

La Guitarra Española

Características y construcción

José Villar Rodríguez

*Manuscrito
10-11-1992
Tijó Xanxo 20 1992*

Dedico este libro a todos los guitarristas
y constructores de guitarras de España
por la colaboración que siempre me prestaron.

JOSÉ VILLAR RODRÍGUEZ



Con la colaboración del
Centre de Documentació
de les Cultures de les Comunitats Autònomes
Departament de Presidència
Generalitat de Catalunya



Còrsega, 619. 08025 Barcelona
Disseny de la coberta: Vilaseca/Altarriba Associats
© 1985 by José Villar Rodríguez. L'Hospitalet de Llobregat
Realització: E. Climent
ISBN: 84-85927-11-7
Dipòsit legal: B-26.001-85

JUSTIFICACIÓN

Ninguna faceta del saber humano debe considerarse trivial; por elemental que pudiera parecer, cualquier estudio que se realice a fondo aporta siempre datos que engrosan esa gran enciclopedia que constituye el conocimiento de la humanidad. Cuando una persona siente especial atracción por alguna de las múltiples facetas de este saber humano, generalmente la influye el ambiente en que se desarrolla.

No sé cómo nació mi afición por la guitarra, pero de niño ya sentía atracción por este instrumento. Cierta día, hace bastantes años, oí a un guitarrista, que me despertó el deseo de empezar a tocar la guitarra; en efecto, me compré, ese mismo día, mi primera guitarra, de seiscientas pesetas, y tan contento marché para casa, ávido de interpretar alguna obra de Albéniz. Ciertamente no obtuve el resultado deseado, ya que no conseguí arrancarle el más mínimo sonido grato y coherente. Con el pasar del tiempo, fui relacionándome con algunos amigos aficionados y, por supuesto, leyendo cuanto caía en mis manos acerca del tema; acudía a cuantos conciertos me era posible, y siempre que las circunstancias lo permitían, hablaba con el concertista, del cual siempre aprendía algo.

Con cierta información sobre la guitarra, entré en contacto con algunos constructores artesanos con los cuales cambiaba ideas constantemente; también me familiaricé con bastantes guitarristas, desde los simples aficionados hasta los de más popularidad, de esta forma fui acumulando muchísimos datos, que han sido la fuente de partida para la realización de este libro.

He pasado ratos muy amenos teniendo conversaciones, sobre la guitarra, con eruditos como Manuel Cano, virtuosos como Manolo Sanlúcar, artesanos como Montero o Jerónimo Peña, y siempre es inagotable el tema de la guitarra. Se suscitan preguntas como la de

¿cuántos kilos de fuerza harán las cuerdas de una guitarra? ¿qué guitarra es mejor, ésta o aquella? ¿qué guitarrista interpreta mejor tal o cual? ¿por qué la tapa armónica ha de ser pinabete?, etcétera, de esta forma se originan discusiones constructivas de las que uno sale aprendiendo siempre.

Al físico inglés lord Kelvin se debe la frase siguiente: «Suelo decir con frecuencia que cuando se puede medir aquello de que se habla y expresarlo en números, se sabe algo acerca de ello». Siendo la guitarra un medio para expresar sentimientos que están vedados al lenguaje, no es posible cuantificar todas las magnitudes que la definen, pero al ser también un elemento físico con formas y dimensiones concretas, pensemos en la frase de Kelvin y revelemos, dentro de nuestras posibilidades de cálculo y ensayo, la fuerza de las cuerdas en tensión; la resistencia del puente, para diseñarlo convenientemente; las medidas exactas del diapason, para desterrar los métodos rutinarios; el lugar exacto para la ejecución de los armónicos posibles, etcétera.

Animado constantemente por constructores, guitarristas y aficionados en general, cuyo denominador común ha sido el de ayudarme en todo momento, comencé a plantearme escribir este libro con el deseo de aportar mi granito de arena en bien del instrumento y también para que llegase al conocimiento del mayor número posible de personas, pues de esta manera estoy seguro de conseguir algunos adeptos a esta afición que compartimos muchos millones de personas en todo el mundo.

No ha sido fácil la tarea, pero sí muy agradable, sobre todo por la colaboración que siempre encontré. Sería imperdonable omitir aquí el nombre de quien tanta colaboración me ha prestado, Francisco Montero, genial constructor artesano, que no me ha regateado medios para cuantas mediciones he deseado hacer en su taller.

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que, mucho antes que yo, y tanto en los campos constructivos como interpretativos, han aportado a la guitarra una mejora que, por pequeña que ésta hubiere sido, ha engrandecido el instrumento, de forma que hoy, y después de todas las peripecias transcurridas en el correr de los tiempos, ocupa un lugar preeminente entre todos los instrumentos.

JOSÉ VILLAR RODRÍGUEZ

BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA GUITARRA

De la observación de grabados en que figuran instrumentos de cuerda antiguos, se deduce que éstos no adoptan determinadas formas y tamaños, sino que más bien responden a estructuras personales, y que cada artista concibe su propio instrumento con gran subjetividad. Sólo la vihuela, instrumento ascendiente directo de la guitarra, tiene una forma y un tamaño determinados y se puede definir como un instrumento en forma de ocho, en que los dos volúmenes que configuran su silueta son de igual tamaño. En la evolución de la construcción de los antiguos instrumentos, a partir del laúd que nos trajeron los árabes en el siglo VIII, no se advierte ninguna modificación importante hasta la segunda mitad del siglo XVI, época en que aparece una guitarra de cinco órdenes de cuerdas. La quinta cuerda, en orden cronológico y primera por su ubicación en la guitarra, se debe al poeta y músico andaluz Vicente Martínez Espinel, nacido en Ronda (Málaga), en el año 1550, al cual también se le debe el sistema de afinado de la guitarra por equisones, que no sólo es actual sino el más perfecto, por la resolución del oído humano para comparar sonidos. A la guitarra de cinco cuerdas, con la que se podían efectuar acordes perfectos, le prestaron gran atención los músicos más importantes del siglo XVII, por lo cual se introdujo en los ambientes musicales más representativos y pasó a ser el instrumento favorito en todas las cortes europeas. La guitarra adquirió gran importancia gracias a la aportación de personas como Gaspar Sanz, que publicó su método en Zaragoza, en el año 1674; a Amat, que enseñó a formar todos los tonos mayores y menores en la guitarra de cinco cuerdas; al portugués Nicola Doici de Velasco, que publicó, en el año 1630, su *Nuevo método por cifra para tañer guitarra de cinco cuerdas*, el más antiguo de cuantos se

conocen, y en el cual se da un mensaje extraordinario: «En Francia, Italia y demás países, a la guitarra se le llama *española* desde que Espinel puso la quinta cuerda, quedando tan perfecta como el laúd, el arpa, la tiorba y el clavicordio y aún más abundante que éstos», y este gentilicio se habría de ir ratificando constantemente en el transcurso de los tiempos.

El siglo XVIII trajo consigo gran evolución en la guitarra. Tal vez la modificación más trascendente fue con la aparición de la sexta cuerda. En el año 1760, fray Miguel García, conocido como el Padre Basilio, presentó por vez primera una guitarra con seis cuerdas. Este gran músico organista adoptó la guitarra como su instrumento favorito y fue el primero en escribir música para guitarra en notación musical moderna.

Como consecuencia del enriquecimiento musical que adquirió la guitarra de seis cuerdas, al final del siglo XVIII aparecieron instrumentos de muy distintas concepciones: guitarras de siete, ocho, doce y veinte cuerdas, de dos mangos y siluetas de todas las formas imaginables. Todos estos instrumentos quedaron como reliquias en las vitrinas de distintos museos porque, ciertamente, ninguno de ellos tenía más posibilidades musicales que la guitarra de seis cuerdas. En lo concerniente al arte de tañer la guitarra, el siglo XVIII fue prolífero, pues hubo grandes concertistas, como Fernando Carulli (1770-1841), gran clásico de la guitarra, que compuso más de trescientas obras y escribió un tratado de armonía, publicado en el año 1825.

Dionisio Aguado (1784-1849), gran estudioso de la digitación, nació en Madrid y fue discípulo del Padre Basilio; su método aún está en vigor.

Fernando Sor (1778-1839), catalán, dio prestigio universal a la guitarra; se le llamaba el «Beethoven» de este instrumento.

A finales del siglo XVIII surgieron varias escuelas de guitarreros; tuvo relevancia la granadina, y todo hace suponer que su iniciador fue Rafael Vallejo, establecido en Baza (Granada). En el año 1792, por encargo del rey Carlos IV, Vallejo construyó una singular guitarra, de seis cuerdas dobles más otras veinte cuerdas de afinación fija y cinco trastes en su diapason, que le llevó tres años y ahora se conserva en el Victoria and Albert Museum de Londres.

Durante la primera mitad del siglo XIX se desarrolló la escuela

granadina con el establecimiento de los constructores artesanos José Ortega, Benito Ferrer, Agustín Caro Riaño, José Pernas, Antonio Llorente y los hermanos Valle (Nicolás y Antonio).

Pese a la evolución que experimentó la guitarra respecto a su construcción, su aspecto musical quedó afectado por la crisis ocasionada por la aparición del piano, instrumento que se tomó como patrón, y entonces rara vez se la veía donde hubiera música seria y tocarla quedó relegado a una actividad de pasatiempo.

En estas condiciones, la guitarra pasó a la taberna, con el principal objeto de acompañar a voces aguardentosas, como dice Emilio Pujol en su *Escuela Razonada de Guitarra*, y con «mil golpes en la tapa y mil manchas de vino o caldo de caracoles», como indica Manuel Cano, en una descripción perfecta en su obra *Un siglo de la guitarra granadina*. La segunda mitad del siglo XIX conllevó un resurgimiento que habría de ser irreversible, debido a dos hombres, tal vez los más ilustres que haya conocido el mundo de la guitarra: Antonio de Torres Jurado (1817-1892), nació en Cañada (Almería), se instruyó en el taller del maestro José Pernas, en Granada, y estableció su taller en Sevilla a mediados del siglo XIX, en la calle de Cerrajerías, 32.

Volvió a diseñar la guitarra española y le dio una nueva silueta, prácticamente la que conocemos hoy; esta nueva silueta comportó un aumento de la potencia sonora por haber aumentado la superficie vibrante de la tapa armónica, asimismo estudió con gran acierto todo el sistema de barras armónicas, y llevó los trastes del diapason hasta la misma boca de la guitarra (antes sólo se ponían doce trastes), fijó en 650 mm la longitud de las cuerdas, puso la cejuela del puente, e inventó el clavijero metálico.

Francisco de Tárrega (1854-1909) nació en Castellón. Demostró por vez primera todas las posibilidades musicales de la guitarra; sus composiciones son de una armonización magnífica y movió a los más importantes músicos a componer para guitarra.

Los conocimientos que Tárrega extrajo de la guitarra fueron recogidos y ampliados por el más ilustre maestro de nuestros tiempos, Andrés Segovia, que nació en Linares (Jaén), en el año 1893. Con un talento y amor a la guitarra extraordinarios, la ha llevado a todos los conservatorios del mundo y a las salas donde se interpreta música para los públicos más exigentes.

Al recordar aquellos pioneros «tocaos», que llevaron la guitarra a la taberna en la primera mitad del siglo XIX, observamos cómo su evolución ha sido asombrosa y ha hecho de la guitarra un instrumento imprescindible en las tres disciplinas del arte flamenco, acompañando al cante, al baile o como instrumento solista para concierto; la guitarra flamenca se populariza en gran manera por todo el mundo gracias a la revelación de guitarristas como Paco de Lucía, de impresionante toque, Manolo Sanlúcar, de toque perfecto y musicalidad conmovedora, Manuel Cano, gran erudito de las más puras esencias de la guitarra, los jóvenes Juan Manuel Cañizares, de increíble destreza en la digitación y Pedro Sierra, de sorprendente intuición, así como otros muchos, lo cual ha supuesto que la guitarra pasara a ser el instrumento más universal.

BIBLIOGRAFÍA

- MANUEL CANO TAMAYO: *Un siglo de la guitarra granadina*. Granada, 1975.
EMILIO PUJOL: *Escuela razonada de guitarra*.
Método de guitarra CCC. San Sebastián.

LECCIÓN PRELIMINAR DE ACÚSTICA

El sonido es producido por la vibración de un cuerpo y transmitido a nuestro oído por un medio material, 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 m/s; los líquidos conducen mejor el sonido que los gases, y los sólidos son los que mejor lo conducen y, por tanto, a más velocidad. Existe una relación directa entre la velocidad de conducción del sonido y la densidad y rigidez del cuerpo que lo conduce, de forma que el acero, elemento muy denso y muy rígido, transmite el sonido a más de 5.000 m/s; la madera, material poco denso pero muy rígido, lo transmite entre valores de 1.000 a 3.600 m/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 tiempo desiguales para cada una de sus vibraciones, surge un ruido, o sea, que por extraño que parezca, tiene la misma naturaleza una de las notas musicales que el ruido de una lata que resbala incesantemente por los puntapiés que le propina un niño travieso.

El sonido se define y cuantifica mediante cuatro magnitudes, llamadas cualidades del sonido: *intensidad, tono, timbre y tiempo*.

La intensidad del sonido se mide en decibelios (db) y depende de la amplitud de la vibración del cuerpo en movimiento y asimismo de la cantidad de masa del cuerpo en vibración; así, una campana grande dará más intensidad sonora que una pequeña, porque al vibrar lo hace con mayor desplazamiento respecto al punto de reposo, y también porque es mayor la cantidad de energía suministrada por el badajo.

Las intensidades de varios sonidos emitidos simultáneamente no se suman de forma sencilla, como lo hacen las magnitudes ordinarias; a título de ejemplo mencionaremos que dos sonidos de 10 db

de intensidad cada uno emitidos simultáneamente sumarán una intensidad total de 13 db y no de 20 db como podría esperarse.

No es fácil valorar a priori la intensidad de algunos sonidos o ruidos del acontecer cotidiano y por ello damos a continuación una tabla de valores que ilustrará sobre este particular.

<i>Productor</i>	<i>Intensidad (db)</i>
Máquina remachadora	95
Paso de un tren	90
Calle con gran tráfico	70
Guitarra (2 a 5 m)	85 - 65
Conversación normal	65
Coche, marcha moderada	50
Conversación, voz baja	20
Murmullo de las hojas	10

El estudio del tono o tonalidad es, sin duda, la parte más amplia de la acústica.

El tono es la cualidad del sonido mediante la cual reconocemos los sonidos graves o agudos, con total independencia de la intensidad. El tono depende exclusivamente de la frecuencia de la vibración del cuerpo que produce el sonido. Esta frecuencia, que es el número de veces que el cuerpo vibra por segundo, se mide en hertz (Hz), así pues, un hertz es una vibración por segundo.

El oído humano sólo puede detectar sonidos emitidos en una gama muy pequeña de frecuencias: sólo es sensible desde 20 a 20.000 Hz.

Ni que decir tiene que la producción de sonidos en el mundo que nos rodea es extraordinariamente dilatada y se llaman infrasonidos a los emitidos a frecuencia inferior a 20 Hz y se denominan ultrasonidos a los emitidos a frecuencias superiores a 20.000 Hz.

De toda la gama auditiva, conocemos como sonidos musicales los emitidos con frecuencias comprendidas entre 64 y 4.500 Hz. Estas frecuencias son más agradables al oído que el resto y por ello se utilizan en la elaboración de música. Cada instrumento 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 pisada en el traste n.º 19, respectivamente.

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

Si fuera anárquica la emisión de los sonidos por los instrumentos musicales, sería imposible el acoplamiento de varios instrumentos para interpretar una obra musical.

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 cómo en una orquesta sinfónica 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 $\frac{2x}{x} = 2$, luego su intervalo es de octava.

Una guitarra abarca una gama de frecuencias cuyo intervalo es de tres octavas y media; en efecto, sabemos que la 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

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

Un piano abarca siete octavas, y así cada instrumento posee su propia extensión, que, por supuesto, nada tiene que ver con la importancia del instrumento ni con la dificultad de ejecución, ni tan siquiera con el precio, pues esta extensión más bien responde a necesidades de orquestación.

Un intervalo de octava se divide en 7 intervalos más pequeños, que forman la escala diatónica estudiada en música; estos intervalos han adquirido sus nombres propios a fin de ser identificados en todos los instrumentos musicales, y son los de las notas musicales: do, re, mi, fa, sol, la, si.

Todos los instrumentos han de emitir obligatoriamente a las frecuencias correspondientes a estas notas para que exista coherencia entre ellos. En la tabla siguiente se expresan las frecuencias a que se emiten las notas musicales en las distintas octavas, la zona sombreada corresponde a la extensión de frecuencias que abarca la guitarra (fig. 1).

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

Fig. 1.

Los 7 intervalos de la escala diatónica no son todos iguales sino de dos clases, unos llamados de tono y otros de semitono, así:

do re mi fa sol la si do
T T ST T T T ST

Esta escala musical, debida a Zarlin, además de ser muy dura al oído resulta limitada para las exigencias de la composición musical; por ello, Bach inventó otra escala mucho más completa y que cumple con todas las exigencias de la composición.

Esta escala de Bach se llama cromática temperada y se divide en 12 intervalos iguales a un semitono, así:

do #do re #re mi fa #fa sol #sol la #la si do

Esta escala es la utilizada actualmente para la emisión de todos los sonidos musicales y los instrumentos sólo pueden emitir las frecuencias correspondientes a cada una de estas notas. Por último, queda por tomar el acuerdo de asignar una frecuencia cualquiera a una nota cualquiera para deducir rápidamente las frecuencias de las demás notas. Este acuerdo se tomó por convenio internacional en el año 1955 y se asignó la frecuencia de 440 Hz a la nota la, por tanto ésta es la nota patrón para el afinado de todos los instrumentos. Es obvio decir que cualquier cuerpo que vibre con esta frecuencia estará emitiendo la nota la. Sabiendo que en una octava la relación de frecuencias es 2, entre el la de 440 Hz y el la de 880 Hz de la siguiente octava, habrá una diferencia de 440 Hz que se habrá de repartir proporcionalmente entre las notas de la escala según el lugar que ocupan; para ello bastará con multiplicar la frecuencia de cualquier nota por el factor constante 1,05946, de forma que si la nota la se emite a 440 Hz, #la (la sostenido) se emitirá a $440 \times 1,05946 = 464,18$ Hz; la nota si se emitirá a $464,18 \times 1,05946 = 491,78$ Hz y así sucesivamente.

El factor 1,05946 no es empírico y se deduce con toda claridad en el capítulo dedicado al cálculo del diapason. Este la de 440 Hz se denomina la natural, porque está situado aproximadamente en el centro del piano, instrumento tomado como patrón.

Cuando se dice que la guitarra se afina en una octava más baja de lo que sería natural, es porque el la de 440 Hz está situado en la primera cuerda pisada en el quinto traste, en lugar de corresponder al la de la tercera cuerda pisada en el segundo traste, que es el la central, y se debe a razones técnicas relacionadas con la tensión de las cuerdas.

La tercera cualidad del sonido es el timbre, que es la cualidad

que permite reconocer la naturaleza de la fuente sonora. El timbre depende de la cantidad de armónicos que acompañen a la frecuencia principal.

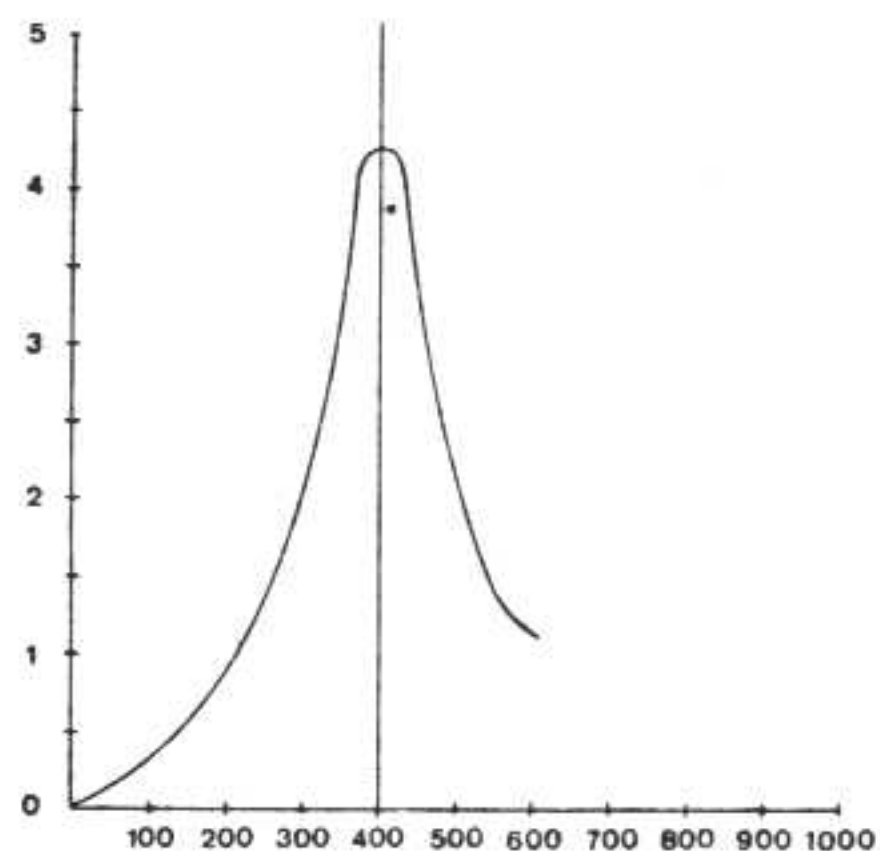
No insistimos aquí sobre el timbre por haber dedicado un capítulo a esta cualidad, así como otro al estudio de los armónicos.

La cuarta cualidad del sonido es el tiempo, que no va ligada intrínsecamente a la generación de ondas sonoras sino que define la duración en tiempo de emisión de estas ondas.

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. Si obligamos a vibrar la lengüeta, mediante un excitador de cualquier tipo, empezando desde 0 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 en el gráfico (fig. 2). Al inicio de la excitación

Amplitud, en mm



Frecuencia, en Hz

Fig. 2. Frecuencia de resonancia.

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 su estudio para prevenir graves daños que podrían suceder en todos los cuerpos en movimiento vibratorio.

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.

Hay muchos ejemplos de este fenómeno, representado en el acontecer de la vida cotidiana; si una formación de soldados que desfila, marcando el paso a frecuencia regular, pasara por un puente, cuya frecuencia propia coincidiera con la de la marcha de los soldados, el puente podría verse gravemente dañado, por eso siempre que se presenta esta circunstancia se ordena a los soldados romper filas.

La sintonía de una emisora de radio consiste sólo en hacer coincidir la frecuencia del oscilador del aparato de radio con la frecuencia con que la emisora emite sus ondas.

Por último, imaginemos un parque infantil, en que hay dos niños que paralelamente montan en sendos columpios, que hemos de suponer de iguales características; uno de los niños, ya mayorcito, realiza unas oscilaciones de gran amplitud, el otro niño, más tímido por ser de más corta edad, se columpia con oscilaciones muy pequeñas. Si cronometramos las frecuencias de oscilación de ambos columpios, no debemos sorprendernos cuando comprobemos que las dos son exactamente iguales, debido a que la oscilación de los columpios no es impuesta y al hacerlo libremente, lo hacen con su propia frecuencia de oscilación.

El objetivo más importante que se persigue al construir una guitarra es, precisamente, hacer entrar en resonancia la tapa armó-

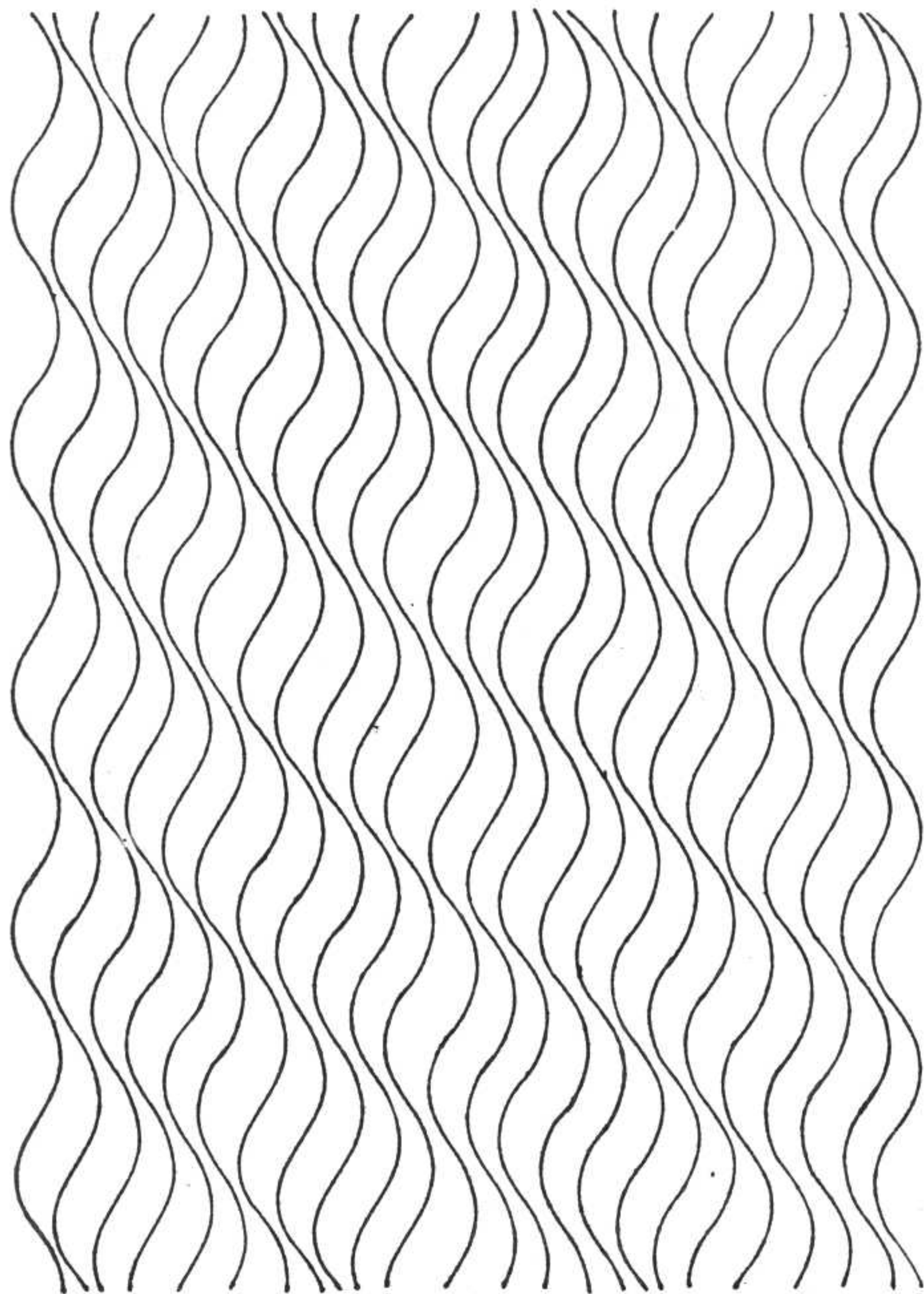


Fig. 3.

nica, al vibrar a las frecuencias de las notas musicales, aunque, naturalmente, no resonará igual con una u otra nota.

Hacemos el estudio completo de la tapa armónica en el capítulo correspondiente.

Para el manejo de la lámina (fig. 3) siguiente, recórtese en una cartulina una ventana de 10 cm de longitud y 2 mm de ancho; al mover la cartulina de arriba abajo se verá por la ventana el movimiento de las ondas sonoras a través de los cuerpos.

DESCRIPCIÓN DE LA GUITARRA

Se puede definir la guitarra (fig. 4) como un instrumento musical de cuerda, formado por una caja, un mango y seis cuerdas, cuyas longitudes son susceptibles de ser variadas a voluntad del artista, para producir sonidos de distinta tonalidad. En el presente capítulo describimos la guitarra de forma técnica y exhaustiva. En la fotografía siguiente, de una guitarra de calidad para concierto flamenco, indicamos cada una de las partes con su nombre correspondiente. Exponemos las dimensiones de estas partes con todo lujo de detalles en el capítulo dedicado a la construcción del instrumento.

CAJA DE RESONANCIA

La caja de resonancia, o cuerpo de la guitarra, está formada por dos tapas exactamente iguales en cuanto a forma, y por dos tiras, que siguiendo el contorno de las tapas, se cierran por ambos extremos, con lo cual forman un volumen donde se amplifican los tenues sonidos que emiten las cuerdas al vibrar.

TAPA ARMÓNICA

La tapa armónica es, sin duda alguna, el principal elemento de la guitarra, pues a ella se transmiten las vibraciones de las cuerdas, mediante el puente, y la obligan a vibrar con la frecuencia correspondiente a la nota musical que se emite en determinado momento. La tapa, al vibrar, mueve el aire contenido en la caja de resonancia y hace posible la percepción del sonido amplificado. La tapa se compone de dos mitades, unidas a la testa en el sentido

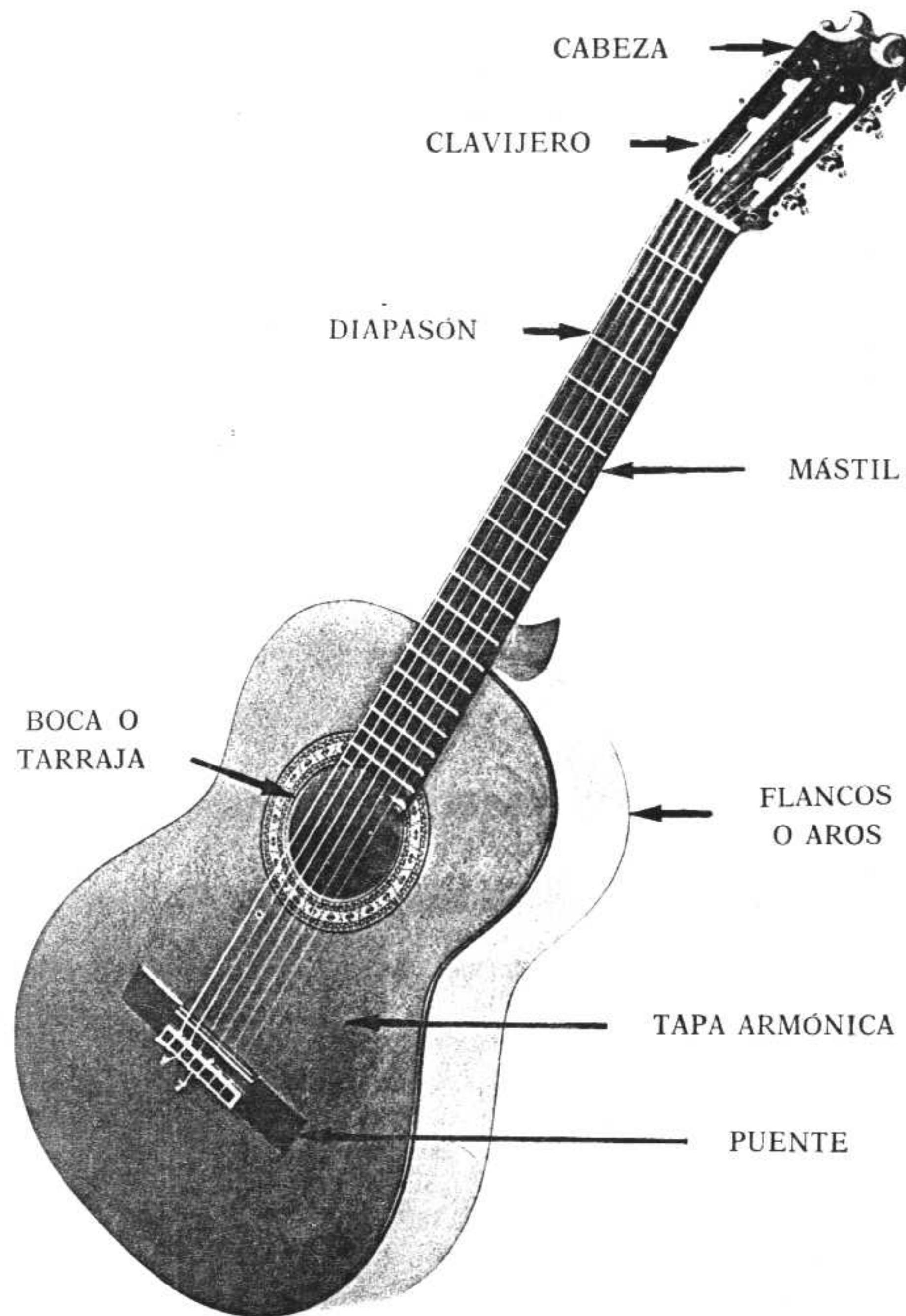


Fig. 4.

longitudinal de la veta de la madera, porque si fuera de una sola pieza habría que partir de un tronco de árbol muy grueso. Además, al unir las dos mitades, que proceden de dos cortes contiguos, se asegura la simetría en la distribución de las vetas. La madera más indicada para la construcción de la tapa armónica es la de pinabete, especie de abeto (*Picea abis*); los de máxima calidad son los árboles siberianos y los alemanes. En sustitución de ellos podría utilizarse el cedro canadiense, que suministra menos potencia sonora, pero asegura en mayor grado las condiciones de veta y belleza requeridas. Para obtener las condiciones de veta más idóneas, las tablas han de extraerse de los troncos (fig. 5).

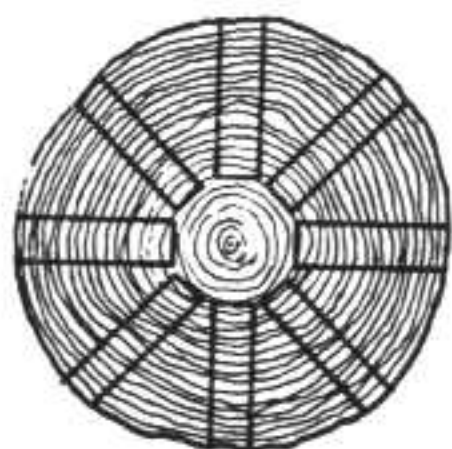


Fig. 5. Aserrado de las tablas.

La madera de pinabete es la más indicada para la construcción de la tapa armónica, debido a su muy alta relación de rigidez y densidad, índice muy vinculado con la mayor velocidad de conducción del sonido; así, en la dirección longitudinal de la veta se ha obtenido una velocidad del sonido de 3.600 m/s y en la dirección transversal de la veta, 800 m/s; de aquí se deduce que la veta ofrece una resistencia a la conducción del sonido, por lo cual es deseable utilizar tablas cuya veta sea muy estrecha.

Aproximadamente en el tercio superior de la tapa, se efectúa un agujero de 85 mm de diámetro, llamado boca o tarraja, cuya finalidad es dejar entrar y salir al aire contenido en la caja de resonancia. De no existir este agujero, el aire tendría que comprimirse ante las vibraciones de la tapa armónica, se originaría así una amortiguación que imposibilitaría la vibración y no se produciría sonido alguno.

Al objeto de evitar que la madera se abra en el sentido de la veta, al estar cortada por la circunferencia del agujero, se le coloca un zuncho en forma de corona circular alrededor de la boca.

Los constructores aprovechan este zuncho para hacer alarde de su habilidad y lo confeccionan con maderas multipolicromadas, o bien realizan verdaderas obras de arte talladas, con lo cual dan, ciertamente, singular belleza al instrumento.

La parte posterior de la tapa armónica, o sea, la cara interna, está formada por un conjunto de varillas de madera (por lo general de pino de Flandes) de las que hemos de distinguir dos clases muy diferenciadas en cuanto a sus funciones: las colocadas transversalmente a la veta de la madera constituyen la estructura que ha de proporcionar resistencia a la caja de resonancia, y las varillas que suelen ponerse aproximadamente en el sentido de la veta, las barras armónicas, cuyo conjunto se llama abanico, y que tiene por objeto aumentar la masa de la tapa, para conseguir, dentro de lo posible, que la tapa entre en resonancia con las frecuencias que emitirán las cuerdas al vibrar. Cada constructor coloca este abanico de una manera peculiar, pero se puede observar que, por lo general, no aumenta la rigidez de la tapa, puesto que ésta no es su misión.

En la figura 6 se representan ocho tipos de estructura de la tapa armónica. Se han hecho mediciones en estos tipos estructurales para obtener respuestas cualitativas, cuya consecuencia ha sido la elección de los lugares ideales para ubicar tanto las varillas que darán resistencia a la caja como las varillas o barras armónicas.

Sería deseable que toda la energía que se confiere a las cuerdas de la guitarra, al excitarlas con los dedos, se convirtiera en vibración de la tapa armónica, a fin de obtener la mayor intensidad de sonido. Ello no es posible, ya que las vibraciones se transmiten a toda la masa de madera del instrumento y cada elemento consume parte de esta energía. Aún más deseable sería que la tapa armónica tuviera una frecuencia de resonancia centrada en la gama de frecuencias que la guitarra emite, que va de 82,5 a 990 Hz, pues de esta manera la tapa sintonizaría con toda su gama de frecuencias ordenadamente.

Conseguir una tapa armónica que cumpliera con la condición apuntada ha sido uno de los objetivos planteados en la concepción de este libro. Sabíamos de antemano que tal condición resultaría imposible de conseguir a escala práctica, puesto que la tapa no es un cuerpo que se adapte a formas geométricas puras y su constitu-

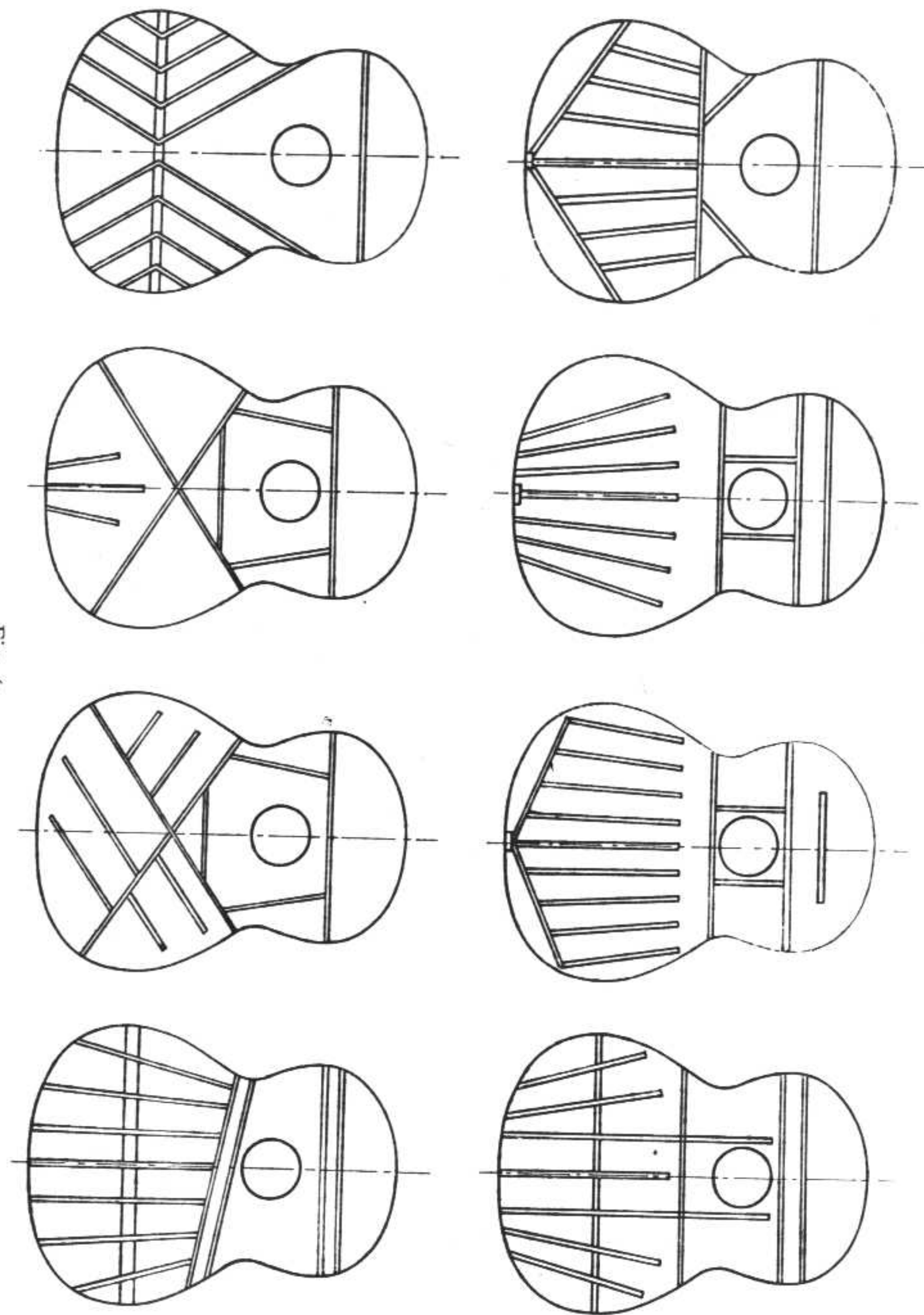


Fig. 6.

ción no obedece a un producto fabricado con formulación matemática, que nos permitiría influir sobre sus características, estos inconvenientes imposibilitan llevar al campo de la matemática la concepción de una tapa armónica ideal, y por esta razón hay que acudir al campo de la experimentación.

