño estructural debe ser pensado en este sentido. Lo lógico y deseable sería que la cabeza fuese parte de la misma pieza del mástil, pero en la mayoría de los casos y por motivos de aprovisionamientos de material, la cabeza se monta como pieza postiza, lo cual obliga a adoptar medidas de seguridad para el encolado de esta pieza, sin llegar nunca a conseguir la garantía como cuando es de una pieza. Naturalmente el material de la cabeza ha de ser el mismo que se utilice para el mástil.

Para reforzar el conjunto de la cabeza, se monta en la parte superior lo que llamamos tapeta que a la vez que sirve como refuerzo de la unión, se utiliza como elemento de decoración particular de cada constructor. El material de esta tapeta suele ser de Ébano o de Palo santo. En mis guitarras, monto también tapeta en la parte posterior de la cabeza. Razones básicamente de ornamentación me indujeron a incluir una tapeta fina de Ébano en la parte posterior de la cabeza, aportando al conjunto un motivo de belleza y elegancia.



FIGURA N° 1

## CAPITULO II -PRINCIPIOS FUNDAMENTALES ACUSTICOS EN LA GUITARRA.

Difícil es exponer los fundamentos, características y aspectos constructivos de la guitarra, sin que de alguna forma rochemos o hagamos referencia a términos acústicos. Por esta razón y creyéndolo necesario para el alumno estudioso, considero conveniente desarrollar algunos

aspectos acústicos directamente relacionados con la guitarra, a modo de lección preliminar de acústica.

El sonido es producido por la vibración de un cuerpo y transmitido a nuestro oído por un medio natural, que generalmente es el aire. La velocidad del sonido, no es igual para todos los medios en que se propaga, y así para el aire es de 340 MT/s., en los líquidos se propaga a mayor velocidad y mas aún en los sólidos.

Podemos decir que existe una relación muy directa, entre la velocidad de conducción del sonido y la densidad y rigidez del cuerpo que lo conduce. En el acero, elemento muy denso y muy rígido, se trasmite el sonido a más de 5.000 MT/s. La madera es un material bastante rígido, pero poco denso siendo las velocidades de transmisión entre valores de 1.000 a 3600 MT/s.

Cuando el cuerpo que vibra lo hace de forma regular y por tanto, sus vibraciones son uniformes y con la misma cadencia, se produce un sonido; cuando lo hace de forma irregular, con intervalos de tiempos desiguales para cada una de sus vibraciones, se produce un ruido. Ambos por tanto, nota musical y ruido tienen la misma procedencia natural en la vibración.

El sonido tiene las cualidades siguientes: intensidad, tono, timbre y tiempo o duración.

- La intensidad del sonido se mide en decibelios (db) y depende de la amplitud de vibración del cuerpo que la produce y su masa o peso correspondiente.

Como orientación práctica podemos considerar valores entre 60 a 85 db durante la ejecución instrumental de una guitarra, a distancia entre 2 a 5 MT.

- El tono es lógicamente la cualidad mas importante del sonido, y mediante el, reconocemos los sonidos graves y los agudos, independientemente de su intensidad. El tono depende exclusivamente de la frecuencia de la vibración del cuerpo que la produce.

Esta frecuencia es el número de veces que el cuerpo vibra por segundo y se mide en Hertz (Hz), siendo un Hertz una vibración por segundo. El oído humano puede detectar sonidos comprendidos entre los 20 y 20.000 Hz.

El campo de sonidos por bajo de 20 Hz se consideran infrasonidos y los superiores a 20.000 Hz ultrasonidos.

En términos relativos, se considera la gama de sonidos musicales, los producidos entre los 60 y 4.500 Hz. Recientemente, es posible se esté llegando a otros niveles de frecuencias, en las corrientes musicales que se están experimentando.

Lógicamente, cada instrumento musical tiene su propia gama de frecuencias; así, la guitarra emite entre 82,5 y 990 Hz correspondientes a la sexta cuerda al aire y a la primera cuerda en el traste nº 19, respectivamente. (Considerando como referencia la nota "la" a 440 Hz)

Los sonidos que producen los instrumentos musicales no se emiten a cualquier frecuencia, pues aún dentro de su propia gama, no sería agradable oír una sucesión de sonidos emitidos con una diferencia de frecuencia de, por ejemplo, un hertz, ya que el oído humano apenas percibiría esta diferencia tan pequeña, y solo apreciaría un sonido continuo que resultaría desagradable; así mismo, saltos de frecuencia de por ejemplo, 2.000 Hz significaría una agresión para el oído.

Las frecuencias tienen la propiedad de no sumarse ni restarse; recordemos que las intensidades de los sonidos se suman aunque de forma logarítmica, por ello se puede observar como en una orquesta es posible seleccionar la emisión de sonido de cualquier instrumento con independencia de los demás.

En acústica musical, se llama intervalo a la relación que existe entre las frecuencias de dos sonidos. El intervalo más significativo, por su importancia, es el de octava, cuya relación de frecuencias es 2. Si un sonido se emite a una frecuencia  $x$  y otro a doble frecuencia,  $2x$ , su relación es igual a 2, luego su intervalo es de octava.

La guitarra abarca una gama de frecuencias cuyo intervalo es de tres octavas y media; en efecto sabemos que su banda sonora está comprendida entre 82,5 y 990 Hz. Dividamos 990 entre 82,5 y nos da una relación de 12, que es el intervalo de 12. Si decíamos que el intervalo de octava es una relación 2, deducimos así:

Una octava.....intervalo de 2  
 Dos octavas.....intervalo de 4  
 Tres octavas.....intervalo de 8  
 Cuatro octavas.....intervalo de 16

Evidenciamos que la guitarra, con su intervalo de 12, se sitúa entre la tercera y cuarta octavas, luego su extensión es de tres octavas y media.

Cada instrumento abarca una extensión propia, como por ejemplo el piano que abarca siete octavas.

A su vez, un intervalo de octava se divide en 7 intervalos más pequeños, que forman la escala musical. Estos intervalos tienen sus nombres propios y son los de las notas musicales: do, re mi, fa, sol, la, si.

Obligatoriamente, todos los instrumentos han de emitir a las frecuencias correspondientes a estas notas, para que exista coherencia armónica entre ellos.

En la tabla siguiente se expresan las frecuencias a que se emiten las notas musicales en las distintas octavas. Las zonas remarcadas, corresponden a la extensión de frecuencias que abarca la guitarra.

	Do	re	mi	fa	Sol	la	si	do
Octava 1ª	65,41	73,42	82,41	87,31	98	110	123,47	130,81
Octava 2ª	130,81	146,84	164,82	174,62	196	220	246,94	261,62
Octava 3ª	261,62	293,68	329,64	349,24	392	440	493,88	523,24
Octava 4ª	523,24	587,36	659,28	698,48	784	880	987,76	1.046,48
Octava 5ª	1.046,56	1.174,72	1.318,56	1.396,96	1.568	1.760	1.975,52	2.092,46
Octava 6ª	2.093,12	2.349,43	2.637,12	2.793,92	3.136	3.520	3.951,04	4.185,92

Los siete intervalos de la escala musical, no son todos iguales, sino de dos clases, unos llamados de tono y otros de semitono.

do re mi fa sol la si do  
 \_tono tono semit. tono tono tono semit.

Esta escala musical, debida a Zarlin, es muy limitada para las exigencias de la composición musical; por ello, Bach inventó otra escala mucho mas completa y que cumple con todas las exigencias de la composición.

Esta escala de Bach se llama cromática temperada y se divide en doce intervalos iguales a un semitono.

do ≠ do re ≠ re mi fa ≠ fa sol ≠ sol la ≠ la si do

Esta escala es la actualmente utilizada para la emisión de todos los sonidos musicales y los instrumentos emiten las frecuencias correspondientes a cada una de estas notas.

Para adoptar referencias estándar, se adoptó el acuerdo internacional de Viena en el año 1955, asignándose la frecuencia de 440 Hz a la nota “la”, siendo por tanto esta nota la utilizada como patrón para afinado de todos los instrumentos.

La guitarra se afina en una octava mas baja de lo que sería natural, ya que el “la” natural de 440 Hz está situado en la primera cuerda pisada en el quinto traste, en lugar de hacerlo en el “la” central de su escala que sería en la tercera cuerda pisada en el segundo traste. Limitaciones técnicas de tensado de las cuerdas así lo imponen.

Siendo, los intervalos de frecuencias de un semitono iguales y existiendo una relación entre los extremos de una octava de 2, podemos decir:

la 440 Hz  
 ≠ la  $440 K$  (constante de proporcionalidad)  
 si  $(440 K) K = 440 K^2$   
 do  $(440 K^2) K = 440 K^3$   
 ≠ do  $(440 K^3) K = 440 K^4$   
 re  $(440 K^4) K = 440 K^5$   
 ≠ re  $(440 K^5) K = 440 K^6$   
 mi  $(440 K^6) K = 440 K^7$   
 fa  $(440 K^7) K = 440 K^8$   
 ≠ fa  $(440 K^8) K = 440 K^9$   
 sol  $(440 K^9) K = 440 K^{10}$   
 ≠ sol  $(440 K^{10}) K = 440 K^{11}$   
 la  $(440 K^{11}) K = 440 K^{12} = 880 \text{ Hz}$

Por lo tanto,  $880 = 440 K^{12}$  ; despejando el valor de K obtendremos :  $K^{12} = 880 / 440 = 2$

$$K = \sqrt[12]{2} = 1,05946309$$

Conociendo ya el factor de proporcionalidad K, entre los doce intervalos iguales o semitonos, podemos relacionar la escala completa con sus frecuencias respectivas:

la	≠ la	si	do	≠ do	re	≠ re	mi	fa	≠ fa	sol	≠ sol	la
440	466	494	523	554	587	622	659	698	739	784	830	880 Hz

Este factor de proporcionalidad de frecuencias, es el mismo que se utiliza para el cálculo de distancias entre trastes del diapason que veremos mas adelante.

Llegado este momento, creo interesante incorporar otra cuestión igualmente importante en el tema que nos ocupa. Me refiero al concepto de “frecuencia de resonancia”

Supongamos una lengüeta metálica bastante larga respecto a su sección empotrada fuertemente por uno de sus extremos, y el otro extremo libre para que pueda vibrar la lengüeta. Mediante un excitador de cualquier tipo, empezando desde cero para ir incrementando paulatinamente la frecuencia, las amplitudes que irá adquiriendo el extremo libre de la lengüeta no son proporcionales a las respectivas frecuencias sino que seguirán una ley representada con el gráfico del dibujo. Al inicio de la excitación de la lengüeta, apenas si se desplaza el extremo libre; conforme va aumentando la frecuencia, crece la elongación del extremo libre de la lengüeta, hasta llegar a determinada frecuencia, para la cual la amplitud de la vibración es extremadamente grande: si se sigue aumentando la frecuencia, la amplitud decrece hasta alcanzar de nuevo valores mínimos. La frecuencia

para la cual la lengüeta alcanza la máxima amplitud se denomina “frecuencia de resonancia” o también frecuencia propia. Este fenómeno ocurre en todos los cuerpos y es de capital importancia para el estudio de la guitarra.

La frecuencia propia de un cuerpo está en función de su rigidez y de su masa. Si la lengüeta del ejemplo, en lugar de forzarla a vibrar a una frecuencia impuesta, se la hubiese deformado elásticamente para que vibrara libremente, lo hubiese hecho a su frecuencia de resonancia.

El objetivo mas importante que se persigue al construir una guitarra es, precisamente, hacer entrar en resonancia la tapa armónica o sea conseguir al máximo posible que la tapa vibre con la mayor amplitud .

Ahora bien, lo deseable sería que la frecuencia de resonancia de la tapa estuviese centrada en la gama de frecuencias que abarca la guitarra; o sea entre 82,5 Hz y 990 Hz. con lo que conseguiríamos que esa tapa fuese sensible en mayor grado a todas las notas que la guitarra puede emitir.

Llevando este deseo a niveles teóricos, diremos que la guitarra óptima sería la que su tapa tuviese una frecuencia de resonancia de 440 Hz o sea que su amplitud máxima propia estuviese en la nota “la”.

Si nos dejamos llevar por la imaginación, podíamos pensar en una guitarra que las condiciones de su tapa fueran variables y su frecuencia de resonancia se adaptara a cualquier nota emitida, pero creo que hasta hoy eso solo sería posible con la incorporación de un amplificador de vibraciones automático. (Corramos un tupido velo).

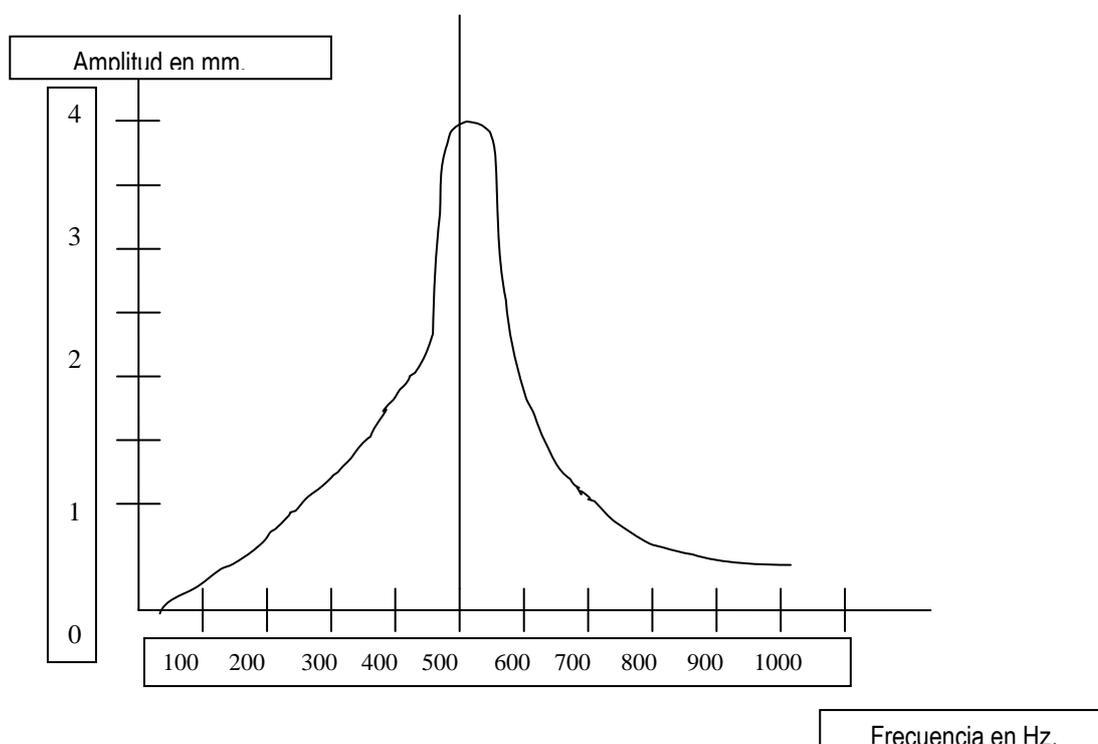


FIG. 2 Frecuencia de resonancia

Estudio de los armónicos.- Dentro del campo de las frecuencias en las notas musicales, es de vital importancia en el caso de la guitarra, el estudio de los armónicos. La cantidad y calidad de los armónicos en una guitarra, va pareja con la calidad del instrumento. Por este motivo creo oportuno hacer un básico planteamiento de su conformación acústica en la guitarra.

De forma natural todos conocemos, que cuando se somete a una deformación elástica una cuerda tensa y sujeta por sus extremos, al cesar la fuerza que impone tal deformación, la cuerda vibra con una frecuencia principal y simultáneamente con otras muchas frecuencias, denominadas armónicos, que siempre son múltiplos de la frecuencia principal, por lo que sus relaciones son números enteros.

Recordemos que la fórmula que rige las vibraciones de las cuerdas es

$$F = \frac{Q}{2L} \sqrt{\frac{T}{ds}}$$

En la cual :

- F = Frecuencia de vibración de la cuerda en Hertz ;
- Q = Coeficiente, según el material de la cuerda vibrante;
- L = Longitud de la cuerda entre los puntos de apoyo;
- T = Tensión de la cuerda;
- d = Densidad del material de la cuerda;
- s = sección de la cuerda.

Si en la fórmula anterior sustituimos la longitud L por

$$\frac{L}{2}, \frac{L}{3}, \frac{L}{4}, \frac{L}{5}, \dots, \frac{L}{n}$$

Las frecuencias restantes al desarrollar la fórmula serían 2F, 3F, 4F, 5F, ..., nF, respectivamente y corresponderían a los armónicos primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, ...n.

En la figura anterior se ilustra la forma de vibración de las cuerdas. Se han representado las vibraciones correspondientes a los cuatro primeros armónicos de forma independiente para mayor claridad pero, de hecho, estas diferentes maneras de vibrar se producen en la cuerda simultáneamente, por lo que la representación real hubiera sido la superposición real de los cuatro dibujos.

Admitido esto, estableceremos una tabla para encontrar en ella los nodos o puntos por donde la cuerda tiene amplitudes 0, que serán también puntos por donde la cuerda quedará dividida en dos, tres, cuatro, etc. Número de partes. La primera columna de esta tabla indica la relación entre la longitud de la cuerda (650 Mm. para una guitarra normal) y las distancias a los trastes; la segunda columna, la nota musical que se produce en cada uno de los trastes; la tercera columna, la frecuencia en Hertz, a que vibra la cuerda pisada en el correspondiente traste; la cuarta columna, el número del traste; y la quinta columna, las distancias desde el apoyo superior de la cuerda o hueso a cada uno de los trastes. Nos hemos referido a los datos de la primera cuerda, pero igualmente hubiéramos obtenido con cualquier otra de las cuerdas.