Se sabe que un cuerpo obligado a vibrar, con la misma amplitud no lo hace en todas sus zonas, incluso en algunas, por lo general lineales, no vibra y su amplitud, por tanto, es 0.

Si consiguiéramos en nuestros ensayos localizar estas líneas, de vibración 0 y que se llaman nodos, las aprovecharíamos para colocar en ellas las varillas que darían resistencia a la guitarra sin que afectaran al sonido reforzando así cuanto se deseara sin temor a perjudicar las vibraciones de la tapa.

Hemos realizado esta investigación colocando una tapa sobre un altavoz, que se ha excitado convenientemente con un barrido de frecuencias hasta rebasar ampliamente la gama propia o extensión de frecuencias de la guitarra; las finas limaduras de hierro que previamente habíamos esparcido sobre la tapa, colocada en posición horizontal, se deberían acumular en las zonas de vibración 0, para trazar allí las líneas sobre las cuales se situarían las varillas de resistencia de la estructura.

Es fácil de comprender que estas líneas no se representaron como si se hubiesen trazado con regla para obtener rectas perfectas y, al mismo tiempo, figuras simétricas elegantes. Pero permitieron determinar ciertas zonas que indujeron a poder reforzar bien la tapa por la parte superior, sin temor a comprometer la buena sonoridad, y asimismo ponían de manifiesto lo perjudicial que sería reforzar la parte inferior de la tapa, por lo que ya no se nos ocurrirá poner en esta zona varillaje alguno.

Problema similar, aunque muy distinto en su verdadero concepto, ha sido buscar la situación idónea de las varillas del abanico o barras armónicas. Resulta muy difícil concluir una tapa ideal teniendo que contar con su grueso y con la colocación en su lugar, de cierto número de barras, sin olvidar, además, que de una a otra madera hay variaciones enormes en cuanto a su comportamiento, pese a ser de la misma especie e incluso del mismo árbol.

Por ahora nos conformamos con haber estudiado, lo más exhaustivamente posible, los ocho tipos de estructura representados en

las figuras anteriores, y entendemos que son los más prometedores para obtener una buena sonoridad.

Con posterioridad a estos estudios, investigaciones realizadas para el estudio de las tapas armónicas de los violines, por Carleen Maley Hutchins, en los Estados Unidos, que han disfrutado de muchos medios y en los cuales han invertido mucho tiempo, han llegado a la misma conclusión (véase *Investigación y Ciencia*, noviembre 1981): *no es posible construir de antemano una tapa armónica que nos dé la respuesta deseada una vez montada en la guitarra, ni tampoco basta con reproducir milimétricamente una tapa igual que otra que tenga una respuesta extraordinaria.*

Por esta razón vamos a sacar algunas conclusiones que relacionen las condiciones que ha de cumplir la tapa armónica.

Madera de pinabete. Vetas, mejor cuanto más estrechas sean, más rectas, más paralelas entre ellas y más perpendiculares al propio plano de la tapa.

Estructura. Según las figuras antes aludidas.

IMPORTANCIA DE LA ANTIGÜEDAD DE LA MADERA

De entrada, decimos que un instrumento es mejor cuanto más antiguo es, pero de ninguna manera podemos admitir que un mal instrumento se convierta en bueno con el transcurso del tiempo.

Sin embargo, la creencia antes apuntada responde al fenómeno siguiente: La madera es muy higroscópica, esto es, tiene gran facilidad para tomar el mismo grado de humedad que reine en el ambiente; asimismo se comporta con igual facilidad para devolver al ambiente la humedad adquirida. Cuando se corta un árbol comienza un período 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 más por mucho que sea el tiempo que pase.

Es sabido que la madera se compone de dos estados de la 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. Hay proveedores de maderas para guitarras que aseguran suministrar maderas con antigüedad de cincuenta años.

En la figura 7 se representan las formas que aproximadamente tienen las barretas que darán resistencia a la caja de resonancia y las que constituyen el abanico.

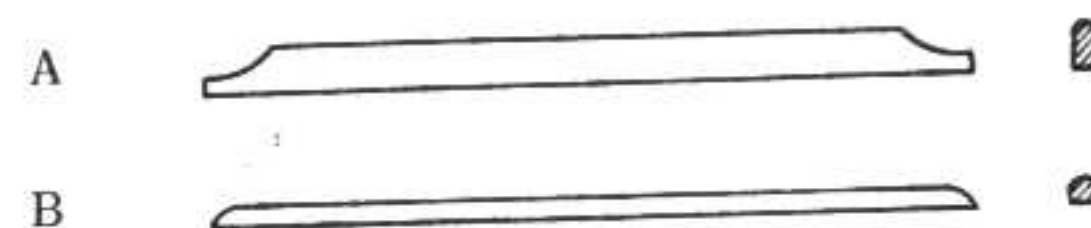


Fig. 7. A. Barreta transversal. B. Barreta del abanico.

La tapa armónica no es plana sino abombada, a modo de caparazón; si fuera plana no tardaría mucho tiempo en hundirse por la constante tensión de las cuerdas (más de 40 kg). El abombado es propio de cada constructor y no es necesario que sea exagerado, su efecto es el de una bóveda. En el capítulo correspondiente a la construcción exponemos con claridad la manera de conseguir esta forma de la tapa.

EL PUENTE

El puente, pieza de madera adherida íntimamente a la tapa armónica, está situado en el tercio inferior de la tapa aproximadamente. La misión del puente es sujetar las cuerdas y transmitir sus vibraciones a la tapa. Por tal razón, sería deseable que puente y tapa fuesen una misma pieza, pero ante tal complejidad, se une mediante un buen adhesivo, rígido y resistente. Para la construcción del puente se utiliza madera de palo santo, de gran resistencia y belleza. Los seis agujeritos que presenta el puente para soporte de las cuerdas fueron ideados por Dionisio Aguado en el año 1824.

Para poner de manifiesto la importancia del puente, a continuación exponemos la distribución de fuerzas y momentos flecto-

res a que está sometida esta pieza. Sólo utilizaremos la expresión literal ya que su acotado se expresa en el capítulo correspondiente a la construcción. En la figura 8 se ilustran las fuerzas a que nos referíamos antes.

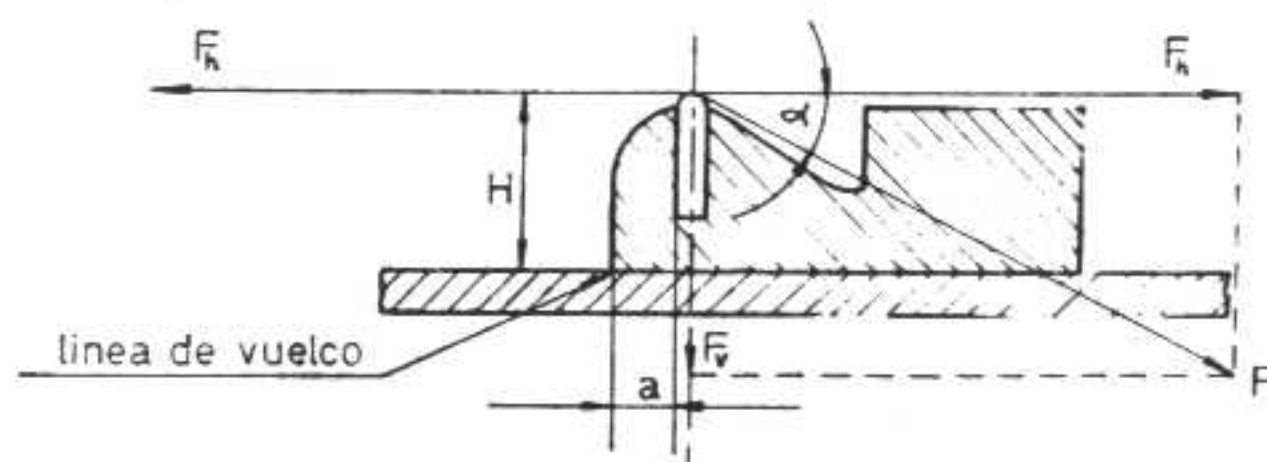


Fig. 8. Distribución de fuerzas.

Aquí, F_h es la fuerza horizontal con la que tiran las cuerdas; F , la fuerza de reacción o de anclaje del puente; F_v , la componente vertical de la fuerza F , que tiende a pegar el puente sobre la tapa armónica.

El ángulo α es el de quiebre de las cuerdas.

Asimismo, H es la altura del puente con hueso incorporado.

Las ecuaciones siguientes relacionan las fuerzas con el ángulo:

$$F_h = F \cos \alpha ; \quad F = \frac{F_h}{\cos \alpha}$$

$$F_v = F \sin \alpha = \frac{F_h}{\cos \alpha} \sin \alpha = F_h \operatorname{tg} \alpha$$

La fuerza F_h tiende a hacer deslizar el puente sobre la tapa con lo cual se produce un esfuerzo cortante. A fin de que esta fuerza no la soporte totalmente el adhesivo, se suelen poner en la base del puente dos clavitos que también se clavan a la tapa. Como es fácil de deducir, sería deseable una gran anchura del puente para resistir esta fuerza cortante.

Del producto de la fuerza vertical F_v por la distancia a resulta un momento flector beneficioso, que contribuye a la estabilidad del puente, ya que tiende a pegarlo sobre la tapa.

El producto de la fuerza F_h por la altura del puente H origina un momento flector que procura despegar el puente; la diferencia de estos dos momentos flectores $F_h H - F_v a$ es el momento que realmente tendrá que aguantar el adhesivo. A fin de que esta diferencia sea lo más pequeña posible, interesaría una altura del puente muy pequeña y una distancia a muy grande, aunque por razones de estética y proporcionalidad hay que sacrificar ciertas dimensiones y la experiencia es la que determina las más apropiadas. Con estos cálculos hemos pretendido poner de manifiesto la importancia que, para el buen sonido que debe tener una guitarra, alcanza el ángulo de quiebre de las cuerdas: cuanto mayor sea éste, tanto mayor será la fuerza vertical F_v que se transmite a la tapa.

EL FONDO

Decíamos que el fondo era de igual forma que la tapa armónica. Su misión, como parte de la caja de resonancia, estriba en contener el volumen de aire y recibir el choque de las ondas sonoras, para reflejarlo hacia fuera, por lo que también vibra, aunque hacerlo no sea su función principal. La elección de las maderas para la construcción del fondo no es seguro que obedezca a exigencias técnicas

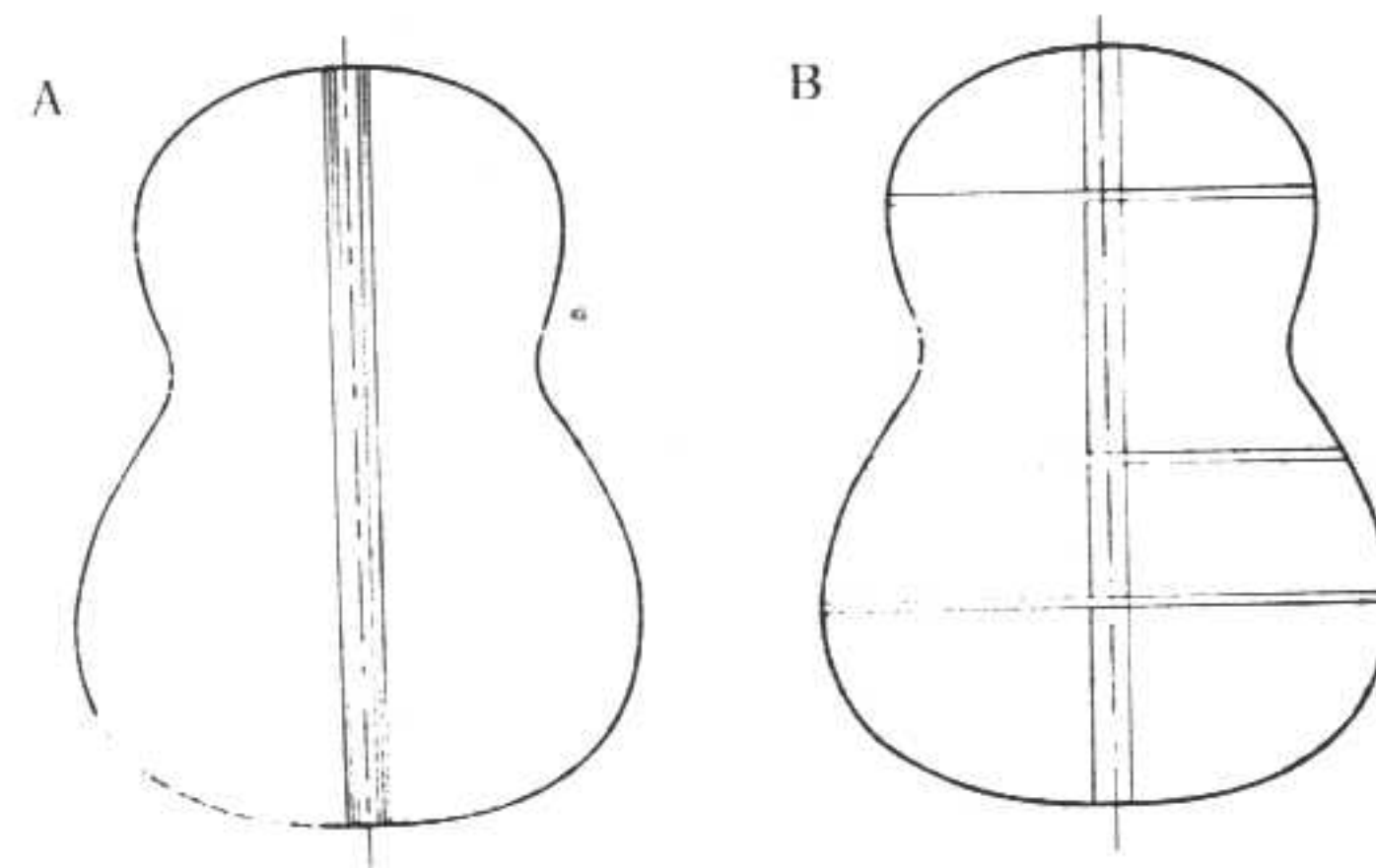


Fig. 9. A. Vista exterior. B. Vista interior.

de sonoridad, sino más bien dirigida hacia la mayor ornamentación del instrumento, y por tanto, se exigen maderas de gran belleza, como el palo santo, limoncillo jaracandá, caracolillo o ciprés.

Como norma generalizada se utiliza el palo santo de Río de Janeiro o de la India, para las guitarras de concierto clásico y el ciprés para las de concierto flamenco. El fondo también lleva su envarillado, que asegura su rigidez, y al igual que la tapa armónica se compone de dos mitades unidas a testa por las razones antes apuntadas. En la figura 9 se representan las vistas exterior (A) e interior (B) del fondo.

LOS FLANCOS O AROS

Los flancos, también llamados aros, son dos tiras de la misma madera con que se haya construido el fondo, que terminan de cerrar la caja de resonancia; su anchura varía entre 8 y 11 cm, y su colaboración a la sonoridad de la guitarra debe ser muy escasa cuando no nula.

EL MÁSTIL O MANGO

El mástil es el mango de la guitarra. Requiere una madera de gran estabilidad dimensional, de baja densidad para que pese poco,

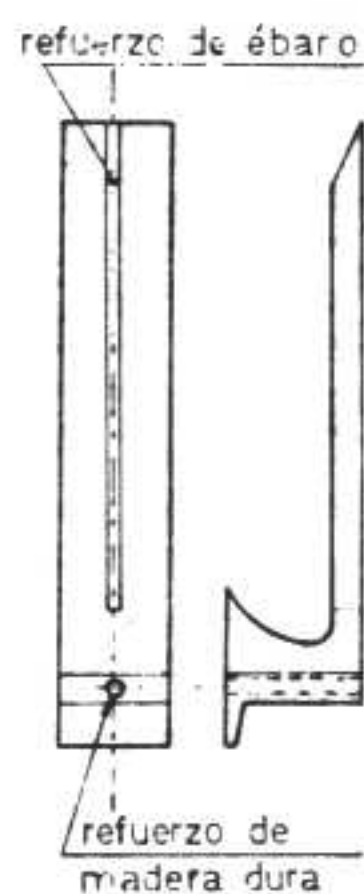


Fig. 10. Mástil.

resistente y que al mismo tiempo no ponga en entredicho su belleza; estos requisitos los cumple con gran generosidad la madera de cedro centroamericano (muy distinto del cedro del Canadá indicado para la tapa armónica). Por ser la esbeltez del mástil de considerable valor, la fuerza constante de las cuerdas podría doblarlo y para evitarlo se suele incrustarle, en toda su longitud, una madera en el sentido de la fibra a 90°. Así se asegura la indeformabilidad del mástil. También se acostumbra introducirle un alma de aluminio. En la figura 10 se representa el esquema de un mástil.

EL DIAPASÓN

Llamado también sobrepunto, exige una madera muy dura, pues el golpeteo de los dedos y el roce constante de las cuerdas acaban, por lo general, por producir huellas relativamente profundas. Dicha madera ha de tener también gran estabilidad dimensional, y por ser una de las partes más vistosas de la guitarra ha de ser de gran belleza, máxime cuando esta pieza no se suele barnizar. Ninguna madera cumple mejor estas condiciones que la de ébano de Guinea (llamado asimismo ébano carbonero por su aspecto negro mate). Al igual que todas las maderas exóticas carece de vetas, debido a que los árboles tropicales crecen constantemente y no dan lugar a la formación de los anillos anuales, propios de árboles mediterráneos o nórdicos, los cuales paran o reducen su actividad metabólica durante los inviernos. La división del diapasón será objeto de un capítulo aparte.

LA CABEZA

De madera de cedro centroamericano, como continuación del mástil, es el soporte del clavijero, y éste, a su vez, de las cuerdas. La cabeza y el mástil van unidos con adhesivos muy resistentes y al objeto de hacer esta unión lo más fuerte posible se superpone a la cabeza una placa, la tapeta, de 2 mm de espesor y de madera de palo santo. La terminación de la cabeza brinda al constructor el lugar donde expresar su sello propio.

Por razones obvias, omitimos la descripción del clavijero, que siendo parte fundamental de la guitarra, no pertenece intrínsecamente a ella, sino que es un aditivo metálico, así como las barritas metálicas de plata o alpaca del diapasón. Mencionamos ampliamente estos elementos, así como los huesos de apoyo de las cuerdas, en el capítulo que trata de la construcción de la guitarra.

CARACTERÍSTICAS DE UNA GUITARRA PARA CONCIERTO

Sin duda, lo más importante de una guitarra es que suene con gran potencia y nitidez de sonido, características condicionadas principalmente a dos conceptos: que la guitarra esté construida con las maderas más apropiadas y que su constructor sea un verdadero profesional.

Si tuviésemos que juzgar a priori varias guitarras a las que pudiésemos oír pero que no estuvieran a nuestra vista, sería prácticamente imposible emitir un juicio exacto, no sólo porque su sonido dependería de quien las estuviera tocando, sino porque desconoceríamos la facilidad que presta el instrumento para ser manipulado.

Al hablar de la tapa armónica decíamos que no era posible construir una tapa con determinadas características para obtener una respuesta preconcebida; asimismo significábamos allí que la causa principal de ello se debía a que la madera no es un producto fabricado con formulación exacta. No obstante, podemos indicar las condiciones para obtener una buena guitarra aunque sea de manera cualitativa.

Ningún constructor, ni siquiera el más cualificado, podría decir de antemano la calidad que alcanzaría una guitarra que se propusiera construir. Nos referimos, naturalmente, dentro de las calidades que dicho constructor produzca, pues es sabido que las guitarras de tal o cual constructor son siempre buenas, pero dentro de los instrumentos contruidos por el mismo artesano los hay mejores y peores, pese a haberlos hecho todos con iguales clases de maderas y los mismos útiles. Buena prueba de eso es que hay constructores que fabrican varias calidades de guitarras y es corriente que algunos instrumentos de una calidad inferior suenan mejor que los de la calidad inmediatamente superior. Aunque es muy natural que al adqui-

rir una guitarra para concierto lo primero que hacemos es mirar la etiqueta del constructor, incluso podemos llevar la predisposición de que nuestro instrumento ha de ser de tal o cual constructor; sin embargo, no hay que darle exagerada importancia al asunto de la etiqueta, porque es muy corriente que artesanos que producen guitarras de primerísima calidad estén en el anonimato mientras que en las observaciones que hemos efectuado antes de escribir estas líneas, hemos encontrado guitarras cuyas etiquetas responden a los constructores más homologados, y las maderas eran de pésima calidad, e incluso las había forradas con chapa de palo santo en lugar de ser macizas. A fin de valorar lo más consecuentemente posible nuestro análisis lo hemos dividido en tres partes.

RECONOCIMIENTO DE LAS MADERAS

Damos por hecho que la tapa armónica será de pinabete o de cedro del Canadá, extremo que sólo puede apreciarlo un entendido en maderas.

Las vetas deberán ser totalmente rectas, y paralelas entre sí todas, y una distancia entre ellas lo más estrecha posible; hasta 2 mm de anchura podemos admitir que la madera es de primera clase; debe-

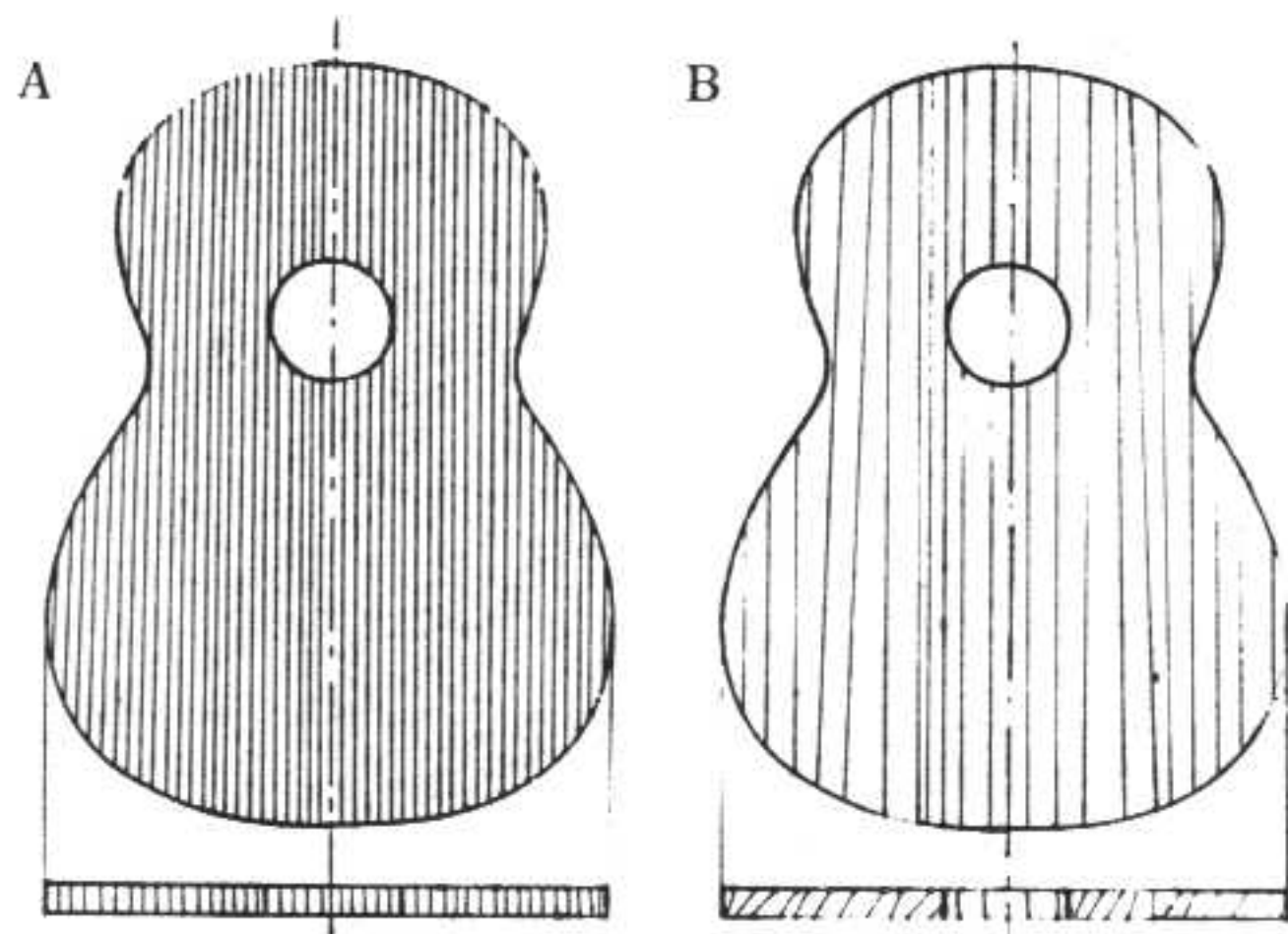


Fig. 11. A. Buena. B. Mala.

mos aceptar que la anchura de la veta en la periferia de la tapa ha de ser por fuerza algo mayor que en el centro de ella, debido a la constitución de la madera, pero si esta algo mayor anchura de veta la encontráramos en el centro de la tapa, esto significaría que el fabricante no ha tenido acierto en la construcción de la tapa armónica.

Debemos observar también con detenimiento la perpendicularidad de las vetas respecto al plano de la tapa armónica, detalle que comprobaremos por el agujero central o boca de la guitarra. En la figura 11 se muestra aproximadamente cómo debe ser la disposición de las vetas.

El fondo y los flancos o aros serán del mismo tipo de madera: palo santo para concierto clásico y ciprés para concierto flamenco. Comprobaremos que las vetas de estas maderas sean de la misma naturaleza por fuera y por dentro de la guitarra, pues de lo contrario lo que veríamos por fuera sería un forro, producto contraindicado en un buen instrumento.

El diapasón, de ébano, cuanto más negro más calidad indicará (ébano carbonero de Guinea), con total ausencia de defectos de la madera. El color negro natural del ébano no debe confundirse con una madera teñida.

El mástil o mango será de cedro centroamericano, madera muy fácil de reconocer, aun por el más inexperto en maderas, ya que es exactamente la misma con que vienen envueltos los cigarros puros.

ANÁLISIS DE SU CONSTRUCCIÓN

La tapa armónica tendrá un grueso de 2 a 3 mm, dimensión que se apreciará a través del agujero de la boca de la guitarra. Una tapa muy gruesa no sonaría bien por excesiva rigidez, una tapa delgada no tendría resistencia mecánica. Tanto la tapa como el fondo no han de ser planos, sino que han de tener curvatura en ambos sentidos, longitudinal y transversal, a modo de caparazón, pues, de no ser así, seguro que no tardaría mucho en hundirse la tapa del instrumento, por lo cual deberá rechazarse.

El diapasón será totalmente plano y tendrá el mismo grueso en toda su longitud. El que esté hecho en forma de cuña a fin de con-

seguir la inclinación suficiente para que las cuerdas no rocen en los trastes, no implica que el instrumento sea malo, pero dice bastante en contra de su constructor. Muy importante en el diapasón es que su parte superior, la más estrecha, tenga la suficiente anchura para alojar las seis cuerdas con creces de varios milímetros por cada lado (entre 3 y 5 mm), pues de lo contrario se escaparían las cuerdas y la guitarra sería incómoda de tocar. Las barritas metálicas, por lo general de plata o de alpaca, no sobresaldrán lo más mínimo del diapasón, ya que en tiempo caluroso se suelen dilatar y sobresalir un poco, lo cual convertiría en algo sumamente desagradable tocar la guitarra.

El mástil llevará en el centro y en sentido longitudinal, una tira de madera de 6 mm de anchura. Si esta tira es negra demostrará ser de ébano, que además de ser la más estable y resistente de las maderas, proporciona también la máxima belleza, al menos por el contraste de color.

Se observará detenidamente la altura de las cuerdas respecto al diapasón, en el traste 12. Una gran altura (más de 10 mm) permite mayores elongaciones de la cuerda cuando se está tocando y, por tanto, podrán producirse sonidos de más intensidad, pero se tendrá más imprecisión al tocar y al requerir mayores deformaciones de las cuerdas, el afinado es más imperfecto. Una altura pequeña de las cuerdas (entre 6 y 10 mm) representa más comodidad al tocar la guitarra, permite mayor velocidad de ejecución, y el afinado se ve menos comprometido; por lo general, las guitarras para concierto clásico tienen esta altura de cuerdas, mayor que la utilizada para concierto flamenco. No obstante lo explicado para la altura de las cuerdas, consideramos que este factor implica gran subjetividad.

Una guitarra bien construida será simétrica respecto a su eje longitudinal; demostraría tener buena simetría aquella guitarra que se mantuviera «de pie» sobre una superficie plana y horizontal. El acabado general del instrumento tiene más relación con la profesionalidad de su constructor que con el sonido propiamente dicho, de manera que unos junquillos de adorno quebrados en su conformación con la silueta de la tapa armónica, no supondrían un mal instrumento, pero pondrían de manifiesto una deficiencia en la maestría del artesano; asimismo, un barniz poco brillante,

con chorros, agrietado, deslucido, etc., no diría mucho a favor de quien hubiese hecho una guitarra de estas características. Un clavijero de mala calidad es seguro que no influye en el sonido del instrumento, pero sí en la progresividad que se desea al afinarlo.

El peso de una guitarra está en función de la clase de maderas usadas en su construcción, de sus gruesos y del tamaño del instrumento. Considerando que aproximadamente todas las guitarras tienen las mismas dimensiones, y que siempre hablamos de instrumentos de gran calidad, entendemos, para nuestro ejemplo, que se han utilizado las maderas más indicadas, podemos, pues, admitir que el peso está sólo en función de la densidad de la madera usada en la construcción; al ser el palo santo sensiblemente más denso que el ciprés, y los flancos de las guitarras clásicas algo más anchos que los de las flamencas, podemos asegurar que, en cualquier caso, una guitarra clásica pesará más que una flamenca. Si consideramos que de ambos instrumentos existen verdaderos ejemplares, no tenemos más remedio que contradecir la creencia de muchas personas «introducidas en la guitarra» que aseguran que son mejores las guitarras de poco peso. Naturalmente que, para emitir este juicio, hemos pesado bastantes guitarras de distintos constructores y de varias calidades, y hemos hallado que los pesos van desde 1,150 hasta 1,750 kg. Sin embargo, no hemos encontrado ni la mínima relación entre su peso y el sonido, por lo que no podemos emitir un juicio objetivo sobre este particular.

ANÁLISIS DEL SONIDO

Por lo que respecta al sonido, una guitarra de calidad para concierto reunirá las condiciones siguientes:

En todas las cuerdas, y bajo cualquier grado de tensión de ellas, se cumplirá que pisando en el traste 12 se produzca la octava respecto al sonido de la cuerda al aire. Se han de poder ejecutar los armónicos correspondientes en los trastes 5, 7, 12 y 19, únicos lugares apropiados para ejecutar armónicos.

El sonido será limpio en todas las cuerdas y en todos los trastes, sin que se oigan roces debidos al cerdear de las cuerdas. Es posible eliminar este fenómeno alzando un poco el hueso del puen-

te, mediante la inclusión debajo del hueso de una tira o dos de papel; ahora bien, nunca se subsanará este defecto elevando el hueso superior.

Los sonidos durarán el mayor tiempo posible, pues una guitarra en que el sonido se «apague» rápidamente no puede ser de calidad y más parece un tambor; este punto va ligado íntimamente con la intensidad de sonido, que es el factor más importante. Como conclusión final, entendemos que el lector, después de analizar detenidamente los puntos expuestos, estará en condiciones de calificar una guitarra. No obstante, cuando se trate de escoger la mejor guitarra de entre una serie de ellas, todas de excelente calidad, el problema es muy difícil, aun para las personas más experimentadas.

Hay constructores, por lo general los que producen muchos instrumentos, que han formado un equipo de expertos para determinar la calidad de las guitarras y clasificarlas, pues esta clasificación influirá mucho en el precio de venta. Es muy raro que la opinión de ese equipo de personas sea unánime para decidirse por determinada guitarra. Corrientemente se numeran las guitarras, cada persona del equipo las selecciona subjetivamente y las clasifica de mejor a peor; luego se hace un cómputo general y quedan los instrumentos clasificados definitivamente; por último, se forman varios grupos con los instrumentos seleccionados, y cada instrumento perteneciente al mismo grupo deberá tener el mismo precio, que puede variar sensiblemente entre los distintos grupos.

CÁLCULO TEÓRICO-PRÁCTICO DEL DIAPASÓN DE LA GUITARRA

Ya vimos, en el capítulo de acústica, que una escala cromática se divide en 12 intervalos de semitono, según se observa en la siguiente escala de la:

la #la si do #do re #re mi fa #fa sol #sol la

La nota la natural se produce cuando una cuerda vibra a la frecuencia fija de 440 Hz (convenio internacional de 1955); encontraremos el intervalo de octava cuando la cuerda vibre a doble frecuencia, o sea, a 880 Hz; repartiremos la diferencia entre estas dos frecuencias, $880 - 440 = 440$ Hz, entre los 12 intervalos de semitono de la escala, de forma proporcional al lugar que ocupa cada nota, de tal manera que obtendremos la frecuencia correspondiente a una nota cualquiera, multiplicando la frecuencia de la nota anterior por un factor constante, que llamaremos K.

Antes del convenio internacional de 1955, la frecuencia correspondiente a la nota la natural era 435 Hz (acuerdo internacional de Viena de 1859), pero tenía inconvenientes para la afinación de algunos instrumentos y hubo que cambiarla.

CÁLCULO DE LA CONSTANTE K

la	440	Hz
#la	440 K	
si	$(440 K)$	$K = 440 K^2$
do	$(440 K^2)$	$K = 440 K^3$
#do	$(440 K^3)$	$K = 440 K^4$
re	$(440 K^4)$	$K = 440 K^5$

$$\begin{aligned}
\#re & (440 K^5) K = 440 K^6 \\
mi & (440 K^6) K = 440 K^7 \\
fa & (440 K^7) K = 440 K^8 \\
\#fa & (440 K^8) K = 440 K^9 \\
sol & (440 K^9) K = 440 K^{10} \\
\#sol & (440 K^{10}) K = 440 K^{11} \\
la & (440 K^{11}) K = 440 K^{12}
\end{aligned}$$

Así, pues, $880 = 440 K^{12}$; despejando K obtendremos:

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

Conociendo ya el factor de proporcionalidad K, podemos escribir la escala de la con sus frecuencias respectivas:

la	#la	si	do	#do	re	#re	mi	fa	#fa	sol	#sol	la
440	466	494	523	554	587	662	659	698	739	784	830	880

Hemos redondeado las frecuencias a números enteros por razones de claridad.

Recordemos que la acústica nos enseña que una cuerda apoyada por dos puntos vibra con una frecuencia definida por la ecuación siguiente:

$$F = \frac{Q}{2L} \sqrt{\frac{T}{ds}} \quad (I)$$

(Esta fórmula no es empírica pero, naturalmente, su deducción está fuera del alcance de este libro.)

En ella:

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.

Los trastes de la guitarra producen acortamientos de las cuerdas, que emiten sucesivamente intervalos de semitono.

Estudiemos una supuesta cuerda de longitud L y afinada en la natural, por ser la nota patrón, que deberá vibrar a 440 Hz, según la ecuación (I) general de las cuerdas vibrantes.

Acortemos la cuerda una distancia x (distancia entre el apoyo superior y el primer traste) para que su frecuencia sea F_1 , que se diferencia de F en un semitono, su ecuación sería:

$$F_1 = \frac{Q}{2(L-x)} \sqrt{\frac{T}{ds}} \quad (II)$$

dividiendo miembro a miembro las ecuaciones (I) y (II):

$$\frac{F}{F_1} = \frac{\frac{Q}{2L} \sqrt{\frac{T}{ds}}}{\frac{Q}{2(L-x)} \sqrt{\frac{T}{ds}}}$$

simplificando:

$$\frac{F}{F_1} = \frac{Q}{2L} : \frac{Q}{2(L-x)} ; \frac{F}{F_1} = \frac{2(L-x)Q}{2LQ} = \frac{L-x}{L} ;$$

$FL = F_1(L-x)$; sabemos que $F_1 = FK$; sustituyendo en la última ecuación

$$FL = FK(L-x) = KFL - KFx ; KFx = KFL - FL$$

despejando x y simplificando tendremos:

$$\begin{aligned}
x &= \frac{KFL - FL}{KF} = \frac{KFL}{KF} - \frac{FL}{KF} = L - \frac{L}{K} = \\
&= \frac{KL - L}{K} = \frac{L(K-1)}{K}.
\end{aligned}$$

Con este proceso matemático hemos conseguido poner la distancia x en función de la longitud libre de la cuerda; así, pues, esta fórmula será la que regirá para el cálculo de cualquier diapasón.

Sea cual fuere la longitud libre de la cuerda, si en la fórmula general sustituimos L por el valor que tiene en una guitarra normal, que es 650 mm, obtendremos la distancia x , que es la que hay entre el apoyo superior de la cuerda, o hueso, y la primera barrita metálica del diapasón.

$$x = \frac{L(K - 1)}{K} = \frac{650(0,05946309)}{1,05946309} = 36,4817 \text{ mm}$$

Consideremos ahora como cuerda libre la longitud

$$(L - x) \quad 650 - 36,4817 = 613,5183 \text{ mm},$$

y llevemos su valor a la fórmula general, con lo cual obtendremos la distancia entre las dos primeras barritas del diapasón, y así sucesivamente hasta el traste 19. Estos cálculos no son difíciles, pero el manejo constante de varias cifras decimales puede dar lugar a cometer errores incluso a la persona más experimentada; por ello, a continuación exponemos la tabla completa de un diapasón para una guitarra normal de 650 mm, el acotado se hace siempre desde el hueso superior a la barrita correspondiente, eliminando así errores. El ordenador utilizado para confeccionar la tabla la ha calculado con doce cifras decimales, pero sólo se expresan dos cifras por razones obvias.

Traste número	Distancia desde el hueso superior (en milímetros)
1	36,48
2	70,92
3	103,42
4	134,09
5	163,05
6	190,38

7	216,18
8	240,53
9	263,51
10	285,20
11	305,67
12	325,00
13	343,24
14	360,46
15	376,71
16	392,05
17	406,03
18	420,19
19	433,09

A continuación realizaremos los cálculos prácticos para cada una de las cuerdas de la guitarra, para comprobar que la teoría se cumple para cualquier cuerda.

PRIMERA CUERDA

Nota de la cuerda al aire: mi; frecuencia: 329,63 Hz.

Nota en el primer traste: fa; frecuencia: 349,23 Hz.

Sustituimos valores en la ecuación general que rige las vibraciones de las cuerdas.

$$329,63 = \frac{Q}{2 \cdot 650} \sqrt{\frac{T}{ds}}$$

$$349,23 = \frac{Q}{2 \cdot (650 - x)} \sqrt{\frac{T}{ds}}$$

Dividimos, miembro a miembro, las dos ecuaciones anteriores:

$$\frac{329,63}{349,23} = \frac{2(650 - x)}{2 \cdot 650} = \frac{650 - x}{650} \quad \text{y desarrollamos}$$

$$329,63 \cdot 650 = 349,23 \cdot 650 - 349,23x$$

$$349,23x = 349,23 \cdot 650 - 329,63 \cdot 650$$

$$x = \frac{349,23 \cdot 650 - 329,63 \cdot 650}{349,23} = 36,42 \text{ mm}$$

La pequeña diferencia que existe con lo calculado teóricamente, $36,48 - 36,42 = 0,06 \text{ mm}$, se debe a que las frecuencias tomadas para las notas mi y fa no son números enteros y hemos operado con sólo dos decimales.

SEGUNDA CUERDA

Nota de la cuerda al aire: si; frecuencia: 246,94 Hz.

Nota en el primer traste: do; frecuencia: 261,63 Hz.

Omitimos el primer paso de sustituir valores en la ecuación general,

$$\frac{246,94}{261,63} = \frac{2(650 - x)}{2 \cdot 650} = \frac{650 - x}{650} \text{ y desarrollamos}$$

$$246,94 \cdot 650 = 261,63 \cdot 650 - 261,63x$$

$$261,63x = 261,63 \cdot 650 - 246,94 \cdot 650$$

$$x = \frac{261,63 \cdot 650 - 246,94 \cdot 650}{261,63} = 36,50 \text{ mm}$$

La diferencia entre lo calculado teóricamente y lo obtenido ahora es de $36,48 - 36,50 = -0,02 \text{ mm}$, debida también al error cometido al tomar las frecuencias fraccionarias.

TERCERA CUERDA

Nota de la cuerda al aire: sol; frecuencia: 196 Hz.

Nota en el primer traste: #sol; frecuencia: 207,65 Hz.

Omitimos el primer paso de sustituir valores en la ecuación general,

$$\frac{196}{207,65} = \frac{2(650 - x)}{2 \cdot 650} = \frac{650 - x}{650} \text{ y desarrollamos}$$

$$196 \cdot 650 = 207,65 \cdot 650 - 207,65x$$

$$207,65x = 207,65 \cdot 650 - 196 \cdot 650$$

$$x = \frac{207,65 \cdot 650 - 196 \cdot 650}{207,65} = 36,47 \text{ mm}$$

La diferencia entre lo calculado teóricamente y lo obtenido ahora es de $36,48 - 36,47 = 0,01 \text{ mm}$, debida también al error cometido al tomar las frecuencias fraccionarias.

CUARTA CUERDA

Nota de la cuerda al aire: re; frecuencia: 146,83 Hz.

Nota en el primer traste: #re; frecuencia: 155,56 Hz.

Omitimos el primer paso de sustituir valores en la ecuación general,

$$\frac{146,83}{155,46} = \frac{2(650 - x)}{2 \cdot 650} = \frac{650 - x}{650} \text{ y desarrollamos}$$

$$146,83 \cdot 650 = 155,56 \cdot 650 - 155,56x$$

$$155,56x = 155,56 \cdot 650 - 146,83 \cdot 650$$

$$x = \frac{155,56 \cdot 650 - 146,83 \cdot 650}{155,56} = 36,48 \text{ mm}$$

En este caso, coincide la diferencia con lo calculado teóricamente, pues el error está a partir de la tercera cifra decimal, que no hemos considerado.

QUINTA CUERDA

Nota de la cuerda al aire: la; frecuencia: 110 Hz.

Nota en el primer traste: #la; frecuencia: 116,54 Hz.

Omitimos el primer paso de sustituir valores en la ecuación general,

$$\frac{110}{116,54} = \frac{2(650 - x)}{2 \cdot 650} = \frac{650 - x}{650} \text{ y desarrollamos}$$

$$110 \cdot 650 = 116,54 \cdot 650 - 116,54x$$

$$116,54x = 116,54 \cdot 650 - 110 \cdot 650$$

$$x = \frac{116,54 \cdot 650 - 110 \cdot 650}{116,54} = 36,48 \text{ mm}$$

En esta cuerda tampoco aparece el error en el segundo decimal, pues está a partir de las milésimas.

SEXTA CUERDA

Nota de la cuerda al aire: mi; frecuencia: 82,41 Hz.

Nota en el primer traste: fa; frecuencia: 87,31 Hz.

Omitimos el primer paso de sustituir valores en la ecuación general,

$$\frac{82,41}{87,31} = \frac{2(650 - x)}{2 \cdot 650} = \frac{650 - x}{650} \text{ y desarrollamos}$$

$$82,41 \cdot 650 = 87,31 \cdot 650 - 87,31x$$

$$87,31x = 87,31 \cdot 650 - 82,41 \cdot 650$$

$$x = \frac{87,31 \cdot 650 - 82,41 \cdot 650}{87,31} = 36,48 \text{ mm}$$

En esta cuerda tampoco se manifiesta el error antes de la segunda cifra decimal.

El lector habrá podido comprobar que los cálculos teóricos coinciden con los prácticos, lo cual, naturalmente, era de esperar, y con ello damos por concluido el cálculo completo del diapason.

Es admirable observar cómo por un procedimiento intuitivo, muchos constructores artesanos calculan el diapason de forma simplificada, y obtienen las distancias de los trastes dividiendo sucesivamente la longitud libre de la cuerda por la constante 18.

De esta manera cometen un error de $-0,37 \text{ mm}$ para el primer traste y $-2,5 \text{ mm}$ para el traste 19, siendo su repercusión en el campo de las frecuencias de $+\frac{1}{4}$ de Hz y $+6 \text{ Hz}$, respectivamente,

errores evidentemente pequeños pero que tienen su repercusión sobre todo en la ejecución de los armónicos.

Una vez calculado el diapason ampliemos los conceptos para entender que pese a no haber cometido ningún error en los cálculos, la tonalidad que pudiéramos esperar de la cuerda, pisada en cualquiera de los trastes, no es realmente la que ésta emite. Las diferencias sólo podrían apreciarlas oídos muy privilegiados y, por tanto, no tiene gran significación en la práctica de tocar la guitarra. Las diferencias entre las frecuencias emitidas por las cuerdas pisadas en los trastes y las que pudiéramos esperar, según la escala musical, se deben a que las cuerdas no son elementos infinitamente rígidos sino que se alargan al ser pisadas, el incremento de longitud trae consigo aumento de la tensión de la cuerda y, en consecuencia, variación de tono.

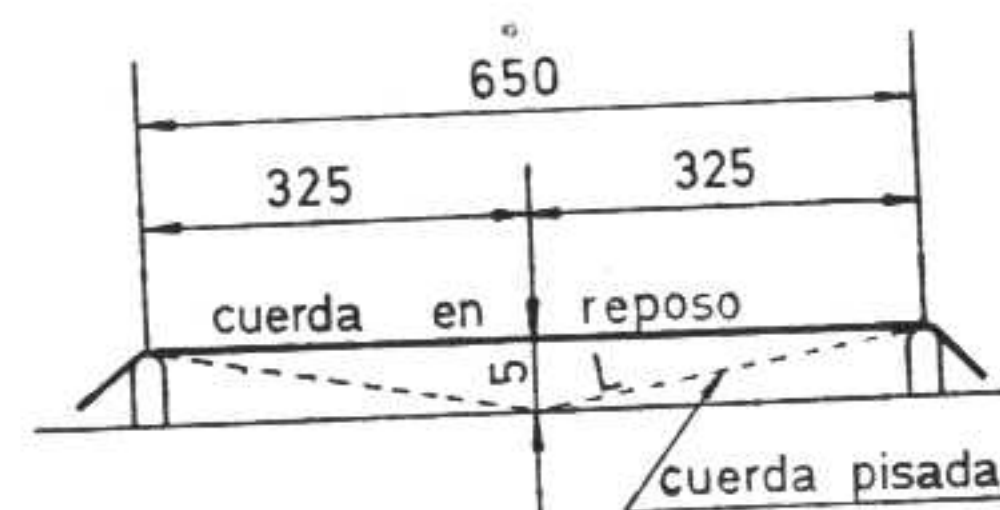


Fig. 12.

Consideremos la primera cuerda, que por ser de tonalidad más alta, pondrá más de relieve este fenómeno.

En la figura 12 se representa, esquemáticamente y fuera de escala, para obtener mayor claridad, la primera cuerda de la guitarra en reposo (línea continua) y pisada (línea de trazos) en el traste 12, en que se divide la cuerda en dos partes iguales; se ha supuesto que sobre este traste la cuerda tiene 5 mm de altura.

Observemos cómo la longitud de la cuerda pisada, L , es mayor que la primitiva medida de 325 mm. Como hipotenusa del triángulo rectángulo formado, la nueva longitud que adopta la cuerda será: $L = \sqrt{325^2 + 5^2} = 325,04$ mm, y 0,04 mm el incremento sufrido por la mitad de la cuerda; la cuerda entera se habrá alargado 0,080 mm. Al observar el gráfico de la figura 14, que representa la fuerza, en kilogramos, en función del alargamiento de las cuerdas, vemos que, al ser lineal esta representación, por extrapolación obtenemos que para un alargamiento de 0,08 mm corresponde un aumento de la tensión en la cuerda de 0,016 kg. Asimismo, en la tabla que hay al pie de la figura 14, se indica que la primera cuerda en reposo tiene una tensión de 7,325 kg.

Después de pisada la cuerda en el traste 12, la nueva tensión adquirida será de 7,341 kg.

Recordemos que la frecuencia a que vibra una cuerda está regida por la fórmula $F = \frac{Q}{2L} \sqrt{\frac{T}{sd}}$.

La primera cuerda, al excitarla, emite al aire la nota mi, de 329,64 Hz; si ha de cumplirse la fórmula anterior, podemos escribir que $329,64 = \frac{Q}{2 \cdot 650} \sqrt{\frac{7,325}{sd}}$ (I) y la frecuencia que emitirá la cuerda pisada en el traste 12 será $F = \frac{Q}{2 \cdot 325,04} \sqrt{\frac{7,341}{sd}}$ (II)

dividiendo miembro a miembro las ecuaciones (I) y (II)

$$\frac{329,64}{F} = \frac{Q \sqrt{\frac{7,325}{sd}}}{2 \cdot 650} : \frac{Q \sqrt{\frac{7,341}{sd}}}{2 \cdot 325,04}, \text{ simplificamos}$$

$$\frac{329,64}{F} = \frac{2 \cdot 325,04 Q \sqrt{\frac{7,325}{sd}}}{2 \cdot 650 Q \sqrt{\frac{7,341}{sd}}} = \frac{325,04}{650} \sqrt{\frac{7,325}{7,341}}$$

$$F = \frac{329,64 \cdot 650}{325,04 \sqrt{\frac{7,325}{7,341}}} = 659,92 \text{ Hz}$$

sin embargo, según la escala musical debería esperarse una frecuencia de $329,64 \cdot 2 = 659,28$ Hz, con lo cual la diferencia de + 0,64 Hz resulta insignificante.

Hay personas que consideran muy evidente esta diferencia de frecuencias, sobre todo cuando dos sonidos con intervalo de una octava se oyen en diferentes cuerdas; a nuestro entender, esas diferencias que aprecian en el sonido no son de tonalidad sino de timbre, ya que por oír sonidos emitidos por distintas cuerdas, lógicamente cambian de timbre pero no de tono en cuantía apreciable.

ESTUDIO FÍSICO DE LA GUITARRA

ESTUDIO DE LAS CUERDAS

Antiguamente se sabía más de ornamentación que de sonido, hasta el punto de que era más riguroso el color que habían de tener las cuatro cuerdas del legendario laúd, que la intensidad de su sonido. Es fácil de suponer que aquellas cuerdas serían de tripa convenientemente tratada y coloreada, ya que hasta hace poco tiempo ha sido así. En la actualidad, las cuerdas son de nailon las tres primeras y de seda con entorchado metálico las tres más gruesas o bordones; los colores que existen hoy en las cuerdas responden sólo a la identificación del fabricante y no a ningún concepto. Las tres cuerdas más gruesas llevan entorchado metálico a fin de aumentar la masa de la cuerda, pues recordemos que la frecuencia propia de vibración de un cuerpo varía en función inversa a la raíz cuadrada de la masa o peso de dicho cuerpo. Ni que decir tiene que las cuerdas que hoy se utilizan son absolutamente de mejor calidad que las usadas antiguamente, por las siguientes razones: resistencia, homogeneidad en toda su longitud, duración, calidad de sonido y precio. Hay fabricantes que hacen las tres primeras cuerdas con entorchado de nailon, a imitación de los bordones; si bien al tocar la guitarra estas cuerdas resultan más cómodas por su mayor adherencia al dedo y evitar el resbalamiento, su resistencia es sensiblemente inferior a las normales de nailon macizo.

En muchas ocasiones se nos ha ocurrido pensar cuántos kilogramos de fuerza desarrollarán las cuerdas de una guitarra sobre el puente, también nos ha llenado de curiosidad saber cuál de ellas haría más fuerza. Tal vez esta magnitud parezca trivial para quienes sólo practican el arte de tocar la guitarra, pero debe ser muy importante para los constructores, ya que de ella se desprenderá

la importancia que habrá que dar a las dimensiones del puente, y por ello, en este mismo capítulo, presentamos un ensayo del puente a fin de comparar lo calculado teóricamente con la resistencia real de un puente.

Ha sido también interesante un ensayo de resistencia de las cuerdas, representando gráficamente la ley de Hooke para cada una de ellas, y con ello hemos conocido el coeficiente de seguridad, que será el índice de la duración de las cuerdas. Para realizar estas operaciones lo inmediato es tener a mano las frecuencias a las que vibran cada una de las cuerdas al aire. Ya sabemos que esta frecuencia se puede obtener o bien directamente de la tabla o calculándola con el factor constante $K = 1,05946$. De una u otra forma en la tabla siguiente se dan los valores redondeados despreciando los decimales de estas frecuencias.

<i>Cuerda número</i>	<i>Nota que emite</i>	<i>Frecuencia en hertz</i>
1	mi	330
2	si	247
3	sol	196
4	re	147
5	la	110
6	mi	82

Hemos construido un utillaje especial que reproduce fielmente los apoyos de las cuerdas, igual que si fuera en la propia guitarra. Por un extremo, hemos atado la cuerda de la forma que habitualmente se hace en el puente, por el otro extremo, la hemos apoyado en una polea de bronce, de 6 mm de diámetro, que puede girar sobre su eje, construido de acero templado y rectificado, a fin de evitar al máximo los rozamientos; hemos pasado el extremo libre de la cuerda por la polea y mediante un gancho apropiado, hemos colocado el peso suficiente para tensar la cuerda lo necesario hasta conseguir la afinación correspondiente. Activada la cuerda, hemos recogido su tenue sonido con un micrófono de precisión conectado a un analizador de frecuencias de 1,5 Hz de capacidad de resolución.

En el cuadro siguiente se expresa, en kilogramos, la tensión obtenida para cada cuerda.

Cuerda número	Kilogramos
1	7,325
2	6,275
3	6,325
4	7,125
5	7,125
6	7,125

Para realizar este ensayo hemos utilizado un juego de cuerdas de la mejor calidad, y han estado tensadas, a su grado de afinado, durante 30 días, afinándolas diariamente para asegurar su estabilidad.

En la figura 13 se ilustra, a título esquemático, el montaje que hemos utilizado para la obtención de la fuerza o tensión a que están sometidas las cuerdas.

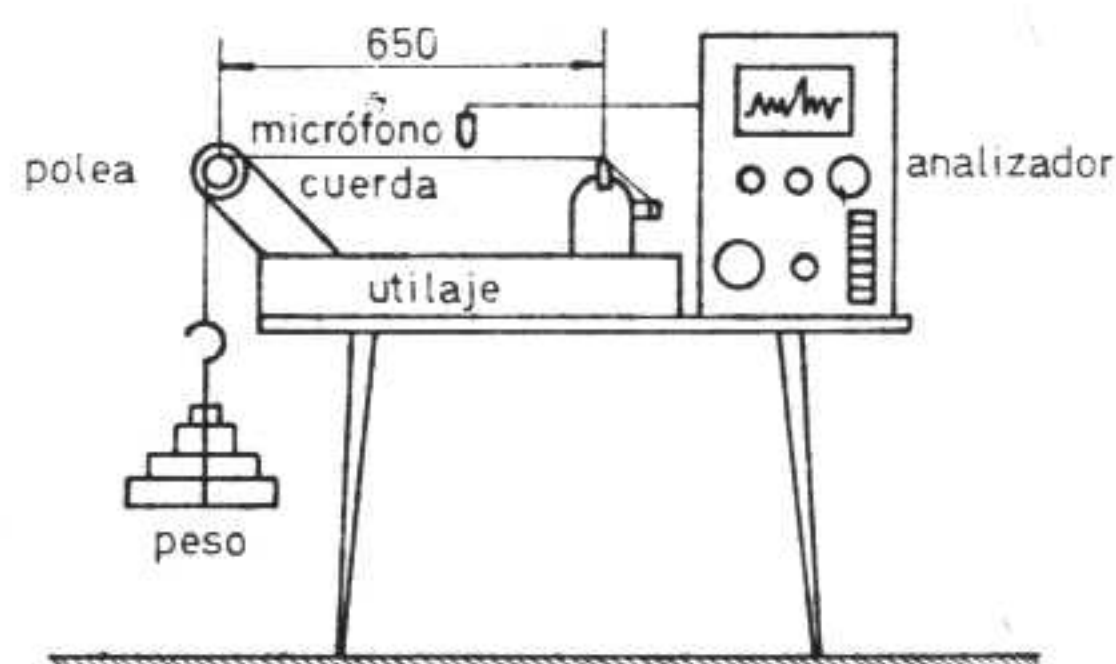


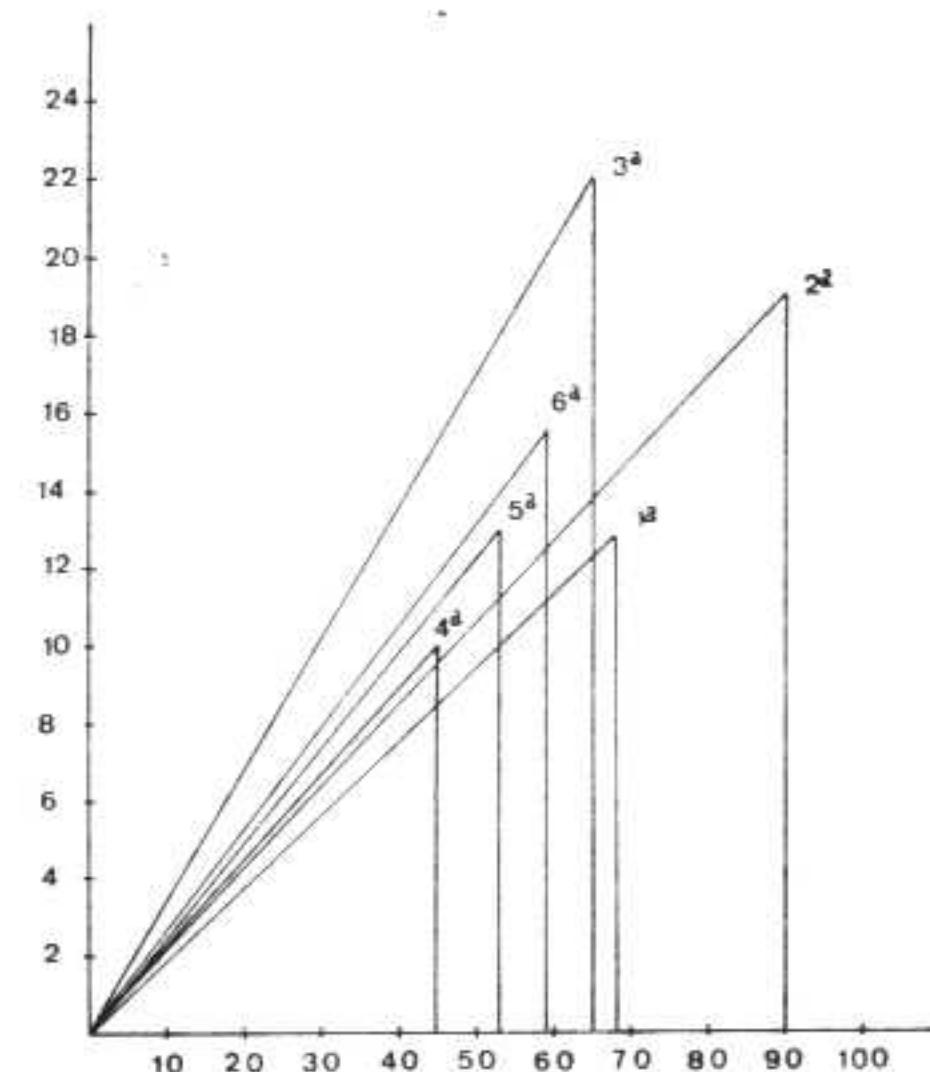
Fig. 13. Método para la medición de la fuerza de las cuerdas.

Con medios apropiados y mediante registrador automático, hemos obtenido un gráfico de la tensión de las cuerdas en función de su alargamiento (ley de Hooke).

Hemos representado todas las cuerdas en el mismo gráfico (figura 14), a fin de que sean comparables a simple vista; asimismo y para facilitar su lectura, hemos indicado los números de las cuer-

das en las crestas correspondientes a la rotura. El cuadro siguiente es una representación del gráfico, en el cual se incluyen algunos datos interesantes.

Fuerza, en kg



Alargamiento, en mm

Cuerda número	Diáme- tro, mm	Tensión de afinado, kg	Tensión de rotura, kg	Coeficien- te de seguridad	Alargamientos Afina- ción, mm	Rotura, mm
1	0,70	7,325	12,8	1,75	36	68
2	0,80	6,275	19	3	31	90
3	1,05	6,325	22	3,48	18	65
4	0,75	7,125	10	1,40	32	45
5	0,95	7,125	13	1,82	29	53
6	1,11	7,125	15,5	2,18	27	59

Fig. 14. Representación de las fuerzas y alargamientos de las cuerdas.

Sabemos que el puente es la pieza que ha de soportar la tensión de las seis cuerdas, que según nuestro ensayo suman 41,4 kg, más la posibilidad del incremento de esta tensión cuando se sobrepasa la tensión de afinado, o cuando la guitarra está afinada en una tonalidad superior a la normal. Por último, la tensión normal de afinado de las cuerdas sufre un incremento simplemente al tocar la guitarra, pues las deformaciones a que constantemente están sometidas producen alargamientos que se manifiestan en aumentos de la tensión. Con objeto de saber hasta qué punto el puente aguanta todas estas fuerzas, hemos realizado un ensayo de arranque de un puente, aplicando una fuerza progresiva en la dirección de las cuerdas y hemos obtenido el dato siguiente: a 280 kg ha ocurrido la rotura de la zona donde van atadas las cuerdas, sin haberse producido ni el menor inicio de despegue del puente propiamente dicho respecto a la tapa armónica.

ESTUDIO DEL TIMBRE

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

Muchas veces se plantea, entre los guitarristas, el tema del timbre y existen opiniones de todo tipo; unos afirman que la guitarra clásica y la flamenca tienen dos timbres totalmente distintos, otros dicen que apenas se podrían distinguir. Es muy general atribuir un timbre muy «chillón» a la guitarra flamenca, mientras que a la clásica se le concede un timbre más «dulce». Observamos constantemente que los más prestigiosos concertistas de flamenco actúan con guitarras clásicas cuando su actuación es dar conciertos, mientras que cuando tocan acompañando el cante, lo hacen siempre con guitarras de maderas claras o flamencas, y, por el contrario, nunca hemos visto a un concertista del arte clásico actuando con una guitarra flamenca. Ante esta diversidad de opiniones realizamos un en-

sayo para intentar objetivar, en lo posible, esta magnitud del timbre, que se presta a gran subjetividad.

Para efectuarlo reunimos a cinco personas de las siguientes características: dos concertistas de arte clásico; dos concertistas de arte flamenco; un constructor de guitarras de ambos tipos y, por tanto, gran conocedor del instrumento. Haciendo un turno rotativo, mientras uno de ellos tocaba una guitarra, los otros cuatro escuchaban y anotaban en un estadillo si el timbre de la guitarra era clásico (C) o flamenco (F) (naturalmente, el ejecutante y los oyentes estaban situados en habitáculos diferentes). Utilizaron tres guitarras de clásico y tres de flamenco, todas de igual calidad y afinadas en el mismo tono. La elección de la guitarra que debería sonar lo decidían dos dados preparados de la forma siguiente:

Uno de ellos tenía grabada, en tres de sus caras, una «C», que significaba clásico y en las otras tres, una «F», flamenco. El otro dado tenía grabados los números 1, 2, 3 en cada dos de sus caras y respondían a la misma numeración asignada a las guitarras, de forma que al tirar los dados, el ejecutante escogería la guitarra en función de los resultados de la tirada, por ejemplo, la «C» y el «2» supondría escoger la guitarra clásica número dos. El tema que escucharían los cuatro oyentes era libre, ya que por razones de discreción no se impuso a ningún colaborador temas que no fueran de su propia especialidad. Cada colaborador repitió 5 veces la operación de tocar, por lo que fueron 25 las actuaciones y 100 las audiciones. La probabilidad de escoger un tipo u otro de guitarra era del 50 %, ya que no existía decisión personal. En efecto, de los 25 temas tocados por los participantes se comprobó posteriormente que 12 fueron interpretados con guitarra flamenca y 13 con guitarra clásica, que suponen el 48 y el 52 %, respectivamente, tal y conforme es la probabilidad natural.

La probabilidad de acertar la naturaleza de la guitarra que se estaba escuchando en determinado momento fue del 50 %, ya que sólo competían dos cualidades: clásico y flamenco. Convencidos de que el planteamiento era totalmente correcto, llevamos los resultados obtenidos a un estadillo general, que arrojó un 56 % de aciertos y, por tanto, un 44 % de fallos. Estos porcentajes indicaron claramente que la fiabilidad del equipo participante para reconocer la guitarra por el timbre fue sólo del 6 %, que es insignificante.

Este resultado no nos sorprendió demasiado, ya que por nuestra parte no esperábamos otra cosa. Inmediatamente pensamos en realizar otro tipo de ensayo que ratificara el anterior o, por el contrario, que demostrara un claro reconocimiento del timbre. El segundo ensayo estaba compuesto por las personas siguientes: el constructor de guitarras que había colaborado en el ensayo anterior; un concertista de flamenco y otro de clásico, distintos de los colaboradores anteriores.

Les instruimos personalmente acerca de lo que deberían hacer, y se prepararon dos guitarras, una clásica y otra flamenca, ambas de la misma calidad y afinadas en el mismo tono. Indicamos a los colaboradores que se limitaran a escuchar los temas que nosotros interpretaríamos y que apuntaran en el estadillo una «C» o una «F» según creyeran oír la guitarra clásica o la flamenca. Situados en los dos habitáculos distintos, cada vez que tocábamos un tema tirábamos los dados en un plato metálico a fin de que los colaboradores los oyeran sonar, pero siempre hicimos caso omiso a su resultado, ya que los 20 temas que tocamos los interpretamos con la guitarra de clásico, y así, de esta forma, estábamos seguros de que el timbre emitido era el mismo. De las 20 audiciones que cada uno de los oyentes escuchó, el número de aciertos individual fue el siguiente: 6, 8, 10, que suman 24, lo que corresponde a un 40 % de aciertos y un 60 % de fallos, menor aún que el de la probabilidad natural, que es el 50 %.

Para completar este estudio del timbre, consideramos oportuno hacer una consulta a varios guitarristas, de los más significativos, y todos ellos se reservaron su opinión excepto uno, que es genial y que por razones obvias omitimos su nombre; su contestación fue la siguiente: «Para mí sólo existe una guitarra, que es la guitarra española», hermosa contestación, por lo que en sí entraña y también sabía respuesta, no se podía esperar menos de este excepcional concertista.

El timbre que emite una cuerda vibrante es función de la intensidad con que se excite la cuerda y también del sitio donde se excite. Pulsemos una cuerda cualquiera de una guitarra con diferente fuerza y oiremos un timbre distinto; pulsemos asimismo la cuerda con la misma fuerza, pero en su parte inferior, junto al puente de la guitarra, y vayamos excitando la cuerda moviendo el

punto de ataque hacia el centro de la cuerda, y comprobaremos cómo el timbre varía dulcificándose a medida que nos acercamos al centro. Después de esta experiencia constatamos que la guitarra es un instrumento de timbre variable.

Si observamos en qué punto de las cuerdas atacan los guitarristas flamencos, veremos que lo hacen generalmente en la parte más baja, o sea, casi en el puente, debido a que en el maravilloso arte flamenco hay que hacer unas escalas musicales rapidísimas, por lo cual se requiere que las cuerdas opongan gran resistencia al ataque de los dedos de la mano derecha, y en estas condiciones las cuerdas emiten un timbre que algunos califican de «chillón». Los guitarristas de concierto clásico atacan las cuerdas por la parte inferior del agujero, o boca de la guitarra, o sea, algunos centímetros más hacia el centro de la cuerda, y en estas condiciones se produce un timbre que algunos reputan de más «dulce». En efecto, si pulsáramos las cuerdas en su centro (traste 12), el timbre que emitirían sería considerablemente distinto del que estamos habituados a escuchar y difícilmente se reconocería la voz de la guitarra, y sin estar en su presencia, más bien parecería un arpa.

Tradicionalmente, se usa madera de ciprés para la formación de los aros o flancos de la guitarra así como para el fondo, cuando el instrumento va destinado al arte flamenco y de madera de palo santo cuando la guitarra es para concierto clásico, por la creencia general de que el timbre del instrumento depende de estas maderas.

Aunque con el estudio anterior queda claro este concepto del timbre y su dependencia, hay un último ensayo que ratifica el concepto erróneo que se tiene sobre la influencia de las maderas en el timbre. Se construyó una guitarra, de gran calidad, con los flancos y el fondo de material plástico, metacrilato, obviamente la tapa armónica era de la madera apropiada. ¿Cuál debería ser el timbre de esta insólita guitarra, «chillón» o «dulce»?

No se pudo distinguir de otra guitarra cualquiera, por lo que ha quedado objetivada esta cualidad del timbre, al cual haremos de nuevo amplia mención en el capítulo dedicado al estudio de los armónicos.

ESTUDIO DE LOS ARMÓNICOS

La física nos enseña 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 que:

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 resultantes 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 15 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 de los cuatro dibujos.

Admitido este criterio, estableceremos una tabla para encontrar en ella los nodos o puntos por donde la cuerda tiene ampli-

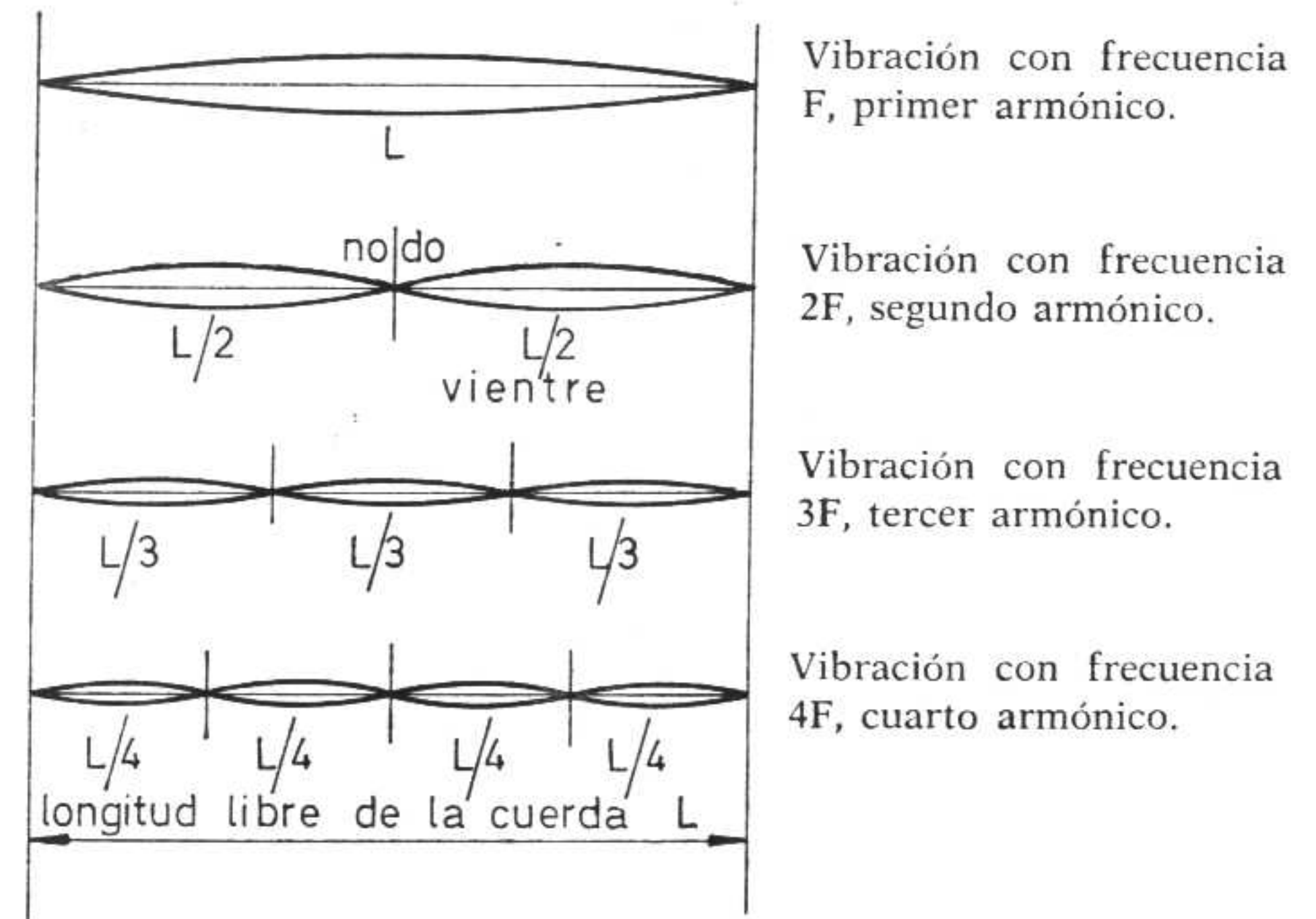


Fig. 15. Representación de las vibraciones de una cuerda.

tudes 0, que serán también puntos por los que 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, las distancias, desde el apoyo superior de la cuerda, o hueso, a cada uno de los trastes. Los datos de esta tabla se refieren a la primera cuerda, pero de haber escogido otra cualquiera, habríamos obtenido idénticos resultados.

	Relación $\frac{650}{d}$ *	Nota musical	Frecuencia, en Hz	Traste número	Distancia desde el apoyo superior de la 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
Cuarto armónico	(4)	la	440	5	163
mi 1.320 Hz	3,41	# la	446	6	190,38
Tercer armónico	(3)	si	494	7	216,18
si 988 Hz	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
Segundo armónico	(2)	mi	660	12	325
mi 660 Hz	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	832	18	420,20
Tercer armónico	(1,50)	si	988	19	433
si 988 Hz					

* d = distancias desde el apoyo de la cuerda a cada traste.

De la observación de la tabla anterior, 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 $\frac{650}{325} = 2$, y esto significa que la cuerda pisada en el traste 12 vibrará a doble frecuencia que al aire y, por tanto, esta vibración corresponderá al segundo armó-

nico. 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, $\frac{650}{216} = 3$, 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 $\frac{650}{163} = 4$, 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 la percibamos, la nota mi de 1.320 Hz, o sea, dos octavas más 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, octavo, n. De ser cierto todo lo anteriormente expuesto, cabría preguntar: ¿Por qué se oye sólo una nota si se están emitiendo muchas 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 o reconocemos a las personas

por su voz, aun sin estar en nuestra presencia visual. Si mediante cualquier artilugio logramos modificar el rango en decibelios de todos los armónicos que emite simultáneamente una cuerda vibrante, cambiaremos evidentemente el timbre, y éste es el verdadero objeto de realizar los llamados armónicos en la guitarra, que producen un efecto de sin par belleza.

Si deseásemos localizar exactamente el punto donde la cuerda queda dividida en cinco, seis, siete, etc., partes iguales, lo encontraríamos dividiendo la longitud total de la cuerda (650 mm) entre 5, 6, 7, etc. Pero comprobaríamos que estos puntos no coinciden con ningún traste, y, por ello, al no tener referencia alguna, es muy difícil la ejecución de armónicos en estos puntos. Algunos intérpretes pretenden hacer armónicos en los trastes 3 y 4, y, naturalmente, no salen perfectos aunque sí aproximados. Hay quienes dicen «falsos armónicos» a éstos, porque no pueden resultar de igual pureza y belleza que los verdaderos, que son los que se ejecutan en los trastes 5, 7, 12 y 19.

Existe otro tipo de armónicos en la guitarra, que técnicamente no se diferencian en nada de los explicados anteriormente, y se denominan «armónicos octavados». Supongamos puesta una cejilla, la cual ocupará por entero la mano izquierda, y ahora quedarán acortadas por igual todas las cuerdas y de tal forma que se ha de cumplir todo lo anteriormente dicho para los armónicos, o sea, que éstos se encontrarán en los lugares correspondientes a los puntos donde las cuerdas queden divididas en número de partes enteras, aunque estos puntos no coincidan precisamente con las barritas de los trastes.

Esta fotografía (fig. 16), en que se muestran las vibraciones de una cuerda de guitarra, ha sido tomada con luz estroboscópica y con exposición, y podemos observar que es igual que el dibujo de la figura 15. De arriba abajo, la primera imagen corresponde a la frecuencia natural de la cuerda o el primer armónico, los nodos o puntos de vibración 0 están en los apoyos de la cuerda. En la segunda imagen, el nodo central coincide exactamente con el traste 12 del diapasón. En la tercera imagen, los dos nodos coinciden con los trastes 7 y 19 del diapasón, y, por último, en la cuarta imagen, el primer nodo coincide con el traste 5; los otros nodos corresponden a los puntos por donde la cuerda queda dividida en cuatro partes iguales, pero no coinciden con ningún traste del diapasón.

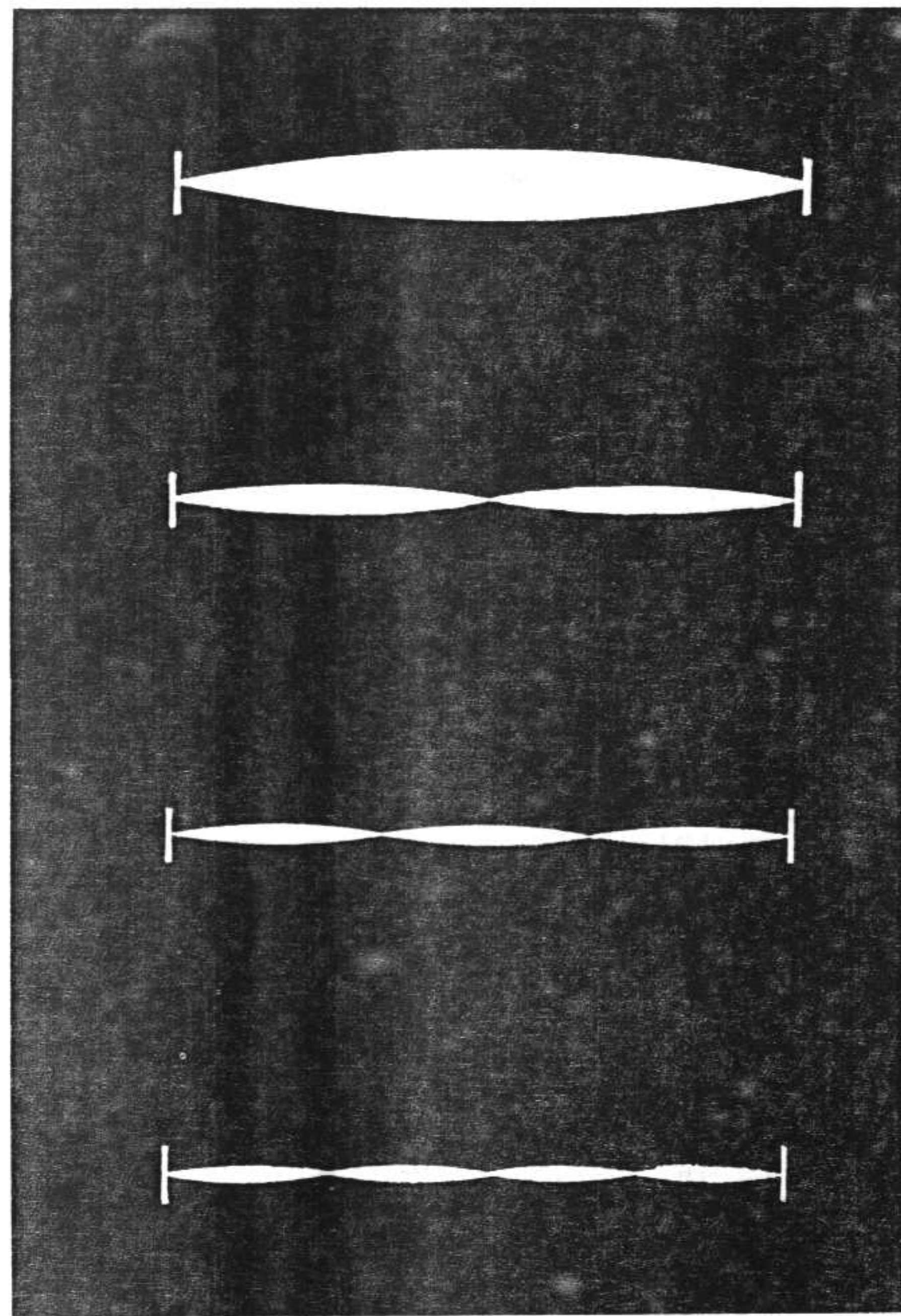


Fig. 16.