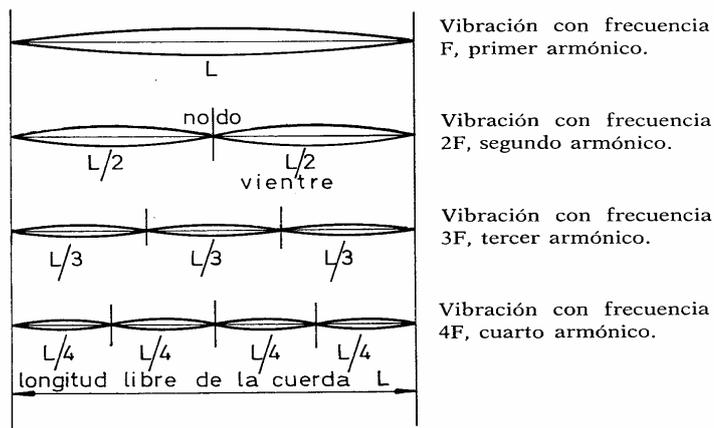


Fig. 3 Representación de la vibración de una cuerda.

De la observación de la tabla siguiente, deducimos inmediatamente que son muy pocos los trastes que dividen a la cuerda en un número de partes iguales, partes que corresponden a números enteros. En efecto en el traste 12, que se encuentra a 325 Mm. del apoyo superior, tenemos una relación de  $650 / 325 = 2$ , y esto significa que la cuerda pisada en el traste 12 vibrará a doble frecuencia que al aire y, por lo tanto, esta vibración corresponderá al segundo armónico. No obstante, cuando no pisemos la cuerda en este traste y la excitemos para vibrar al aire a 330 Hz, también lo hará con la frecuencia del segundo armónico, que será de 660 Hz., que como sabemos tiene un intervalo de octava respecto a la vibración de 330 Hz, y aunque no sea muy perceptible al oído, en estas condiciones estaremos oyendo dos notas mi, una de 330 Hz y otra de 660 Hz simultáneamente.

El traste 7 está a idéntica distancia del apoyo superior que el traste 19 del apoyo o hueso inferior, por lo que ambos trastes dividen a la cuerda en tres partes iguales,  $650 / 216 = 3$ , y en estos dos trastes se encontrará el tercer armónico, que será una vibración de 988 Hz, correspondiente a la nota musical si. Además de las dos notas mi estudiadas anteriormente, también se estará emitiendo esta nota si de modo simultáneo.

Por último, en el traste 5, situado a 163 Mm. del apoyo superior, hallamos la relación  $650/163 = 4$ , por lo cual la cuerda queda dividida en cuatro partes y su frecuencia será cuatro veces mayor que la principal, y así, en este traste, tendremos el cuarto armónico, que emitirá aunque no lo percibamos, la nota mi de 1320 Hz, o sea, dos octavas mas alta que el mi de la cuerda al aire.

No hay otro traste en que la cuerda se divida en un número entero de partes ; sin embargo, la cuerda vibrará, además de con las frecuencias antedichas, con las correspondientes a los armónicos quinto, sexto, séptimo, etc. De ser cierto todo lo anteriormente expuesto, cabría preguntar: ¿Por qué se oye sólo una nota si se están emitiendo mucha a la vez ? La contestación correcta sería, porque la nota que se oye es la que se emite con mayor intensidad de sonido, y cada armónico tiene su intensidad propia, que en general decrece en función directa del lugar que ocupa.

Estas intensidades de sonido que corresponden a cada armónico se llaman "rango en decibelios" de los respectivos armónicos. De este rango depende el timbre del sonido que se escucha y por ello podemos distinguir perfectamente una nota emitida por una guitarra, de la misma nota emitida por otro instrumento cualquiera, de la misma manera que distinguimos a las personas por su voz, aún sin estar en nuestra presencia.

Si mediante cualquier sistema, somos capaces de modificar el rango en decibelios de todos los armónicos que emite simultáneamente una cuerda vibrante, cambiaremos evidentemente

el timbre, y este es el verdadero objeto de realizar los llamados armónicos en la guitarra, que producen un efecto de sin par belleza.

Sabido ya que el objeto de la ejecución de los armónicos es cambiar el timbre de la nota musical que se desee emitir y que sólo se podrán emitir en los trastes 5, 7, 12 y 19, daremos la norma general para producir estos bellos efectos. Se coloca el dedo correspondiente de la mano izquierda encima de la barrita metálica del traste en cuestión justo rozando la cuerda pero sin hacer presión, en estas condiciones se pulsa la cuerda con el respectivo dedo de la mano derecha e inmediatamente se retiran los dos dedos.

	Relación 650/d	Nota musical	Frecuencia en Hz.	Traste nº	Distancia desde apoyo super. de cuerda a los trastes.
Primer armónico	1	mi	330	0	0
	17,82	fa	349	1	36,48
	9,17	≠ fa	370	2	70,92
	6,29	sol	392	3	103,42
	4,85	≠ sol	415	4	134
4º armón. la 1320Hz	4,0	la	440	5	163
	3,41	≠ la	446	6	190,38
3º armón. si 988 Hz	3	si	494	7	216,18
	2,70	do	523	8	240,53
	2,47	≠ do	554	9	263,50
	2,52	re	587	10	285,20
	2,13	≠ re	622	11	305,67
2º armón. mi 660 Hz	2	mi	660	12	325
	1,89	fa	698	13	343,20

	1,80	≠ fa	739	14	360,40
	1,73	sol	784	15	376,47
	1,66	≠ sol	830	16	392
	1,60	la	880	17	406
	1,55	≠ la	932	18	420,20
3º armón. si 988 Hz.	1,50	si	988	19	433

d = DISTANCIAS DESDE EL APOYO DE LA CUERDA A CADA TRASTE.

- El timbre es la cualidad del sonido que nos permite reconocer la fuente sonora. Todos los instrumentos musicales tienen su timbre peculiar y aún dentro de los instrumentos de la misma especie, cada uno posee su timbre particular. El timbre depende de la calidad y cantidad de armónicos que emita el instrumento y también de la intensidad de cada uno de estos armónicos (rango en decibelios).

Sobre el tema del timbre en la guitarra, existen opiniones de todo tipo; unos afirman que la guitarra clásica y flamenca, tienen dos timbres diferentes. Otros dicen que apenas se pueden distinguir las diferencias.

Para dilucidar un poco estas diferencias de opinión, se han hecho estudios y comprobaciones, que dejan claro que las posibles diferencias en la percepción de sonido de flamenca y clásica, básicamente obedecen a la diferente forma de ejecución del instrumentista. Principalmente el instrumentista flamenco, ataca las cuerdas en la guitarra, posicionando la mano cerca del puente, consiguiendo con ello un sonido más chillón. El instrumentista clásico, posiciona la mano más hacia el centro, dando lugar a un sonido más dulce.

Difícilmente, en guitarras de igual calidad se apreciarían diferencias en el timbre, siempre que el ataque a las cuerdas, se realice en la misma posición. Diferentes ajustes en cuanto a alturas entre cuerdas y trastes, pueden dar lugar a obtener pequeñas diferencias en el timbre, motivado por la proximidad al cerdo. Esta opción y a criterio del luthier o del instrumentista se suele adoptar en algunas guitarras flamenca.

### CAPITULO III- GUITARRA ESPAÑOLA (Tipología).

Dentro de lo que conceptuamos como guitarra española, se diferencian básicamente, la llamada guitarra clásica y la guitarra flamenca. En capítulos anteriores, hemos referido que técnicamente hay pocas o ninguna diferencia entre ellas. Históricamente y hasta hoy, en el aspecto estético las diferenciamos por los materiales utilizados para el fondo y los aros.

La guitarra clásica, normalmente el fondo y los aros se fabrican en Palo santo y el fondo y los aros de la guitarra flamenca se fabrica en Ciprés. Por este motivo, hay quién les suele llamar, a la flamenca guitarra blanca y a la clásica guitarra negra.

Normalmente, la guitarra tanto clásica como flamenca, adoptó desde la época de Antonio de Torres la distancia entre huesos de 650 Mm., llegando a considerarse como medida estándar para todos los constructores.

No quiere decir que cualquier variación en este sentido, no sea valida o modifique la técnica de la guitarra. Bien al contrario se podría decir, ya que en determinados casos es conveniente adaptar la distancia entre huesos a las condiciones particulares del instrumentista. En este sentido y de una forma bastante frecuente, también se fabrican guitarras tanto clásicas como flamencas, con distancias entre huesos de 660 Mm. A estas guitarras, se les suele llamar de tiro largo, y a las normales, de tiro corto.

### CAPITULO IV- ASPECTOS BASICOS DIFERENCIABLES DE LA CONSTRUCCION.

En el ámbito constructivo de la guitarra, podemos diferenciar esencialmente dos aspectos básicos:

#### El aspecto técnico.

Lo concerniente a todo lo que afecta a la calidad acústica del instrumento y a su calidad en cuanto a la capacidad de adaptación, o acomodación del instrumento al instrumentista.

Una guitarra puede tener una muy buena respuesta acústica y a su vez tener problemas para ejecutar con comodidad el instrumentista, o viceversa. Por lo tanto el Luthier debe saber en todo momento, las posibles influencias que cualquier mínimo detalle, puede tener durante los diferentes procesos constructivos, en el resultado final de la guitarra.

#### El aspecto estético.

El Luthier, a la vez que desarrolla su técnica para conseguir una guitarra de una gran calidad acústica, se esfuerza en dar la máxima belleza estética a su instrumento, para lo cual ha de ir combinando a la vez, elementos que satisfagan su criterio técnico con aspectos estéticos y ornamentales del instrumento. Esta bonita conjunción, de la técnica y de la ornamentación, dan lugar a guitarras que son verdaderas obras de arte.

En el aspecto estético, sobre todo pesa la utilización de los materiales que se utilicen. Lógicamente, cuando se quiere construir un buen instrumento, independientemente de que se consiga en mayor o menor grado, los materiales siempre serán de óptima calidad y en función de las tendencias estéticas, utilizar unos u otros materiales.

No entro en materia para relacionar los posibles diferentes materiales, por considerar obvio que este aspecto es subjetivo y de amplias posibilidades, dejando este tema para mas adelante.

Igualmente en el aspecto estético, es interesante resaltar, la influencia que tienen los diferentes sistemas de acabado superficial del instrumento. Históricamente, la utilización del barniz a base de goma laca era el único sistema de acabado posible. Hoy día la existencia de barnices sintéticos a base de poliuretano, dan lugar a otros tipos de acabado, que según cada constructor valora y utiliza de forma particular.

## CAPITULO V- MADERAS UTILIZABLES PARA LA CONSTRUCCION DE LA GUITARRA ESPAÑOLA.

En capítulos anteriores, ya relacionábamos a las distintas piezas de la guitarra, con su material correspondiente. Aún así y a sabiendas que pueden existir otras opiniones al respecto, pasamos a definir las piezas de la guitarra y sus posibles materiales en los dos tipos de referencia; la guitarra clásica y la guitarra flamenca.

-Para la tapa particularmente me inclino a utilizar el Pinabete alemán en ambos tipos de guitarra. También el cedro de Canadá se utiliza en gran medida. Como curiosidad informativa, hago constar que el material de Pinabete alemán tiene precios muy superiores a los del Cedro de Canadá. (Calidades semejantes)

Las barretas a incorporar a la tapa, han de ser igualmente de pino de características lo mas parecidas posibles a la tapa y de optima calidad.

En caso de utilizar Cedro en la tapa, sus correspondientes barras estructurales y armónicas deben ser, (si es posible encontrar aprovisionamiento en las medidas necesarias ), también de Cedro.

- El fondo, en la guitarra clásica, siempre ha de ser de Palo santo. Existen dos variedades de Palo santo: el llamado Palo santo de India y el Palo santo de Río. Estas dos variedades de material tienen comportamientos muy parecidos y su estructura morfológica igualmente lo es. Sus diferencias prácticas son básicamente de aspecto, pues a pesar de ser ambas de coloración oscura, en la variedad de Palo santo de Río, se aprecian los dibujos de la veta, con sus diferentes matices de color. El Palo santo de India es mas uniforme de color y tiene menos matices que el de Río. Lógicamente, el Palo santo de Río es una variedad actualmente muy controlada por su escasez y paralelamente de precios superiores a la otra variedad. En guitarras flamencas, el material mas comúnmente utilizado es el Ciprés español.
- Los aros, como hemos repetido anteriormente, deben ser del mismo material que el fondo y procurando que la tonalidad de colores del fondo y los aros sea la mas parecida, ya que una vez acabado el instrumento, la correspondencia de tonalidades de color dan al instrumento gran belleza. En casos muy contados, existe la posibilidad de montar el fondo y los aros de piezas del mismo árbol, con lo que se asegura uniformidad en el color e igualdad en dibujo de la veta. En estos casos se les suele llamar, montaje de fondo y aros hermanados. Esta posibilidad es bastante rara, pues las piezas de fondo y aros hermanados, son escasísimas en los almacenes especializados en este tipo de maderas. Solamente de pasada citaremos, que un instrumento que monta aros de contrachapado, se desmerece por si sólo y evidencia que de inicio no se invirtió en el, para conseguir un gran instrumento.
- El mástil, es de gran importancia estructural en el conjunto de la guitarra, por ello su madera ha de ser sobretodo muy indeformable y estable al máximo frente a agentes externos. La madera que sobresale por sus bondades a este respecto, es el Cedro

rojo de Honduras. Este material de tonalidades estables rojizas, sirve a su vez para armonizar el colorido del conjunto de la guitarra.

- El diapasón, sobre todo ha de ser de madera muy poco porosa y resistente al desgaste. El material que mejor cumple estas funciones, es el Ébano y nadie pone en duda que supera para esta función a cualquier otro. Este material, de color negro intenso, establece un juego de contrastes en el conjunto, de gran belleza. De este material existen algunas variedades, pero todas muy parecidas. Por lo tanto al elegir, hemos de procurar incidir en la uniformidad de color intenso, sin vetas decoloradas. En algunos casos, también se suele utilizar Caviuna (variedad de Palo santo de Río). Particularmente establezco como norma, utilizar el mismo material para el diapasón, el puente y la tapeta de la cabeza, con lo cual se aporta armonía al conjunto, dándole belleza y elegancia.

De forma general y al margen de la elección de materiales, es interesante hacer constar la continua tendencia que hemos de tener, a no mezclar materiales de comportamientos distintos. Esta regla, sobre todo hay que tenerla en cuenta en las piezas que van encoladas directamente una con otra; por ejemplo, los junquillos para los aros, entiendo deben ser del mismo material que estos, confiriendo así estabilidad en la unión.

La antigüedad de las maderas es muy importante a la hora de construir un instrumento, pero sin confundir con la tendencia a creer que un instrumento antiguo ha de ser bueno porque tiene mucho tiempo. En función de su antigüedad, como pieza de anticuario, puede tener gran valor, pero si en dicho instrumento originariamente no se invirtió la adecuada calidad constructiva, y sus materiales no eran de óptima calidad, el transcurso de los años, no lo convertirá en un instrumento bueno.

Esta tendencia errónea a creer esto, responde al fenómeno siguiente: La madera es muy higroscópica, esto es, tiene gran facilidad para tomar la misma humedad que reine en el ambiente; así mismo se comporta con igual facilidad para devolver al ambiente la humedad adquirida. Cuando se corta un árbol comienza un periodo de devolver al ambiente toda la humedad, que tenía en vida el tronco tallado, pero cuando llega a cierto grado de secado, ya no se seca mas por mucho que sea el tiempo que pase.

Es sabido que la madera se compone de dos estados de celulosa: uno, amorfo que absorbe o devuelve agua, y otro cristalino, que no admite humedad alguna. Recién cortado el tronco, casi toda su masa es celulosa amorfa y a medida que corre el tiempo esta masa se va convirtiendo en estado cristalino. Lógicamente una madera antigua debe tener gran parte de su masa en estado cristalino, que es refractaria a la humedad del ambiente, por lo que disminuye su elasticidad, aumenta su rigidez y vibra con mayor amplitud.

En cualquier caso, si dicha tabla de madera, no tiene en origen las óptimas características fundamentales como: rigidez propia, adecuada anchura de veta, máximo paralelismo de vetas, homogeneidad morfológica de su masa y simétricas características entre las dos piezas que la forman, los años no la mejorarán.

Hay proveedores de materiales que aseguran mediante certificación, la antigüedad de algunas maderas. Naturalmente, sobre todo estamos refiriéndonos al material de la tapa y de sus barretas, y siempre para la gama de materiales de máxima calidad.

## CAPITULO VI - SINTESIS CONSTRUCTIVA DE UNA BUENA GUITARRA.

De todos es conocido, que dos guitarras construidas por las mismas manos, y utilizando materiales de similar calidad, pueden dar resultados notablemente diferentes. Existen aspectos difícilmente previsible que dan lugar a ello.