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 ejecutar en los trastes 5, 7, 12 y 19, daremos ahora la norma general para producir estos efectos de gran belleza. 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. La ejecución de los armónicos octavados requiere gran experiencia, ya que al tener ocupada la mano izquierda, habrá que pisar y excitar la cuerda con los dedos de la mano derecha, acto realmente difícil de realizar.

La visualización de las formas distintas con que vibra una cuerda se puede realizar mediante un estroboscopio o con una instalación provista de osciloscopio, pero como curiosidad explicaremos cómo se pueden visualizar algunos armónicos de una forma casera, fácil y sobre todo económica.

La pantalla de televisión se ilumina mediante un punto que recorre 625 líneas paralelas horizontales, lo cual significa que dicha pantalla se enciende y se apaga 625 veces por minuto pero el ojo no lo advierte por la retención de la imagen en la retina, que dura aproximadamente una décima de segundo. A cualquier distancia de la pantalla y con todas las luces de la habitación apagadas, se sitúa un observador provisto de una goma elástica de oficina, la coge por ambos extremos con las dos manos, la sitúa en posición vertical entre el ojo y la pantalla de televisión, la hace vibrar estirándola bruscamente o ayudado por otra persona, y así observará el armónico correspondiente a la frecuencia de la pantalla o a un múltiplo de éste, visualizándose una imagen parecida a la figura 15 con los vientres y nodos bien definidos; obviamente, esta experiencia se puede realizar con las cuerdas de una guitarra.

AFINADO DE LA GUITARRA

La conveniencia de afinar la guitarra con intervalos de cinco semitonos entre sus cuerdas, con excepción de la segunda cuerda que sólo difiere en cuatro semitonos con la tercera, se pondría de manifiesto si sobre un papel trazáramos esquemáticamente varios diapasones con diferentes afinados. Observaríamos, a la vista de estos esquemas, que el correspondiente al afinado normal presentaría la ventaja, sobre todos los demás afinados, de poderse hacer los acordes con más abundancia de notas. Un acorde consta, por lo general, de tres notas emitidas simultáneamente, y es obvio que estas tres notas no son cualesquiera sino que tienen una relación que se estudia en la música. Propongamos hacer el acorde de do mayor, que consta de las notas do mi sol, para ello pisaremos con los dedos correspondientes, en el traste 3 de la quinta cuerda do, en el traste 2 de la cuarta cuerda mi y la tercera cuerda al aire sol, de esta forma estaremos emitiendo el acorde de do mayor en toda regla; pero si además pisamos la segunda cuerda en el traste 1 con el dedo índice que no está ocupado, añadiremos al acorde una nota do con intervalo de octava respecto al do primero, quedando así el acorde más enriquecido. Observemos cuáles son las cuerdas que quedan libres y sus sonidos correspondientes al aire; la primera cuerda mi, que corresponde al acorde en estudio, la sexta cuerda mi, por tanto, correspondiente también al acorde; de esta forma hemos ocupado tres dedos y podemos emitir seis sonidos o notas musicales mejorando así el acorde de forma extraordinaria, y otro tanto podríamos decir de otro acorde cualquiera. Con un afinado distinto de los esquemas propuestos, los acordes serían más pobres de sonido, más difíciles de realizar y eso cuando no resultarían impracticables.

Existen diapasones de lengüeta que emiten la nota la natural correspondiente al traste 5 de la primera cuerda, y también que

emiten los sonidos correspondientes a cada una de las cuerdas de la guitarra. El esquema siguiente (fig. 17) explica cuál es el afinado de la guitarra.

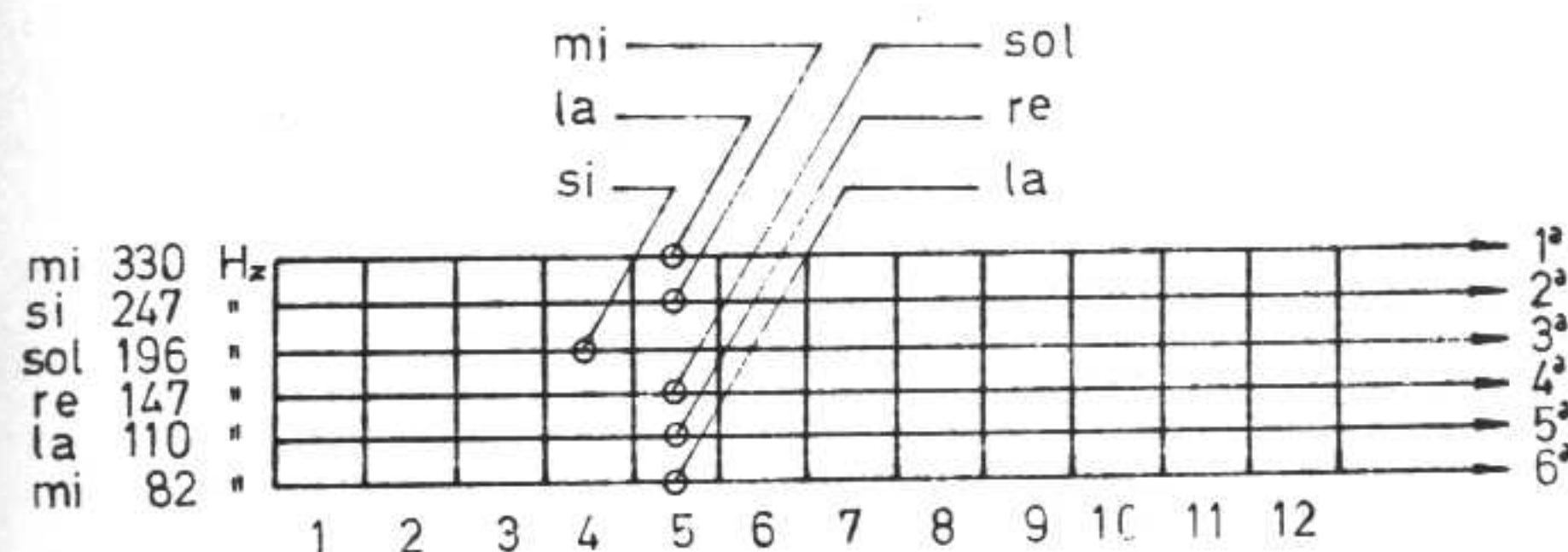


Fig. 17.

- 1.ª cuerda 5.º traste la natural de 440 Hz
- 2.ª cuerda 5.º traste igual que la 1.ª cuerda al aire
- 3.ª cuerda 4.º traste igual que la 2.ª cuerda al aire
- 4.ª cuerda 5.º traste igual que la 3.ª cuerda al aire
- 5.ª cuerda 5.º traste igual que la 4.ª cuerda al aire
- 6.ª cuerda 5.º traste igual que la 5.ª cuerda al aire

El sistema más perfecto para afinar la guitarra, ideado por Espinel en el siglo XVI, es haciéndolo por equisonos y consiste en que una vez afinada una cuerda cualquiera, se afinan las otras mediante las indicaciones anteriores que relacionan unas con otras. Otro sistema muy utilizado también, el de afinar por octavas, estriba en que afinada una cuerda cualquiera, se afinan las demás comparando los sonidos con intervalos de octava; así, por ejemplo, afinada la quinta cuerda al aire se compara su sonido con la tercera cuerda en el segundo traste, que emitirá la misma nota musical, pero una octava más alta. Otro sistema de afinado: se ejecutan algunos acordes y se compara el sonido que emiten con el que deberían emitir si estuviera la guitarra bien afinada; en tal caso se va corrigiendo la nota que desentone, aunque para ello se debe poseer un oído muy selectivo. Por último, cabe decir que cualquier sistema es bueno si con él se consigue el resultado buscado, que es una guitarra bien afinada, base para una ejecución perfecta.

LA GUITARRA DE DIEZ CUERDAS

Entre los concertistas del género clásico abunda la guitarra de diez cuerdas; los partidarios de este instrumento aprecian en él una potenciación de los sonidos, discutible por quienes se aferran al instrumento de seis cuerdas. Podemos afirmar categóricamente que este instrumento de diez cuerdas no destierra, de ninguna manera, al de seis cuerdas, por lo que su aceptación no depende de ningún criterio técnico, ni siquiera artístico, sino que ello va con el gusto personal.

A fin de comprender mejor este efecto de potenciación de los sonidos que aprecian quienes prefieren las diez cuerdas, explicaremos el fenómeno de la *simpatía*.

Si sometemos a una deformación elástica un cuerpo en condiciones de vibrar, al cesar la fuerza que impone la deformación, el cuerpo vibrará con una frecuencia llamada de resonancia o frecuencia propia; cualquier cuerpo que estuviese cerca del primero y cuya frecuencia propia fuese igual o muy parecida, se pondría a vibrar sin haberlo excitado directamente: este fenómeno se conoce como *simpatía*.

Hay muchos ejemplos donde se manifiesta este fenómeno; excitemos la quinta cuerda pisada en el quinto traste: emitirá la nota musical re, de 147 Hz y observemos cómo la cuarta cuerda se pone inmediatamente a sonar puesto que es ésta su frecuencia propia, si detuviéramos la vibración de la quinta cuerda, la cuarta no dejaría de vibrar, hasta consumir la energía que le hemos inducido.

Tomemos una guitarra con ambas manos, por la tapa armónica y por el fondo, haciendo justamente la presión necesaria para que no se caiga. Invitemos a alguien a que toque otra guitarra cerca de nosotros, y observaremos de inmediato que nuestra guitarra está vibrando al unísono con la otra, debido también al fenómeno de la *simpatía*. La guitarra de diez cuerdas tiene más elementos en disposición de vibrar que la de seis cuerdas, por lo que es obvio que el fenómeno de la *simpatía* se dé con más frecuencia que en la guitarra de seis cuerdas.

De cualquier forma, la apreciación de este fenómeno no deja de ser una sutileza que sólo pueden apreciar oídos privilegiados, y nuestra opinión personal es que el sonido de una guitarra de

pende de su calidad y no del número de cuerdas que tenga, y el agrado que produce escucharla dependerá del artista que la toque. Las cuatro cuerdas que se añaden a la guitarra para convertirla en un instrumento de diez cuerdas, no se afinan con la misma distribución que lo están las seis normales, por ello, a continuación (fig. 18) indicamos cuáles son las notas musicales y las frecuencias correspondientes a todas las cuerdas de un instrumento de este tipo sin que ello implique una rigidez absoluta, ya que hay artistas que modifican este afinado según su conveniencia personal.

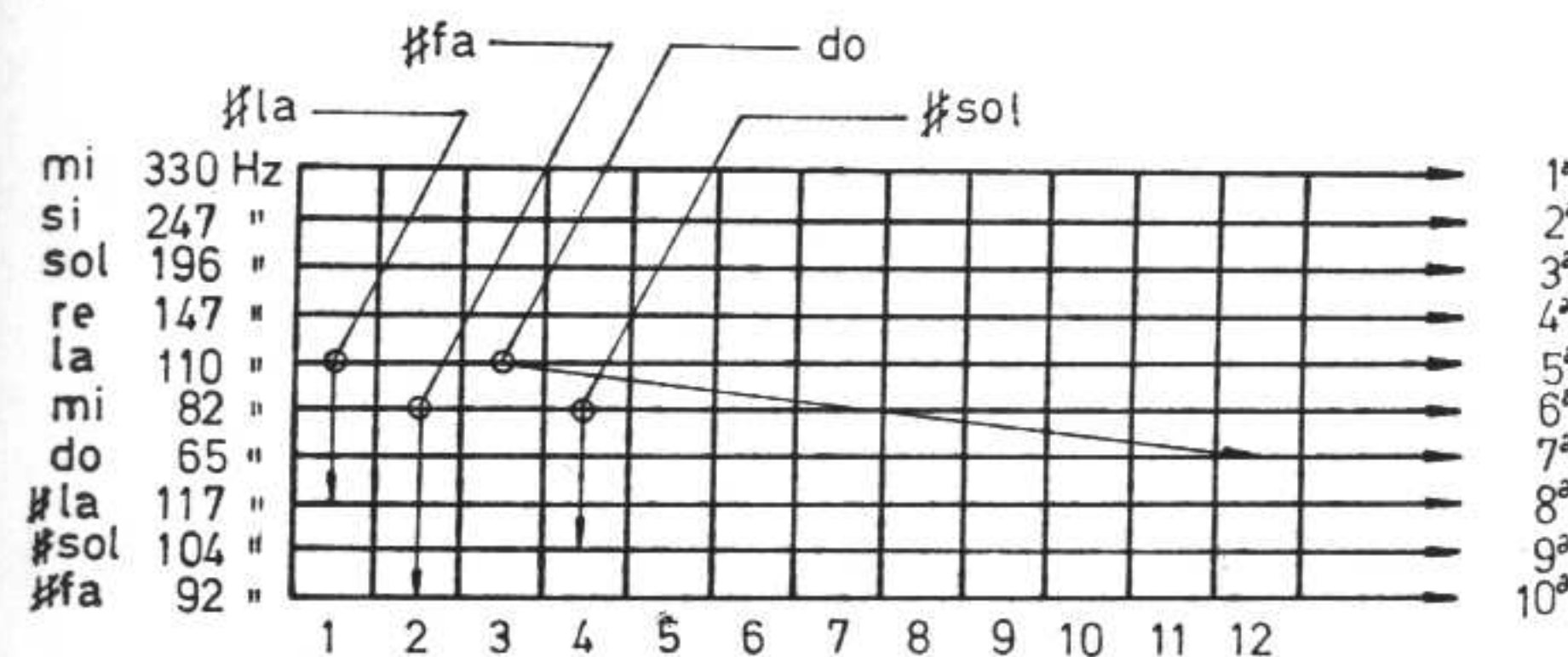


Fig. 18.

La séptima cuerda, especial para guitarra de diez cuerdas, se afina en do una octava más baja que el do emitido por la quinta cuerda en el traste 3, el equisono con este do se encuentra en el traste 12.

La décima cuerda es igual que la sexta cuerda de una guitarra normal, se afina en la sostenido, su equisono está en la quinta cuerda en el traste 1.

La novena cuerda es también igual que la quinta cuerda de una guitarra normal, se afina en sol sostenido, su equisono se encuentra en el traste 4 de la sexta cuerda.

La octava cuerda es igual que la sexta cuerda de una guitarra normal, se afina en fa sostenido, su equisono se encuentra en el traste 2 de la sexta cuerda.

RESPUESTA ACÚSTICA DE LA GUITARRA

Parece evidente que las dos magnitudes más importantes que los guitarristas y constructores de guitarras valoran, de forma subjetiva, son la calidad del sonido y también la cantidad o intensidad, que algunos llaman potencia sonora.

Un sonido será de calidad cuando muchos armónicos acompañen a la frecuencia principal de la vibración que lo produce, cuanto más dilatado sea el cortejo de armónicos que vayan con la frecuencia principal tanto mejor será la calidad del sonido. Si a un sonido de calidad se le añade otra vibración extraña, por no ser su frecuencia múltiple de la principal, el sonido pasa a ser desagradable, o sea, de mala calidad, tal es el caso de una cuerda que roza con un traste de la guitarra (trasteo).

La cantidad de sonido o energía acústica radiada por la guitarra no sólo depende de las condiciones constructivas de la tapa armónica sino principalmente de las de la sala donde se está celebrando el concierto.

Cuantificar calidad y cantidad de sonido es una operación muy difícil no sólo por lo costoso de los elementos de medida sino también por la complejidad de la metodología de la medida.

Las mediciones de las magnitudes mencionadas, realizadas por Jordi Puig i Rovira en el seno de la Escuela de Telecomunicaciones La Salle Bonanova, de Barcelona, nos han proporcionado un material de inestimable valor para la confección de este capítulo, por lo que todas las fotografías y gráficos que a continuación exponemos los debemos a su gentileza.

El esquema siguiente (fig. 19) muestra el conexionado de los aparatos utilizados para la medición de la respuesta acústica de la guitarra y para representar gráficamente las características de amplitud y frecuencia.

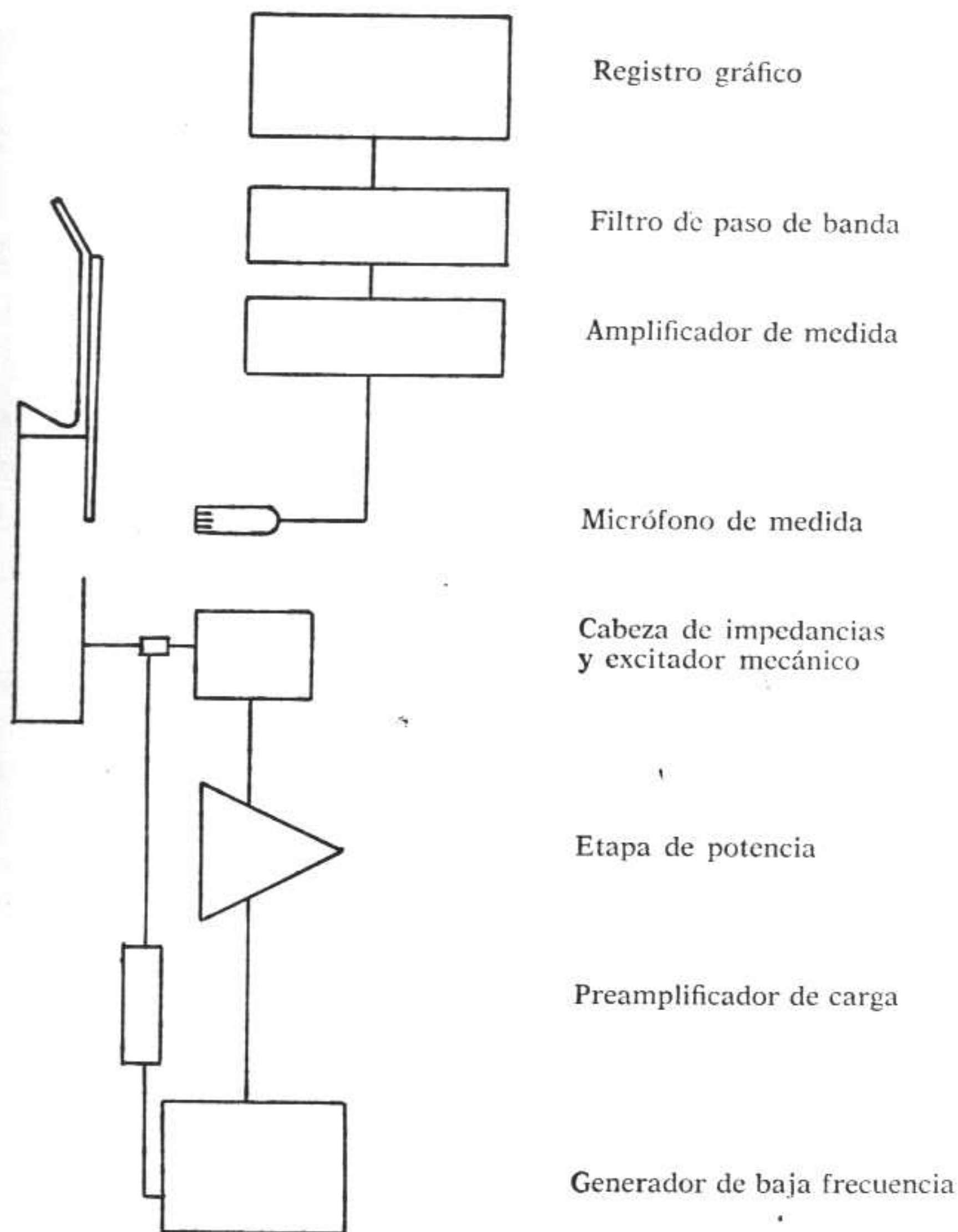


Fig. 19. Esquema de la conexión para la medida de la respuesta en frecuencia mediante barrido a fuerza constante.

La guitarra, desprovista de cuerdas, se excita mecánicamente, en el lugar exacto en que se ubica el hueso del puente, zona por donde se transmite la fuerza de las cuerdas a la tapa armónica; el micrófono de alta precisión se coloca sucesivamente en siete puntos de medición a diferentes distancias y posiciones respecto al cuerpo de la guitarra.

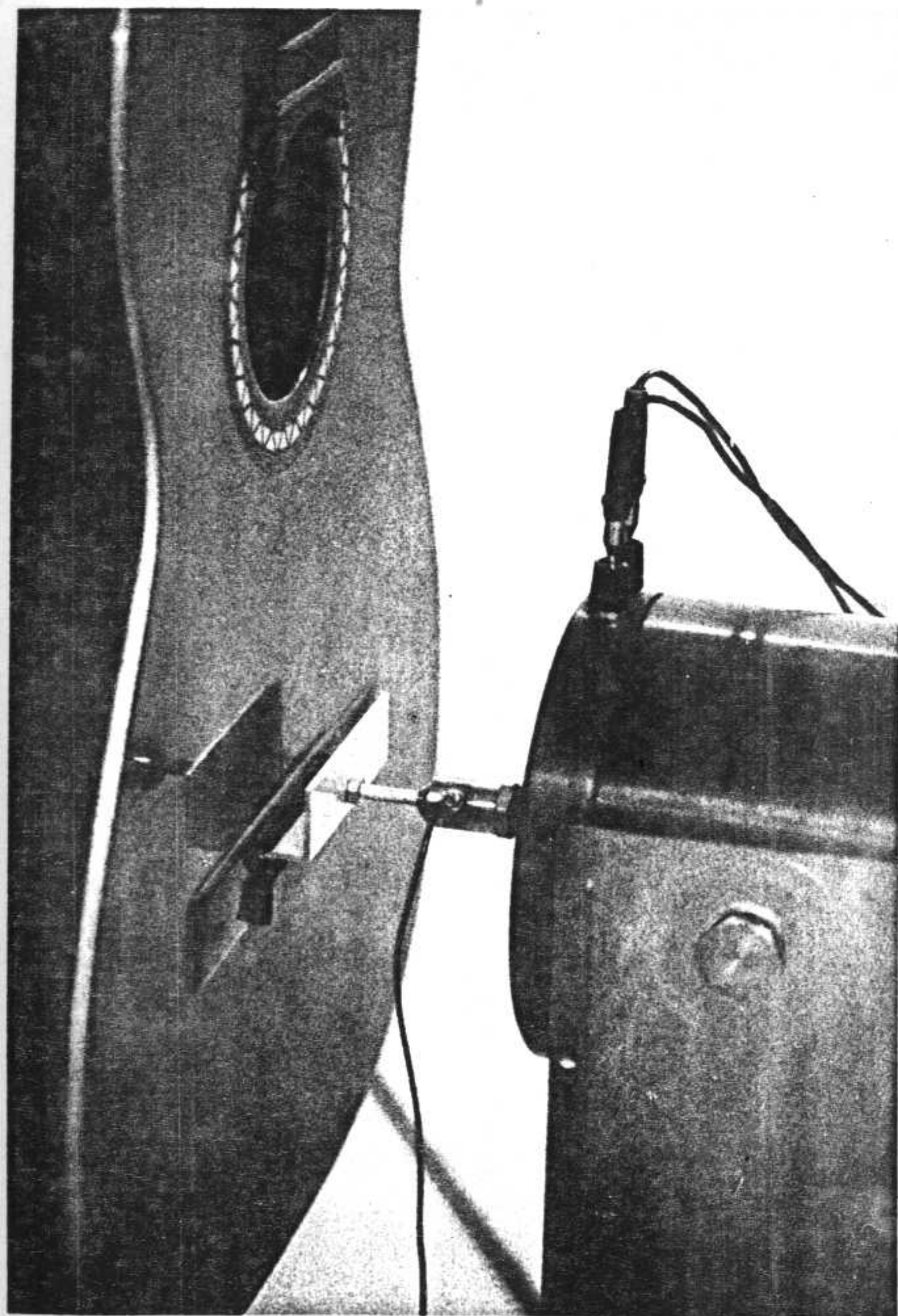
Todo el material y el equipo humano están situados en el interior de una cámara anecoica, aislada de los ruidos exteriores y sus paredes son de un material que no refleja el sonido, de esta forma el micrófono sólo percibirá el sonido de la guitarra.

En las fotografías siguientes se muestra la forma de excitación de la guitarra, la situación del micrófono en un punto de medida y la sujeción de la guitarra; asimismo permiten observar la forma de las paredes de la cámara anecoica.

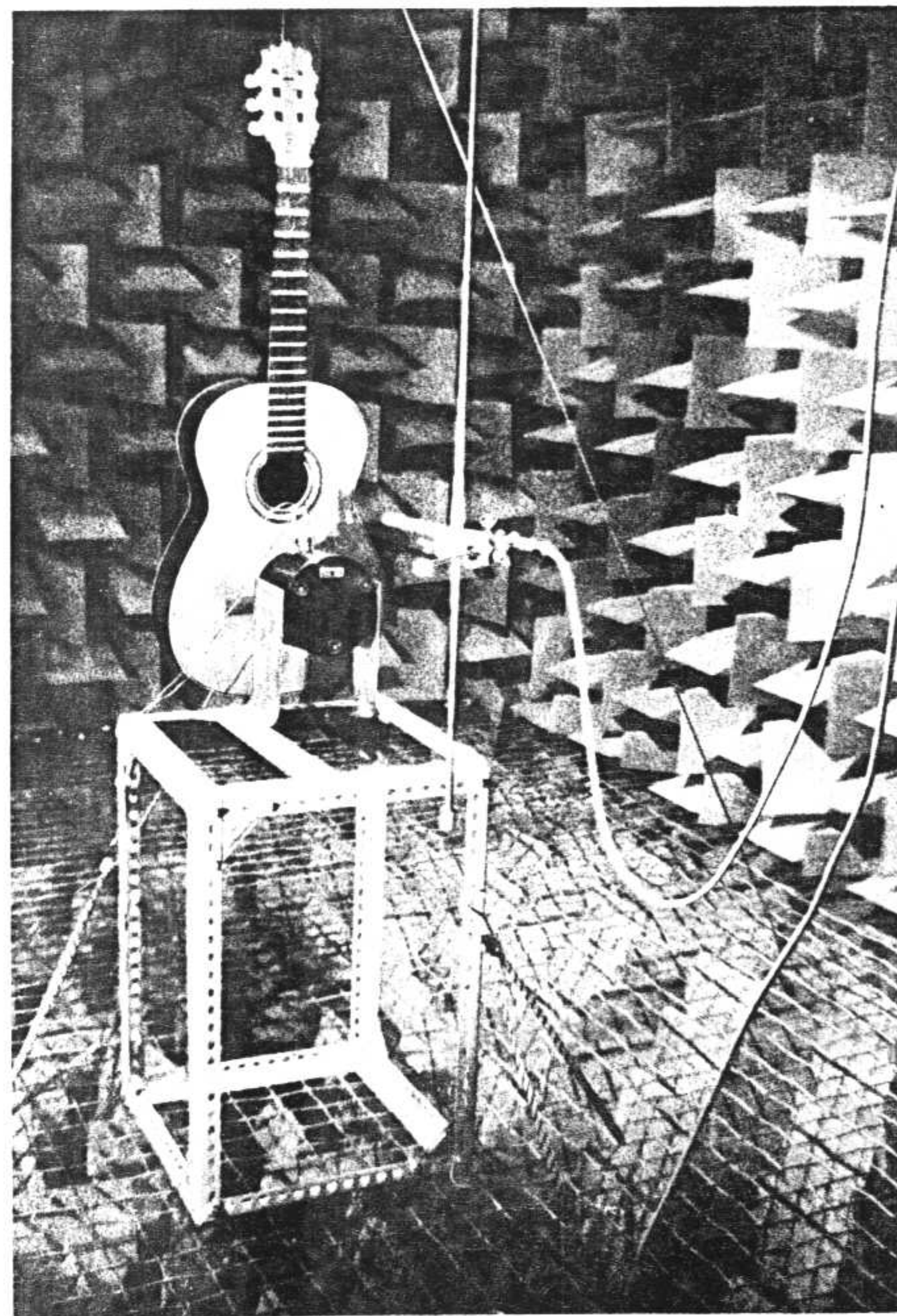
En los gráficos se representan las respuestas obtenidas en los siete puntos de medición.

Las diferencias de intensidad que advertimos se deben a la directividad de la energía acústica radiada; sin embargo, todos los gráficos coinciden en cuanto a los picos principales de resonancia encontrados a 110, 190 y 430 Hz, aproximadamente. Si comparamos los grados de intensidad para la frecuencia de 190 Hz, segundo y tercero, observamos que la máxima radiación sonora está en la boca de la guitarra.

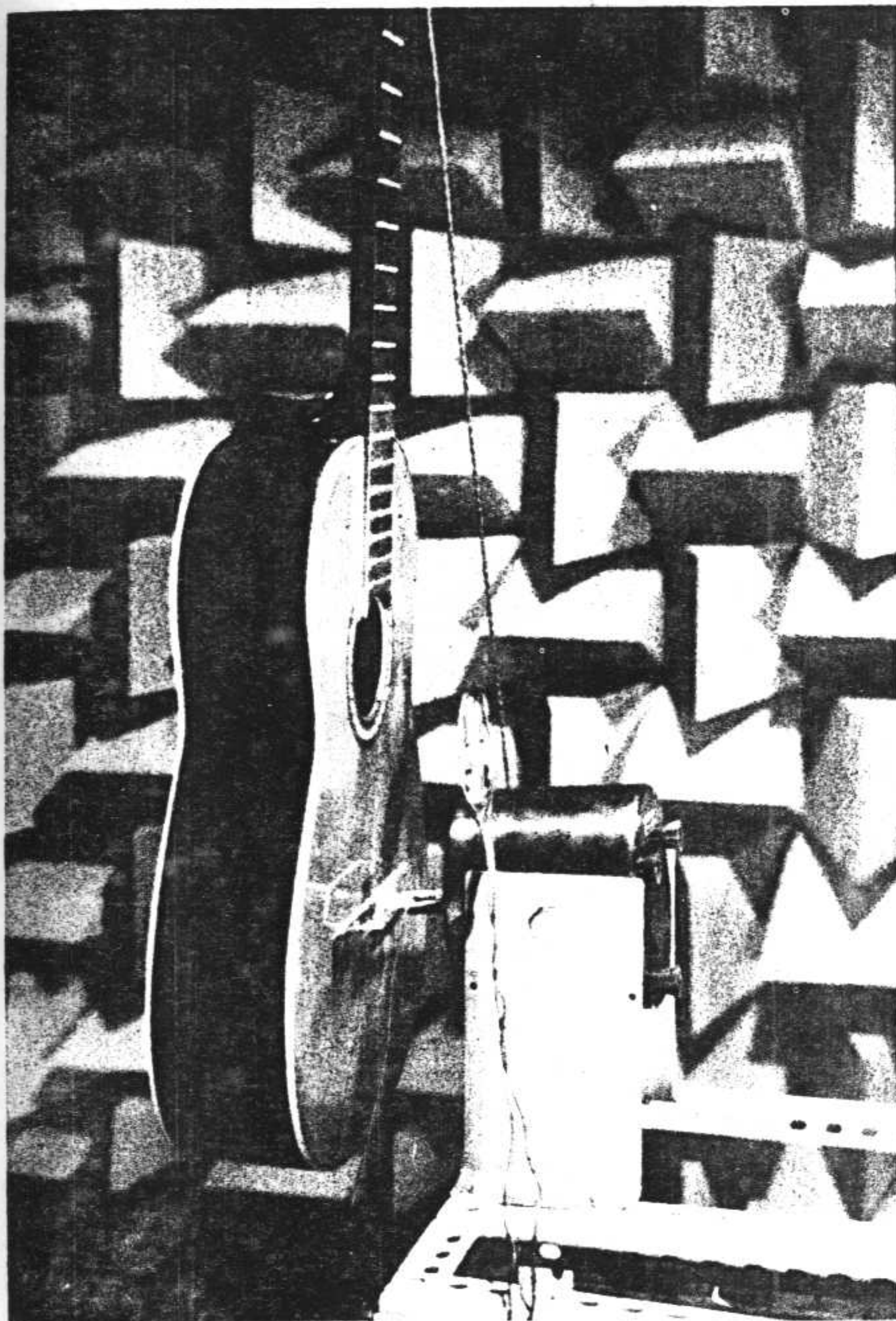
A la vista del inconveniente que presenta la directividad de la radiación acústica, se han promediado las mediciones de los siete puntos situados alrededor de la boca de la guitarra, que es la verdadera respuesta, y su representación es la del gráfico VIII, con fondo de escala de 2.000 Hz, o la del gráfico IX, con fondo de escala de 20.000 Hz.



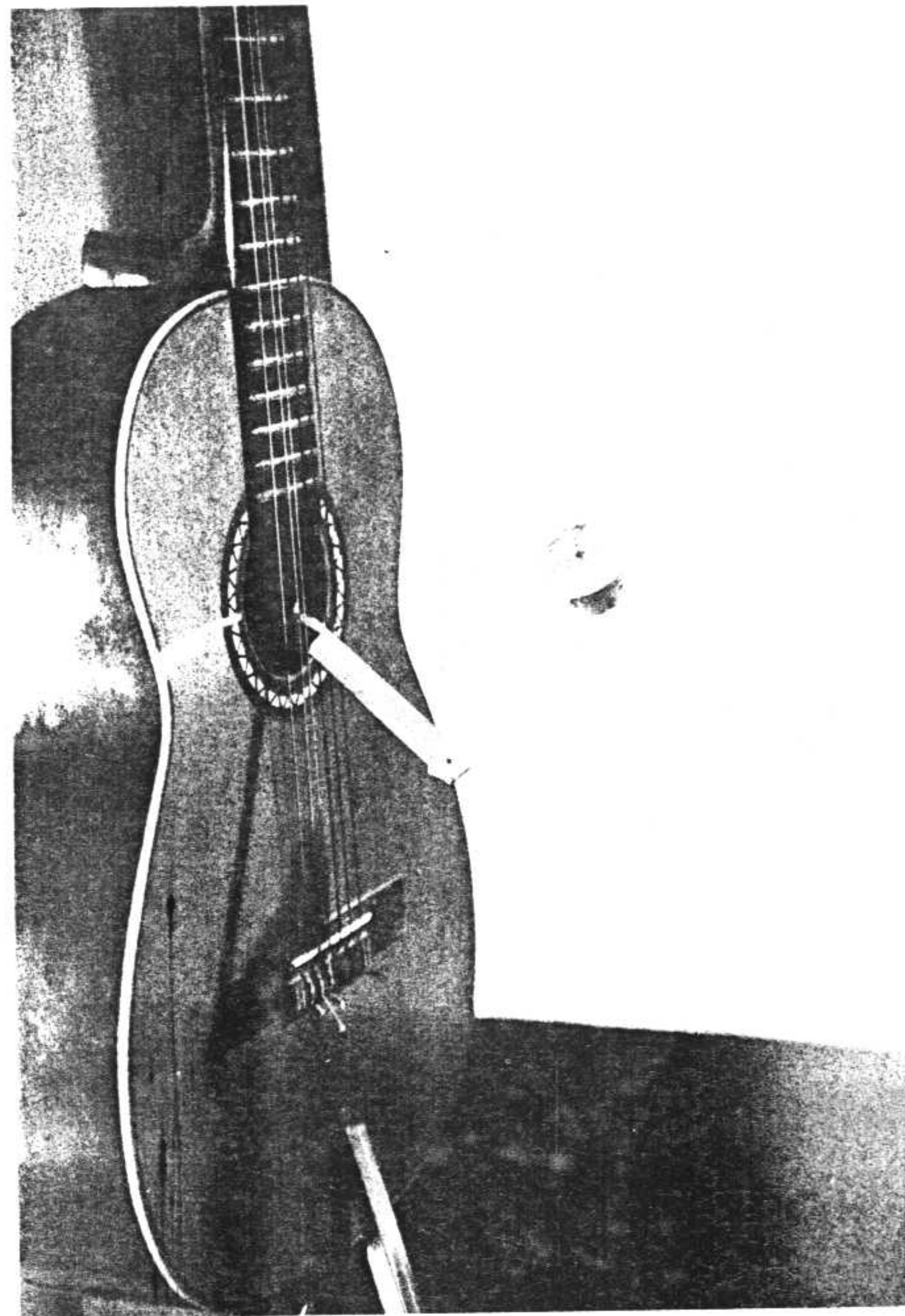
Forma de excitación de la guitarra sin cuerdas a fuerza constante.



Ubicación del micrófono en un punto de medida y sujeción de la guitarra.



Guitarra suspendida. Paredes de la cámara anecoica.