En cuanto al material (sobre todo en la tapa) valoraremos positivamente, cuanto mayor sea su rigidez y menor su densidad, incluyendo por supuesto las demás características básicas. En este aspecto es donde interviene la antigüedad de la madera, afectando a la densidad en función del porcentaje de secado en que se encuentre.

Igualmente, en el aspecto constructivo, existen infinidad de operaciones que durante los procesos de fabricación y montaje del instrumento, pueden modificar los resultados finales.

En base a estas premisas, podemos establecer, que nunca conseguiremos un buen instrumento, si ya de partida no utilizamos buenos materiales. A partir de unos óptimos materiales, y mediante procesos constructivos de calidad, el luthier obtendrá con seguridad un buen instrumento.

En el capítulo de materiales, hemos de tener en cuenta la conveniente interrelación entre ellos, para evitar comportamientos de tensiones desequilibradas.

Es obvia, la escrupulosidad continua que el luthier ha de mantener para todas sus piezas. Consiguiendo piezas fabricadas una a una y con un máximo de calidad, posteriormente en los procesos de montaje, es previsible obtener resultados óptimos.

Algo a tener muy en cuenta por el luthier desde el momento que empieza a ensamblar piezas de una guitarra, es conseguir un montaje uniformemente tensionado en el conjunto de la caja de resonancia.

Teóricamente se podría decir, que la caja de resonancia perfecta de una guitarra, es la que tiene su tapa armónica una frecuencia vibratoria de resonancia, centrada en las frecuencias extremas de las notas musicales de la guitarra. (82.5 Hz. y 990 Hz.). Tomando como referencia de afinado la frecuencia de 440 Hz. para la nota musical LA.

También es conveniente matizar, que según la obra musical a desarrollar encontraremos diferentes comportamientos en el mismo instrumento. La frecuencia propia de la tapa nos dará una receptividad mayor o menor, según la gama de frecuencias preponderante en cada obra.

## CAPITULO VII - PROCESOS DE CONSTRUCCION DE UNA GUITARRA ARTESANA.

.- Construcción del fondo:

### 1. Cepillado de los cantos.

Elegidas las maderas para el fondo, se procederá a cepillar los cantos de las dos tablas teniendo muy en cuenta el sentido de la veta; previamente se habrá comprobado que al batir las dos mitades sobre un plano, las vetas formen simetría respecto al eje determinado por los dos cantos unidos por la testa. Ambas mitades no se pegarán directamente sino que se les intercalará un junquillo para añadir belleza al fondo.

## 2. Preparación del junquillo.

Las casas suministradoras de maderas para guitarras, disponen de hojas de madera teñida, en varios colores necesarias para los adornos. En general, tales maderas tienen un grosor entre 0,3 y 0,7 Mm. La preparación del junquillo para el fondo es por pura iniciativa del constructor, y por lo general, es un criterio de buen gusto no sobrecargar los adornos con muchos colores, ya que nada dirían a favor del instrumento y sin embargo podría rayar en la chabacanería. En la fig.4 se ilustra como se construye el junquillo para el fondo.

A una tira de madera de palo santo, de 600 Mm. de longitud, tres Mm. de grueso y 6 o 7 Mm. de anchura, se le pegará a cada lado una hoja de madera blanca de algunas décimas de Mm.; sobre estas se encolará otra hoja por lado de madera negra del mismo espesor, y finalmente, se pegarán sobre estas últimas otras hojas de madera blanca. El paquete así formado, se someterá a presión y se dejará secar el tiempo necesario. La cola a utilizar debe ser, cola blanca en frío.

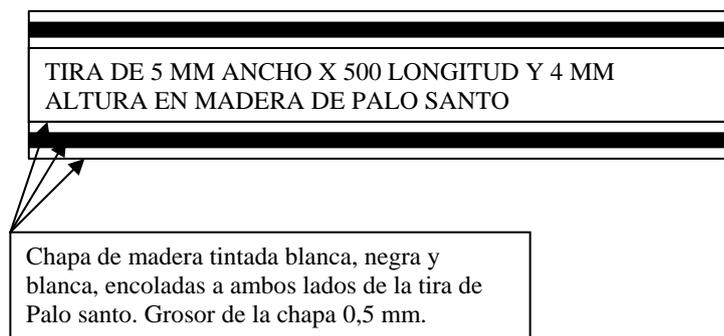


FIG. 4 Junquillo del Fondo

## 3. Pegado del junquillo.

Se unirán con cola las dos mitades que formarán el fondo, pero entre ellas se interpondrá el junquillo preparado en la operación anterior, que por tener un grosor superior al grueso de las tablas sobrará por ambos lados. Así mismo el trozo de 10 cm. De largo que sobra se guardará para otra operación. La unión de las tablas con el junquillo se hará mediante la prensa representada en la figura 5.

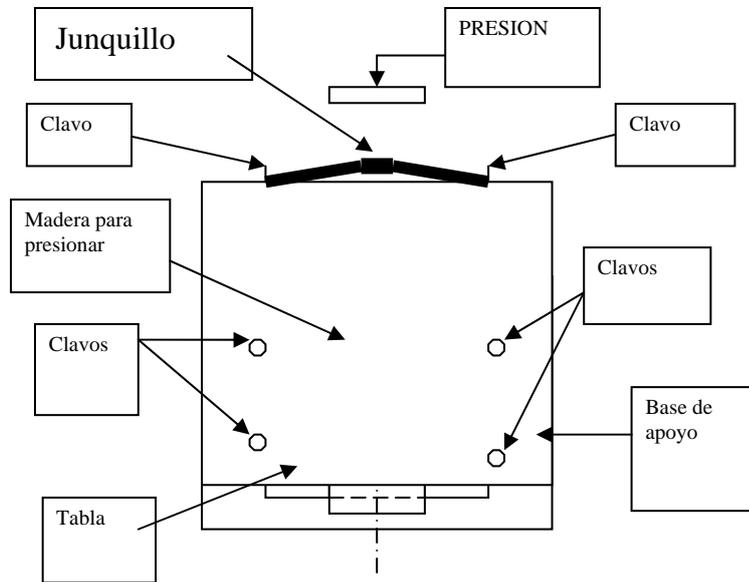


FIG.5 Prensa para encolado del Junquillo.

#### 4. Calibración de la tabla.

De no tener mucha seguridad para calibrar, o dejar el grueso de la tabla a medida, se puede construir un sencillo calibre de madera, tal como el que se muestra en la figura 6.

Se cepillará una cualquiera de las caras de la tabla, hasta dejarla limpia de cualquier defecto, y después se hará igual con la otra cara hasta conseguir un grueso uniforme de 2,7 o 2,8 Mm. Se efectuará esta operación con un cepillo de hojaafiladísima y con poca profundidad de corte.

Dada la importancia en conseguir una homogénea calibración de la tabla, la utilización de actuales máquinas calibradoras mediante Lijado, es una opción muy interesante y que garantiza una perfecta calibración. Siempre es necesario prever a la hora de definir dicha medida, que posteriormente se someterá el conjunto a un lijado general.

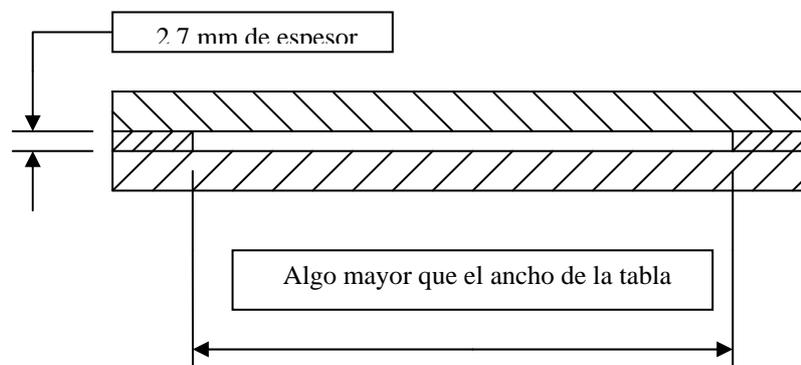
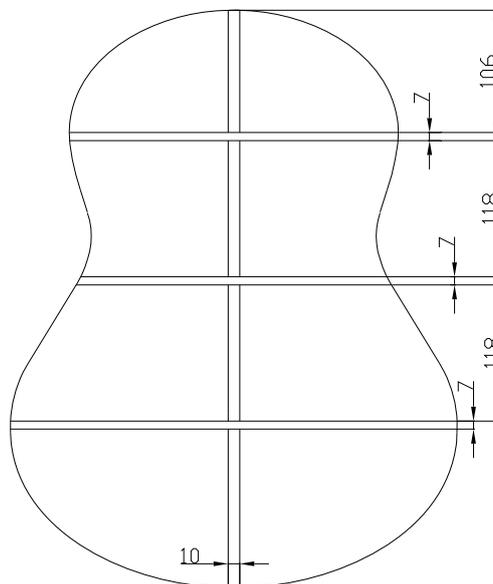


FIG.6 Calibre de grueso de la tabla.

### 5. trazado y corte de la silueta

Una vez calibrada la tabla, se procederá a elegir la cara que presente menos defectos, que será la parte exterior del fondo de la guitarra. Por la parte interior se trazará la silueta de la guitarra, usando la plantilla, haciendo coincidir el eje de esta con el centro del junquillo. Se trazará la silueta con un lápiz afilado y se recortará 3 o 4 Mm. por fuera del perfil trazado; este exceso servirá para corregir posibles errores en la operación de ensamblaje. Se dibujarán los lugares de situación de barretas y tapajuntas según se indica en la figura 7.

FIG.7 Trazado de la silueta.



### 6. Preparación del tapajuntas.

El tapajuntas no es un mero adorno, sino que tiene la misión de evitar que el fondo de la guitarra se abra por la unión con el junquillo. Para que el tapajuntas pueda cumplir con esta función, es necesario que la veta o fibra de la madera de que está hecho se halle a  $90^\circ$  respecto a la fibra de la madera del fondo de la guitarra, porque de esta forma la fibra del tapajuntas presentará su máxima resistencia a la tracción y evitará que el fondo se abra. Como no es fácil disponer de una tabla de 500 o 600 Mm. de ancho para cortar una tira y así tener el tapajuntas de una pieza, en la figura 8 se ilustra la manera de obtener dicha tira, que se hará, de ser posible de madera de Cedro o de Palo santo.

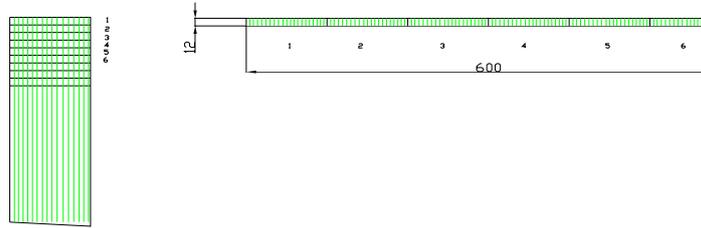


FIG.8 Tapajuntas para el Fondo.

### 7. Pegado y acabado del tapajuntas.

El listón obtenido en la operación anterior se pegará al fondo de la guitarra, por la parte interior, con lo cual se cubrirá el junquillo según se muestra en la figura 9. Transcurrido el tiempo de secado de la cola, se cepillará hasta dejar un grueso de 2Mm. Posteriormente se redondeará, utilizando un formón muy afilado, según se indica convenientemente ampliado en la figura 10. La última fase de esta operación es el lijado de todo el fondo, por la parte interior, que se deberá hacer con gran esmero.

FIG. 9 Pegado del tapajuntas.

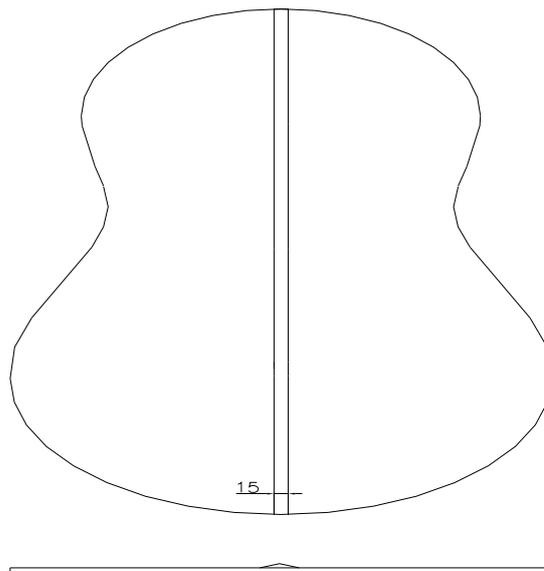


FIG. 10 Acabado del tapajuntas.

8. Construcción de las barretas transversales del fondo.

El fondo de la guitarra llevará como estructura resistente tres barretas de madera de pino de Flandes. En la figura 11 se representan los tres tipos de barretas. Para confeccionar los radios, se deben utilizar como calibre, el útil previsto para conformar el fondo que ya tiene tallada estas curvas.

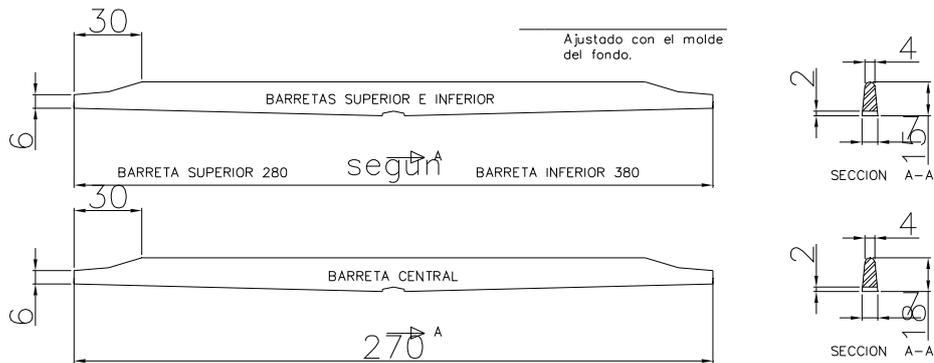


FIG.11 Barretas del Fondo.

9. Pegado de las barretas en el fondo de la guitarra.

Sobre el utillaje destinado a conformar el fondo, se colocará este bien centrado y como ya se tiene trazado el lugar exacto donde deberán ubicarse las barretas, se encolarán estas y se colocarán en su justo sitio; con el auxilio de varios gatos se intentará que la unión sea íntima. En la figura 12 se ilustra la manera de realizar esta operación. Al retirar los gatos, el fondo deberá tener ya la forma de caparazón que se había previsto y entonces se lijarán las barretas a un nivel máximo, por ser esto muy importante.

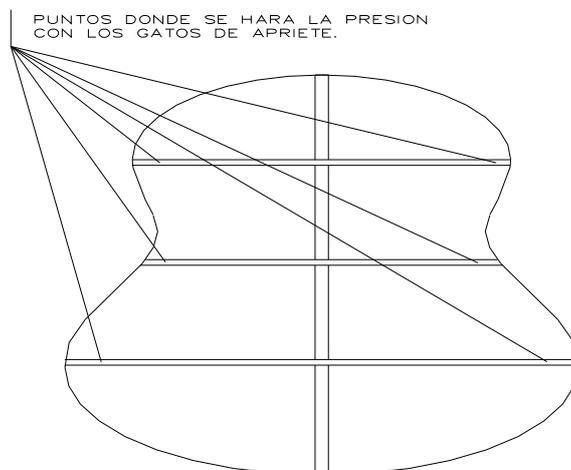


FIG. 12

#### .-Construcción de la tapa armónica:

. La tapa armónica es con mucho, el elemento más importante de la guitarra, y de ella dependerá la potencia sonora del instrumento; por tal razón se debe extremar el esmero puesto en su construcción. De la misma manera que el fondo, las maderas se sirven emparejadas, por lo cual las vetas son coincidentes, y forman simetría respecto al eje que determina su unión por la testa. Sabemos ya que la mayor respuesta sonora, se obtendrá utilizando madera de Pinabete alemán o en su defecto, madera de Cedro de Canadá; de tener opción para elegir, siempre las de veta más estrecha y paralelas entre sí.

#### 10. Cepillado de los cantos.

Se cepillarán los cantos, donde la veta de la madera sea más estrecha, de las dos tablas por donde se deseen unir.

#### 11. Pegado de las tablas.

Encolados los cantos de las tablas, se procederá a pegarlos, con el auxilio de la prensa representada en la figura 5, tal y como se hizo con el fondo.

#### 12. Calibración de la tabla.

La calibración de la tabla para la tapa armónica es algo más complicada que la misma operación relativa al fondo de la guitarra. Ello se debe a que la tapa armónica debe ser más gruesa por la parte superior que por la inferior. Este criterio es subjetivo y no es adoptado por todos los luthiers en general. La tapa armónica sólo vibra por una determinada zona de la parte inferior y por este motivo, se aprovecha para reforzar con mayor grueso la parte superior. Los grosores referidos, oscilan entre 2,7 y 3,2 Mm. En cualquier caso repito que este concepto no es adoptado en general. Particularmente, prefiero construir la tapa de grosor uniforme a todo lo largo, y reforzar lo que estime oportuno con otros medios como las barretas y demás refuerzos propios que lleva la tapa con ese fin.

#### 13. Trazado y corte de la silueta.

Para la parte exterior se elegirá la cara de más belleza que presente la tabla y en la cara destinada al interior de la guitarra se trazará la silueta con un lápiz muy afilado; auxiliándose de la plantilla, se harán coincidir los ejes de ambas piezas para asegurar la condición de simetría. La silueta se recortará 3 o 4 Mm. por fuera de la dibujada, por si en la operación de ensamblaje hubiera que corregir pequeños errores.