Forma de excitación de las cuerdas de la guitarra

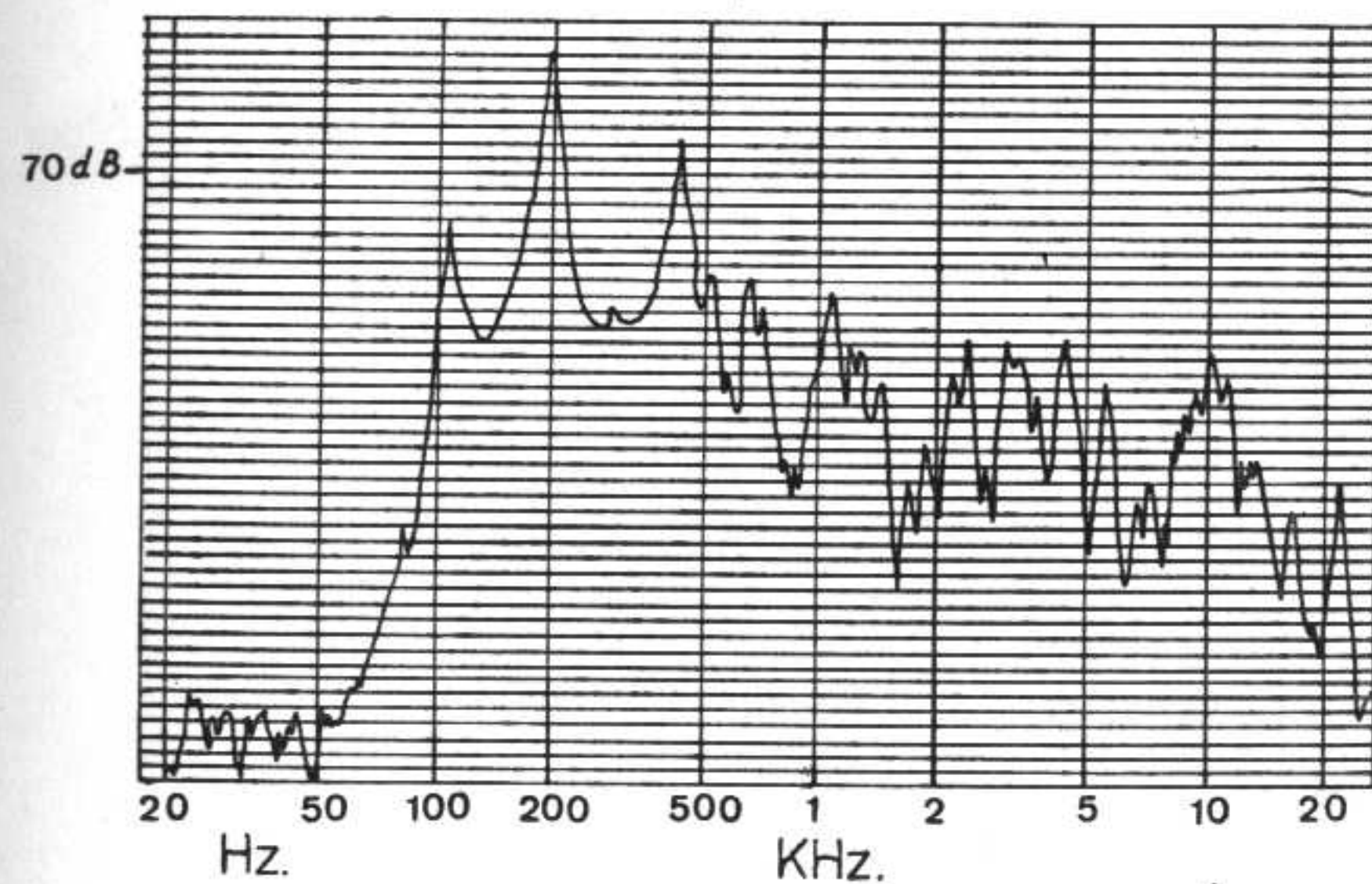
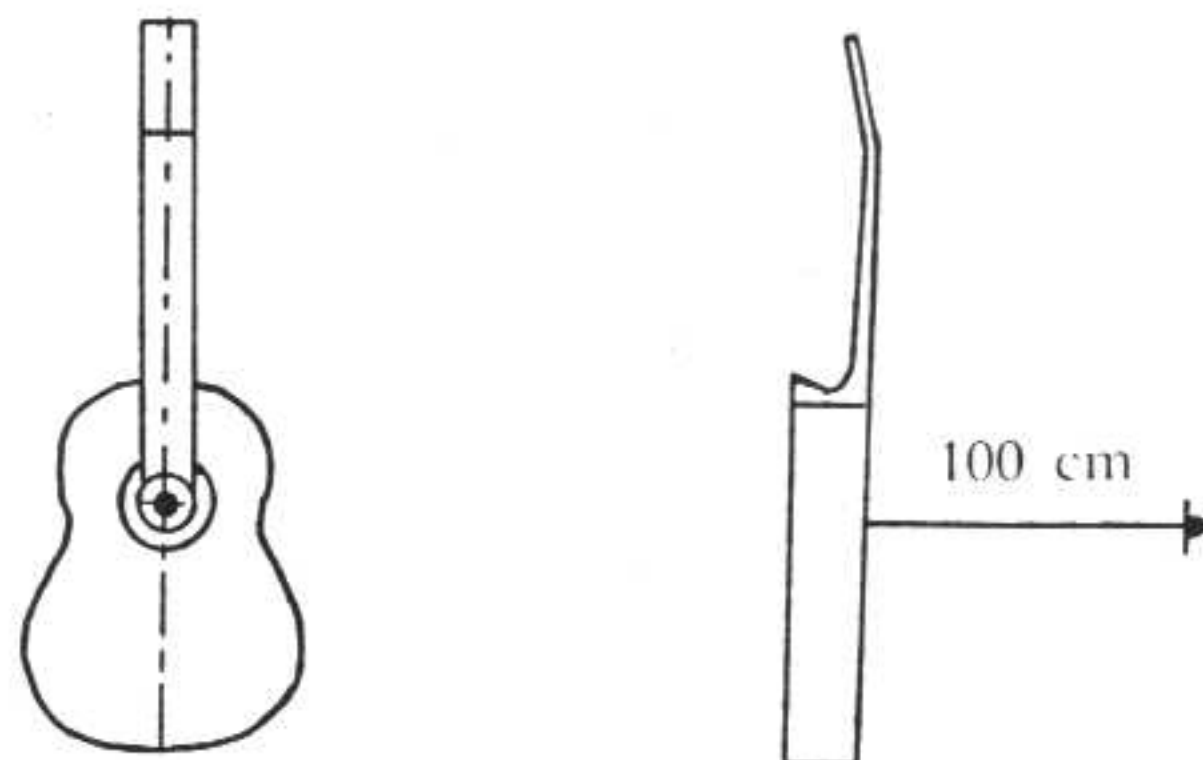


Gráfico I. Respuesta acústica mediante barrido de frecuencias a fuerza constante. Medido según figura.

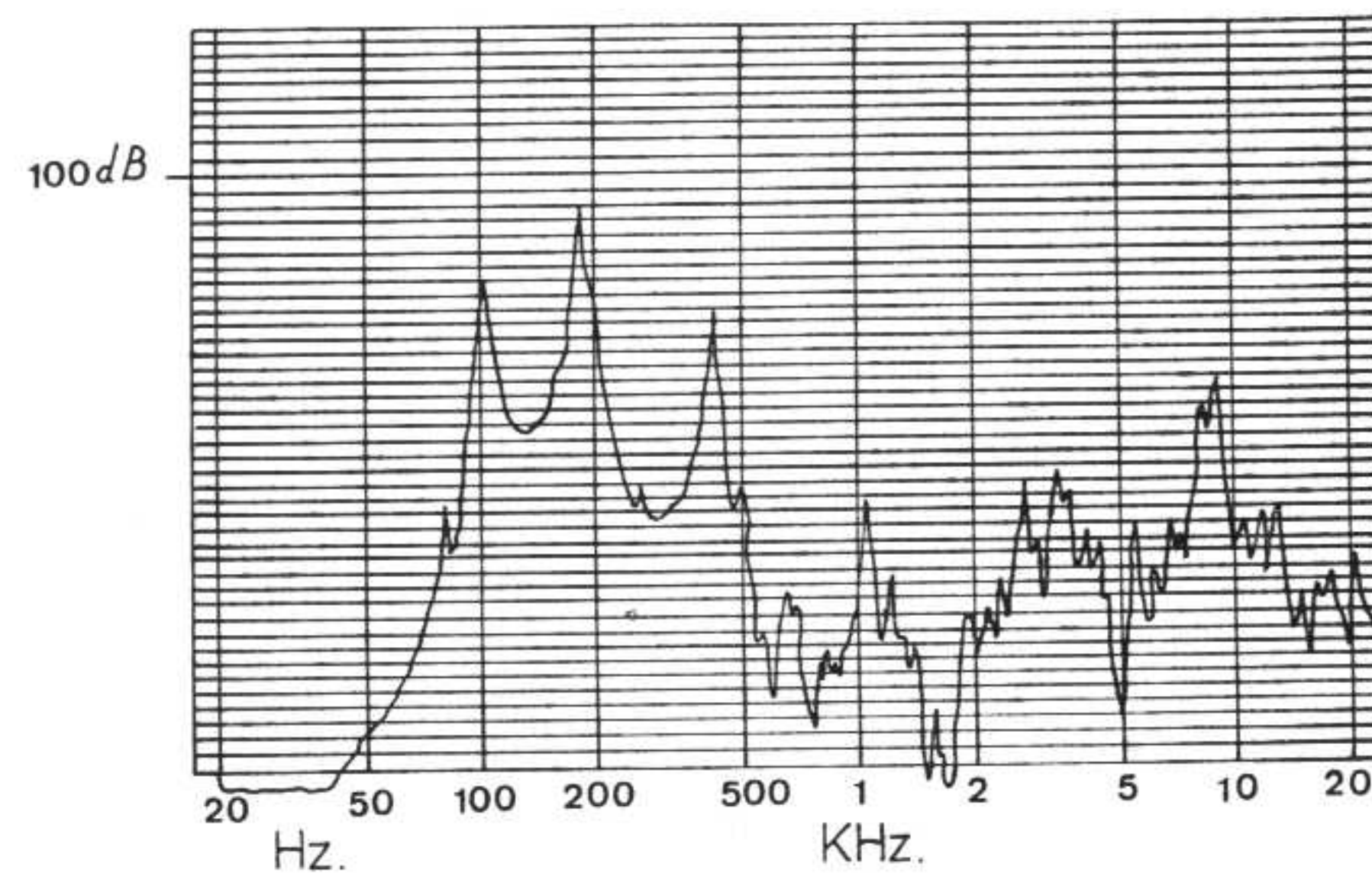
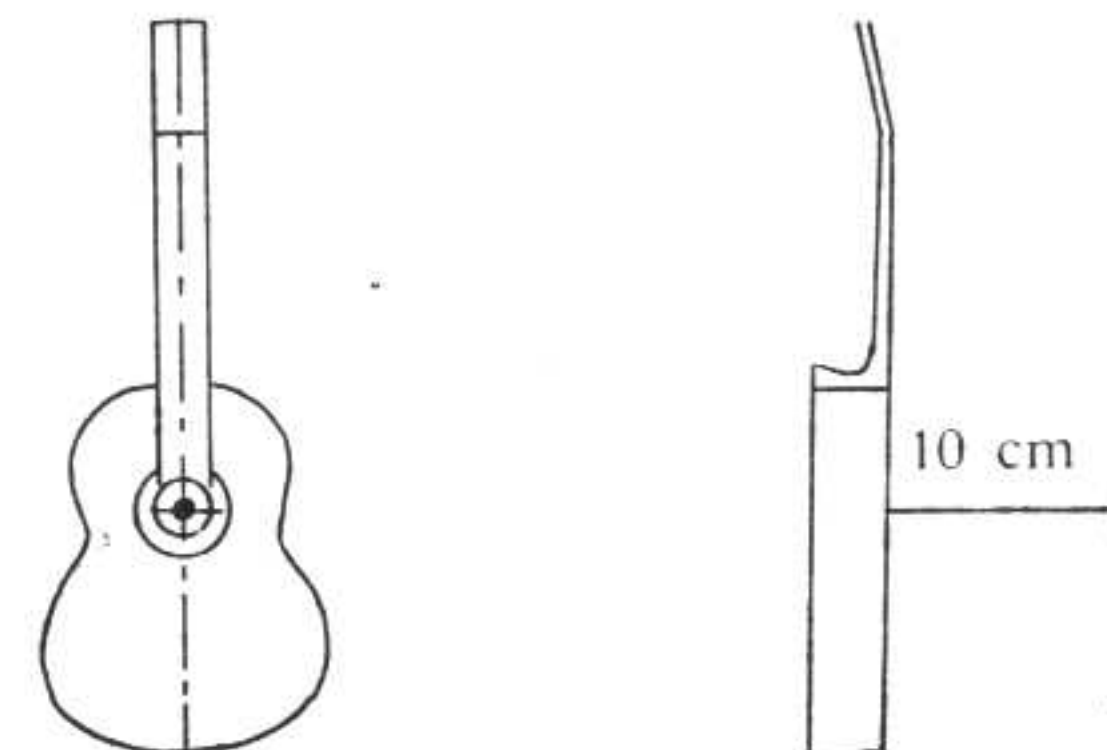


Gráfico II. Respuesta acústica mediante barrido de frecuencias a fuerza constante. Medido según figura.

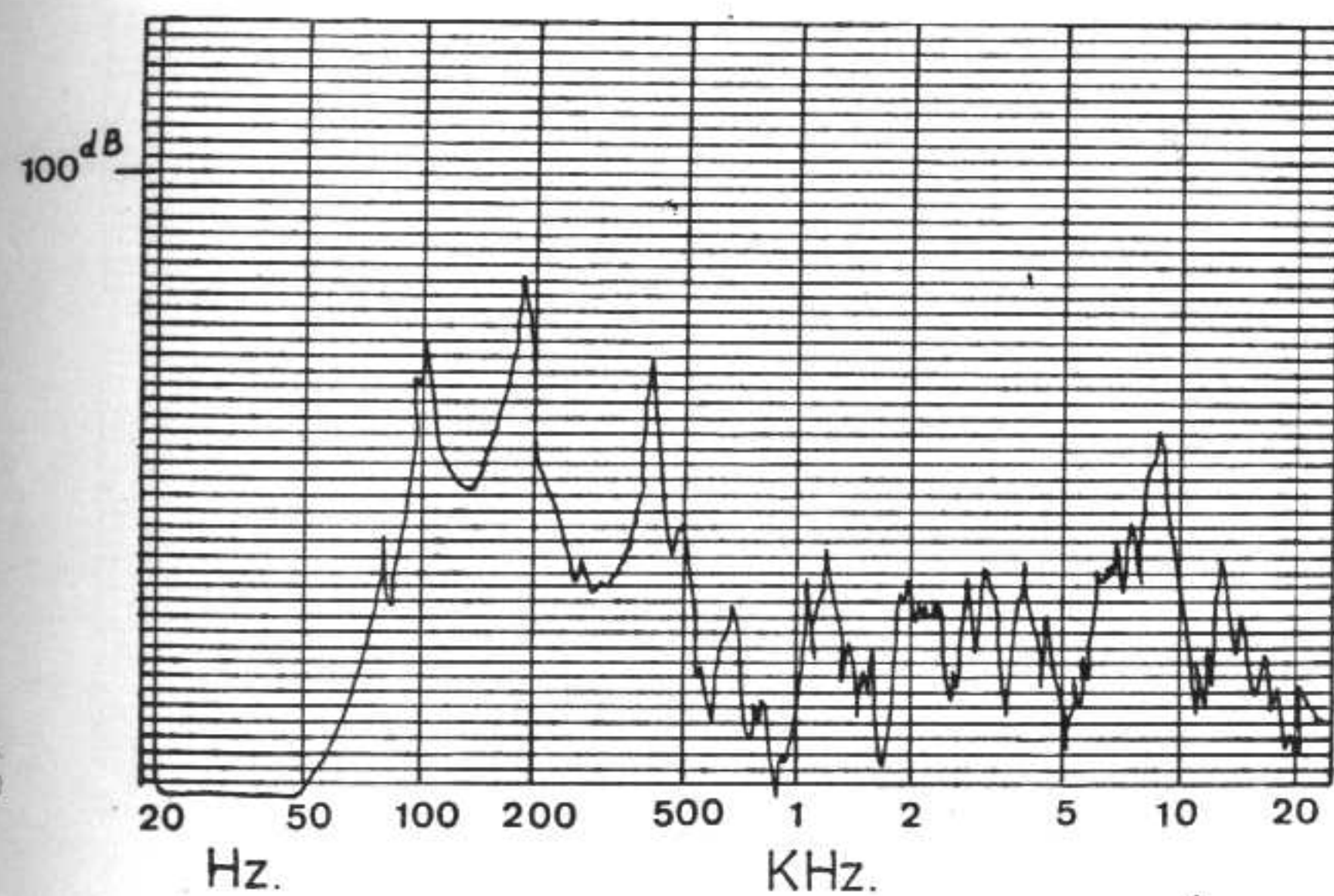
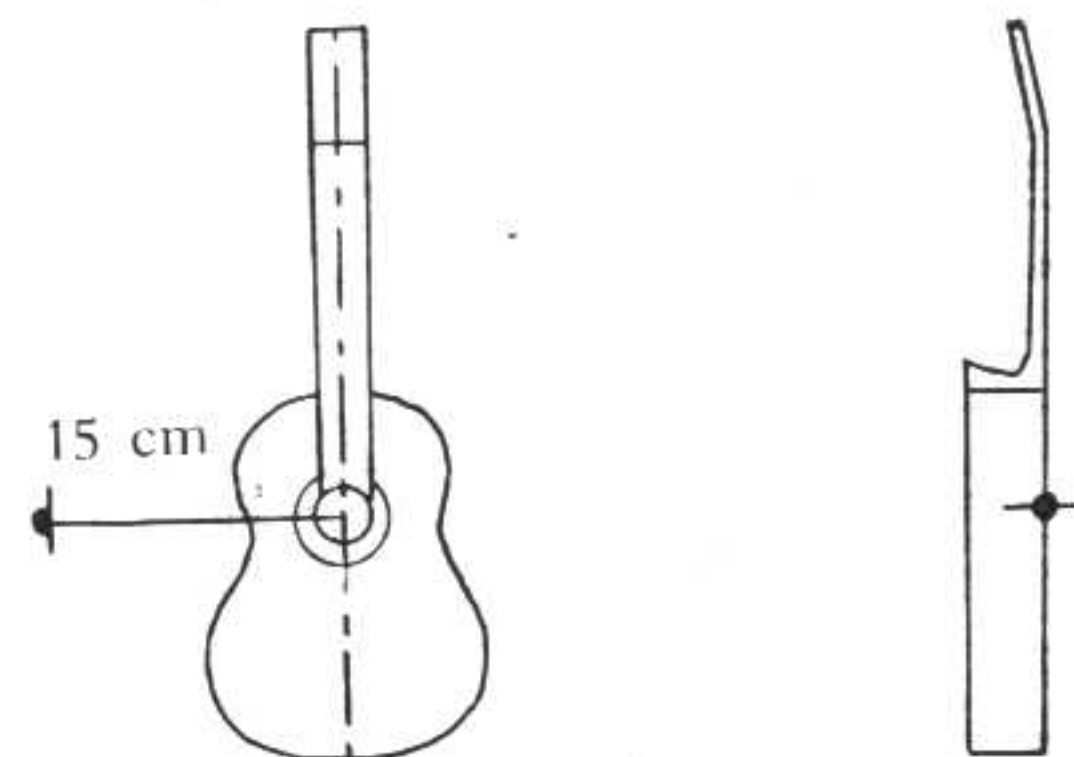
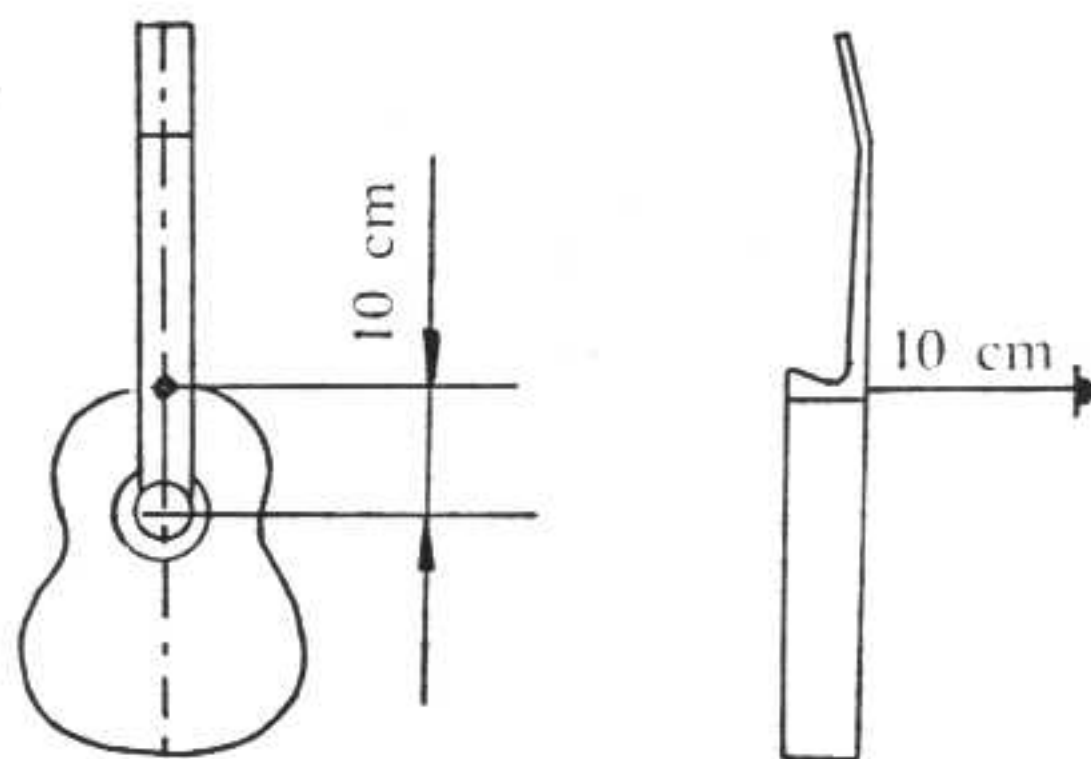


Gráfico III. Respuesta acústica mediante barrido de frecuencias a fuerza constante. Medido según figura.

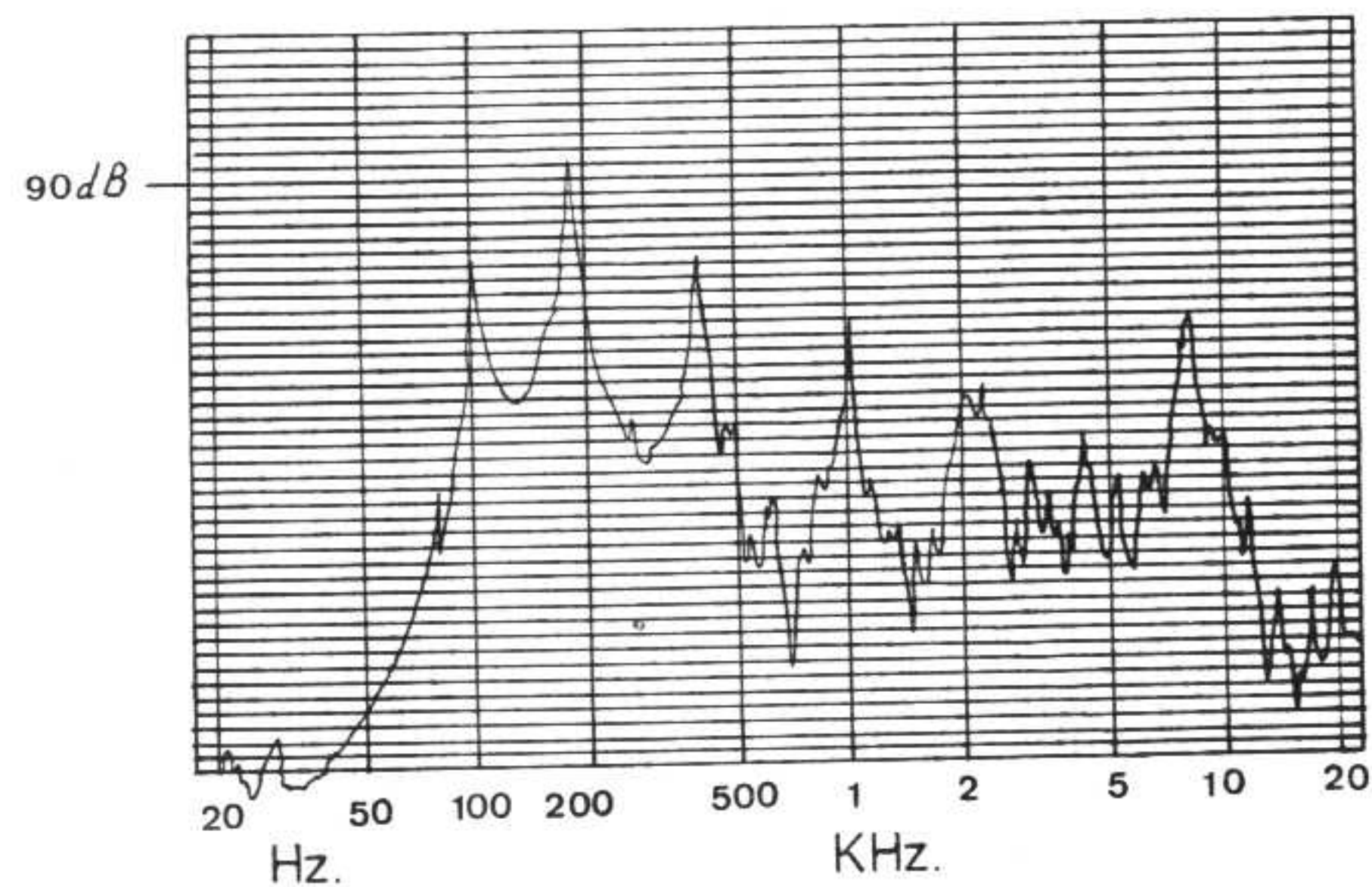


Gráfico IV. Respuesta acústica mediante barrido de frecuencias a fuerza constante. Medido según figura.

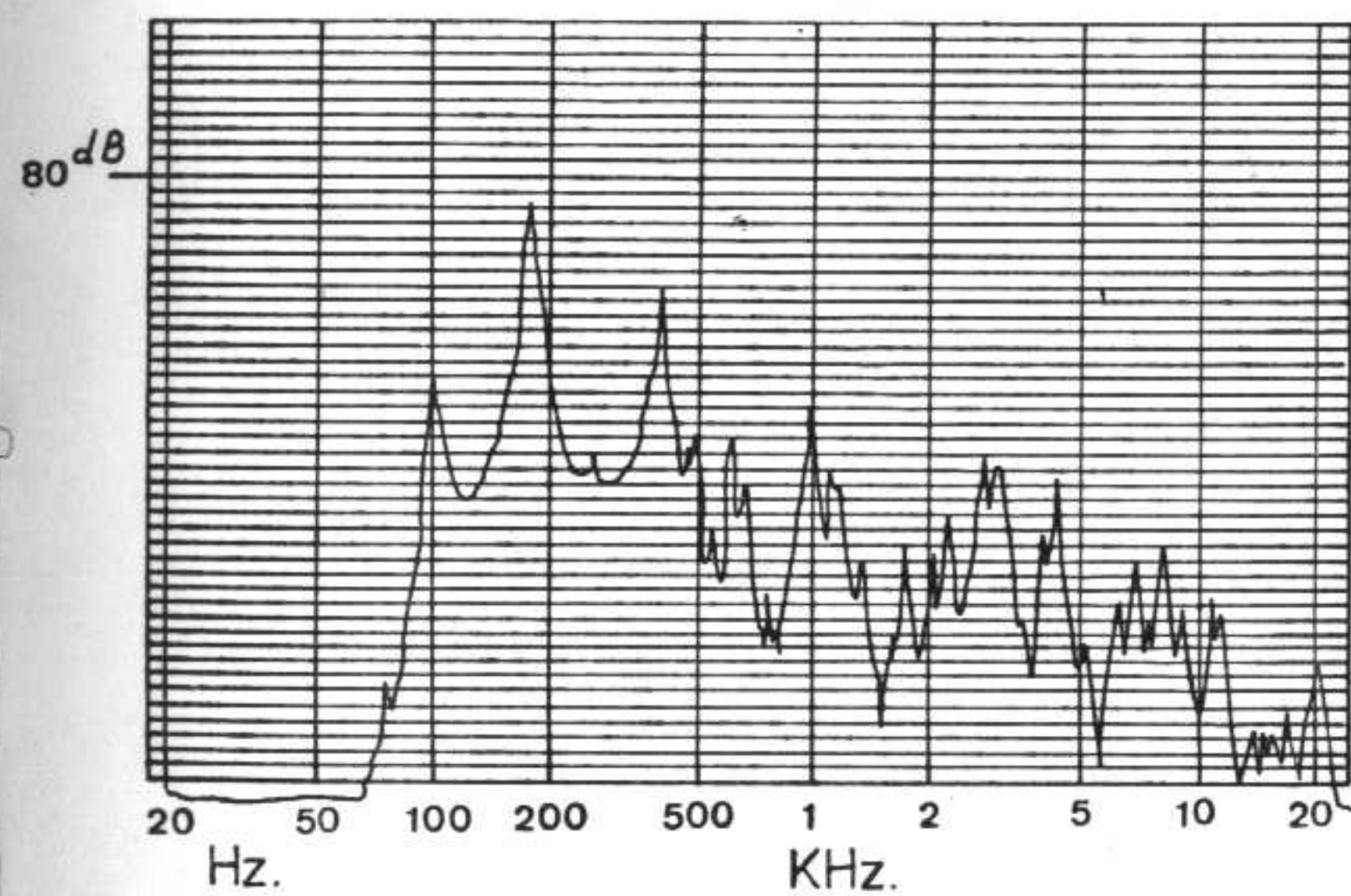
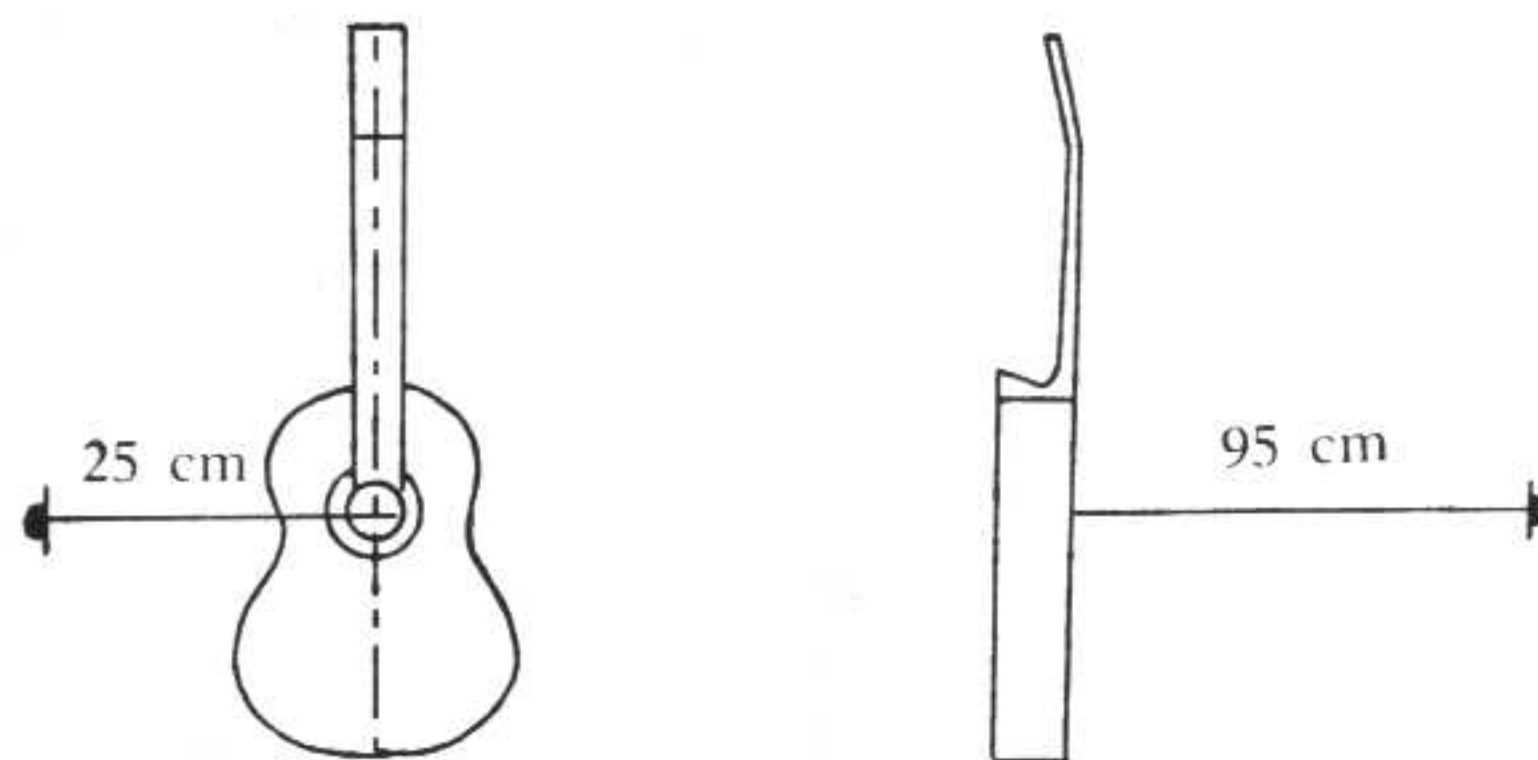


Gráfico V. Respuesta acústica mediante barrido de frecuencias a fuerza constante. Medido según figura.

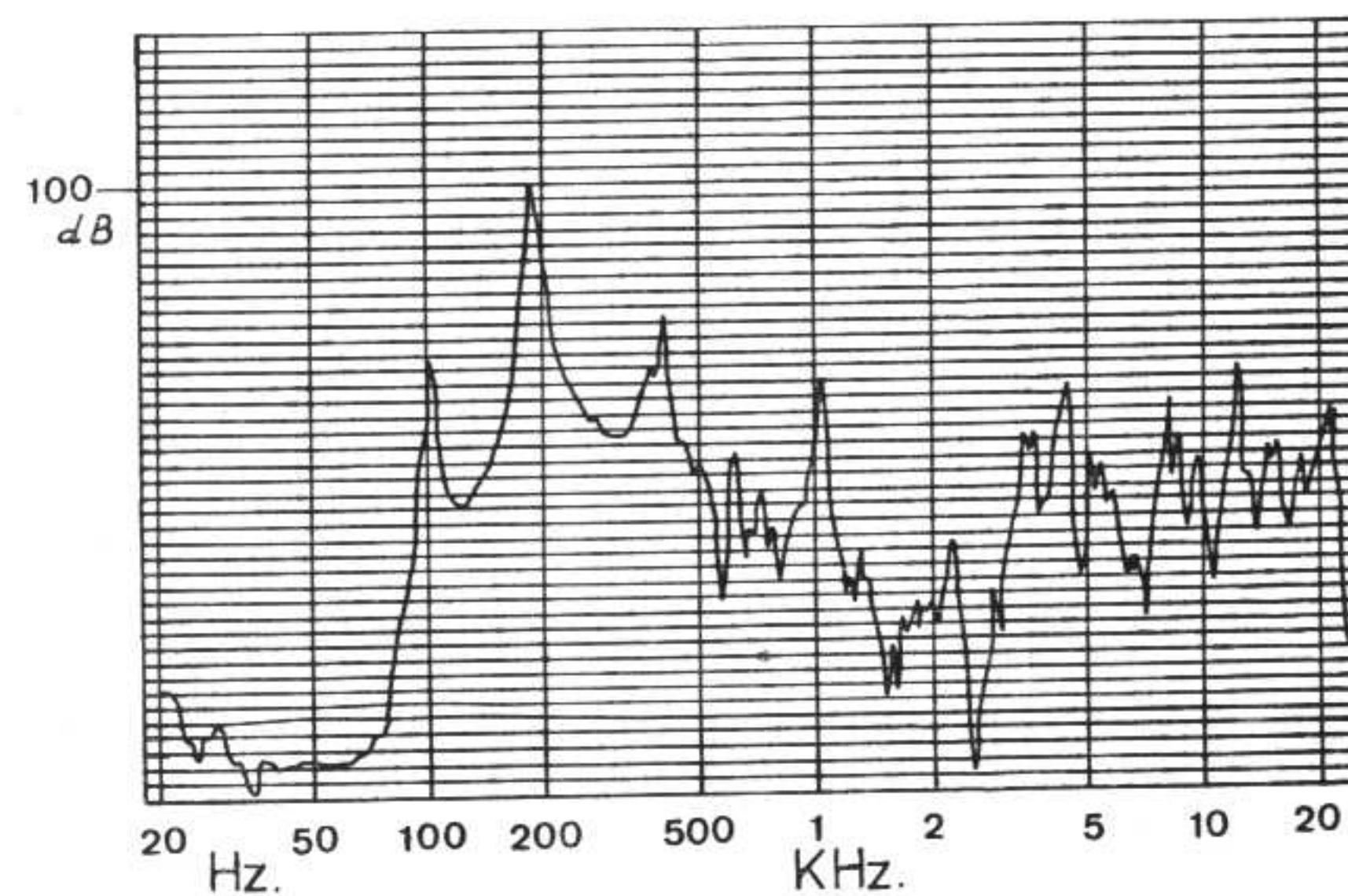
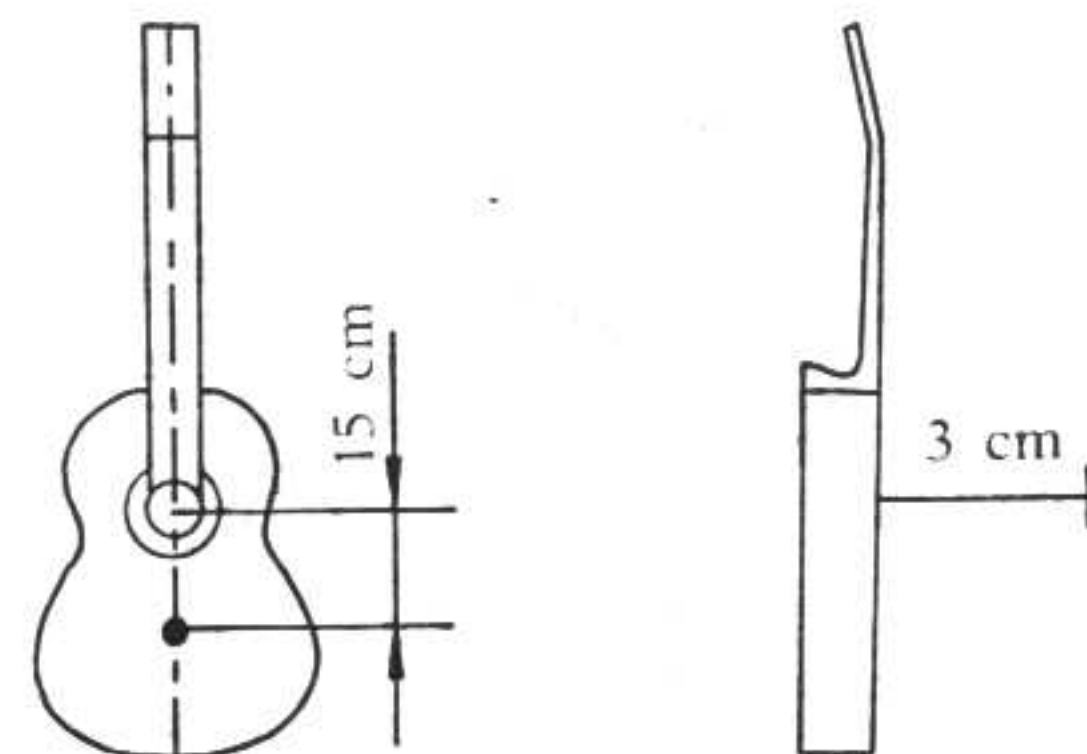


Gráfico VI. Respuesta acústica mediante barrido de frecuencias a fuerza constante. Medido según figura.