#### 14. Ejecución del encastre para el zuncho de la boca.

Como indicábamos en el capítulo en el que describíamos la guitarra, llamamos zuncho al aro, en forma de corona circular, que rodea la boca de la guitarra. Su función, ya lo señalamos, no es de mero adorno sino de gran importancia para asegurar que la tapa armónica no se abra, ya que las fibras de la madera están cortadas por el agujero de la boca. La elaboración del zuncho es sumamente laboriosa y hay casas especializadas en esta labor, motivo por el cual estas casas suministran zunchos, con arabescos inimaginables, a precios asequibles. Normalmente el luthier

hace uso de estas piezas por su gran calidad constructiva. En algún caso puede ser fabricado por el propio luthier, pero es muy raro.

En la figura 13, se ilustra el acotado del encastre que se ha de realizar para alojar el zuncho. Obviamente, el acotado de los diámetros es aproximado, ya que para su trazado y ejecución definitiva será imprescindible tener a mano el zuncho que se colocará para tomar las medidas de modo exacto. El trazado de los diámetros se efectuará con un compás de trazador y se marcará la madera hasta la profundidad de 1 Mm. que es la profundidad del zuncho. Se vaciará la corona circular de la madera comprendida entre las dos circunferencias rayadas, usando un formón y con la precaución de no traspasar la tapa. En la figura 13, se representa un detalle del encastre.

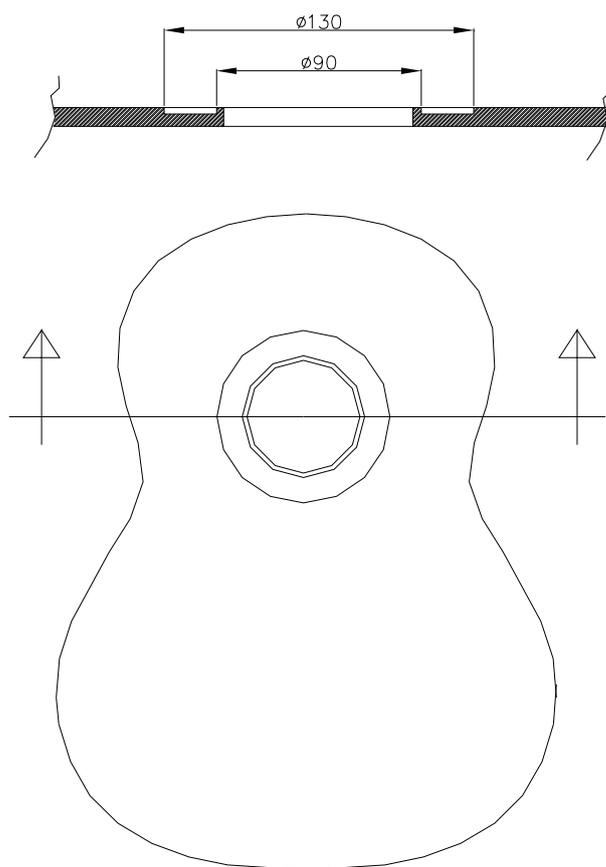


FIG. 13 Ejecución del zuncho de la tapa

#### 15. Colocación del zuncho.

Los zunchos se sirven abiertos, de modo que la corona circular no es completa y le faltan dos cm. de perímetro. Se colocará esta abertura en la parte superior y se rellenará con un trocito de madera de los sobrantes de la tapa, ya que posteriormente quedará cubierta con el diapasón. Encolado el zuncho y puesto en su alojamiento, se mantendrá con una presión ejercida por un peso, hasta su secado total. Después se lijará la parte saliente del zuncho hasta dejarlo a ras de la tapa, y no se debe notar la unión con la tapa al pasar la uña. Se dará por terminada la operación, poniendo por la parte interior de la tapa, los refuerzos que cada constructor

acostumbre a montar y que en algunos casos son una arandela de 1 Mm. en todo el rededor del zuncho interiormente. La colocación del zuncho se efectúa según se ilustra en la figura 14.

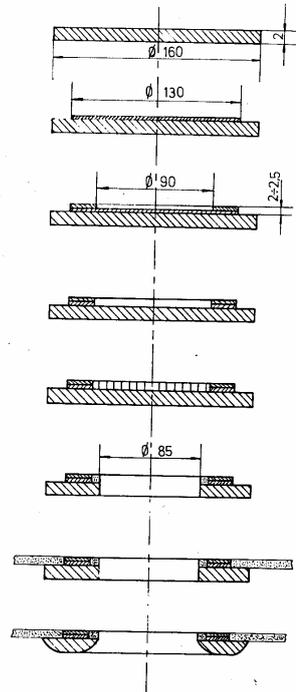


FIG. 14 Montaje del zuncho.

#### 16. Ejecución del agujero.

Con el mismo compás que se trazó la corona circular, para alojar el zuncho, se trazará el agujero de diámetro 85, o sea, que entre el diámetro interior del zuncho y el agujero quedarán 2,5 Mm. de madera, pero si se desea se puede dejar algo mas ancha esta zona.. Se apretará con el compás hasta perforar la tapa y una vez extraída la parte interior, que será un círculo de madera, se lijará muy bien el borde. Por último se cubrirá el zuncho para protegerlo en las sucesivas operaciones.

#### 17. Colocación de la tira transversal.

Se colocará una tira de madera de pino, a ser posible del mismo material de la tapa, según se ilustra en la fig. 15. Esta tira tiene por objeto que la tapa no se abra. A fin de que la tapa no adquiriera rigidez, una vez pegada la tira, se cepillará hasta dejarla a un grueso de 1 Mm.

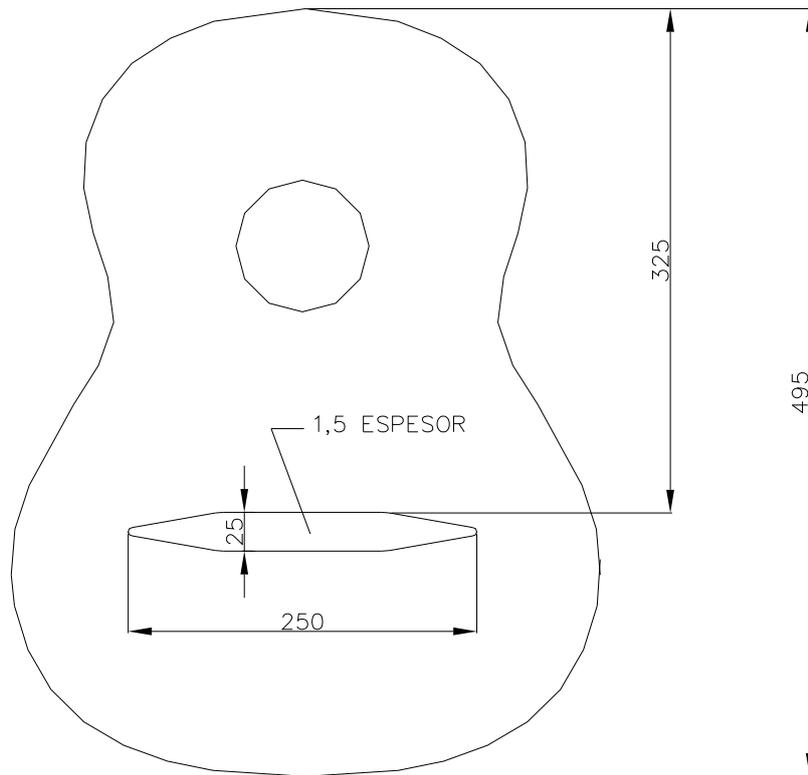


FIG. 15 Montaje de la tira transversal.

#### 18. Construcción de las barretas transversales para la tapa.

El modelo de estructura elegido para este caso, lleva cuatro barretas transversales, que difieren en longitud y en los radios que darán forma a la tapa armónica. Su proceso de construcción, en madera de pino de Flandes, es igual que el explicado para las barretas del fondo. Para confeccionar los radios de 6.500 Mm. y 3.000 Mm., se podrá usar, como plantilla, el utillaje para conformar la tapa armónica. En la fig. 16, se ilustra las barretas para la tapa armónica.

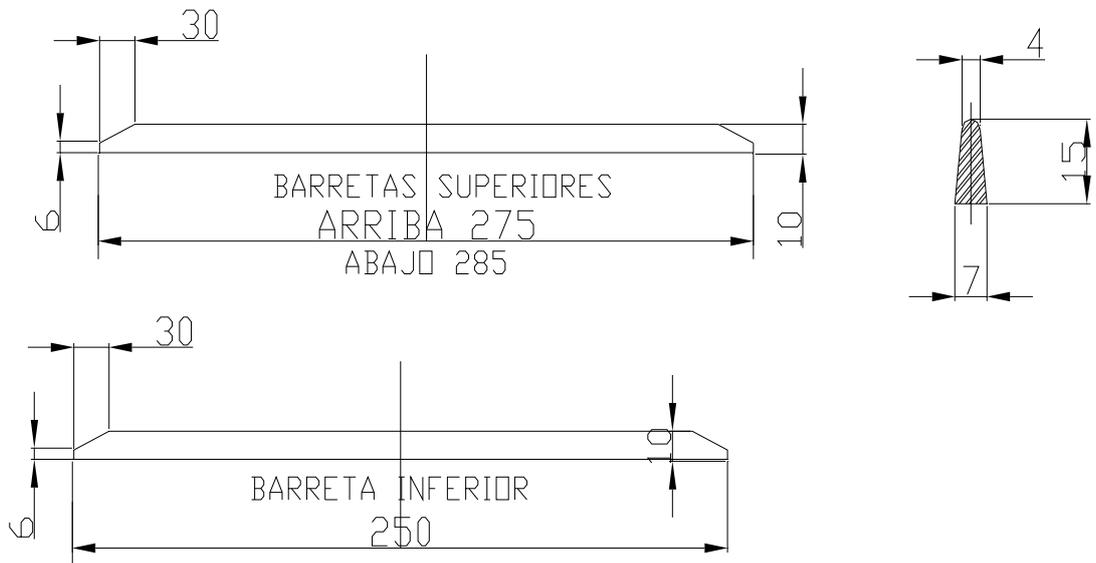


FIG. 16 Barretas superiores de la tapa  
Barreta inferior de la tapa.

19. Construcción de las barretas armónicas para el abanico.

Las barretas armónicas, son muy delicadas de construir, y es necesario hacerlas en dos fases; se construirán semiacabadas y se terminarán una vez montadas sobre la tapa armónica. En la fig. 17 se indica el acotado de estas barretas en estado semiacabado y en la fig. 18, el sentido correcto de la veta de la madera.

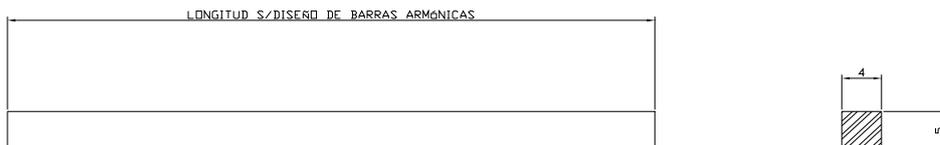


FIG. 17 Barretas del abanico semiacabadas.

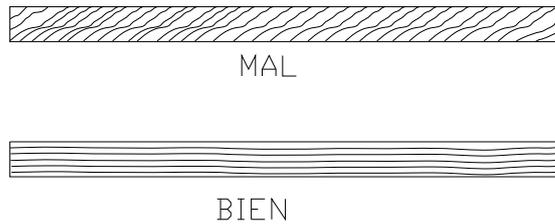


FIG. 18 Sentido de las fibras o vetas.

20. Pegado de las barras transversales y del abanico.

Se colocarán las barretas obtenidas en la operación anterior, en el utillaje correspondiente, con la curva hacia arriba; encoladas estas caras, se pondrá encima la tapa armónica y sobre esta el utillaje para conformarla. El conjunto formado se muestra en la Fig. 19.

Es conveniente aclarar que estos procesos de montaje son susceptibles de ser modificados, en función de los medios y tipos de utillaje que cada luthier dispone.

En la figura 20, se muestra el acotado del lugar exacto donde irán ubicadas las barretas transversales, por lo que se procederá a su trazado por la cara interior de la tapa armónica. Si hubiese interferencias con las barretas del abanico, se retocarán estas lo que proceda. La vista de perfil indica la forma como se han de pegar las barretas.

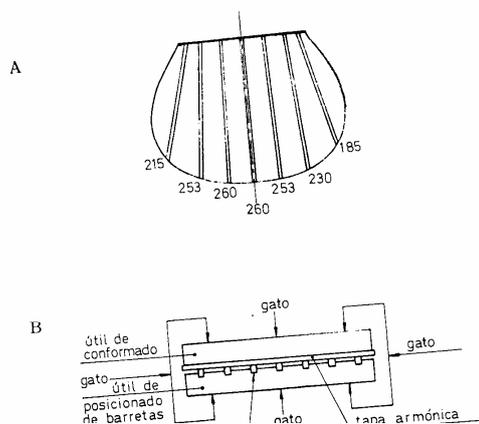


FIG. 19 A Útil para el alojamiento de las barretas.  
B Montaje de las barretas del abanico.

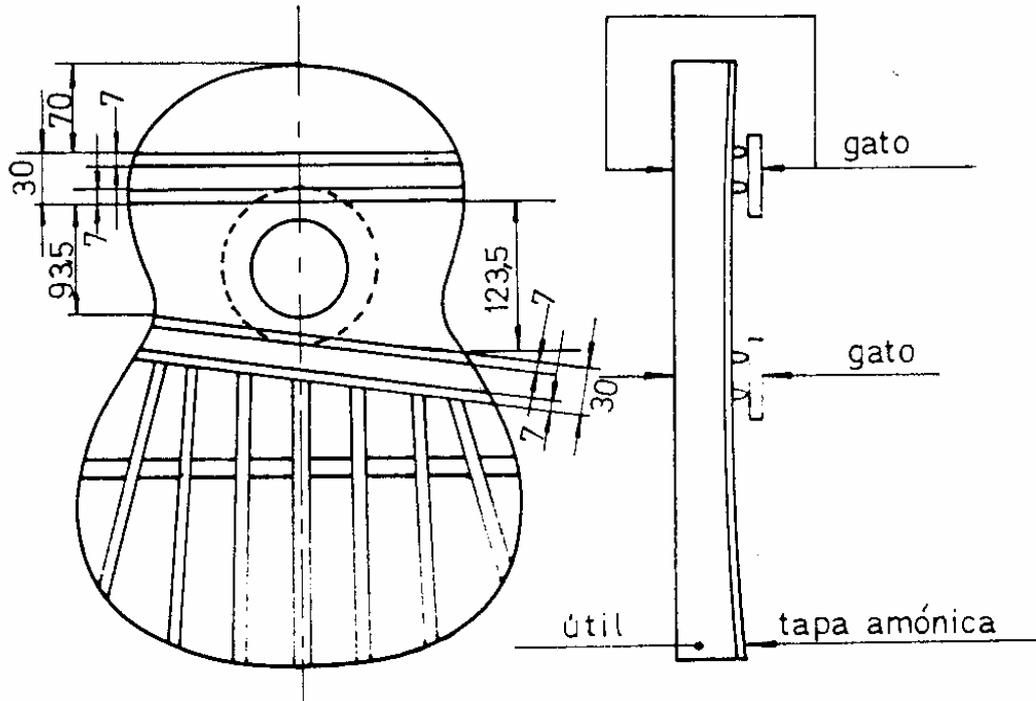


FIG. 20 Trazado del lugar para barretas transversales.

21. Acabado de las barretas del abanico.

Después del proceso de secado de la cola, en la operación anterior, la tapa armónica ya deberá de tener su forma abombada y el acabado total de la tapa requiere terminar las barretas del abanico que aún están semiacabadas. En la fig. 21 se presenta el acotado de estas barretas acabadas; el radio de 6.000 indicado será opcional. Es muy importante que una vez acabadas se lijen usando lijas de varios tipos de grano, hasta conseguir una superficie finísima y por tanto, un acabado perfecto.

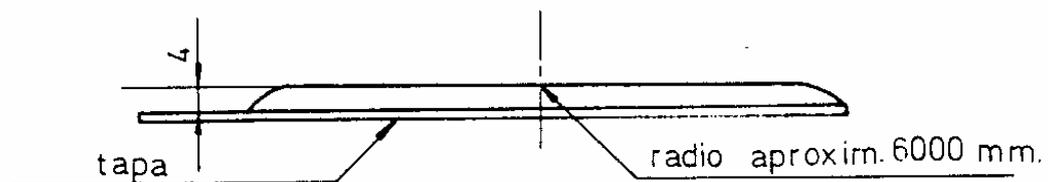


FIG. 21 Acabado de las barretas del abanico.

## .-Construcción del mástil en semiacabado:

### 22. Trazado y corte del mástil.

El mástil de madera de Cedro de Honduras, es necesario hacerlo en dos fases; semiacabado para ensamblarlo a la caja de la guitarra y acabado una vez montado. Ello se debe a que en la operación de ensamblaje se producen errores de linealidad que habrán de corregirse; así mismo, una vez montado el mástil en la caja de la guitarra, será un elemento ideal para sujetarlo en el banco de trabajo a fin de continuar el proceso de construcción de la guitarra. La cota señalada con asterisco es variable en función de la clase de guitarra que se esté construyendo: 5,5 Mm. si la guitarra es clásica y 4,5 Mm. si es flamenca. En este escalón del mástil va asentada la tapa armónica. Así pues, colocada la tapa el mástil quedará 2,5 Mm. o 1,5 Mm., respectivamente, fuera del nivel de esta. Dicho nivel se rebajará en la operación de acabado del mástil, de manera que este quedará inclinado respecto a la tapa armónica, inclinación imprescindible para que las cuerdas no rocen con las barritas metálicas de los trastes y se produzca el fenómeno llamado cerdear.

Obsérvese que la inclinación que tendrá el mástil en las guitarras clásicas es mayor que en las flamencas; por esta razón, las cuerdas en las guitarras clásicas están más altas, respecto al plano del diapasón y por consiguiente, las deformaciones de las cuerdas al ser pisadas con los dedos es mayor, y esto se manifiesta en mayor dureza de las cuerdas. Este detalle de la construcción, tiene la explicación siguiente: Los concertistas del arte clásico, suelen ejercitar el fenómeno de cambio de timbre actuando con los dedos en una amplia zona de las cuerdas, y por ello las elongaciones de las cuerdas al vibrar son relativamente grandes, al atacarlas en la zona de la boca de la guitarra, y por esto se requiere que las cuerdas estén apartadas del diapasón para que no rocen con las barritas metálicas. Los concertistas de arte flamenco atacan, por lo general, las cuerdas en la zona más baja, o sea, muy cerca del puente y por tanto se producen menores elongaciones de las cuerdas, por lo cual estas pueden estar más cerca del plano del diapasón.

Este comportamiento en la ejecución de los flamencos, se debe al peculiar énfasis que hay que poner en este singular arte, lo cual requiere actuar con mucha fuerza al atacar las cuerdas. Resulta obvio que para ello es necesario que la cuerda oponga mucha resistencia a este ataque y esta resistencia es máxima en las cercanías del puente. La inclusión de la tira de madera de ébano o palo santo a lo largo del mástil es para darle a éste mayor resistencia a la deformación. Las dimensiones indicadas en el plano para esta tira de madera, son meramente indicativas, por lo que se pueden variar a conveniencia.

Asimismo la varilla redonda de madera que se introduce evitará que el mástil se parta por la zona de unión con la caja de la guitarra y deberá ser de madera muy dura. En la fig. 22 tenemos el croquis del mástil semiacabado.

MATERIAL : CEDRO ROJO DE HONDURAS.

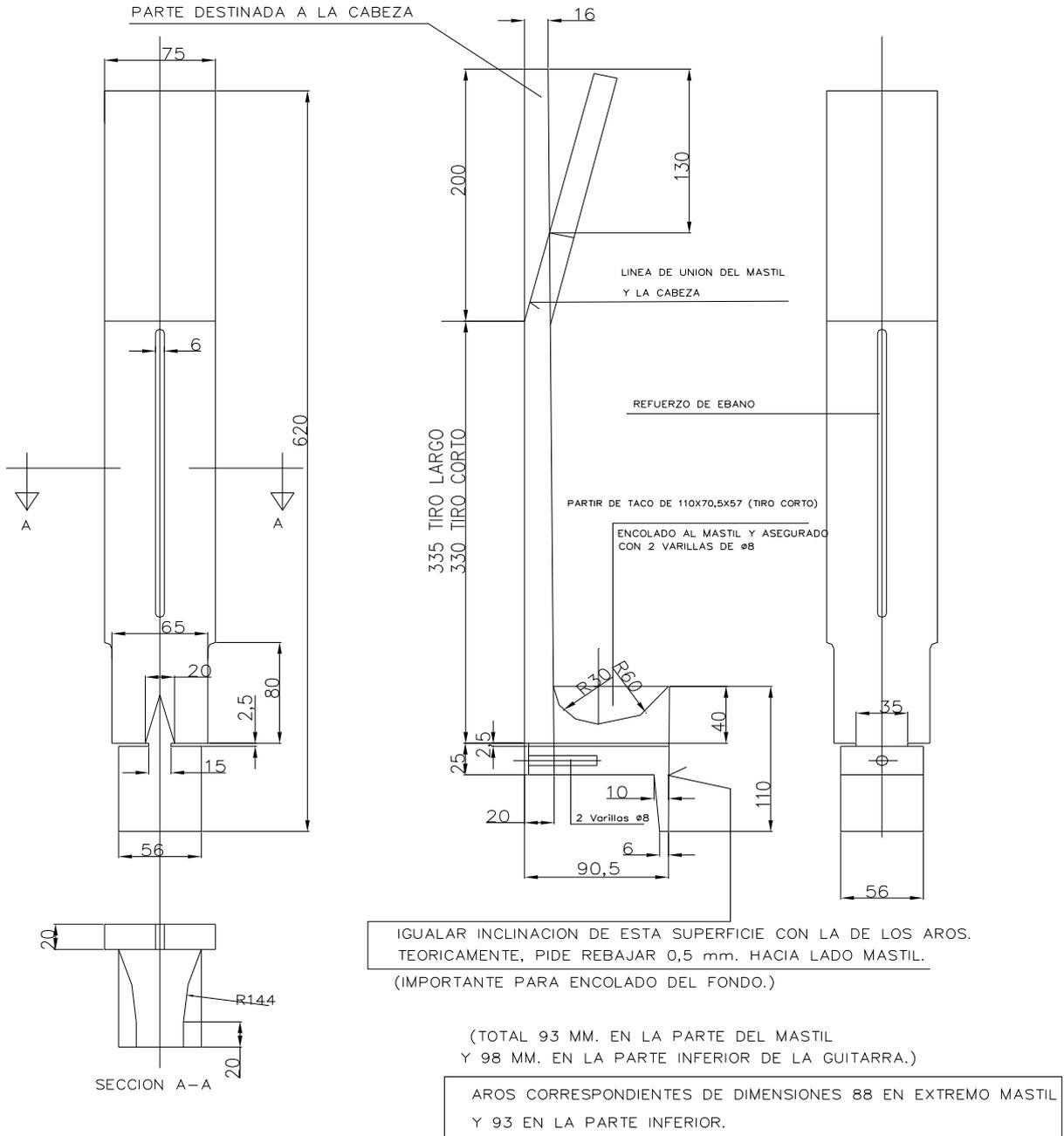


FIG. 22 Mástil semiacabado.

## .- Construcción de los aros:

## 23. Trazado, corte y remojo.

De la misma madera que se utilizó para el fondo, se preparan dos tiras (palo santo o ciprés) cuyas dimensiones se indican en la figura 23, se calibrarán previamente a 2,5 . o 2,6 Mm. de grueso. Las cotas de los extremos serán 100 y 95 Mm. si la guitarra es clásica y 98 y 93 si es flamenca. Este detalle que en principio parece trivial, se debe a que cuanto más volumen tiene la caja de la guitarra, las vibraciones de la tapa armónica sintonizan mejor con las cuerdas de tono más bajo, efecto importante en el arte clásico; por el contrario, si el volumen de la caja de resonancia es menor, tanto mas sintonizará la tapa con las cuerdas de tonalidad mas alta. Este concepto unido a otras peculiaridades, hacen decir a algunas personas que la guitarra clásica suena mas dulce y la flamenca es mas chillona. El remojo de los aros es conveniente hacerlo durante varios días sumergidos en agua.

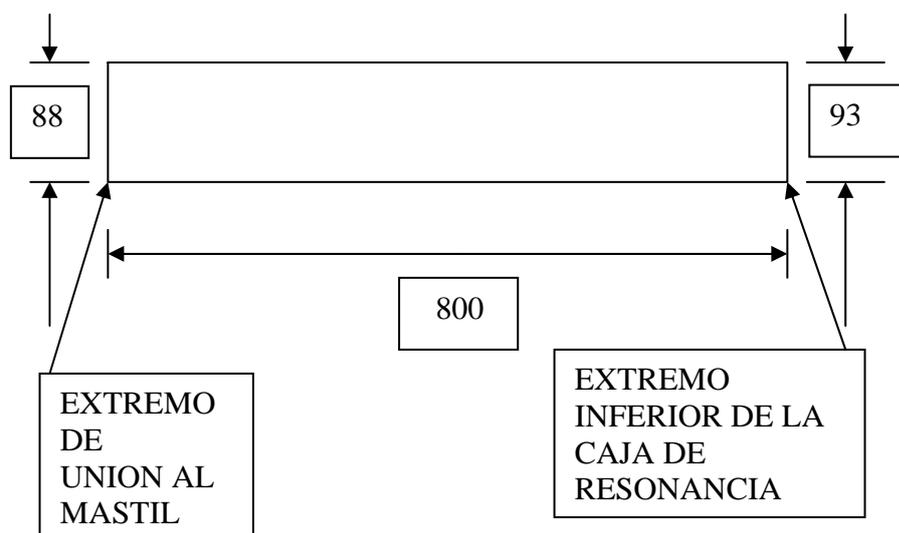


FIG. 23 Trazado de los flancos.

## 24. Conformado preliminar mediante calorifugado.

La conformación previa, consiste en dar una forma primaria a los aros, a fin de que al entrar en el utillaje de conformación final no tengan que deformarse la totalidad exigida, y así se evitan roturas de la madera. Para realizar esta operación totalmente manual, se trazarán tres líneas de inflexión. En la figura 24 se indica el acotado de estas líneas. La conformación previa se ha de desarrollar mediante aporte de calor. Lo mas adecuado es una especie de estufa compuesta de un tubo de acero de dimensiones aproximadas 150 Mm. de diámetro en el cual se alojan

resistencias eléctricas comandadas por un termostato regulable. Haciendo suave presión de la tabla sobre el tubo caliente, iremos dando la forma requerida. Esta operación es sumamente delicada y con facilidad se estropea bastante material.

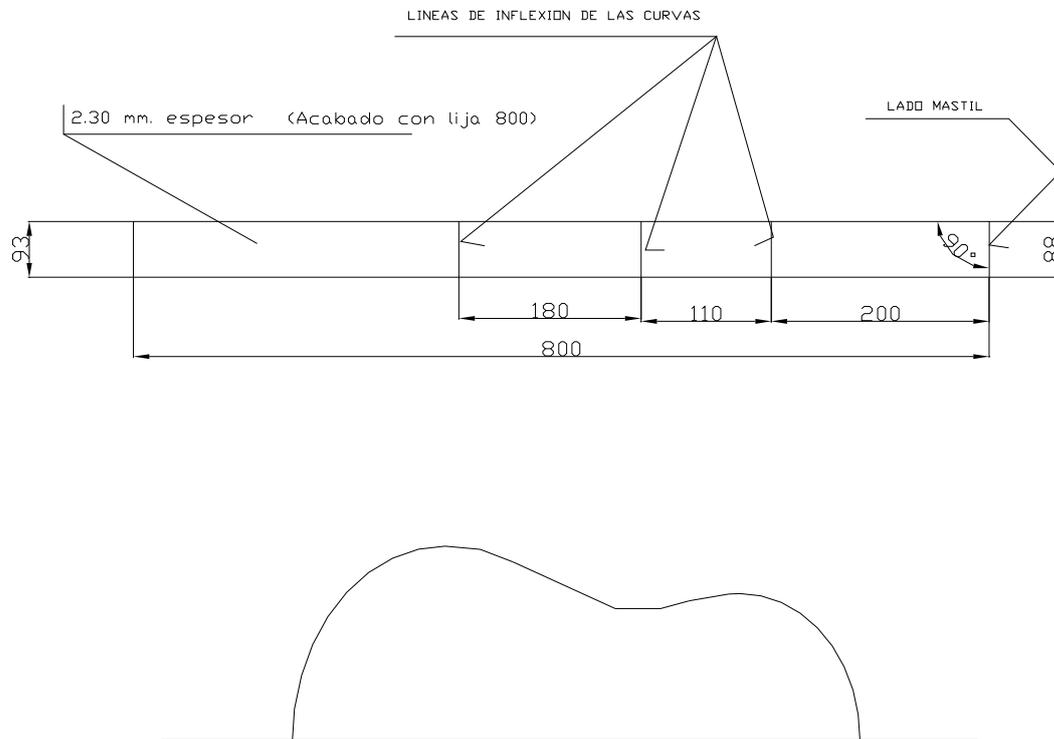


FIG. 24 Conformado previo de los aros.

## 25. Conformado de acabado.

La conformación definitiva, se realizará con el utillaje destinado a tal fin, sometiendo los flancos, casi ya con forma, a la deformación prevista en el utillaje, donde permanecerán hasta el secado total de la madera. (Aproximadamente 30 días) En la figura 25 se ilustra la forma como se mantendrán los aros hasta que se requieran para seguir en el siguiente proceso.

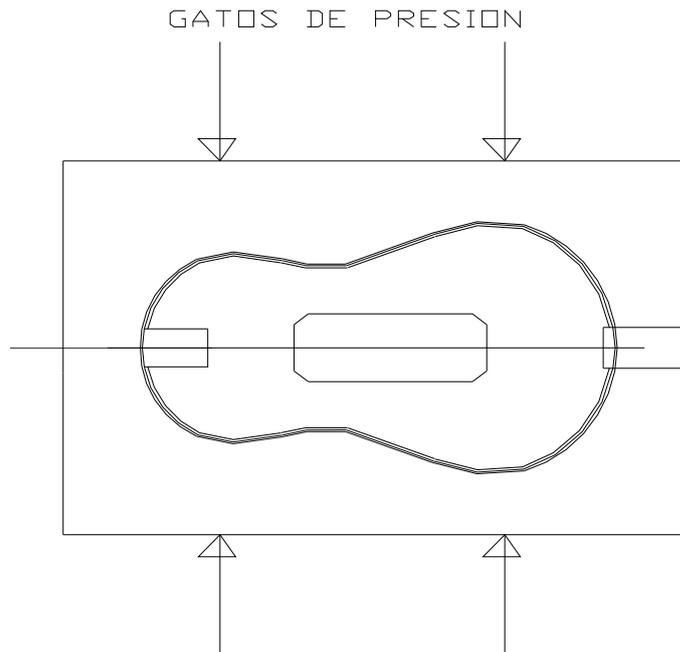


FIG. 25 Conformado definitivo de los aros.

.- Construcción de los junquillos interiores:

26. Trazado, corte y preparación al curvado.

Se prepararán cuatro tiras de madera de pino de Flandes, de 800 x 15 x 5 Mm., y se dejarán en un recipiente con agua durante varios días, pues de este modo la madera se vuelve flexible y es más fácil doblarla. Para evitar que las tiras floten, se mantendrán hundidas con algún peso encima. Esta operación es conveniente preverla con antelación para tener este material preparado en el momento de necesitarlos.

27. Conformación de junquillos.

Extraídos los junquillos del agua, se procederá a dar mediante calor, forma aproximada igual como se hizo con los aros. Posteriormente, introducimos los junquillos en el útil correspondiente para dar forma definitiva, donde permanecerán hasta que los necesitemos para el encolado sobre los aros.

CAPITULO VIII - PROCESOS PARA EL ENSAMBLADO DE LA GUITARRA.

28.- Corte a medida de los flancos.

Los aros se podían conformar en su propio utillaje o bien en el destinado al ensamblaje, pero de una u otra forma, habrá que situar los dos aros en el utillaje destinado al ensamblaje. En la figura 26, se ilustra esta operación. Se deberá tener la precaución de situar los gatos de sujeción por la parte inferior del utillaje a fin de que no estorben; asimismo, el número de gatos mostrados en la figura es orientativo y se deben utilizar cuantos convengan. Los aros aparecerán superpuestos, o montados por sus extremos, debido a que aún son excesivamente largos; se procederá a efectuar un corte, con sierra por el eje AA y así se podrá ajustar el utillaje de manera definitiva. Por la parte superior de los aros, habrá de realizarse los cortes que se indican en la figura 28, a fin de que el mástil ajuste perfectamente.

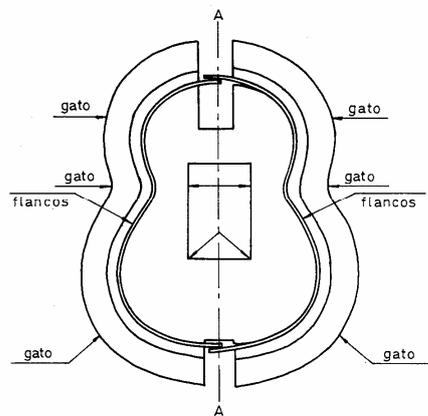


FIG. 26 Corte a medida de los aros. (Planta)

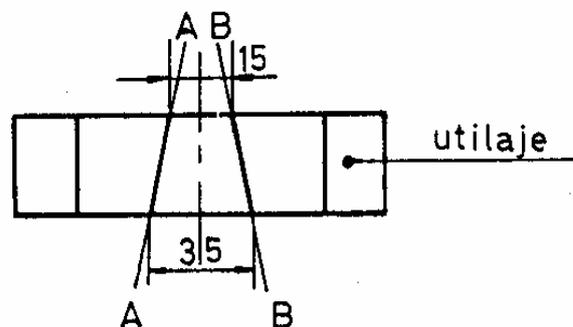


FIG. 27 Corte a medida de los aros (Alzado)

29. Construcción del taco inferior.

En la figura 28, se ilustra el taco de madera, a ser posible de Cedro, que se deberá poner en la parte inferior de la guitarra, para la unión de los dos aros, y al mismo tiempo constituirá un refuerzo imprescindible para la tapa y fondo, cuya distancia será exactamente la altura que tendrá el taco construido.