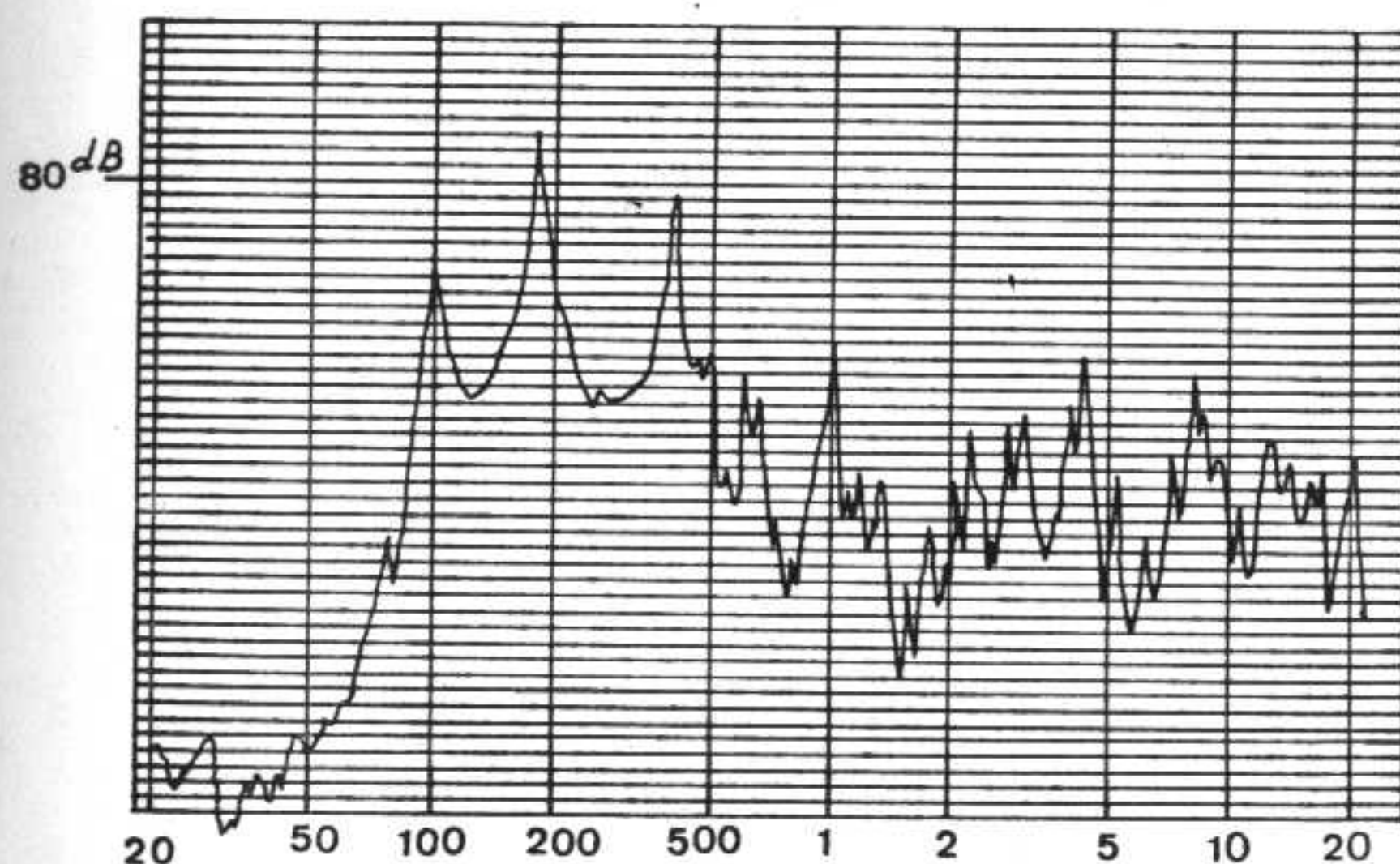
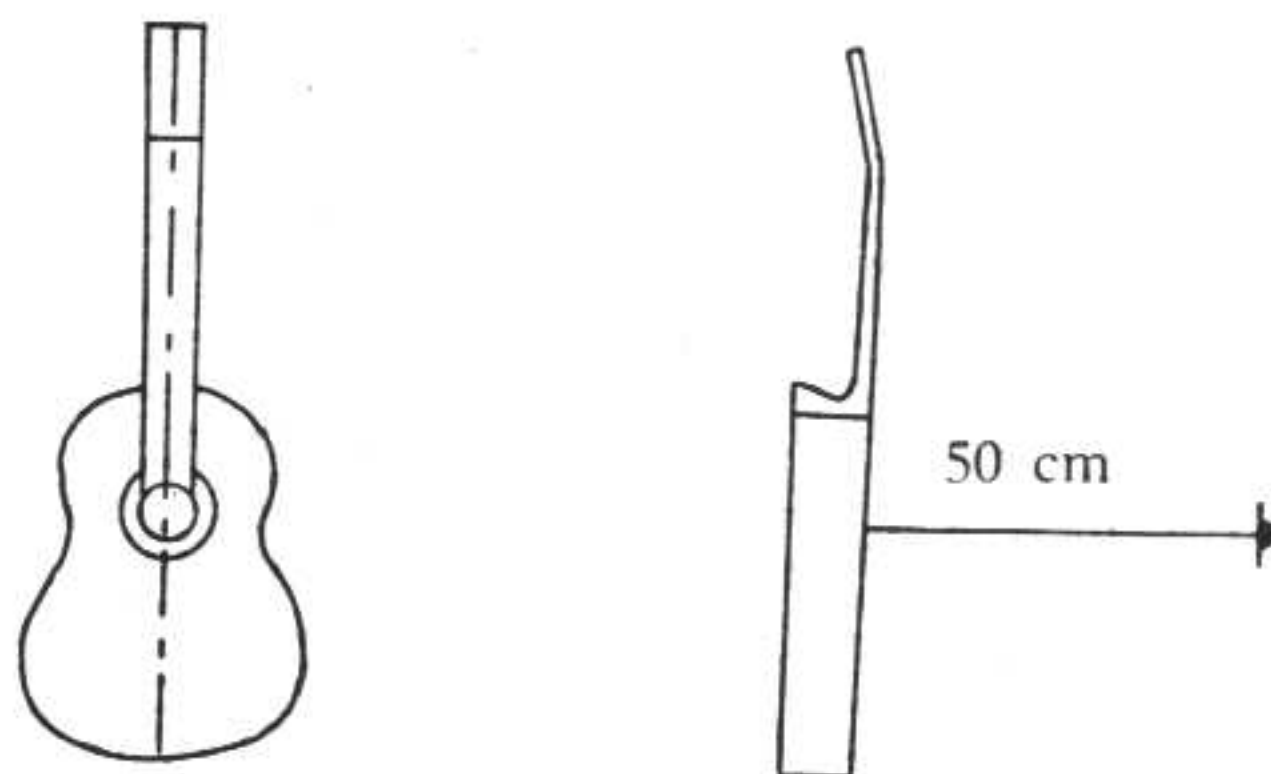


Gráfico VII. Respuesta acústica mediante barrido de frecuencias a fuerza constante. Medido según figura.

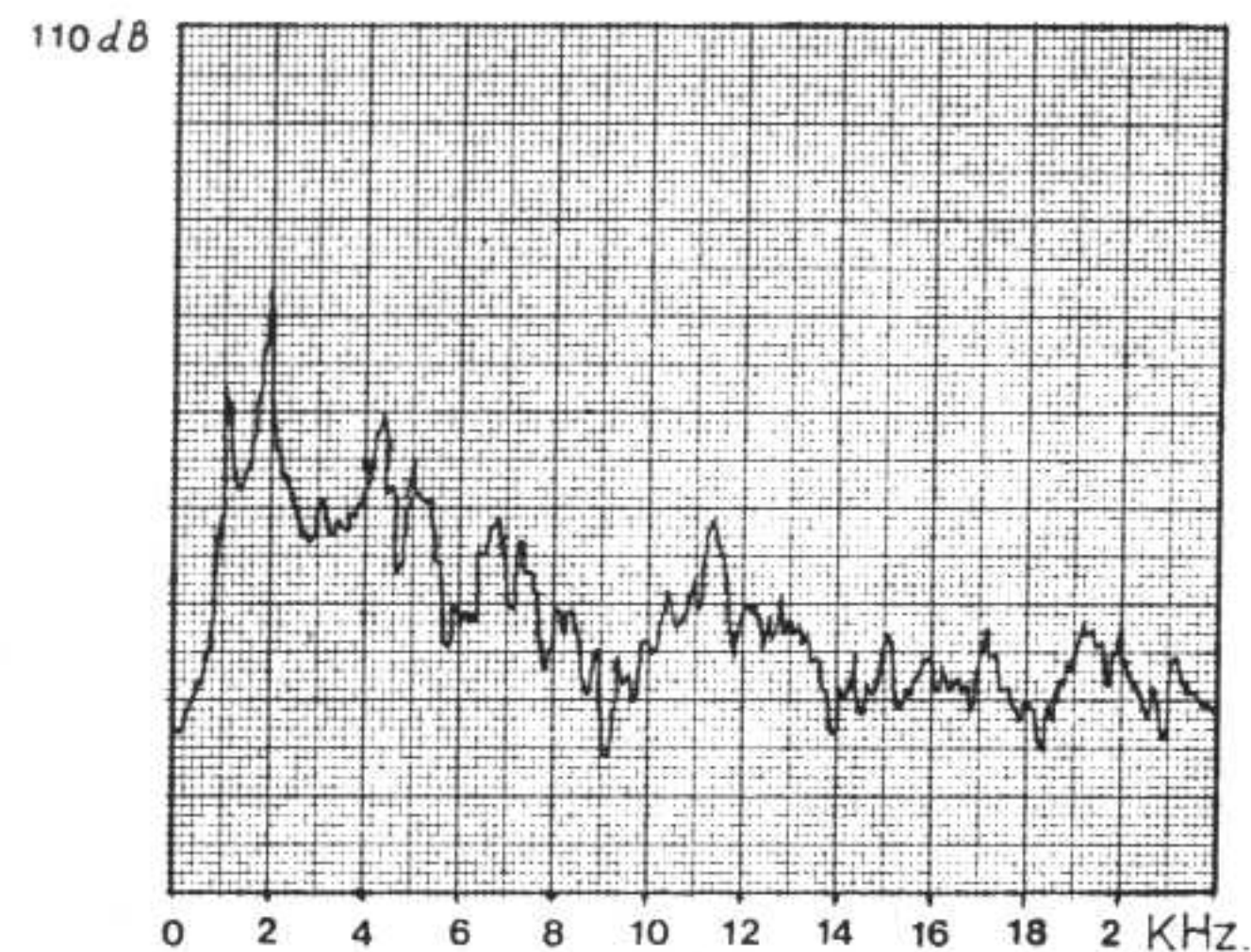


Gráfico VIII. Respuesta acústica mediante promedio de siete barridos correspondientes a distintas posiciones del micrófono alrededor de la boca de la guitarra. Fondo de escala: 2.000 Hz.

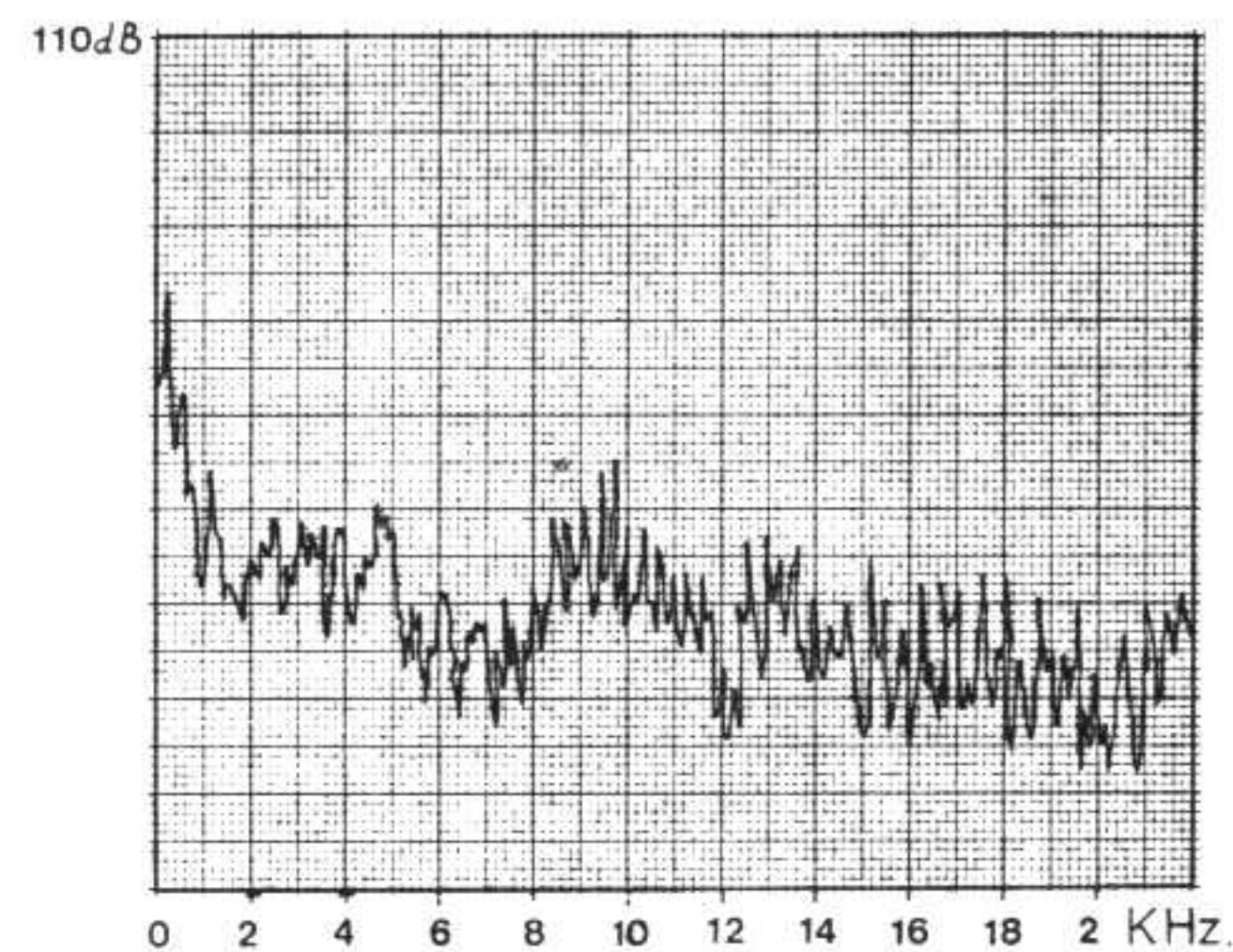


Gráfico IX. Respuesta acústica mediante promedio de siete barridos correspondientes a distintas posiciones del micrófono alrededor de la boca de la guitarra. Fondo de escala: 20.000 Hz.

EL VOLUMEN DE LA CAJA DE LA GUITARRA

En términos físicos, la caja de resonancia de la guitarra es un resonador de Helmholtz, con la diferencia de que las paredes de la guitarra no son totalmente rígidas.

Las relaciones del resonador de Helmholtz son las siguientes:

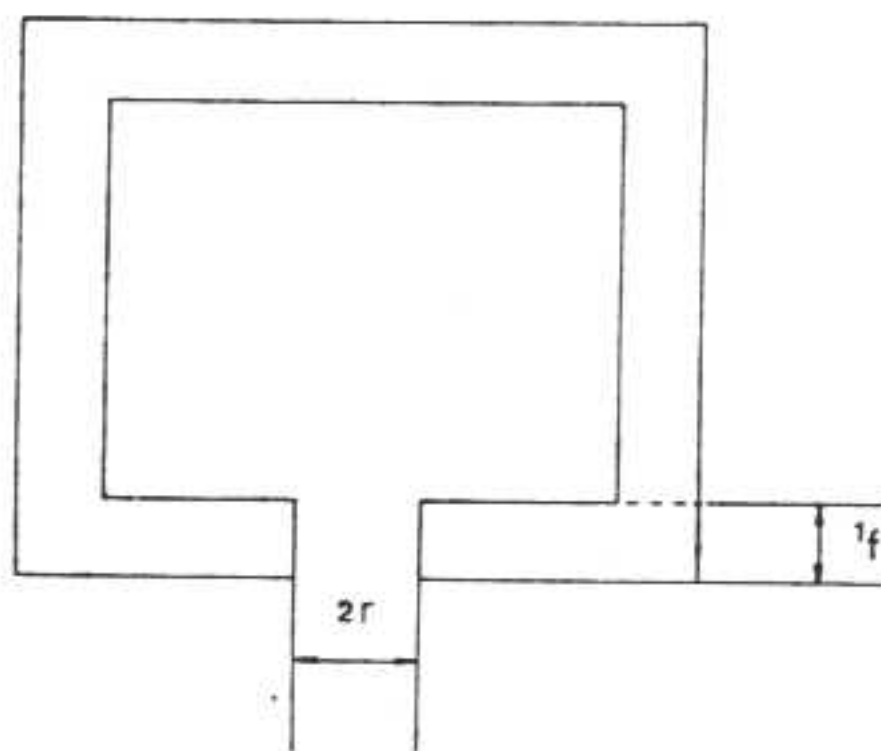


Fig. 20.

$$L = l_f + 1,6r \text{ (en m).}$$

$$S = \pi r^2 \text{ (en m}^2\text{).}$$

$$V = \text{volumen interior de la caja (en m}^3\text{).}$$

$$c = \text{velocidad del sonido en el aire (en m/s).}$$

$$F_r = \text{frecuencia de resonancia propia del resonador.}$$

$$F_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{LV}}$$

Medidas las magnitudes correspondientes en la guitarra objeto del ensayo, obtenemos que la frecuencia de resonancia del volumen de aire de la caja es 181 Hz, que coincide aproximadamente con la segunda frecuencia de resonancia expresada en los gráficos anteriores.

Observamos, según la fórmula del resonador de Helmholtz, que la frecuencia de resonancia del aire contenido en la caja de la guitarra es función de la sección y, por tanto, del diámetro del agujero de la boca y del volumen de la caja.

El agujero de la boca, si bien es susceptible de tener distintos diámetros, por razones prácticas de estética se realiza a una dimensión constante de 85 mm de diámetro; sin embargo, el volumen de la caja puede variar sensiblemente haciendo una pequeña variación en el grueso de la caja. Tenemos ahora base para sostener que las notas más graves se podrían realzar con sólo aumentar algo la anchura de los flancos de la guitarra, y, asimismo, se reforzarían las notas agudas estrechando los flancos.

Se han medido también las frecuencias propias de resonancia de la tapa armónica de la guitarra y del fondo; para ello, en lugar de utilizar un micrófono, que captaría cualquier sonido, se ha utilizado un acelerómetro adherido a la tapa o al fondo, respectivamente. Las respuestas obtenidas se representan en los gráficos siguientes (figs. 21 y 22).

En la respuesta de la tapa armónica, observamos una fuerte resonancia a 100 Hz, que explica la primera resonancia hallada en el gráfico VIII y asimismo advertimos resonancias a 400 Hz y a 1 kHz (1.000 Hz).

En la gráfica correspondiente a la respuesta del fondo de la guitarra se demuestra claramente la poca influencia del fondo: apenas hay resonancias para las bajas frecuencias; las resonancias encontradas para el fondo de la guitarra responden a frecuencias superiores a 2 kHz. Ello se explica porque el fondo es considerablemente más rígido que la tapa, debido a su propia estructura.

En cuanto a la cantidad de sonido o potencia sonora de la guitarra, se ha realizado un ensayo para cuantificarla, tomando como promedio la medición registrada en siete puntos situados alrededor de la boca de la guitarra, y representados en la figura 23. La fuerza de excitación de la tapa armónica ha sido de 1 N (1 N $\approx$ 100 g) y la potencia promediada ha sido de 82,2 db.

También se ha cuantificado la respuesta acústica de la guitarra con cuerdas, cuya excitación, nota por nota, se ha realizado con una fuerza de 100 g para evitar las variaciones de fuerza que supondría excitarlas con los dedos; se ha provocado la fuerza con una masa pinzada a la cuerda y susceptible de descolgarse en el momento preciso, según se ilustra en la fotografía. El resultado obtenido está representado en la figura 24.

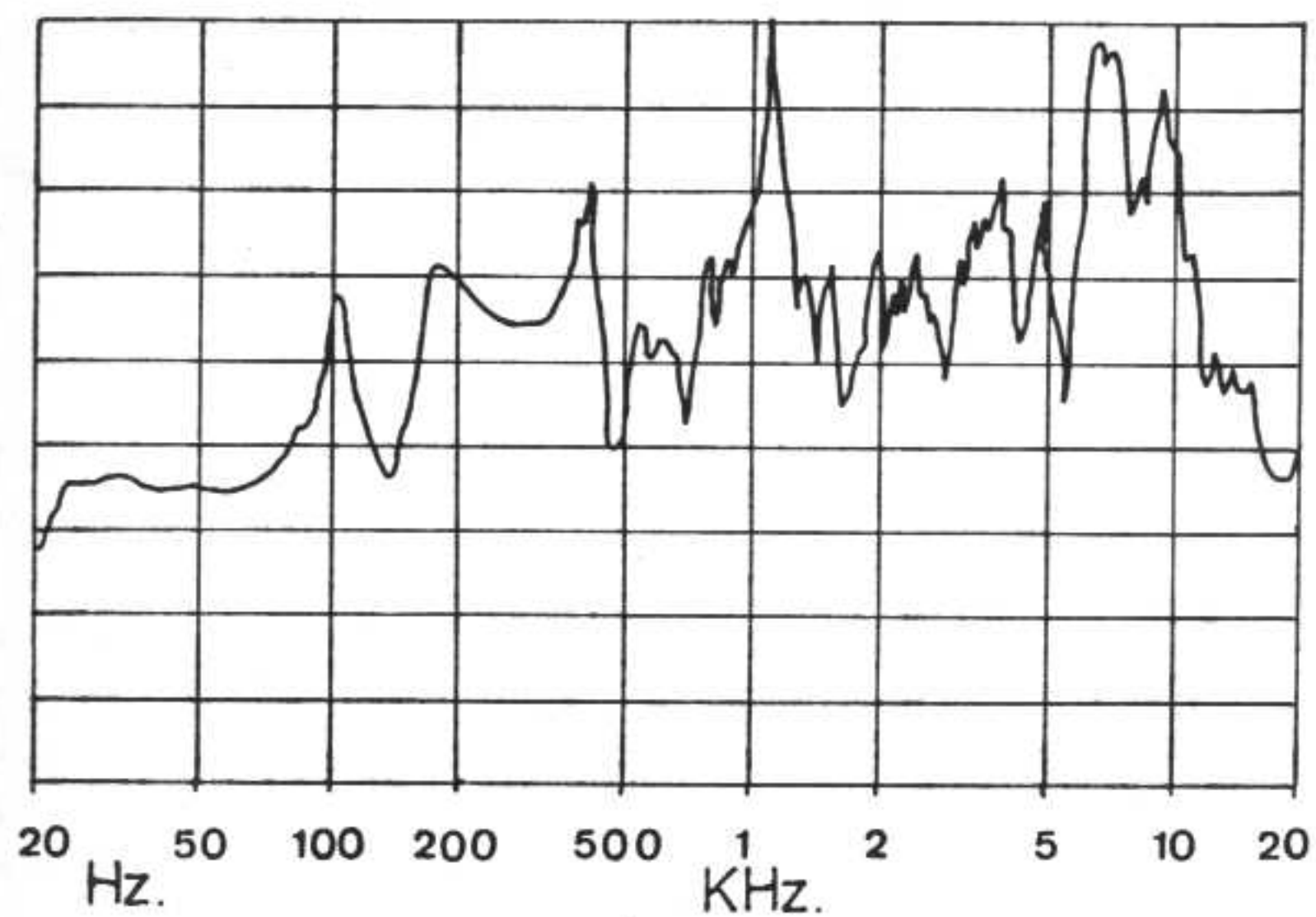


Fig. 21. Vibración mecánica (aceleración) de la tapa armónica de la guitarra mediante barrido a fuerza constante.

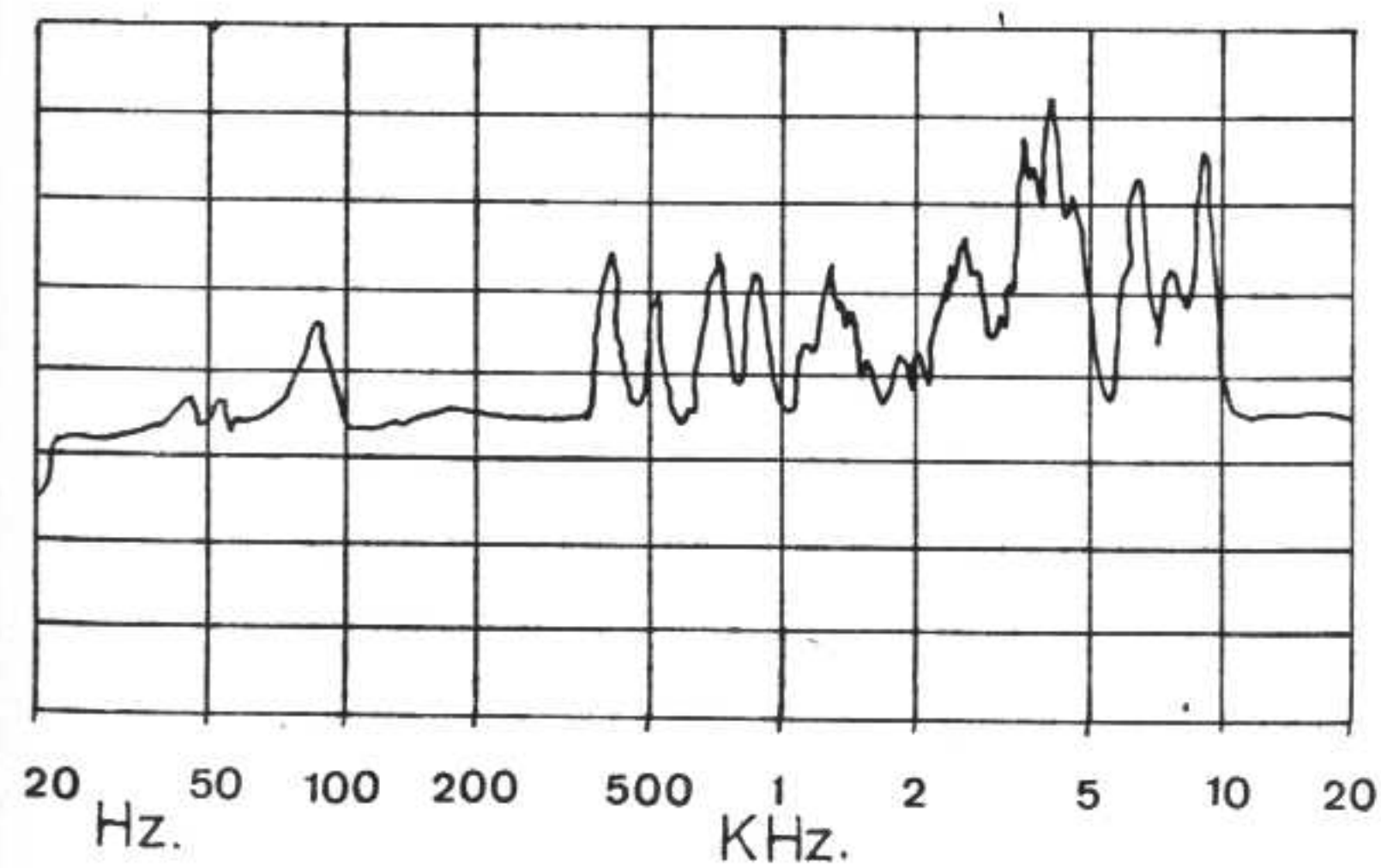


Fig. 22. Vibración mecánica (aceleración) del fondo de la guitarra mediante barrido a fuerza constante.

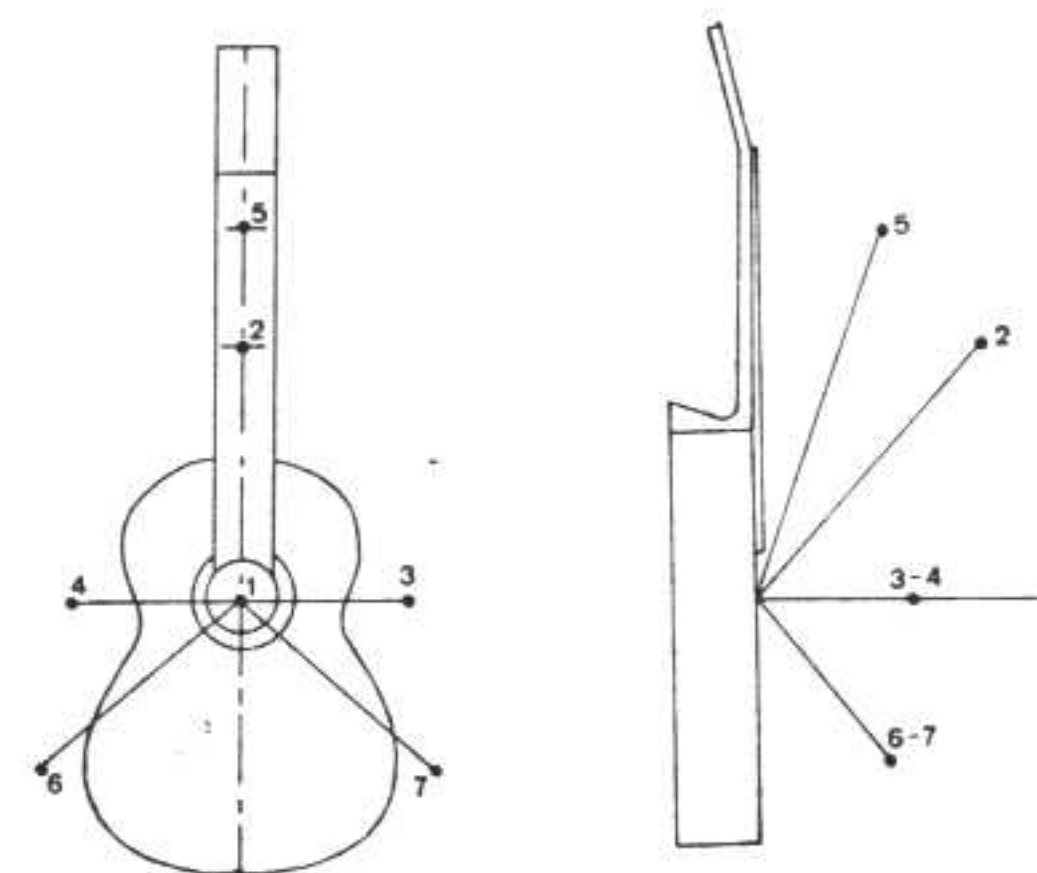


Fig. 23. Puntos de medición para cuantificar la potencia sonora de la guitarra.

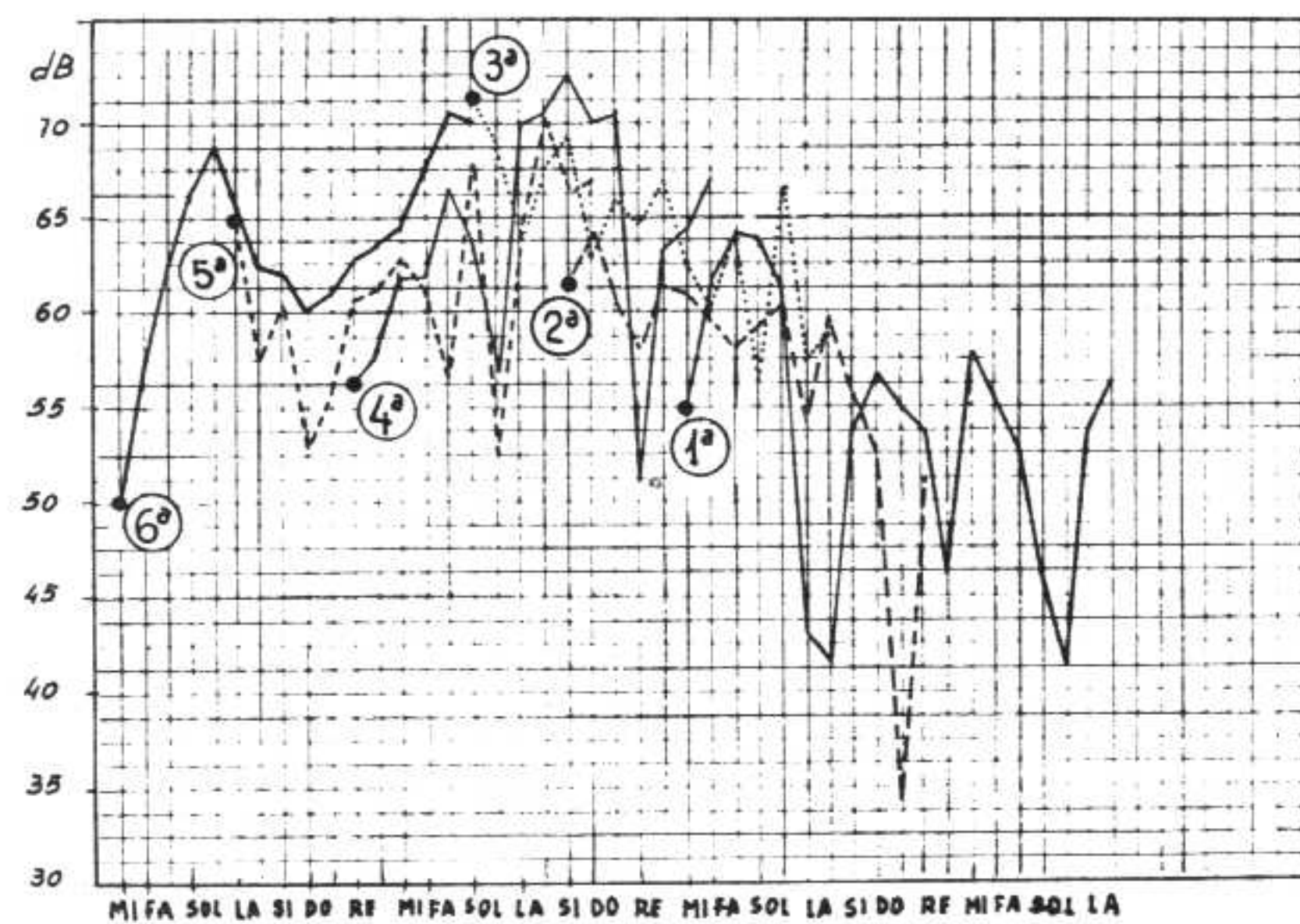


Fig. 24. Potencia sonora de una guitarra. Medición hasta el traste 15.

Todas las mediciones anteriores que han llevado a cuantificar las dos magnitudes que entendemos son las más importantes, calidad y cantidad de sonido, se han realizado también en cámara reverberante. Esta cámara, al contrario de la anecoica, tiene las paredes con alta capacidad para reflejar el sonido. Los resultados obtenidos son parecidos a los registrados en el seno de la cámara anecoica, afectados naturalmente de los efectos producidos por los modos propios de la cámara, que son función de sus dimensiones y de otros factores, como el paralelismo de sus paredes. Sería muy repetitivo exponer todos los resultados y saldrían del verdadero alcance de este libro por la complejidad de los cálculos. Sin embargo, el lector puede hacer una comprobación de forma cualitativa: tocar la misma guitarra en una habitación en que haya muchos cortinajes, moqueta, muebles, etc., y en otra habitación, como la cocina, baño, etc., cuyas paredes estén recubiertas de material cerámico; de ser posible tocará situándose frente a una pared reflectante, a una distancia que sea submúltiplo de la velocidad del sonido, 340 m/s, y al comparar la potencia sonora en ambas habitaciones se observará sensiblemente la diferencia.

HERRAMIENTAS Y UTILLAJES NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA GUITARRA DE ARTESANÍA

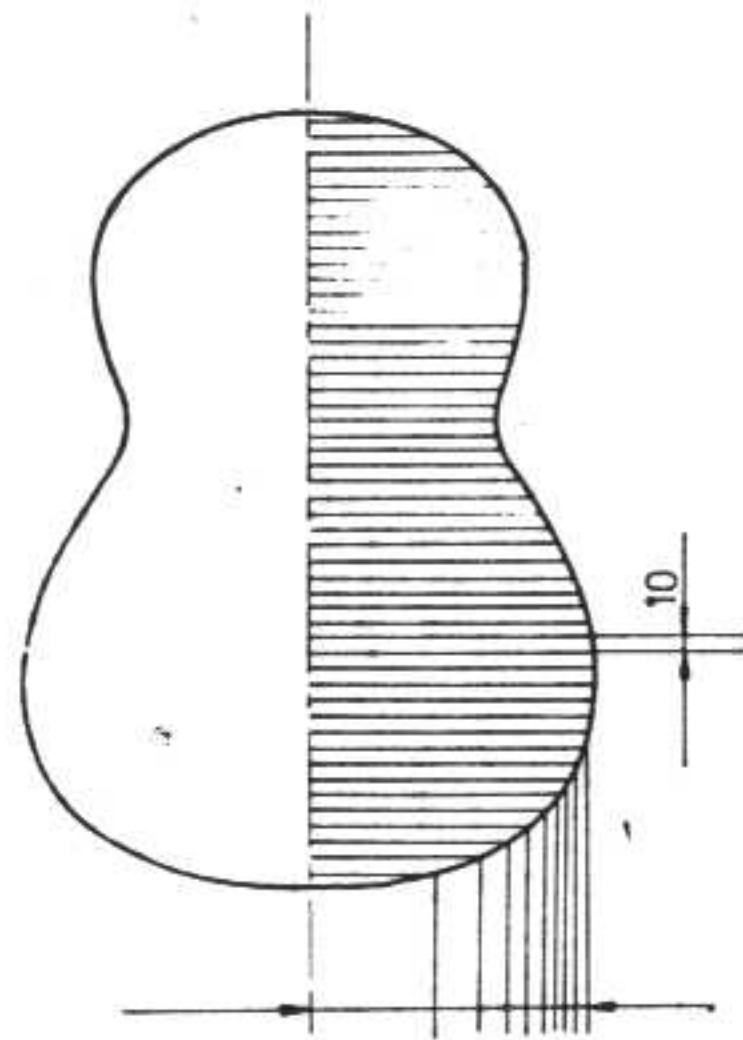
Las herramientas necesarias para la construcción de guitarras de artesanía son, por lo general, las mismas que se utilizan en ebanistería, por ser de igual clase los materiales que se han de trabajar. En las fotografías de las páginas siguientes se presentan bancos de trabajo, donde están expuestas las herramientas, con independencia de que haya muchas de ellas repetidas.

Antes de comenzar la construcción de una guitarra de artesanía, habrá que proveerse de una serie de utillajes para llevar a cabo el proceso. Estos utillajes se pueden hacer de aglomerado, por razones económicas, sin que ello merme su función.

Durante el proceso de construcción de la guitarra se tendrá que dibujar varias veces su silueta, por lo que se ahorrará mucho tiempo si se construye, en primer lugar, una plantilla, de contrachapado de 3 o 4 mm de espesor. Para ello se comenzará por trazar la silueta, con la mayor precisión posible, se recortará con la sierra de marquetería y se lijará bien el canto para eliminar asperezas, quede suave el contorno y sin que aparezcan gibas en los puntos de transición de las curvas. Pensando en que algunos lectores pudieran sentir el deseo de construirse su propia guitarra, hemos ideado los utillajes lo más elementales posible, aunque es obvio que los artesanos profesionales dispongan de útiles más perfeccionados y no hablemos de los medios que se emplean en las fábricas de guitarras en serie.

Deberá prolongarse el trazado del eje central, que es el de simetría, hasta el grueso de la plantilla. Así se obtendrá más precisión cuando se use ésta para trazados posteriores. Por no ser la figura de la silueta una línea geométrica regular, sino que sus curvas varían constantemente de radio, sólo es posible hacer el acotado

por el sistema de coordenadas, conforme se ilustra en la figura 25. El eje de simetría mide 495 mm, al cual se le han trazado líneas ortogonales y paralelas entre sí, de 10 en 10 mm, que numeradas de abajo arriba serían la 1, 2, 3, 4, 5, etc., hasta la 49. En la tabla siguiente se expresa el número de línea y la cota correspondiente. Habrá que trazar estas líneas a ambos lados del eje de simetría, los puntos así obtenidos se unirán con una plantilla de curvas o simplemente a mano y con el lijado posterior desaparecerán las asperezas del corte.



Línea número	Cota	Línea número	Cota	Línea número	Cota	Línea número	Cota
1	84	13	187	25	140	37	140
2	116	14	187	26	135	38	141
3	131	15	186	27	127	39	141,5
4	147	16	184	28	122	40	141
5	157	17	181,5	29	120	41	139
6	165	18	178,5	30	118	42	136
7	171	19	175	31	120	43	132

Fig. 25. Trazado de la silueta en contrachapado de 3 o 4 mm.

8	176	20	170,5	32	123	44	126
9	180	21	165,5	33	127,5	45	119
10	183	22	160	34	131	46	109
11	185	23	153,5	35	135	47	96
12	186	24	147	36	137	48	75
						49	40

ÚTIL PARA CONFORMAR EL FONDO

Dos trozos de aglomerado, de 19 mm de grueso, superpuestos y pegados con cola blanca, proporcionarán la rigidez suficiente para este útil, aunque también podría hacerse con un solo tablero. En la figura 26 se indica cómo se deberán pegar los tableros, que deberán tener unas dimensiones mínimas de 500 x 400 mm. En el centro de este tablero se trazará el eje, que se hará coincidir con el eje de simetría de la plantilla construida con anterioridad, para trazar con un lápiz muy afilado la silueta según se indica en la figura 27. Se recortará por la silueta trazada, cuyos cantos no requieren ninguna operación más.

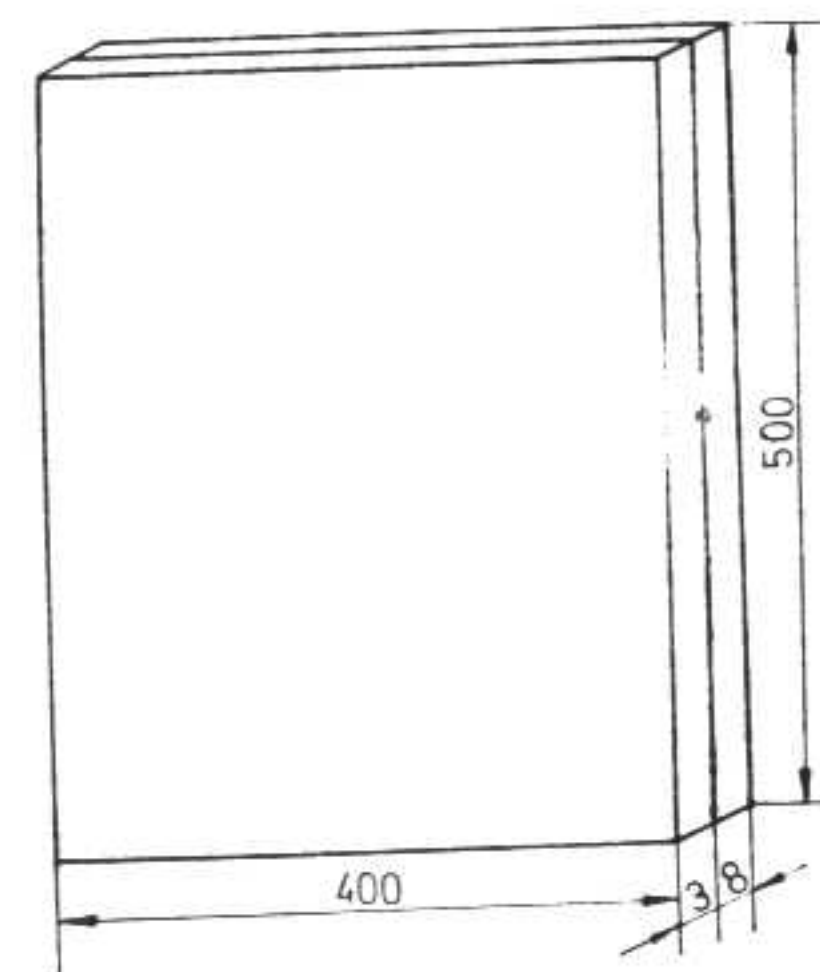


Fig. 26. Pegado de los tableros.

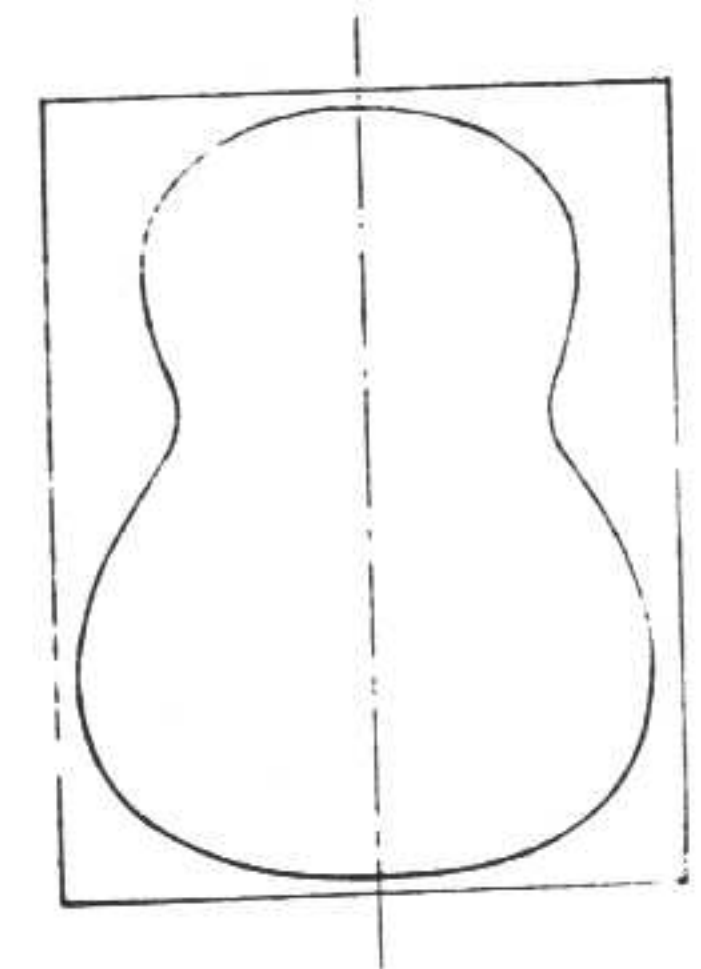


Fig. 27. Trazado de la silueta.

PLANTILLAS DE CURVAS A TAMAÑO REAL

Radio 3.000 milímetros.
Barretas superior e inferior del fondo.
Barretas inferiores de la tapa armónica.

Radio 2.000 milímetros.
Barreta central del fondo.

Radio 6.500 milímetros.
Barretas superiores de la tapa armónica.
Barretas del abanico.

En la lámina anterior se presentan, a tamaño natural, todas las curvas para la tapa y el fondo de la guitarra; de esta lámina se podrán extraer directamente tales curvas. No obstante, es posible trazar estas curvas con un lápiz y una cuerda de cáñamo; para ello se clava una punta a cualquier elemento de madera que esté fijo, a esta punta se ata un extremo de la cuerda, mediante un nudo flojo; por el otro extremo se hace un ojal a la distancia correspondiente al radio deseado, se mete un lápiz por el ojal, se pone tirante la cuerda y se traza la curva sobre una plantilla, que después se recortará.

En las figuras 30 y 31 se representan las plantillas que se han de utilizar para el registro de las franjas, y que asimismo servirán para la obtención de las barretas transversales del fondo de la guitarra.

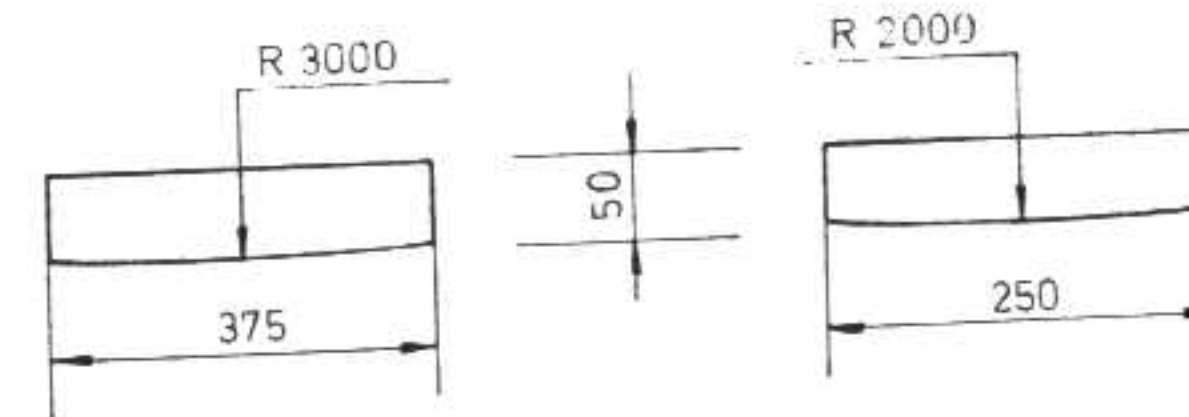


Fig. 30. A. Plantilla para registrar las secciones AA y CC. B. Plantilla para registrar la sección BB.

Para comprobar el tallado de las franjas, sugerimos un procedimiento que dará buenos resultados. Con polvo de grafito procedente del afilado de un lápiz, se ensucia el borde de la plantilla, y así, al registrar con ella, la superficie de la franja quedará ensuciada por aquellas zonas en que sobre madera, lugares donde habrá que quitar material hasta que al registrar quede manchada de grafito toda la longitud de la franja. El vaciado de la madera restante se hará sin gran precisión, comenzando por los bordes del utillaje hasta el centro y procurando que sea lo más progresivo posible, pero sin más precauciones, ya que la curvatura del fondo de la guitarra estará garantizada por la precisión con que se hayan hecho las franjas anteriores y las barretas que después se construirán.

ÚTIL PARA CONFORMAR LA TAPA ARMÓNICA

El bombeo que ha de darse a la tapa armónica es bastante más complicado que si se tratara del fondo, pues, obviamente, la tapa es más complicada que el fondo.

Para esta operación se requieren dos tipos de utillajes; el primero se obtiene exactamente de la misma forma como se ha construido el útil para conformar el fondo, pero ateniéndose al acotado que se ilustra en la figura 31 A.

En las figuras 31 B y C se representan las secciones por donde se harán las franjas, que serán los lugares de las barretas transversales de la tapa armónica. La sección AA tiene un radio de 6.500 mm, por lo cual se habrá de procurar la correspondiente plantilla, la lámina anterior también contiene esta curva a tamaño natural. Obtenidas las curvaturas de las franjas, que en este caso deberán tener un mínimo de 30 mm de anchas (la cota 23 indica

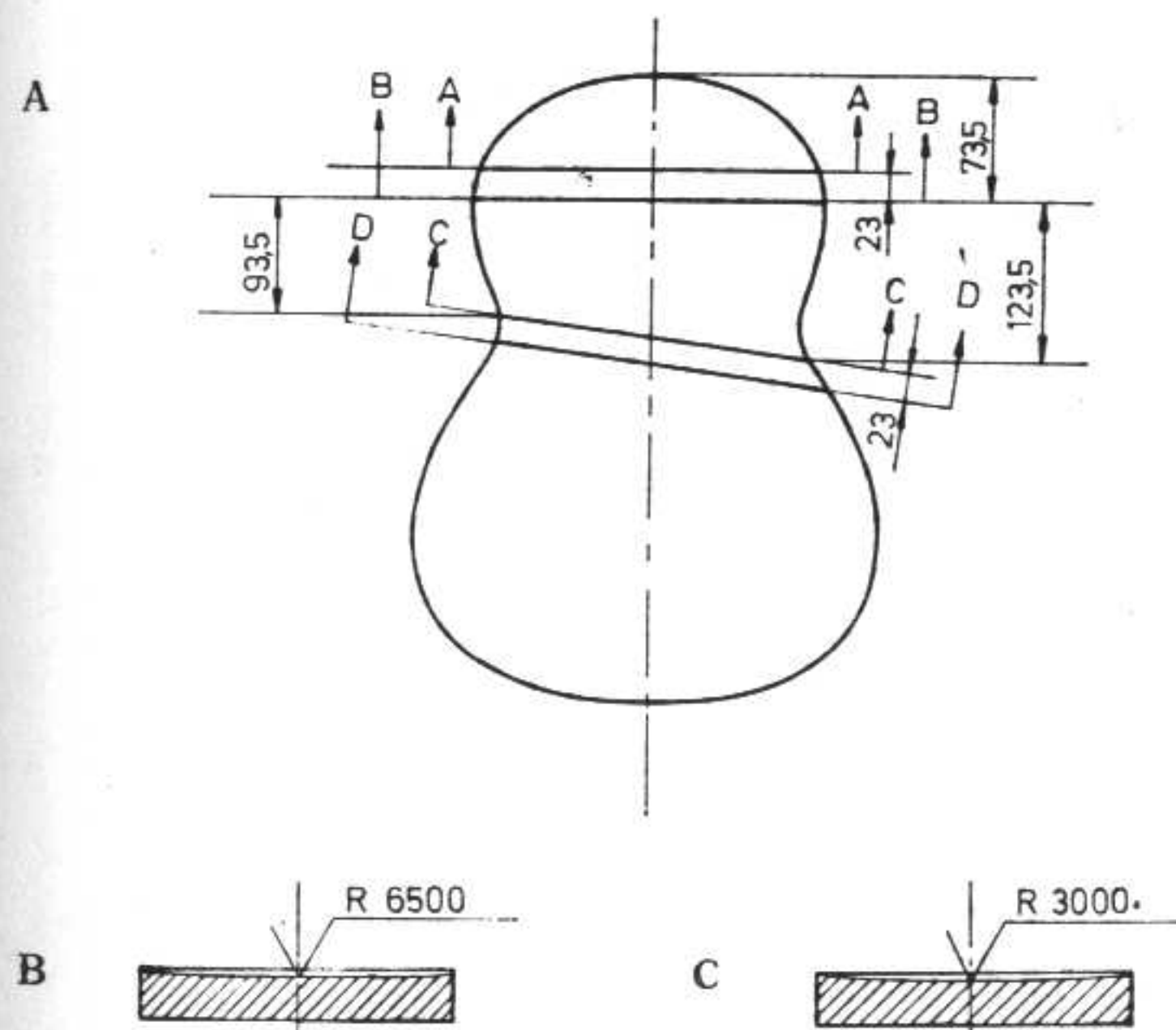


Fig. 31. A. Trazado del útil para conformar la tapa. B. Secciones AA y BB. C. Secciones CC y DD.

la distancia entre los centros de las franjas) el resto del vaciado se obtendrá de forma progresiva como en el anterior utillaje.

El segundo útil servirá para situar las barras armónicas. Para su construcción se unirán dos tableros de aglomerado de 19 mm de ancho y 400×300 mm. Valiéndose de la plantilla, se trazará el perfil que se ilustra en la figura 32.

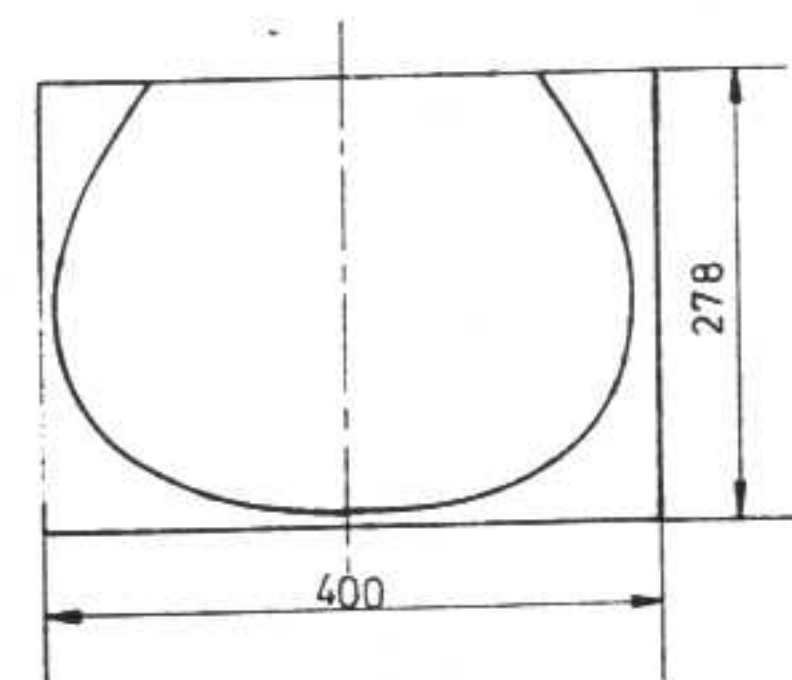


Fig. 32. Trazado del útil para situar el abanico.

Una vez recortada, se trazarán siete canales de 7 mm de ancho y 5 mm de profundidad, que servirán para alojar las barretas del abanico.

En la figura 33 se representa este utillaje totalmente terminado; en el sentido de los canales, se le deberá dar, según se indica, poca curvatura, lo cual carece totalmente de precisión, a fin de evitar posibles interferencias con la tapa armónica durante el proceso de pegado de las barretas.

ÚTIL PARA CONFORMAR LOS FLANCOS

Conformar los flancos requiere dos utillajes construidos exactamente igual que los anteriores de aglomerado. Para ello se superpondrán cinco tablas de 19 mm de grueso y de esta forma se obtendrá un grueso total de 95 mm, que es precisamente el ancho de los flancos.

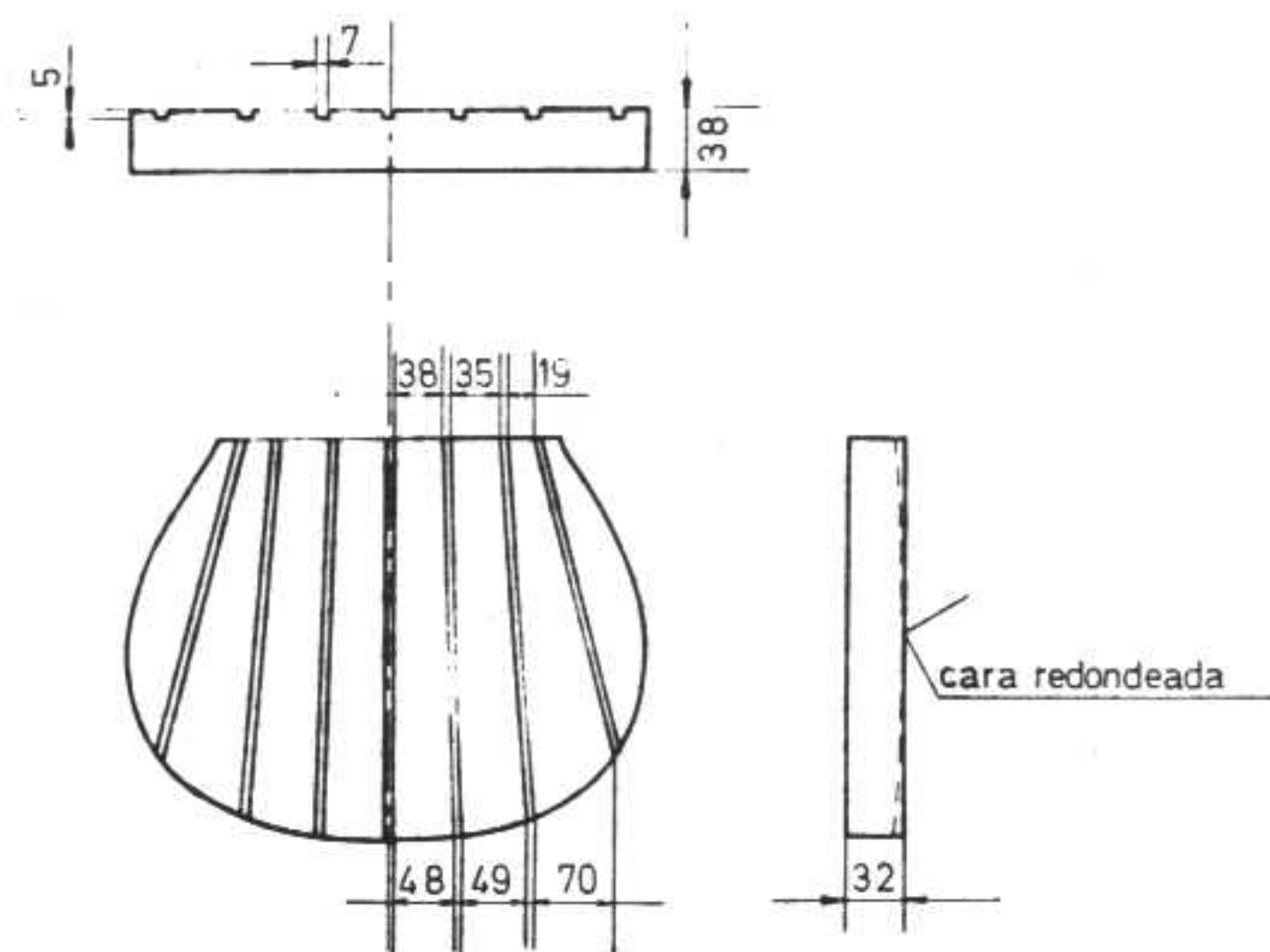


Fig. 33. Útil para situar el abanico.

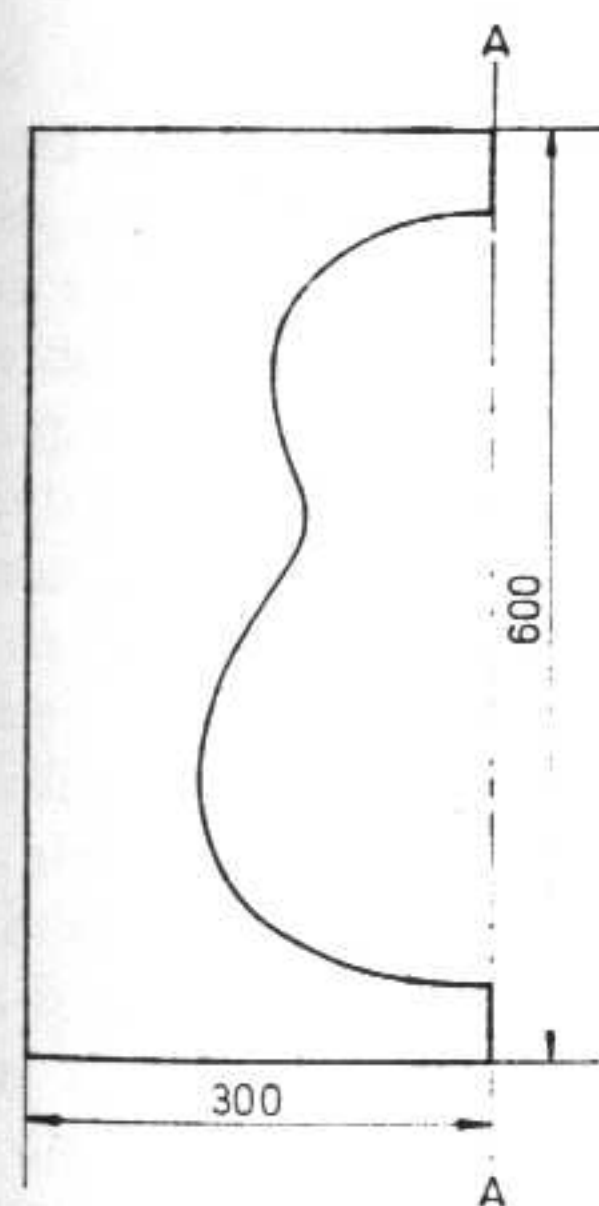


Fig. 34. Trazado del útil para conformar los flancos.

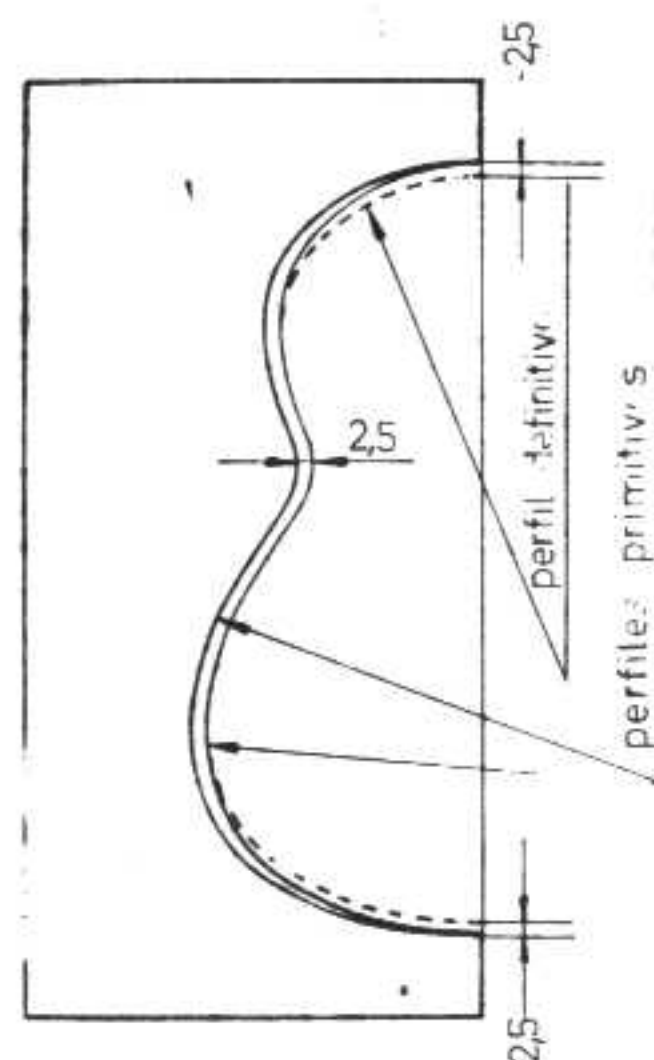


Fig. 35. Útil para conformar los flancos.

En la figura 34 se muestra el trazado del semiperfil, que se habrá de recortar con sierra mecánica por imperativo del grueso y por razones de perpendicularidad del corte respecto al plano del tablero. Una vez recortado se pulirá bien, con lija basta, el perfil de la parte hembra. Se harán coincidir de nuevo las dos partes (macho y hembra) y se deslizarán sobre el plano de la mesa o banco de trabajo hasta conseguir una separación entre ambas partes de 2,5 mm, medidos en el centro de la figura. Obsérvese que por los extremos de la figura no habrá esta separación, lo cual es obvio por razones geométricas.

Para conseguir que los perfiles del macho y de la hembra sean paralelos, se trazará la línea (perfil definitivo) indicada en la figura 35, que inmediatamente se recortará o se limará de tal forma que al confrontar de nuevo las dos partes, éstas queden separadas 2,5 mm, que es precisamente el grueso que tendrán los flancos.

El hecho de requerir dos útiles de este tipo se debe a la necesidad de dar forma simultáneamente a los dos flancos. No obstante, el buen criterio del lector decidirá si se puede sustituir este útil por el siguiente, que se construirá para el ensamblaje.

ÚTIL PARA EL ENSAMBLAJE

La operación de ensamblaje requiere un útil muy parecido al construido anteriormente para conformar los flancos; por ello, decíamos que el buen criterio decidirá si merece la pena construir el anterior, o bien utilizar sólo un utillaje para ambas operaciones.

La superposición de cinco tableros de aglomerado de 19 mm de grueso, pegados con cola blanca, proporcionará el grueso suficiente para este útil; es casi imprescindible el empleo de sierra mecánica para conseguir cortes perpendiculares al propio tablero.

En la figura 36 se ilustra el trazado para la obtención de este utillaje. Una vez trazada la silueta, con auxilio de la plantilla, se efectuará el agujero que se indica en la figura (A) para iniciar el corte.

Extraída la pieza central (parte macho) se procederá al afinado de la parte hembra para eliminar los defectos del corte, lo cual se hará con lija muy basta, ya que su precisión es de forma y no de acabado.

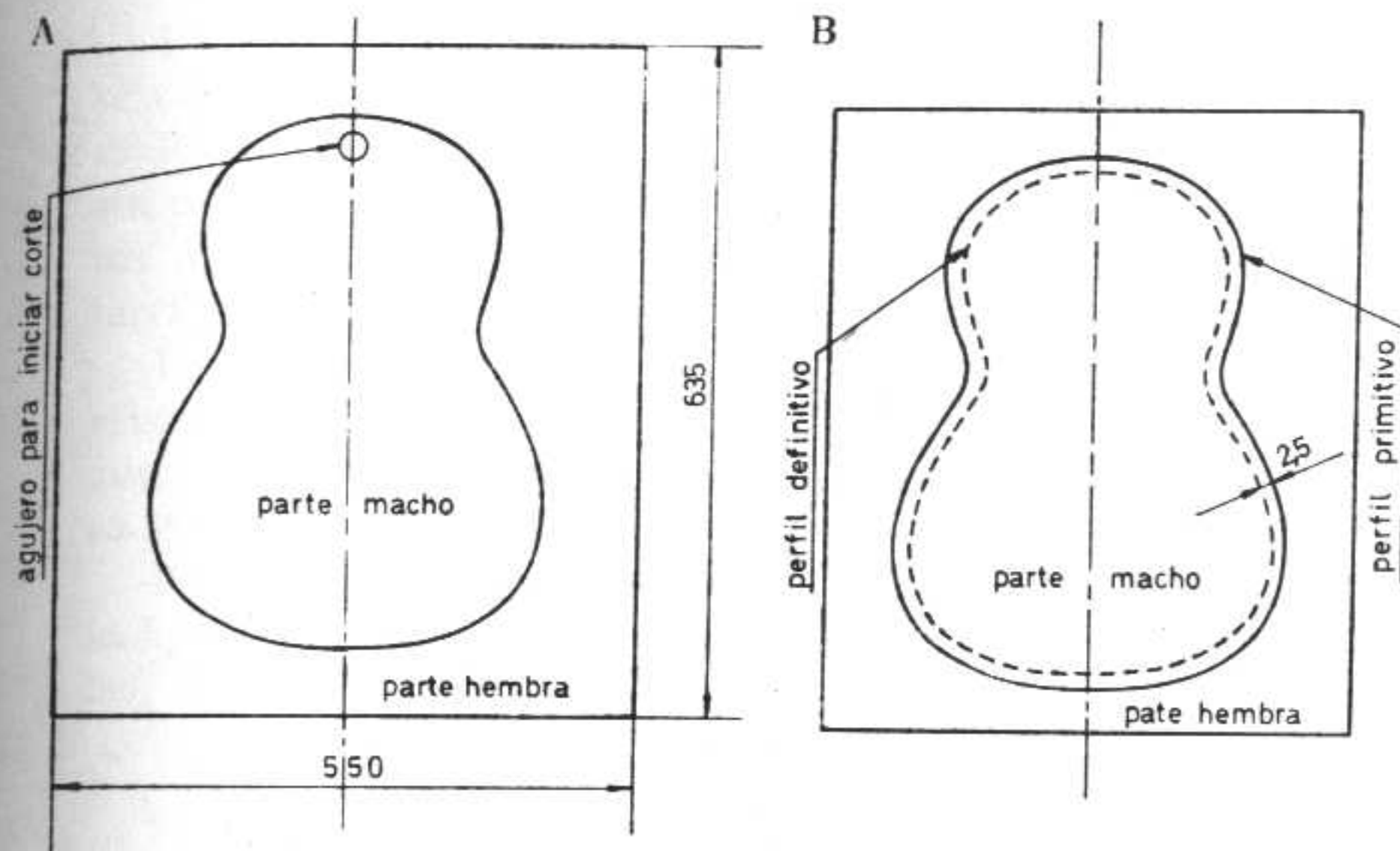


Fig. 36. A. Trazado y corte del útil para el ensamblaje.
B. Útil para el ensamblaje.

Se introducirá de nuevo la parte macho en la parte hembra, que así ocupará su propio alojamiento, y se procurará que ambas partes queden concéntricas. Sobre la parte macho se trazará una nueva silueta, tal como se indica en la figura 36 B, paralela a la silueta de la parte hembra y a 2,5 mm de distancia, que, repetimos, es el grueso de la madera de los flancos.

Extrayendo de nuevo la parte macho (B), se procederá a recortar por la línea trazada y a afinar la superficie de la misma forma que se hizo con la parte hembra. Con las operaciones anteriores se han obtenido dos piezas macho y hembra, concéntricas y con una diferencia de 2,5 mm por lado entre sus perfiles, que servirá para alojar los flancos en la operación de ensamblaje.

Ambas piezas se seguirán trabajando de la manera siguiente: en la figura 37 se representa la parte macho acabada; el hueco superior es para alojar el mástil, el hueco inferior, para contener el taco que hace de distancia entre la tapa armónica y el fondo de la guitarra. El hueco central, cuyas dimensiones son sólo aproximadas, sirve para colocar las mordazas de los gatos que las sujetarán durante el proceso de secado.

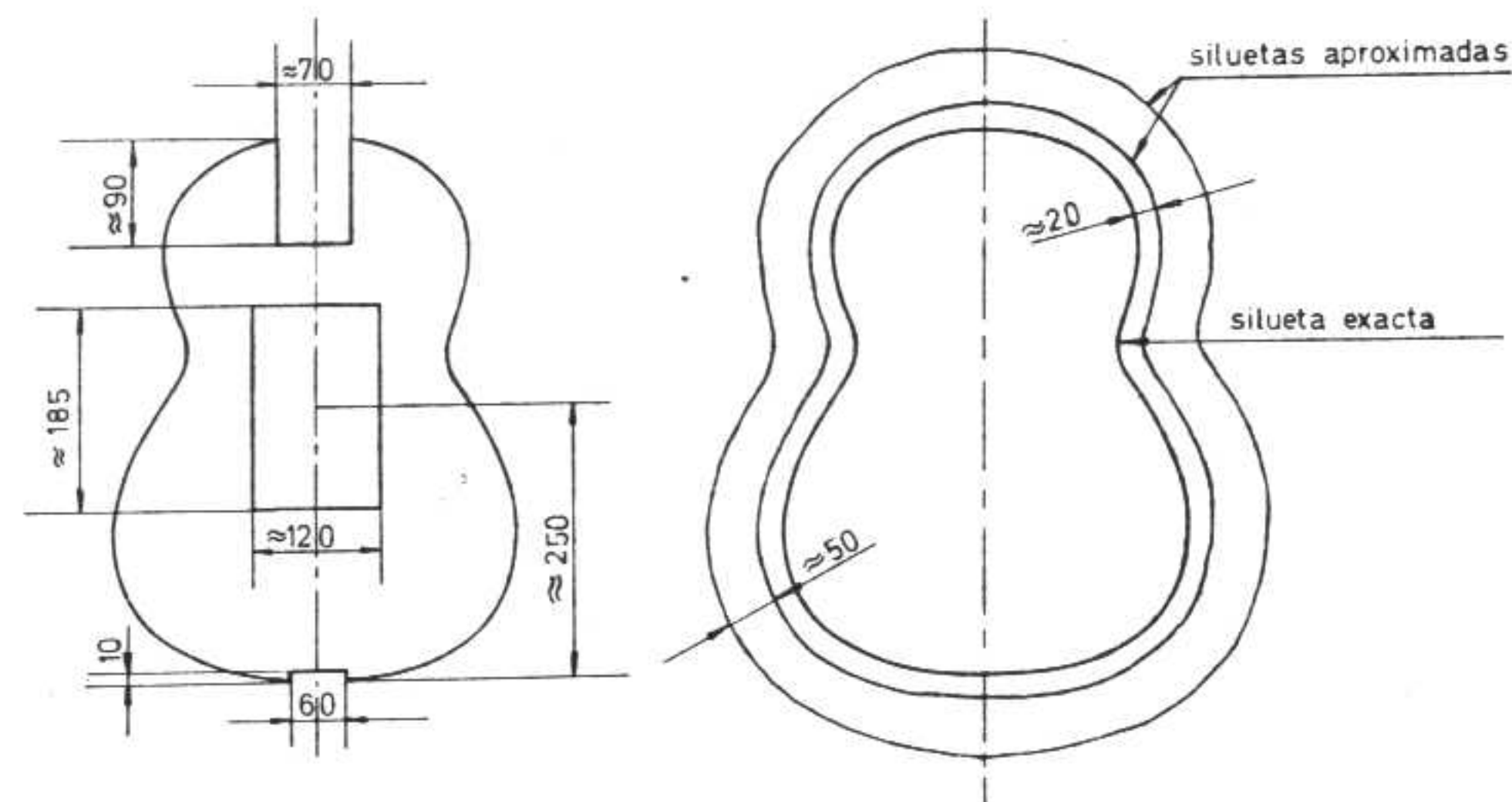


Fig. 37. Útil para el ensamblaje, macho. Fig. 38. Útil para el ensamblaje.

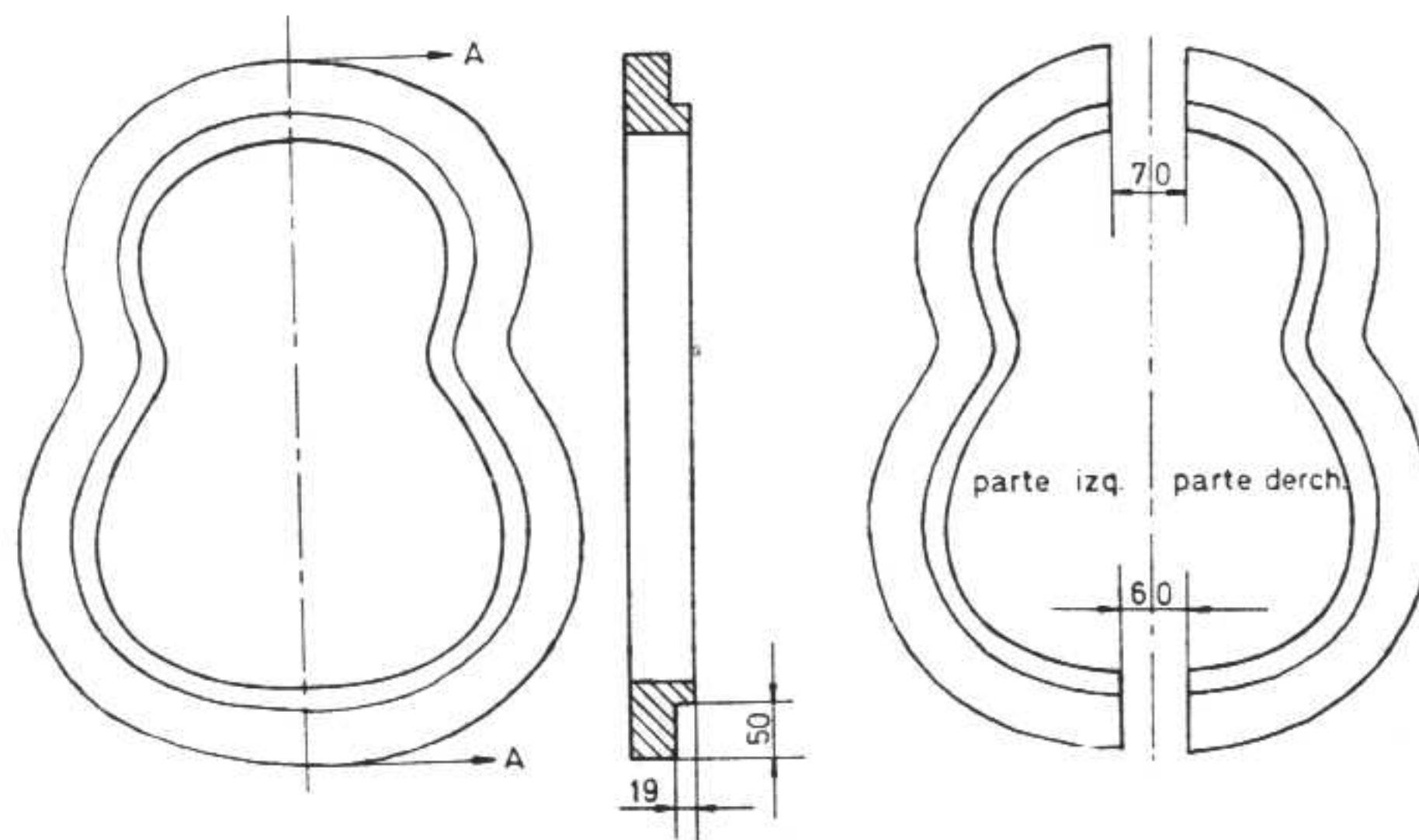


Fig. 39. Útil para el ensamblaje.

Fig. 40. Útil para el ensamblaje.

La parte hembra se terminará siguiendo el proceso siguiente: se comenzará por trazar los dos perfiles que se indican en la figura 38, señalados como siluetas aproximadas, que se trazarán a pulso sin precisión alguna, ya que su misión es para apoyo de las mordazas de los gatos que sujetarán durante la construcción de la guitarra.

La corona resultante entre las dos siluetas aproximadas hay que rebajarla 20 mm, o sea, justamente hasta alcanzar el nivel del segundo tablero de los cinco que forman el grueso total. En la figura 39 se ilustra esta operación.

Por último se harán el trazado y los cortes según se indica en la figura 40. Quedará la parte hembra dividida en dos partes iguales, derecha e izquierda.

ÚTIL PARA ENSAMBLAR EL FONDO

Este útil, representado en la figura 41, servirá para la colocación o ensamblaje del fondo de la guitarra. No es grande la precisión que requiere su construcción, por lo que omitimos más explicaciones.