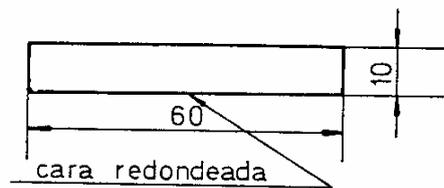


FIG. 28 Taco inferior.

30. Colocación del taco inferior.

Se colocará el taco en el lugar que para tal fin tiene el útil de ensamblaje en su parte inferior. La parte redondeada del taco, será la de la unión con los aros, por ello se encolará esta cara y se pegará haciendo presión con gatos o incluso clavando unas puntitas en las proximidades de la junta de los aros, que desde luego se sacarían después. En la figura 29 se muestra la colocación del taco.

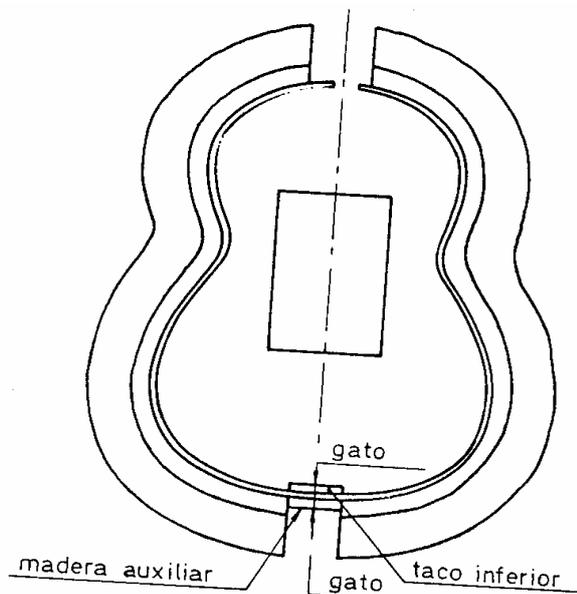


FIG. 29 Montaje del taco inferior.

31. Montaje del mástil.

El mástil, que estará en estado semiacabado, se colocará en su lugar, o sea, se introducirán los extremos de los aros en las ranuras que lleva el mástil; en cualquier caso habrá que retocar, sobre la marcha, estas ranuras o los aros a fin de que su adaptación sea perfecta. Habrá que tener muy en cuenta que los bordes de los flancos, queden a ras del asiento de la tapa armónica, recuérdese el escalón que determinará la altura de las cuerdas. En la figura 31 se explica esta operación.

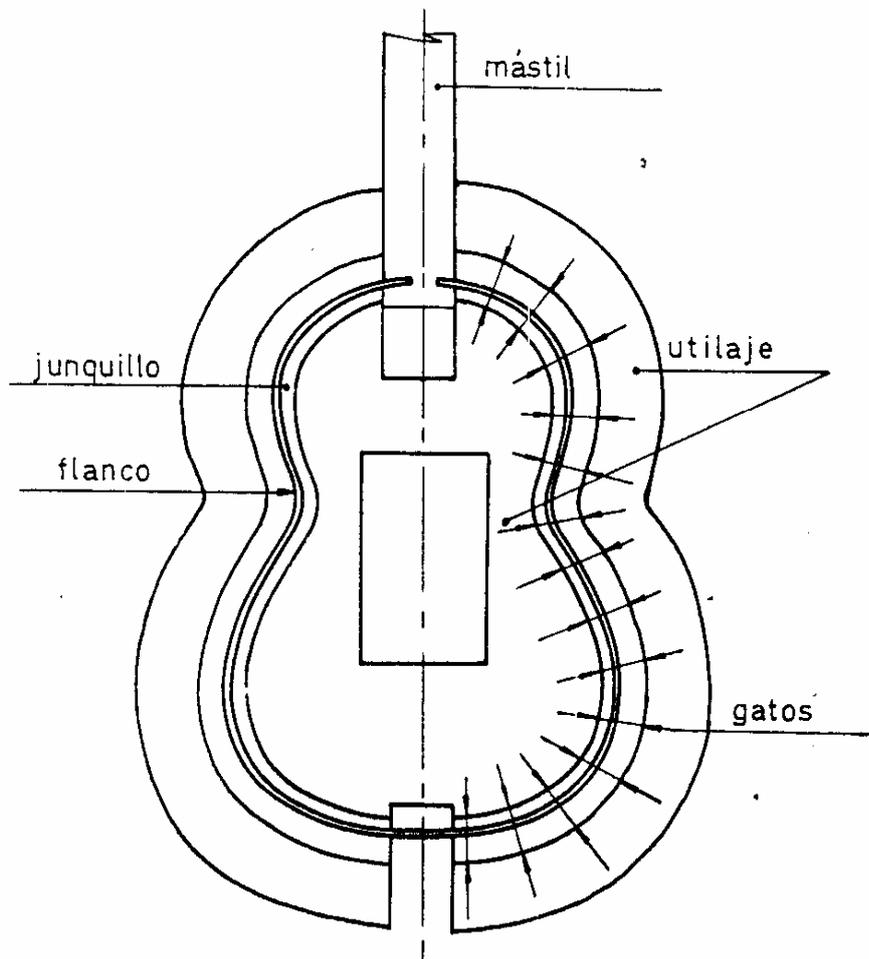


FIG. 31 Montaje del mástil y  
Montaje de los junquillos de la tapa.

32. Encolado de los junquillos interiores para apoyo de la tapa.

En la figura 31 se ilustra como debe realizarse esta operación. Se encolarán los junquillos, que se deberán mantener con su forma prácticamente definitiva, por la cara correspondiente y se unirán íntimamente a los aros, usando bastantes gatos pequeños. ( las pinzas de madera para tender la ropa pueden servir para esta utilidad).

33. Ejecución de los encastrés en los junquillos para alojar las barretas transversales de la tapa.

Una vez retirados los gatos que sujetaban los junquillos, se presentará la tapa armónica en su lugar y se observará que tanto las barretas transversales como las del abanico tienen cierta interferencia con los junquillos; se trazarán los puntos de tales interferencias y se harán unos pequeños encastrés en los junquillos, que alojarán todos los extremos de las barretas.

34. Montaje de la tapa armónica.

Asegurado que con la operación anterior queda situada la tapa armónica en su justo lugar, se procederá al encolado de toda la periferia de la tapa y de los junquillos, se colocará la tapa en su sitio y se hará presión en varios puntos, cuantos mas mejor, para que tapa y aros se hagan una sola pieza sin que queden aberturas entre ellas. Se tendrá especial cuidado en que el eje de la tapa coincida con el del mástil.

35. Encolado de los junquillos interiores para apoyo del fondo.

En el encolado de los junquillos para el fondo, podemos aplicar el mismo proceso utilizado para la tapa, a su vez que el mismo útil lógicamente invertido. Utilizaremos como elementos de presión, las pinzas mencionadas montadas a todo lo largo de los aros para que la unión sea lo mejor posible. Una vez desencolados, redondearemos ligeramente el vértice inferior del junquillo en todo su perímetro. Este redondeo obedece al concepto de, eliminar cuantas más aristas posibles, de las zonas de influencia de movimiento del aire, en la caja de resonancia. Estas superficies de redondeo, deben ser repasadas con esmero y procesadas con lijas finas. (1000).

### 36. Construcción y montaje del refuerzo de los aros.

Dada la importancia estructural que los aros tienen en el conjunto de la guitarra, es muy conveniente el refuerzo de los aros, que aporten una mayor resistencia frente a los posibles golpes que accidentalmente pueda sufrir la guitarra. Con ello evitamos hasta cierto punto el que los aros se rajen con mayor facilidad.

Estos refuerzos, consisten en unos listones pequeños, montados en las zonas de inflexión de las curvas. En la figura 32 se indica la ubicación de estos refuerzos; la ampliación en el detalle A acota las dimensiones de los refuerzos en sección. Su longitud, obviamente, será la distancia entre los junquillos interiores de la tapa y el fondo.

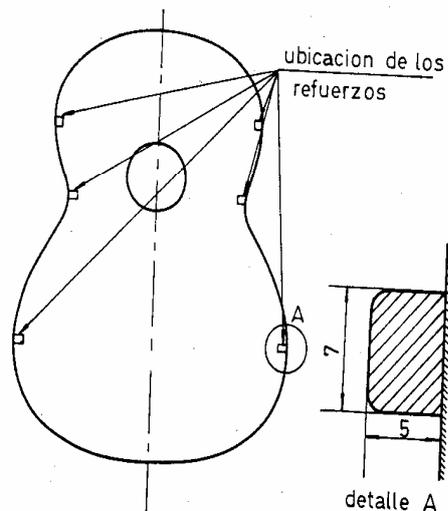


FIG. 32 Montaje de los refuerzos de los aros.

### 37. Ejecución de los encastrados en los junquillos para alojar las barretas transversales del fondo.

Para este proceso, utilizaremos el mismo sistema que hemos aplicado para la tapa, ya que su elaboración podemos decir que es idéntica.

### 38. Encolado del fondo.

El encolado del fondo, lógicamente podemos también considerarlo idéntico al de la tapa armónica, por tanto lo realizaremos de la misma forma que esta, y aprovechamos para incidir en utilizar el mayor número de puntos de presión, a fin de que no queden zonas sin un contacto íntimo entre los junquillos de apoyo y el fondo de la guitarra. Igualmente se deberá tener muy en cuenta que el eje del fondo quede bien alineado con el del mástil.

### 39. Repasado del perfil exterior de la tapa y del fondo.

Ya está la guitarra totalmente cerrada y formada, pero aún nos faltan ciertos retoques finales. Lo primero que se deberá de hacer es recortar, a ras de los aros, el exceso de madera que tiene la tapa y el fondo en todo su contorno, limando siempre desde fuera hacia los aros.

### 40. Ejecución de los encastres en el perfil de la tapa y el fondo.

Esta operación es muy delicada y debe ser realizada con mucha precisión. En la figura 33 se ilustra como se debe realizar esta operación. Es conveniente realizarla con una fresa mecánica portátil, ayudado con un copiador del contorno. De no disponer de este medio, se puede efectuar por medio de un gramil y cuchillas muy afiladas. Particularmente, utilizo el medio aludido en primer lugar, pues creo que el acabado del encastre es mas perfecto que utilizando gramil. En la figura 34 se ilustra, lógicamente fuera de escala, el encastre que se hará en la parte inferior de la caja de la guitarra, o sea, este encastre consistirá en abrir la junta de los flancos lo suficiente para que quepa el trozo de junquillo que sobró cuando se construyó el fondo. No obstante, se podría construir otro tipo de junquillo, pero el indicado añade elegancia al instrumento por dar sensación de continuidad.

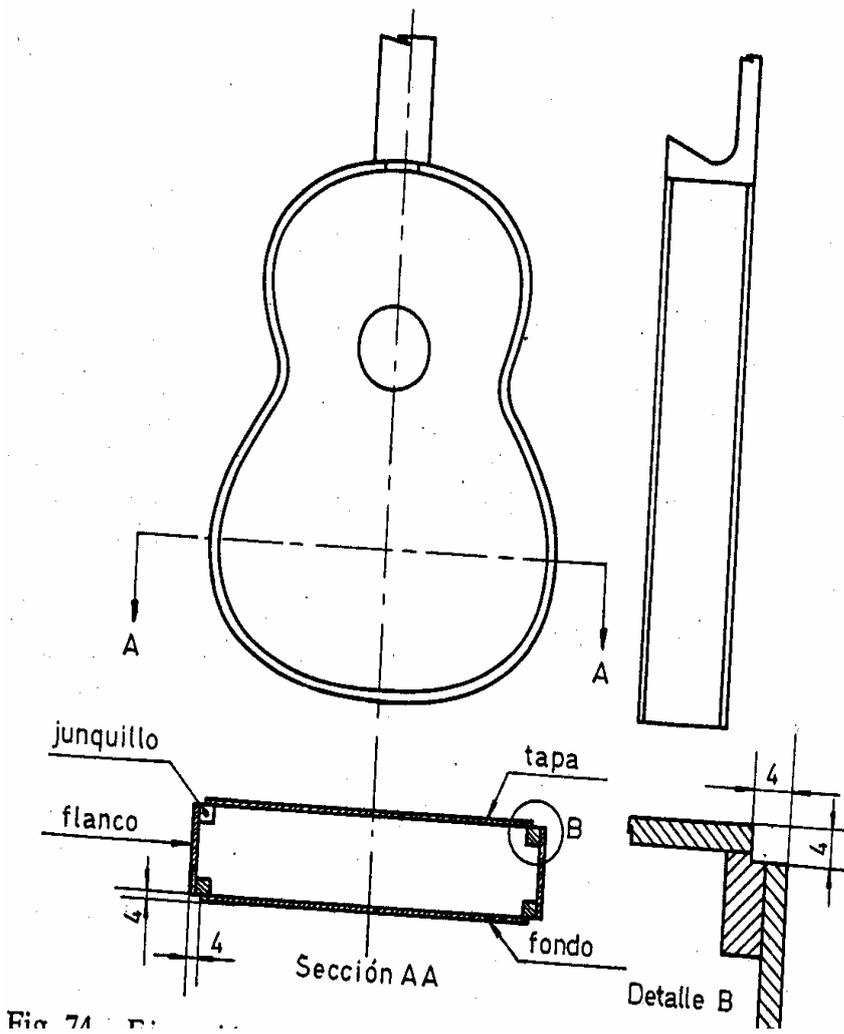


Fig. 74

FIG 33 Ejecución de los encastres para alojar los junquillos.

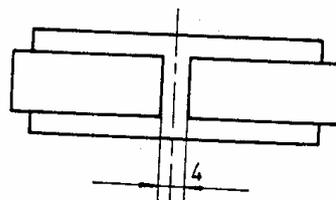


FIG. 34 Ejecución de los encastres en parte inferior de aros.

41.- Preparación de los junquillos para encolado en perfil de tapa, fondo y parte inferior de los aros.

Los junquillos que rellenarán los encastres construidos en la operación anterior, y que forman los bordes de la caja de resonancia, se prepararán con maderas de varios colores igual que se hizo con el junquillo para el fondo. Esto, que constituye un adorno, es del criterio absoluto de cada constructor de guitarras. No obstante, a título indicativo, creemos que unos junquillos muy recargados de colores puede que alegren la vista, pero no son síntoma de elegancia. Sin embargo, unos junquillos austeros pero de mucho contraste, dan al instrumento un toque de buen gusto; por ello, aconsejo usar en este tipo de junquillo dos tipos de madera: la blanca y la negra. Para este adorno se requieren dos clases de junquillo, a fin de que su presencia se haga patente por la parte de la tapa y la de los aros, ambos de 800 Mm. de longitud.

En la figura 35 A y B se ilustran los dos tipos de junquillos. El junquillo exterior, representado en A, se construirá de la forma siguiente: a una tira de madera de palo santo, de 800 Mm. de longitud, 25 Mm. de anchura y 4 Mm. de espesor, se pegará una chapa de madera blanca de 0.5 Mm. de espesor; sobre esta se encolará otra de las mismas dimensiones de color negro y, por fin, otra tira de madera de color blanco. Este paquete se someterá a presión durante el tiempo que requiera la cola para secarse totalmente; se extraerán de él cuatro tiras, a todo lo largo, de 4,5 Mm. de anchura, que formarán los cuatro junquillos necesarios para el adorno de los bordes de la caja de resonancia.

El junquillo interior, ilustrado en la figura B, es mas sencillo que el anterior y está formado por tres tiras de madera de 0,5 Mm. de espesor y las otras dos dimensiones iguales que las del anterior, la tira del medio será negra y las de ambos lados blancas. Una vez seco el paquete así formado, se extraerán cuatro tiras que constituirán los cuatro junquillos interiores de los bordes.

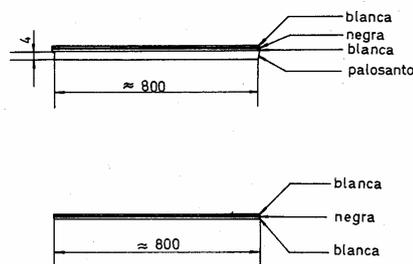


FIG. 35 A Junquillo exterior  
B Junquillo interior.

42.- Montaje de los junquillos en perfiles de tapa, fondo y parte inferior de aros.

Para realizar esta operación, se inmovilizará la guitarra al banco de trabajo por medio de dos gatos sujetos al mástil. Se tendrá preparado un buen rollo de cuerda de pita para atarlos. El motivo de usar cuerda de pita para esta operación estriba en que este material es muy fibroso y al desatar, muchas de las fibras quedarán pegadas al canto de la guitarra, y así se podrá recuperar la cuerda. De emplear otro tipo de cuerda, por ejemplo cáñamo, habría que desliarla a base de cortarla, quedando obviamente inservible y a su vez peligraría el canto de la guitarra. En la figura 36 se ilustra la manera de colocarlos, que se hará encolando y atando simultáneamente los dos tipos de junquillos; la operación se hará en dos fases, ya que son cuatro los bordes que se han de rellenar con los junquillos, haciendo los junquillos de una cara a la vez y posteriormente los de la otra cara.

Posteriormente se rellenará el trozo de junquillo de la zona inferior de los aros.

Una vez desliada toda la cuerda, superado el periodo de secado, se procederá a raspar con todo cuidado, los restos de cola y de fibras de la cuerda, así como el exceso de madera de los propios junquillos.

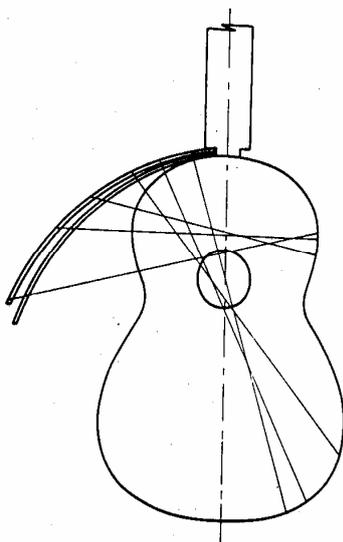


FIG. 36 Montaje de los junquillos.

#### 43.- Construcción y montaje del tacón en parte superior del fondo.

Se suplementará la cara posterior del mástil, por donde se une a la caja, con un trocito de madera de ébano hasta enrasar con el fondo. Esta zona se llama tacón por su semejanza con un tacón de zapato femenino.

#### 44.- Comprobación planitud de cara anterior del mástil.

La cara delantera del mástil, de acuerdo a las indicaciones que anteriormente dimos en el plano del mástil, estará a distinto nivel que la tapa armónica y habrá que quitar el exceso de madera del mástil. En la figura 37 se representa la forma del mástil antes y después de la operación. Obsérvese que el exceso de madera del mástil va desde cero hasta el máximo en la parte inferior. Se utilizarán herramientas de mucho filo y poco corte.

Como suele ocurrir en algunos procesos, cada constructor adopta el que considera mas adecuado o se acopla mejor a los medios de que dispone. En este caso, eso ocurre y mi opción particular adoptada en base a mi propia experiencia, me induce a mantener paralelos los planos de mástil y tapa, siendo posteriormente una vez encolado el diapasón, cuando ajusto las inclinaciones oportunas y en función del tipo de guitarra y posibles requerimientos del instrumentista.

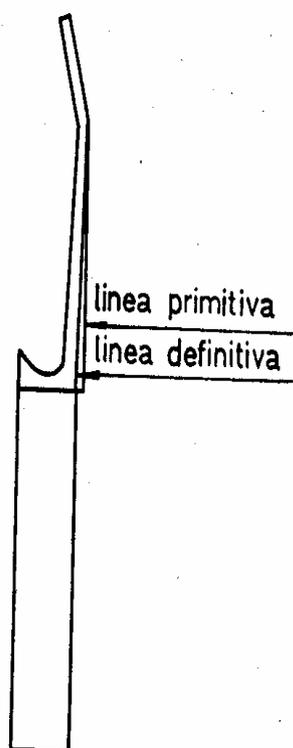


FIG. 37 Comprobación y terminación cara anterior del mástil.

#### 45. Trazado del eje del mástil.

La unión de las dos tablas que forman la tapa armónica es una línea recta, cuya prolongación constituirá el eje del mástil; se trazará dicha línea con gran precisión, pues será el eje de simetría.

#### 46. Preparación del diapasón.

El diapasón, que será de ébano, tendrá unas medidas mínimas, indicadas en la figura 38. Con estas medidas y bien pulido, se trazará su eje de simetría, que haciéndolo coincidir con el del mástil, se presentará sobre este en su justa situación y se trazará el sobrante de madera que se recortará debidamente. Es obvio que tanto la cara del mástil como la del diapasón deben ser perfectamente rectas y de acoplamiento perfecto que den lugar a un óptimo encolado.

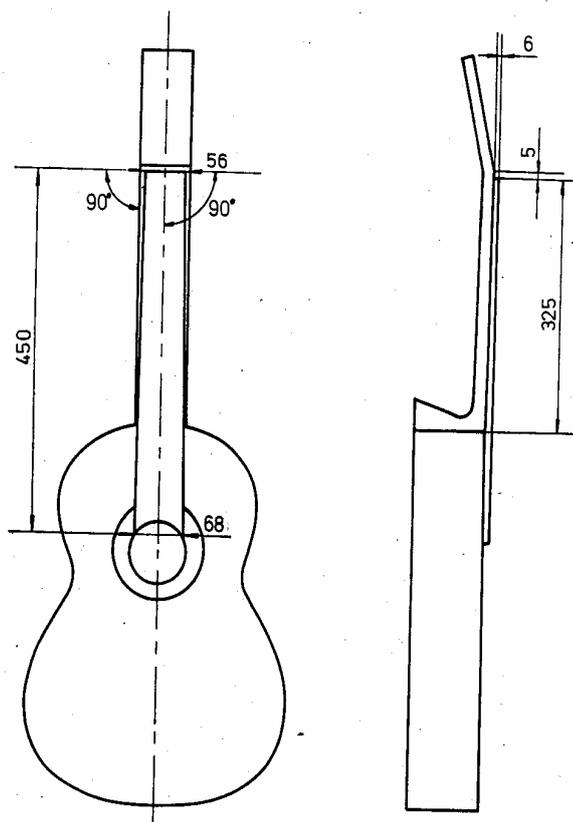


FIG. 38 Preparación y montaje del diapasón.

#### 47. Encolado del diapasón.

Tras asegurarnos bien de que el diapasón tiene las medidas correctas, y que se ajusta perfectamente al mástil y a la tapa, se encolará procurando que el espesor de cola sea uniforme en toda la superficie, se situará en su lugar haciendo que coincidan perfectamente los ejes de simetría, y teniendo muy en cuenta la distancia de 5Mm. que habrá de dejarse para ubicar el hueso superior. En la figura 38 se muestra la posición exacta del diapasón.

Si se hubiera montado el diapasón sin haberlo acabado, este sería el momento oportuno para terminarlo, ateniéndose a las medidas indicadas en la figura 38. De una u otra forma, se tendrá muy en cuenta que la condición de planitud del diapasón es fundamental para el sonido de la guitarra.

## 48. Trazado y acabado de la cabeza.

La cabeza se trazará de forma que su eje de simetría coincida con el del diapasón. La parte superior de la cabeza es por completo opcional, hasta el punto de que cada constructor diseña su propio modelo, siendo esto en la mayoría de las veces el sello por el que se distingue un constructor de otro, característica que se hace patente incluso cuando el instrumento se observa desde lejos. En la figura 39 se ilustra una cabeza de guitarra, a cuya parte superior hemos dado una forma simple a fin de no parecerse a otras. Antes de realizar esta operación de trazado, se deberá considerar la opción de construir la tapeta (véase la operación 47) y colocarla. Hay artesanos que tallan la cabeza, lo cual requiere gran maestría y siempre se acompaña con la talla del zuncho de la boca, por lo que así el instrumento presenta un aspecto de gran belleza.

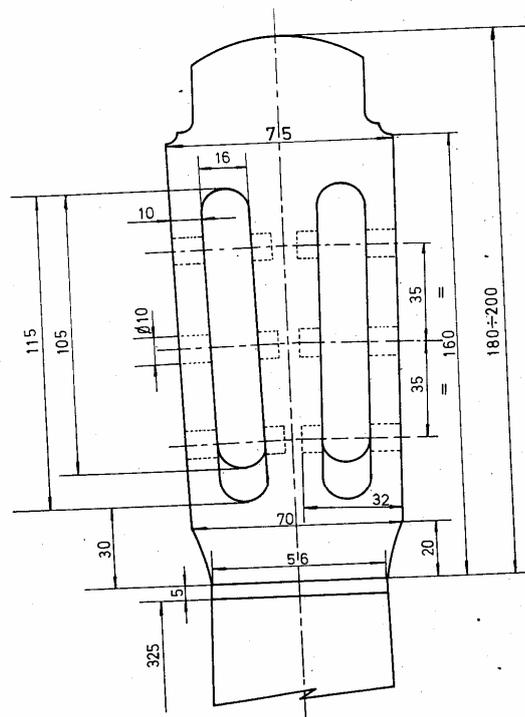


FIG. 39 Trazado de la cabeza.

## 49. Acabado del mástil.

Trazada ya la cabeza, se procederá a su acabado, así como al del mástil acotado en la figura 40. La parte posterior del mástil no deberá tener el perfil de una circunferencia, sino que su parte central tenderá a ser plana, para mayor comodidad de los dedos al tocar.

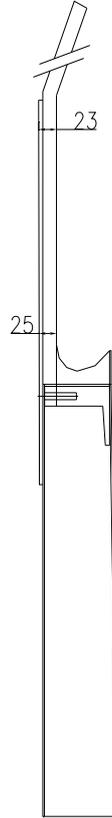


FIG. 40 Acotado del mástil acabado.

50. Montaje y acabado de la tapeta en cabeza.

La tapeta se construirá de madera de palo santo y tendrá 2 Mm. de espesor. Su colaboración a la resistencia de la cabeza es enorme, por ello se hace imprescindible y al mismo tiempo embellece de gran manera la guitarra. En la figura 41 se muestra la posición de la tapeta.

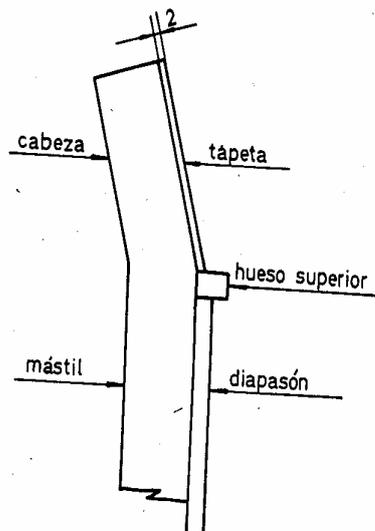


FIG. 41 Montaje de la tapeta.

#### 51. Trazado y cortes del diapasón.

El trazado y cortes del diapasón es una de las operaciones mas delicadas y por supuesto, la de mayor precisión, toda vez que las tolerancias admisibles son muy pequeñas. De la exacta división dependerá el afinado de la guitarra, y es obvio pensar que aunque se construyera un buen instrumento, dejaría de serlo si este no afinara bien. En la figura 42 se representa el trazado del diapasón. El trazado se hará midiendo siempre desde el apoyo superior de las cuerdas, o sea desde la cara anterior del hueso. Se trazará, si ello es posible, preferentemente con una regla metálica con resolución de 0,5 Mm. y se efectuarán dos trazos para que uniéndolos resulte la línea que determinará el lugar donde se ubicará posteriormente la barra metálica. Para realizar los cortes se utilizará una sierra rígida de dientes muy finos y para que el corte salga perpendicular a la tabla del diapasón habrá que auxiliarse de una tablita gruesa y de canto muy recto. La profundidad de los cortes así como su anchura vendrá determinada por las dimensiones de las barras metálicas que se utilicen.

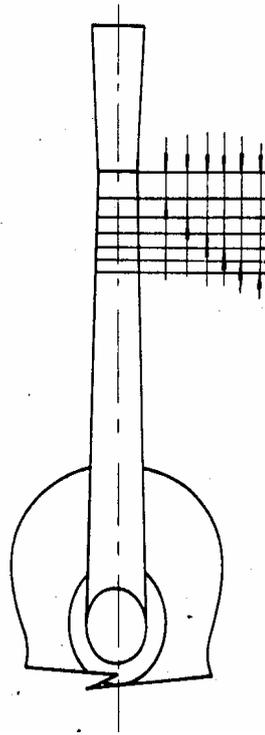


FIG. 42 Trazado y cortes del diapasón.

## 52. Montaje de las barras metálicas del diapasón.

Las casas constructoras, sirven las barras metálicas en forma de un alambre de sección casi circular, con un saliente que es el que entrará en los cortes efectuados en la operación anterior. Se cortarán y enderezarán las 19 barras, cada una a su medida y se tendrá en cuenta que esta deberá ser algo escasa, porque en tiempo caluroso el metal se dilatará y entorpecerá la buena ejecución. Se colocarán usando un martillo de plástico para no deteriorar las barras. Si alguna barra quedara holgada en su ranura se podrá encolar y presionar el tiempo necesario. Una vez clavadas las barras, se procederá a nivelarlas utilizando una madera rigurosamente plana, con una cara forrada de papel de lija muy fina. Esta operación es importantísima, pues de no hacerla bien, las cuerdas podrían rozar con las barras y producir un sonido desagradable, y entonces cerdearían. En esta operación hay que insistir hasta asegurarse de que se han tocado con el papel de lija todas las barras, que naturalmente perderán su primitiva forma de segmentos circulares. Una manera muy eficaz de realizar esta operación es pintar las barras con tinta indeleble, y alisarlas hasta que desaparezca la tinta, lo cual se repetirá como mínimo dos veces.

### 53. Montaje y ajuste del clavijero.

Se montará el clavijero en su sitio, se atornillará como si ya no tuviera que moverse y se comprobará su eficacia. Esto se debe realizar para no llevarse sorpresas desagradables, debidas a algún fallo, cuando la guitarra estuviese barnizada.

A continuación, se desmontará el clavijero y se guardará hasta su montaje definitivo.

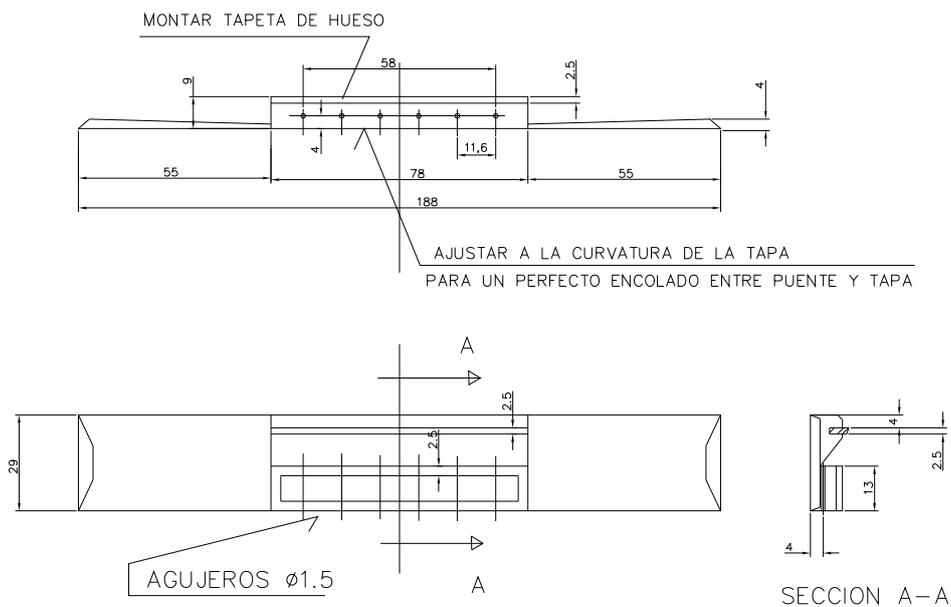
### 54. Lijado y repasado general.

La última operación de tipo mecánico que se realizará, será el lijado de acabado, que se hará con papel de lija extrafino (1000). SE deberá realizar este lijado de manera muy suave y procurando no apretar y nunca hacer pasadas con el papel de lija en sentido perpendicular a la fibra de la madera, ya que se producirían rayas que aunque no se apreciaran entonces a simple vista, el barniz las haría patentes y perjudicarían el buen acabado. Una vez lijada toda la guitarra y tras haber comprobado que está impecable, se cepillará bien con un cepillo de cerda suave, y no se cogerá mas directamente con las manos, sino interponiendo una bayeta entre la mano y el mástil.

### 55. Construcción y montaje del puente.

Se trazará el puente con toda exactitud y se construirá en materiales de ébano o palo santo según requiera el instrumento. En la figura 43 se ilustra el plano de un puente completo: la curvatura de la base, por donde se une a la tapa armónica, es de capital importancia, por lo que ha de coincidir con la que ya tiene la tapa. Al construir esta curvatura, que se conseguirá con bastante facilidad usando cuchillasafiladísimas, se registrará constantemente sobre la tapa, por el procedimiento del grafito, hasta que el puente y la tapa ajusten perfectamente. No hay que olvidar que de esta buena unión, dependerá en buena parte, la potencia sonora de la guitarra.

La operación previa a la colocación del puente será la de trazar el lugar exacto de su ubicación. Para ello se tendrá muy en cuenta que la distancia desde el hueso superior al inferior es de 650 Mm. y que la distancia entre la unión de la caja y el mástil a cualquiera de los huesos es de 325 Mm. medidas indicadas también en la figura 44. El puente es una pieza que tiene gran importancia en la guitarra, por ser el elemento que mas fuerza ha de aguantar pese a sus limitadas dimensiones; por esta razón, antes de colocarlo en la tapa se hará un rayado con una punta o con una cuchilla. Se llenará de cola el hueco que dejan las rayas, por poco profundas que sean, con lo cual se proporcionará mucha resistencia al puente. Asimismo estaría muy atinado que en la misma base se le pusieran dos pasadores de madera dura (palo santo) que entraran en el puente 2Mm. y otros 2Mm. en la tapa armónica, quedando así un conjunto muy resistente.



MATERIAL: Ebano ó Palo Santo de Río

FIG. 43 Puente.

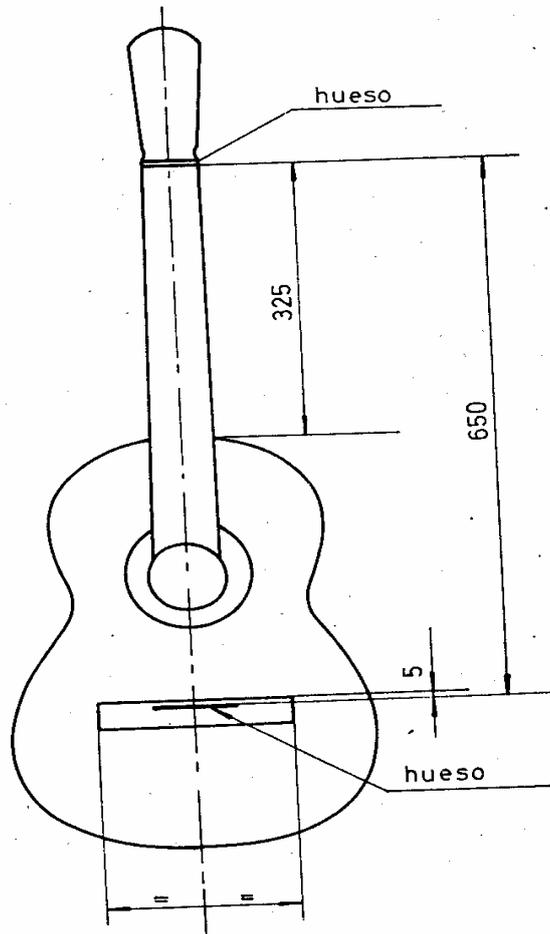


FIG. 44 Montaje del puente.

56.- Barnizado. (Según el sistema utilizado, goma laca o poliuretano, el orden del proceso varía).

### **BARNIZADO DE GUITARRAS**

#### **PROCESO DE APLICACIÓN MANUAL DE RESINA NATURAL (Goma laca).**

Este sistema de barnizado, debido a su laboriosidad prácticamente está en desuso y solamente en algunas fabricaciones especiales de instrumentos musicales de cuerda, como guitarras y violines se sigue aplicando por Luthieres que siguen prefiriendo este acabado, frente a los barnices modernos a base de Poliuretano.

Hay que destacar básicamente unas notables diferencias entre ambos materiales.

La resina natural de Goma laca, confiere a las superficies de aplicación, una textura y brillo natural sensiblemente diferentes de los materiales sintéticos, provocando en estas fabricaciones especiales de instrumentos, una calidez que a juicio de sus constructores no la igualan los materiales sintéticos.

Justo es también diferenciar, sus características y comportamiento frente al uso y al tiempo. La Goma laca es mucho mas sensible al uso del instrumento y su deterioro mucho mas apreciable. El contacto físico de manos y uñas del guitarrista provoca con mayor facilidad la apreciación de ralladuras y desgastes en sus superficies de uso.

Lógicamente este tipo de instrumentos no suelen estar expuestos a un uso descontrolado y suelen estar protegidos y mimados por sus propietarios como verdaderas joyas.

Las resinas sintéticas a base de Poliuretano, debido a su gran dureza superficial hacen al instrumento mas inalterable exteriormente, pero la rigidez que aporta a la tapa en la mayoría de los casos, puede afectar a la capacidad y calidad sonora del instrumento.

En este orden de cosas, es conveniente aclarar, que las superficies aplicadas con Goma laca pueden ser nuevamente repasadas con relativa facilidad, ya que se aplicaría encima de la capa existente, después de simplemente un repaso de lija fina.

A las superficies con Poliuretano hay que eliminarles la capa de Poliuretano y efectuar una nueva capa de este material, ya que adiciones encima de la capa existente influirían en la rigidez de la tapa y con ello afectaría a la capacidad sonora del instrumento.

Mucho se podría decir, sobre particularidades, características y bondades de ambos procesos que tratarían de justificar el uso de uno u otro. Valga en este caso y para quién quiera hacer uso de ello, las experiencias vividas de este constructor en la aplicación de ambos procesos.

Mis inicios en la aplicación de Goma laca en instrumentos de guitarra española, se vieron favorecidos por las experiencias de un afamado Luthier Jienense, Jerónimo Peña con el cual tuve el placer de intercambiar opiniones y verme enriquecido de sus opiniones al respecto, las cuales eran producto de toda una vida dedicada a este apasionado y sublime arte de la construcción manual de la guitarra española.

Don Jerónimo Peña obtuvo muchos premios en su larga carrera de Luthier, estando ya a punto de jubilarse cuando tuve el placer de recibir sus enseñanzas personales, las cuales me sirvieron a su vez para aclarar informaciones más oscuras del Manual editado por el propio Sr. Peña.

El proceso de aplicación de Goma laca a guitarras que paso a describir a continuación, es el que utilizaba el Luthier Jerónimo Peña en sus últimos años de actividad profesional. Dicho proceso combina las buenas características de los materiales modernos o sintéticos y las bondades de acabado de la Goma laca natural.

Empezaré diciendo que los barnices sintéticos a base de Poliuretano son de invención bastante recientes, empezando a comercializarse aproximadamente en los años 1960 a 1970. Posteriormente y combinado con los medios de aplicación, mediante boquillas de

insuflación por aire comprimido se dio paso a los procesos modernos de aplicación de barnices que hoy día se utilizan de forma general.

Hasta las fechas aludidas anteriormente, todas las guitarras se barnizaban a mano con Goma laca mediante muñequilla, siendo este proceso muy laborioso y se precisaba de muchos días para conseguir unas superficies de la máxima calidad, como requieren los especiales instrumentos que nos ocupan.

La necesidad de cubrir el poro de las maderas que se utilizan en estas guitarras, sobre todo en la madera de Palo Santo, hacían necesarias la aplicación de muchas manos de goma laca para ir cubriendo en capas sucesivas el poro natural de esta bella madera.

Las experiencias vividas en el transcurso de estos años, dieron lugar a recoger lo mejor de cada material para, combinados sabiamente crear un proceso híbrido que facilite la labor del constructor y ofrezca el acabado natural por el cual desde un principio nos hemos decantado.

He considerado necesarias estas aclaraciones previas, antes de iniciar la descripción de mi:

#### PROCESO DE BARNIZADO DE GUITARRAS CON GOMA LACA.

Terminadas las fases de construcción que nos presentan la guitarra totalmente terminada, sin el puente montado, se pasa a las fases de afinado de superficies mediante lijado. El grado de afinado de superficies ha de ser máximo, dejando que cada constructor se marque donde está su grado máximo.

Sirva como base decir que los materiales de utilización de estos especiales instrumentos son normalmente:

- Tapa de Pino Abeto alemán, Cedro o Ciprés
- Fondo y aros de Palo Santo
- Mástil de Cedro rojo de Honduras.

Una vez conseguido el grado de afinado, pasamos a la fase de Tapado de poros, para lo cual emplearemos laca sintética Nitrocelulósica (casa Barpimo)

En esta operación de tapado de poros, la experiencia ha demostrado que la utilización de la Laca Nitrocelulósica nos ahorra mucho tiempo, comparado con la utilización solamente de Goma.

La aplicación de esta laca la haremos a mano utilizando brocha plana o paletina, dando siempre la pasada al hilo de la madera. Este material es de secado muy rápido y pasadas 4 ó 5 horas ya podemos pasarle una lija media (400) .

Con un par de manos en la tapa es suficiente. En aros y fondo podemos dar 3 manos, siempre repasando con la lija entre mano y mano. Al mástil con dos manos también es suficiente. De todas formas estas reglas no son fijas y pueden ser modificadas a criterio del que ejecuta en función de sus apreciaciones y experiencias.

En la última mano, antes de iniciar con la Goma laca, debemos repasar con lija mas fina (800) procurando eliminar marcas o ralladuras que puedan aparecer posteriormente.

- Preparación de la Goma laca. Este material se comercializa en forma de escamas muy finas que se asemejan a las escamas de pescado. Las hay de diferentes tonalidades, pero próximas siempre al color Ámbar.

Para su preparación, hay que mezclarla con Alcohol de 96° como disolvente.

Las proporciones adecuadas, oscilan entre 70 y 100 gr. de goma por litro de Alcohol, lo cual hay que dejar mínimo una hora y mezclarlo bien.

Este preparado se debe guardar en envase de vidrio con boca ancha, para permitir la introducción de la muñequilla.

La aplicación se hace por medio de la llamada muñequilla, que consiste en una bola de algodón hidrófilo del tamaño aproximado de una castaña, envolviéndola en un trapo de algodón a ser posible usado (tela tipo de camiseta interior) y anudado con hilo para que el conjunto no se deshaga.

Una vez disuelta bien la Goma y preparada la muñequilla, se empapa esta dejando que el algodón absorba la goma, escurriendo posteriormente esta comprimiéndola con los dedos.

La aplicación se inicia por la tapa, a la cual se le habrá pasado un trapo para eliminar los posibles restos de polvo. Recomiendo iniciar la aplicación por el centro de la tapa cubriendo poco a poco mediante sucesivas pasadas a toda la superficie de la tapa. El contacto con la tapa ha de ser suave con poca presión y siempre al hilo de la madera o sea en sentido longitudinal de la guitarra. Hay que procurar que la tonalidad que va adquiriendo la tapa sea uniforme en toda su superficie, procurando para ello no parar la muñequilla sobre la tapa y a su vez efectuar las pasadas de forma regular por toda su superficie. Para cada sesión diaria en la tapa, tardaremos aproximadamente 5 minutos. Terminada la tapa pasaremos a los aros y al fondo y finalmente al mástil y cabeza.

Aproximadamente de 20 a 30 minutos serán necesarios para dar una mano a toda la guitarra.

En conjunto, el barnizado con Goma laca no es un proceso fácil de realizar cuando no se tiene experiencia, pero las personas que se acercan a este medio, disponen de lo principal para conseguirlo y es, la paciencia, imprescindible para este menester y que poco a poco por medio de la práctica nos va abriendo al conocimiento de la técnica.

En cuanto al número de manos necesarias para el proceso de Goma laca, es difícil también concretar, pues teniendo en cuenta que entre manos hay que pasar lija (1000) a veces es fácil en alguna zona llegar a la Laca Nitrocelulósica, notándose al trasluz las marcas de diferente material. A su vez es recomendable tapar todo el poro de la madera por lo cual un mínimo de 6 o 7 pasadas son necesarias antes de iniciar el siguiente proceso de Pulido y Abrillantado.

Se me olvidaba decir que el tiempo necesario entre manos de Goma inicialmente en las primeras manos puede ser de 24 a 48 horas, pero según vayamos avanzando en el número de manos, hemos de ir ampliando el tiempo de secado entre manos a 3 y 4 días. Una vez dada la que a nuestro juicio consideremos la última mano de Goma, dejaremos un tiempo de secado de 7 días para que el conjunto esté bien seco antes de proceder al Pulido y Abrillantado.

Se inicia esta fase, con un lijado muy fino, en principio con lija gastada de 1000 y agua, pasando posteriormente a 2000 y a 4000 (si se dispone de este tipo de lija).

Hay que advertir que en las fases de acabado, la minuciosidad y el detalle han de ser máximos, procurando contener las ansias de verlo terminado y dar todo el tiempo necesario para no fallar en este importante proceso. Este proceso es muy recomendable hacerlo con buena luz natural, para poder ver al máximo los detalles.

Cuando se han efectuado debidamente estos procesos, las superficies de la guitarra, ya debe presentar un buen aspecto, pudiéndonos ver reflejados en su superficie de forma parecida a un espejo pero sin nitidez.

Para conseguir el brillo cálido y ese acabado bonito y natural que al principio aludíamos, utilizaremos un producto final que aplicado en dos fases nos dejará la guitarra perfecta, claro está, conteniendo la impaciencia y dando el tiempo necesario a cada fase.

El producto aludido es de la marca 3M y comercialmente se utiliza para el abrillantado de pinturas de coches y barnices. Son dos compuestos en envase diferentes. Uno de Pulido y otro de Abrillantado. Ambos productos son de textura líquida un poco densa y se aplican con trapo de algodón a mano. Son de aplicación sencilla, y siguiendo las instrucciones del propio envase será suficiente.

Lógicamente aplicaremos el pulimento en primer lugar, en pequeñas cantidades sobre el trapo pasando posteriormente este sobre la superficie trazando círculos de forma rápida y suavemente, completando poco a poco el total de la superficie. A continuación haremos lo mismo con el producto de abrillantado, utilizando igualmente otro trapo limpio de algodón, a ser posible muy suave (camiseta interior de pelito).

Después, con una bayeta casera de limpiar el polvo quitaremos los restos del producto y comprobaremos que si hemos trabajado concienzudamente las superficies serán un espejo donde nos podemos ver reflejados perfectamente.

Al principio decía que era difícil el acabado con Goma laca, pero si somos observadores, vemos que las dificultades mayores son las que imponen la necesidad de ser metódicos y sobre todo pacientes.

### **BARNIZADO DE GUITARRAS** **PROCESO DE APLICACIÓN CON PISTOLA Y MATERIAL POLIURETANO.**

Para este proceso se necesita una reducida instalación: un motocompresor y una pistola de pintor con difusor apropiado a la viscosidad del barniz. El barniz de poliuretano consta de dos componentes, que al unirse reaccionan entre si, se endurecen en poco tiempo y forman una capa muy resistente al rayado. Como primera mano, es opcional dar una primera mano de tapa poros pero se puede empezar directamente con el barniz. Antes del barnizado hay que teñir la guitarra si es el caso, lo cual sólo se hará a la tapa armónica si la guitarra es de palo santo, pero se suele teñir toda la caja cuando es de ciprés. Para el teñido se utiliza una mezcla de anilinas roja y amarilla, con preponderancia de esta última, disueltas en agua o en alcohol, el cual penetra mas en la madera por ser mas fluido que el agua, pero ambos sistemas dan buen resultado.

Una vez teñida la guitarra y limpia de cualquier impureza, se proyectará la primera mano de barniz a 35 cm. de distancia sin insistir ni un solo momento en la misma zona para evitar que chorree. Transcurrido el tiempo necesario para el endurecimiento del poliuretano, se realizará el pulido con máquina pulidora provista de rueda de trapo de algodón, que se deshace con facilidad y previene así el rayado. Por lo general, esta primera capa desaparecerá casi por completo al pulirla, pero el barniz habrá penetrado lo suficiente en los poros de la madera y se dará la segunda mano en las mismas condiciones que la primera; una vez seca, se volverá a la pulidora, donde ya aparecerá un brillo incipiente y se repetirá la operación de barnizado y pulido hasta que la guitarra presente un aspecto impecable con un brillo muy intenso.

Aunque el barniz por si solo brilla bastante, no debe omitirse la operación de pulido, ya que el brillo por pulido da un aspecto de mayor calidad. Se podrá considerar concluido el barnizado, cuando al reflejarse la cara de quien mira la guitarra, se vea claramente, casi como en un espejo, pero si la imagen se deforma o aparece turbia no está bien hecha la operación.

## 57. Preparación de los huesos del puente y la cabeza.

En la figura 45 se indican las dimensiones que deberá tener el hueso superior que sirve de apoyo a las cuerdas. La sección representada en la misma figura muestra, que las ranuras para alojar las cuerdas no son paralelas a la base del hueso sino que estas tendrán una inclinación que facilitará el asiento de las cuerdas y evitará que cerdeen. Estas ranuras deberán ser redondeadas e incluso pulidas para prevenir la rotura prematura de las cuerdas.

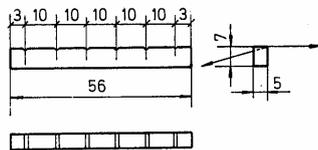


FIG. 45 Hueso superior.

El hueso inferior ilustrado en la figura 46, tiene mas importancia que el superior por ser responsable directo de transmitir las vibraciones de las cuerdas al puente y este a la tapa armónica. Por esta razón deberá entrar muy justo en su alojamiento del puente. También en este hueso, el asiento de las cuerdas será inclinado para facilitar su propia dirección, pero en el no se harán ranuras para alojarlas. Obsérvese en la figura que las bases del hueso no son paralelas, sino mas estrecho en la zona de apoyo de la primera cuerda, debido a que la primera cuerda tiene menos elongaciones que la sexta y no hay peligro de que aquella roce con las barritas metálicas.

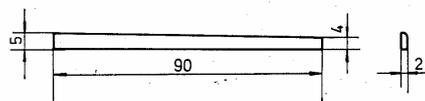


FIG. 46 Hueso inferior.

## 58. Montaje final de clavijero y cuerdas.

El montaje del clavijero será ahora elemental, ya que se adaptó previamente, por lo que coincidirá exactamente en su posición.

Se pondrán también los huesos, que posiblemente se habrán de retocar para su adaptación total. Por último se colocarán las cuerdas y se les dará la tensión normal de afinado. Inicialmente

la guitarra requiere un tiempo para que las cuerdas se estabilicen en la tensión de afinado, para lo cual será necesario afinar repetidas veces durante los primeros días. No hay que olvidar que internamente la guitarra ha de estar escrupulosamente limpia de restos y polvo. Esta operación se habrá efectuado lógicamente antes del montaje de las cuerdas con trapos limpios y de textura suave.

## CAPITULO IX – PLANOS Y FOTOGRAFIAS.