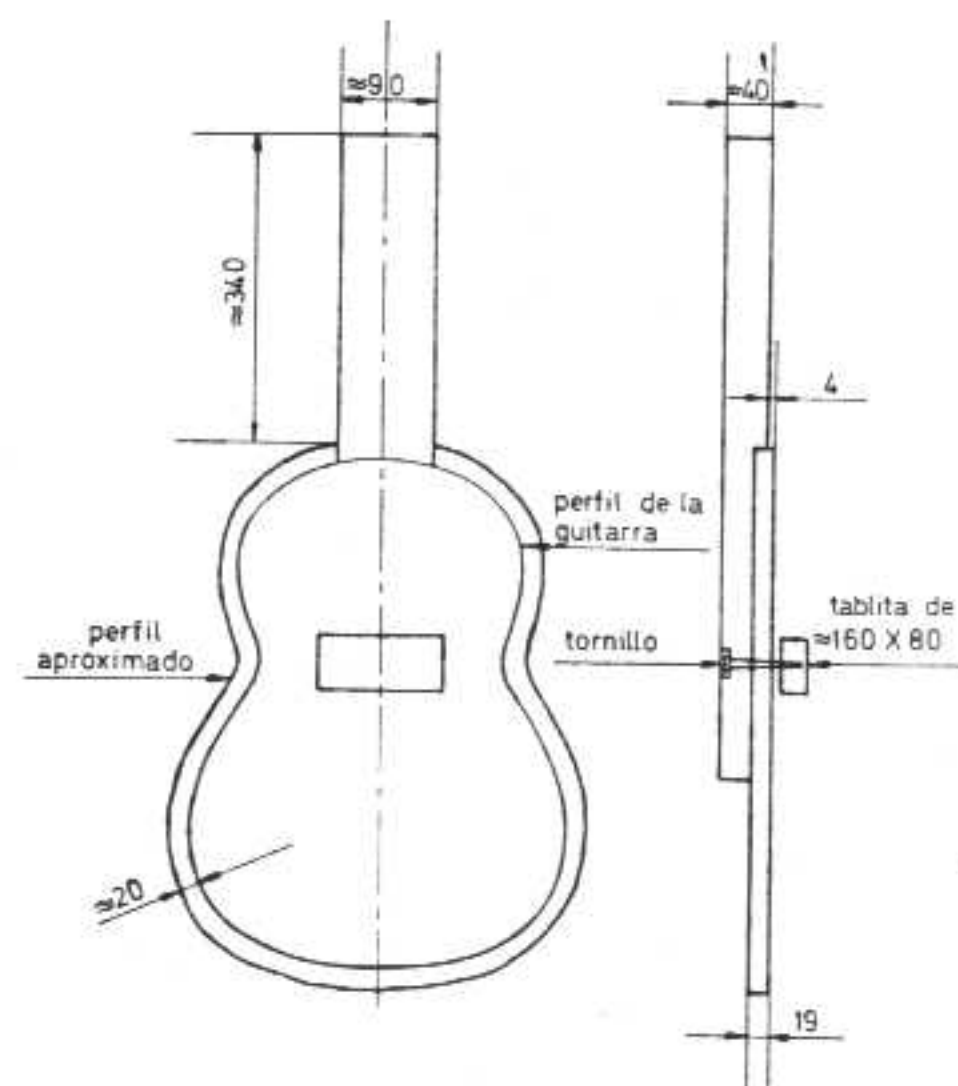


Fig. 41. Útil para colocar el fondo.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA GUITARRA DE ARTESANÍA

El proceso de construcción de una guitarra de artesanía no es nada fácil, máxime si se pretende obtener un instrumento de gran calidad. Sabemos ya que aun reproduciendo con toda exactitud las dimensiones de una guitarra de gran calidad, no tenemos la seguridad absoluta de reproducir otra guitarra igual; puede que obtuviéramos resultados sorprendentemente mejores pero también cabe que nos viéramos defraudados. Naturalmente, más cerca del éxito estaremos cuanto más nos aproximemos a las dimensiones correctas y, por supuesto, deberíamos utilizar en su construcción las maderas más homologadas para cada elemento de la guitarra, manejar bien las herramientas y tener un buen criterio general para las muchas operaciones que se han de realizar. Siendo así, podemos tener confianza en lograr un resultado satisfactorio y, sobre todo, ese sano orgullo de decir: «Esta guitarra la he hecho yo», y, por tanto, no tiene precio.

El proceso de construcción de una guitarra varía, dentro de ciertos límites, y, por lo general, está en función del número de guitarras que se deseen hacer.

En el caso de construir sólo una, este proceso es, sin duda, más lento, pero entonces, ciertamente, no hay que escatimar el tiempo.

Hemos estudiado el proceso que exponemos a continuación de forma que sea fácilmente comprensible por todos los lectores. En la delineación de los dibujos hemos tenido muy presente trazarlos rigurosamente a escala, salvo excepciones que, para mayor claridad, hemos preferido hacerlos fuera de escala. También hemos considerado muy importante el acotado, a fin de que los lectores no tengan que efectuar deducciones que pudieran dar lugar a errores.

Hemos creído muy útil comenzar el capítulo con la explicación

del ciclo que ilustra la descripción de las operaciones y el resultado obtenido en cada una de ellas, pues de esta forma puede verse todo el proceso de manera rápida a la vez que ordenada.

Reiteramos en este capítulo la importancia de la clase de maderas que se han de utilizar, así como el aspecto de las vetas que han de tener las tablas para la tapa armónica.

En la figura 42 se ilustra la forma en que los madereros suministran las tablas, que suelen tener 5 mm de grueso, no están cepilladas y presentan las irregularidades propias de los cortes de la sierra; sus dimensiones son suficientes para extraer la pieza de la guitarra correspondiente, por lo que no se han de adaptar a ninguna medida estándar.

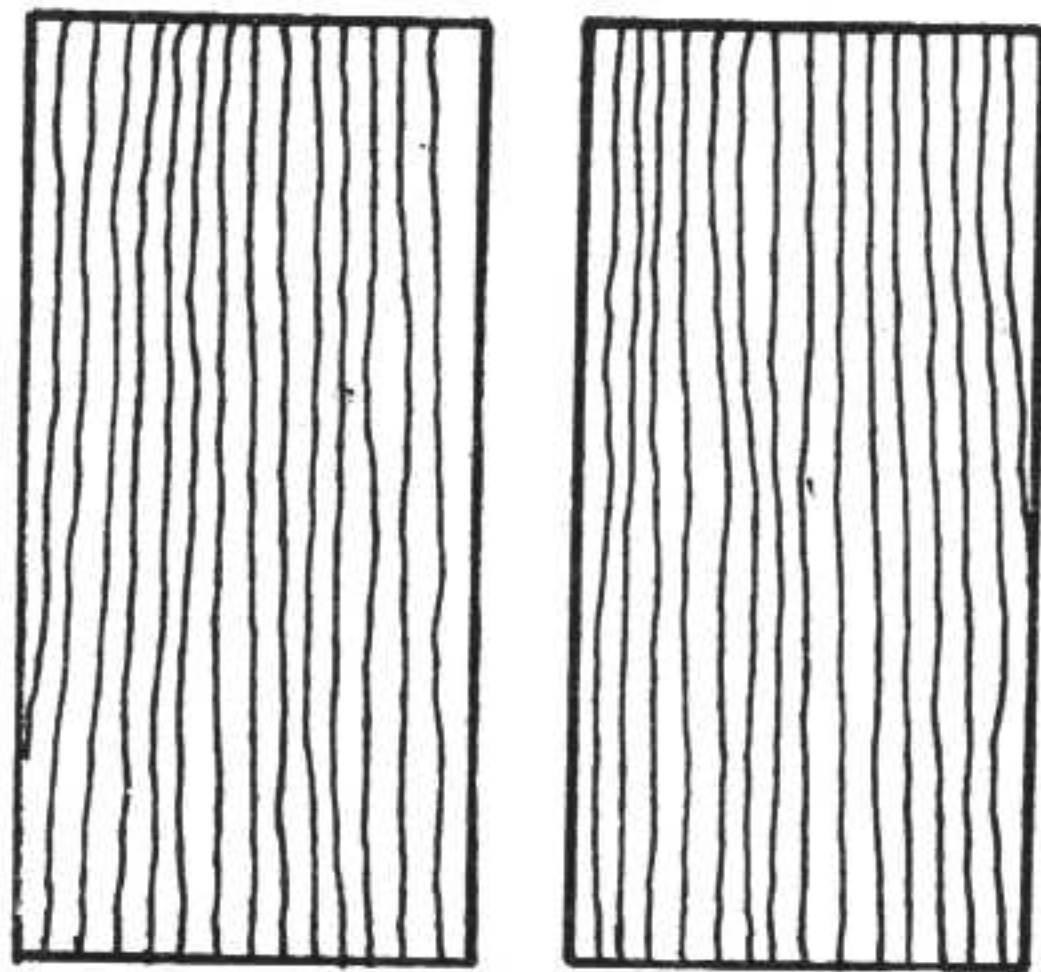


Fig. 42. Tablas en bruto.

Si bien en el plano general de la guitarra objeto del presente capítulo (fig. 43) las cotas son rigurosamente exactas, no hay que tenerlas en cuenta porque en cada operación se acotan con la suficiente claridad para que terminada, pieza por pieza, la guitarra quede montada tal y conforme está representada en el plano.

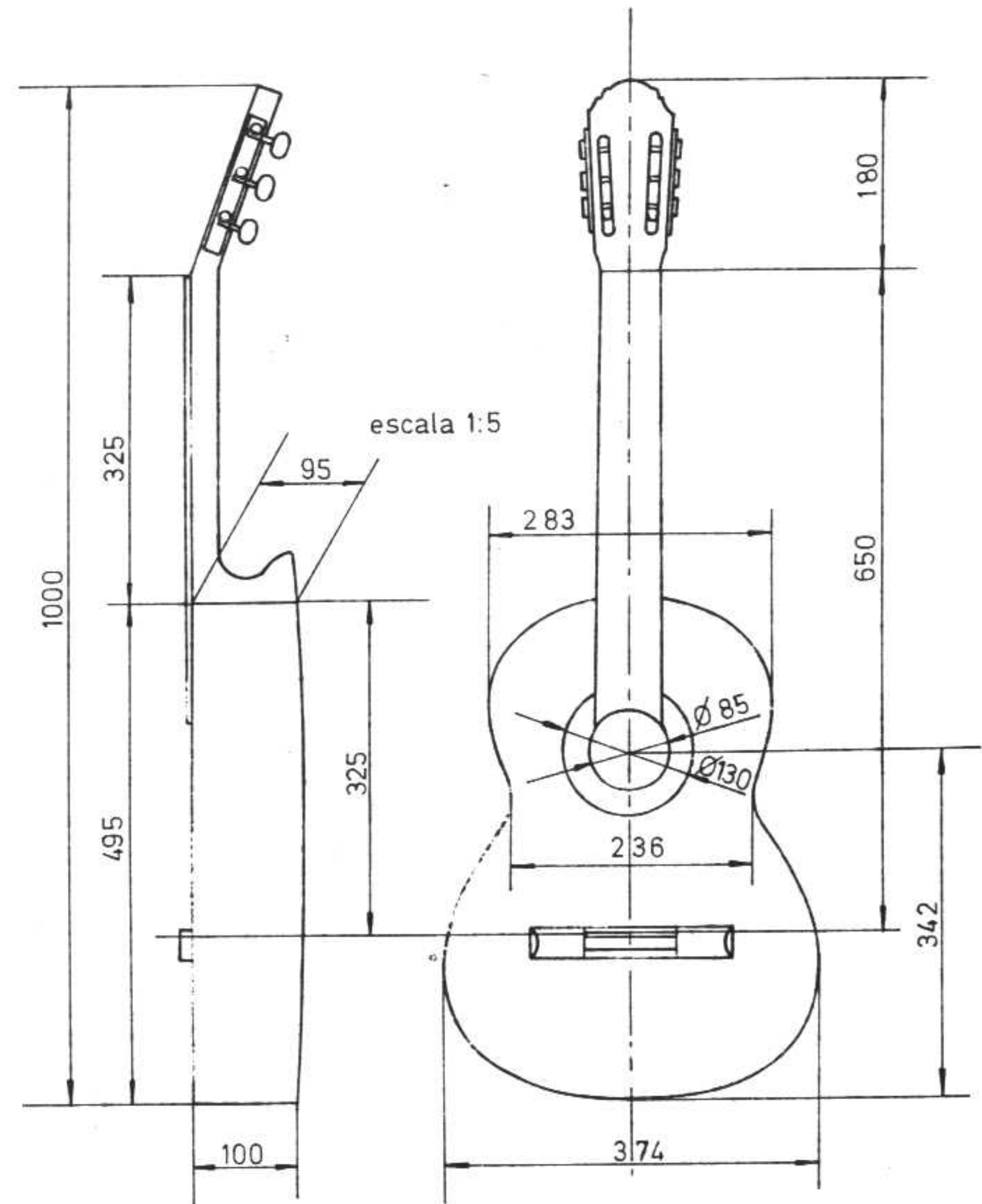
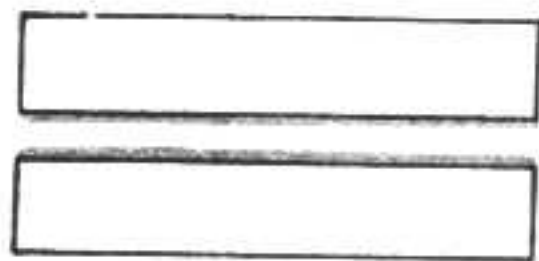
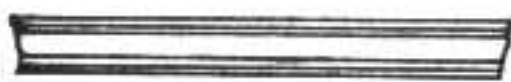
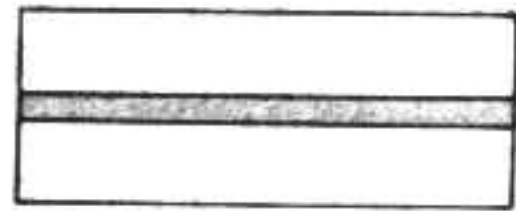
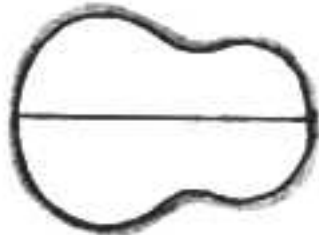
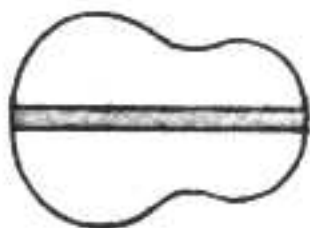
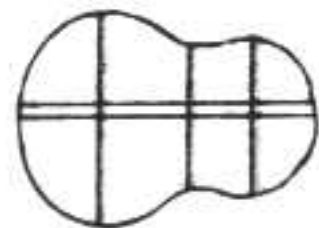
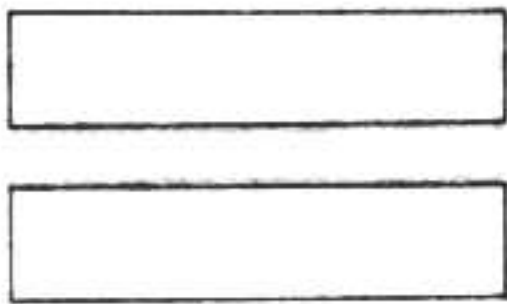
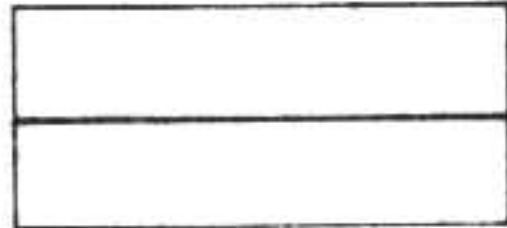
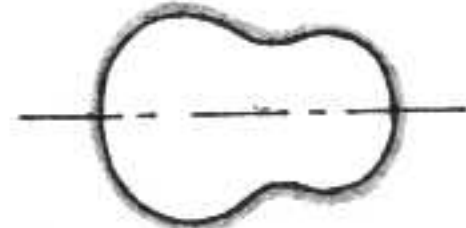
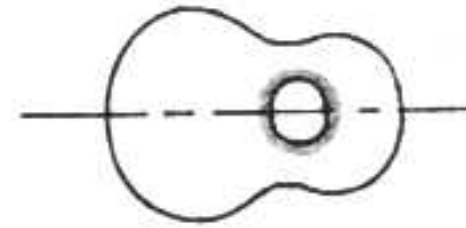
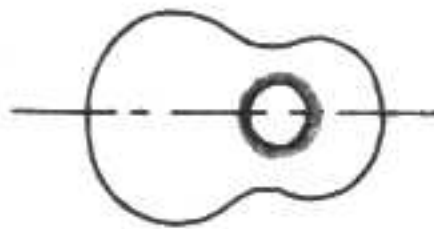
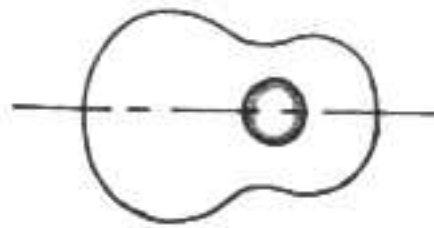
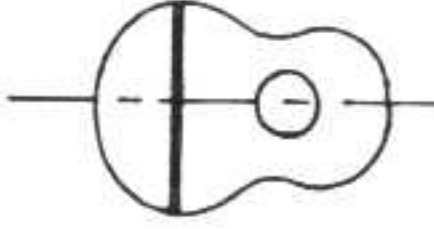
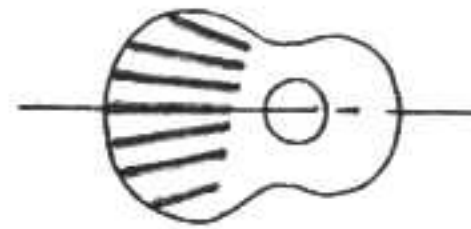
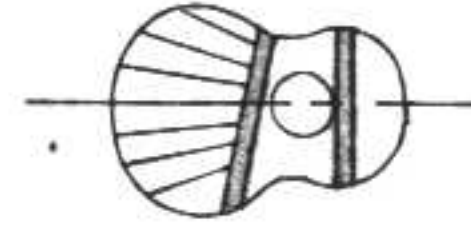


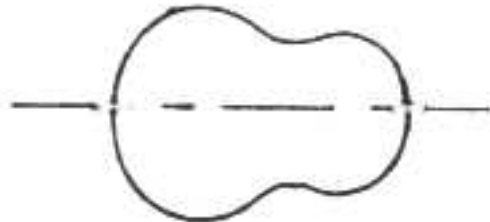
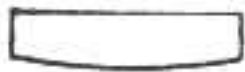
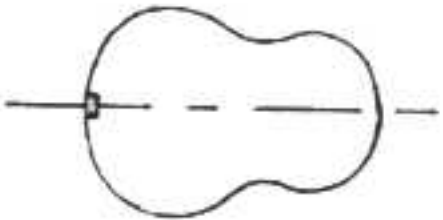
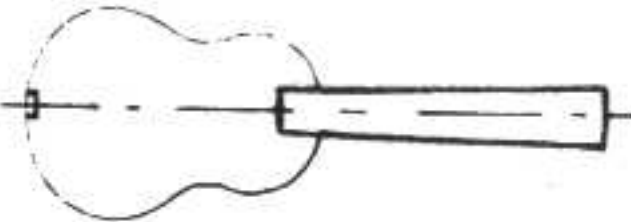
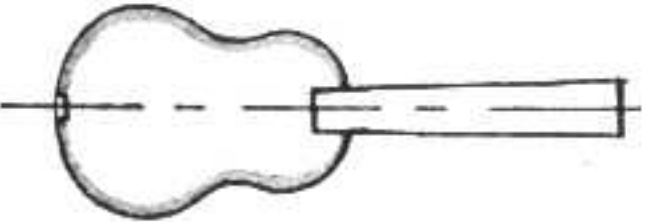
Fig. 43. Plano general.

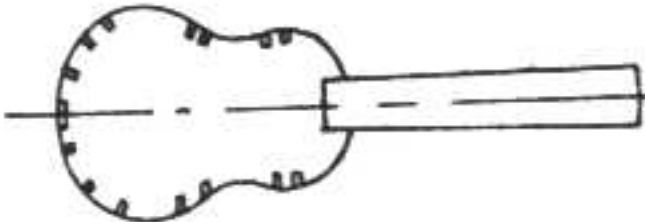
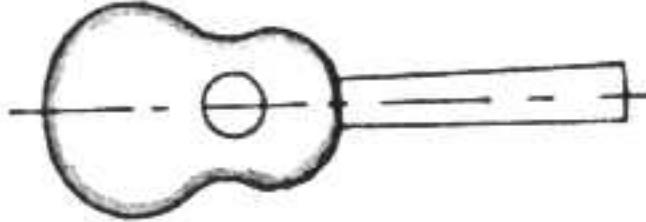
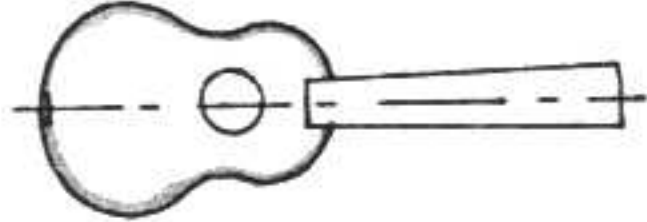
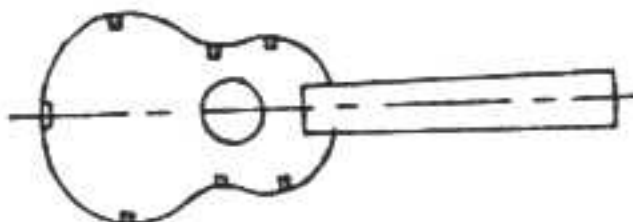
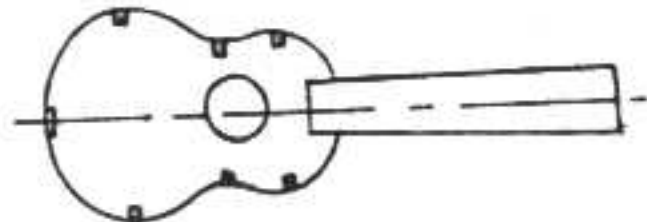
Operación	Descripción	Resultado
CONSTRUCCIÓN DEL FONDO		
1	Cepillado de los cantos.	
2	Preparación del junquillo.	
3	Pegado del junquillo.	
4	Calibración de la tabla.	
5	Trazado y corte de la silueta.	
6	Preparación del tapajuntas.	
7	Pegado y acabado del tapajuntas.	

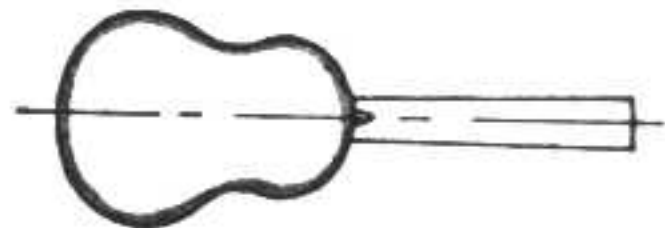
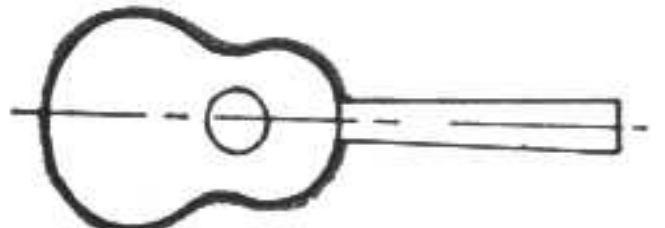
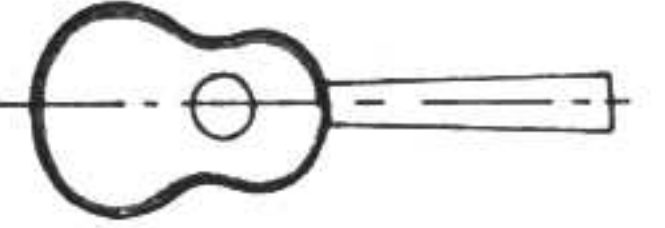
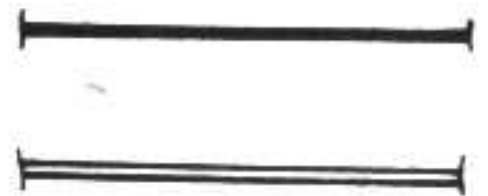
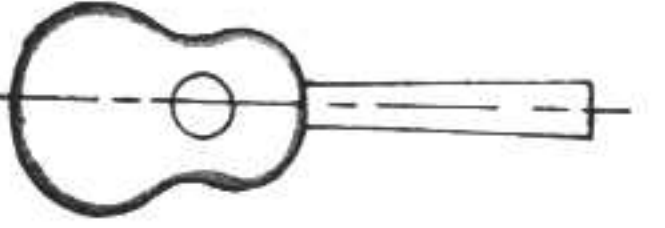
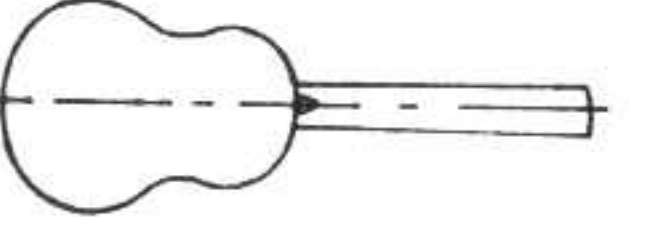
Operación	Descripción	Resultado
8	Construcción de las barretas transversales del fondo.	
9	Pegado de las barretas en el fondo de la guitarra.	
CONSTRUCCIÓN DE LA TAPA ARMÓNICA		
10	Cepillado de los cantos.	
11	Pegado de las tablas.	
12	Calibración de la tabla.	
13	Trazado y corte de la silueta.	
14	Ejecución del encastre para el zuncho de la boca.	

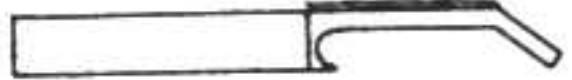
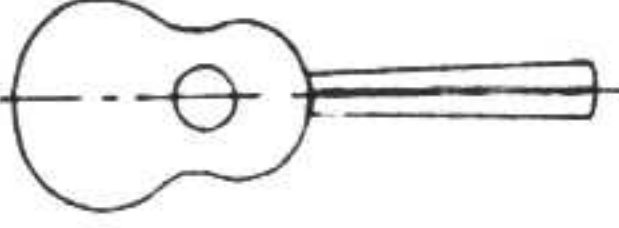
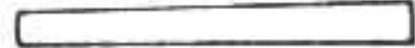
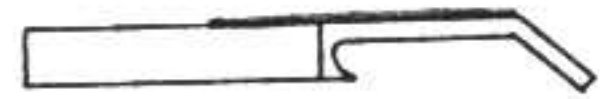
Operación	Descripción	Resultado
15	Colocación del zuncho.	
16	Ejecución del agujero.	
17	Colocación de la tira transversal.	
18	Construcción de las barretas transversales para la tapa.	
19	Construcción de las barretas armónicas para el abanico.	
20	Pegado de las barretas del abanico a la tapa armónica.	
21	Trazado y pegado de las barretas transversales.	
22	Acabado de las barretas del abanico.	

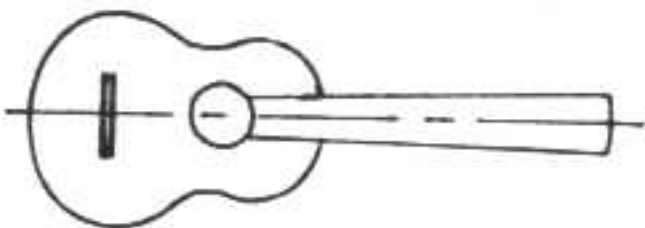
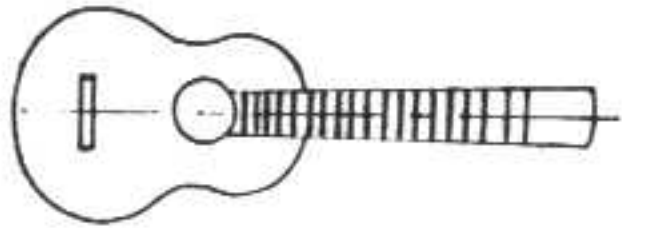
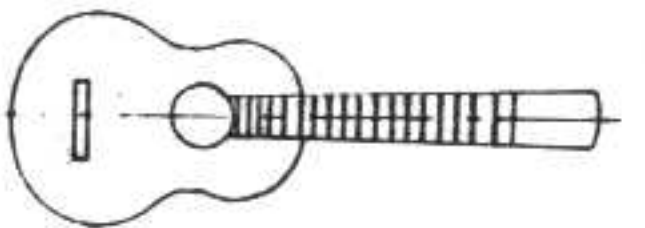
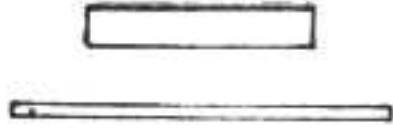
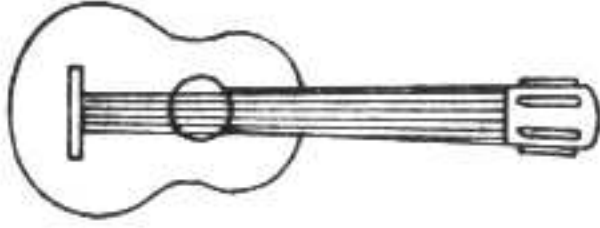
Operación	Descripción	Resultado
CONSTRUCCIÓN DEL MÁSTIL EN SEMIACABADO		
23	Trazado y corte del mástil.	
CONSTRUCCIÓN DE LOS JUNQUILLOS INTERIORES		
24	Trazado, corte y remojo.	
25	Conformación de los junquillos.	
CONSTRUCCIÓN DE LOS FLANCOS		
26	Trazado, corte y remojo.	
27	Conformación previa.	

Operación	Descripción	Resultado
28	Conformación de acabado.	
ENSAMBLAJE		
29	Corte a medida de los flancos.	
30	Trazado y construcción del taco inferior.	
31	Colocación del taco inferior.	
32	Colocación del mástil.	
33	Pegado de los junquillos interiores para el apoyo de la tapa.	

Operación	Descripción	Resultado
34	Ejecución de los encastrés en los junquillos para alojar las barretas transversales de la tapa y las del abanico.	
35	Colocación de la tapa armónica.	
36	Colocación de los junquillos interiores para el fondo.	
37	Colocación de los refuerzos de los flancos.	
38	Ejecución de los encastrés en los junquillos para alojar las barretas transversales del fondo.	

Operación	Descripción	Resultado
39	Colocación del fondo.	
40	Recorte del exceso de madera de la tapa y del fondo, a ras de los flancos.	
41	Ejecución de los encastrés para alojar los junquillos de los bordes.	
42	Preparación de los junquillos de los bordes y parte inferior de los flancos.	
43	Colocación de los junquillos de los bordes y de la parte inferior de los flancos.	 
44	Colocación de la tapeta en la cara posterior del mástil (tacón).	

Operación	Descripción	Resultado
45	Acabado de la cara anterior del mástil.	
46	Trazado del eje del mástil.	
47	Preparación del diapasón.	
48	Pegado del diapasón.	
49	Trazado de la cabeza.	
50	Acabado de la cabeza y del mástil.	
51	Trazado y colocación de la tapeta de la cabeza.	
52	Lijado general.	

Operación	Descripción	Resultado
53	Trazado y construcción del puente.	
54	Colocación del puente.	
55	Trazado y cortes del diapasón.	
56	Colocación de las barritas metálicas del diapasón.	
57	Colocación del clavijero y desmontaje de éste.	
58	Lijado de acabado.	
59	Barnizado.	
60	Preparación de los huesos.	
61	Colocación del clavijero, huesos y cuerdas.	

CONSTRUCCIÓN DEL FONDO DE LA GUITARRA

Operación 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 abatir 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.

Operación 2. Preparación del junquillo

Las casas suministradoras de maderas para guitarras disponen de hojas de madera teñida, en todos los colores, necesarias para los adornos. En general, tales maderas tienen un grueso entre 0,3 y 0,7 mm; 100 mm de anchura y 2 m de longitud. 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 colorines, ya que nada dirían a favor del instrumento y, sin embargo, podría rayar en la chabacanería. En la figura 44 se ilustra cómo se deberá construir el junquillo para el fondo.

A una tira de madera de palo santo, de 600 mm de longitud, 2 o 3 mm de espesor y 6 o 7 mm de anchura, se le pegará a cada lado una hoja de madera blanca de algunas décimas de milímetro; sobre éstas se encolará otra hoja por lado, de madera negra del mismo espesor, y, finalmente, se pagarán, sobre estas últimas, otras hojas de madera blanca. El paquete así formado se someterá a

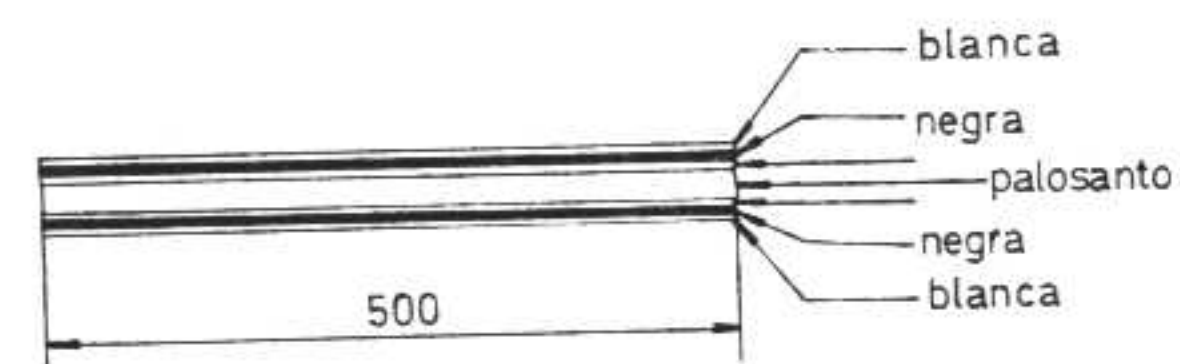


Fig. 44. Junquillo para el fondo.

cierta presión utilizando pesos o mejor unos gatos de carpintero, dejándolo secar el tiempo correspondiente que indique el fabricante de la cola empleada, que deberá ser cola blanca en frío.

Operación 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 una anchura superior al grueso de las tablas sobrarán por ambos lados. Asimismo, 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 prensilla representada en la figura 45.

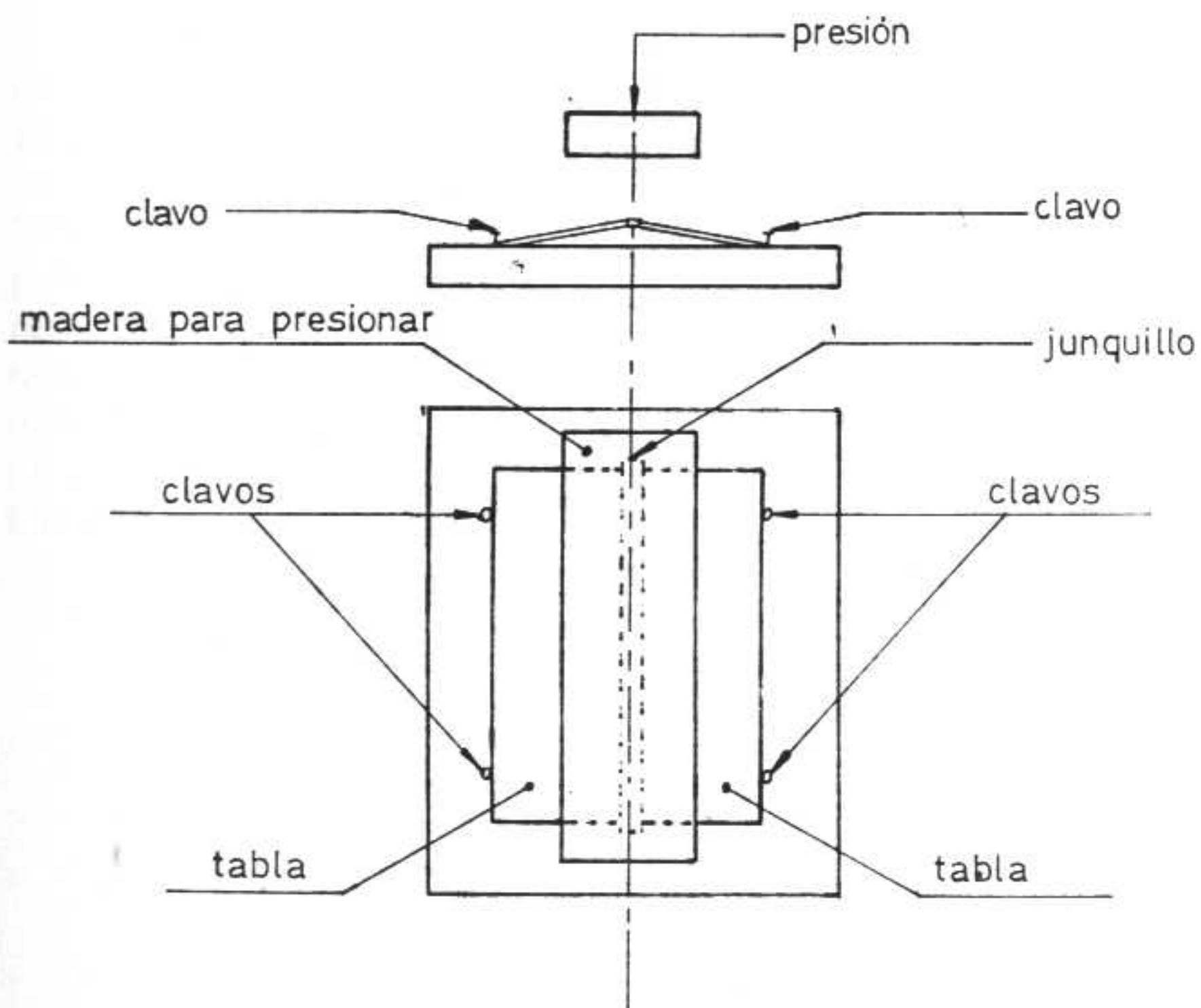


Fig. 45. Prensilla.

Operación 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 46.

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 hoja afiladísima y con poca profundidad de corte.

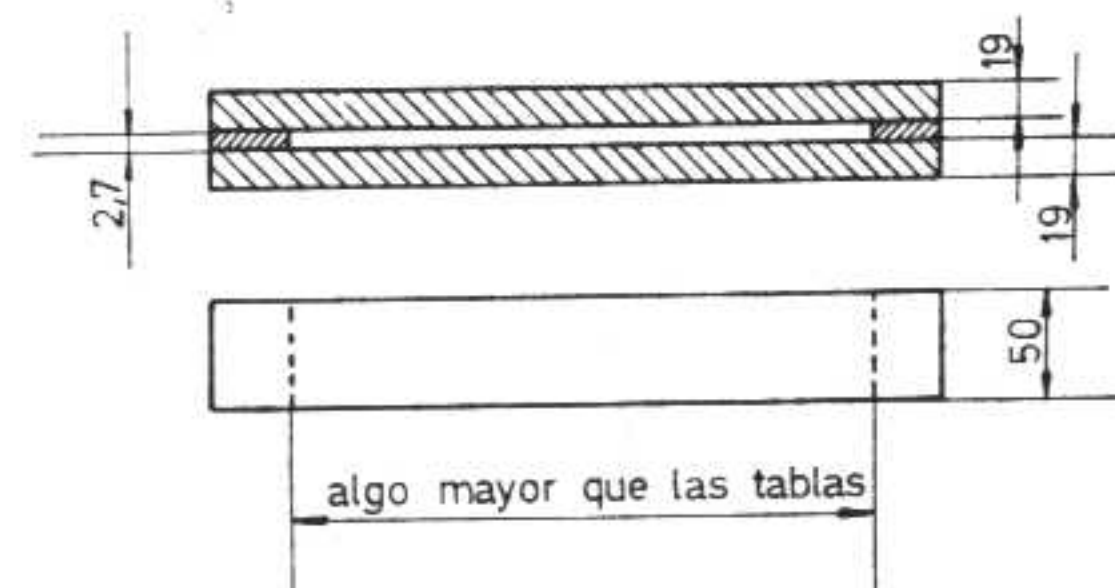


Fig. 46. Calibre.

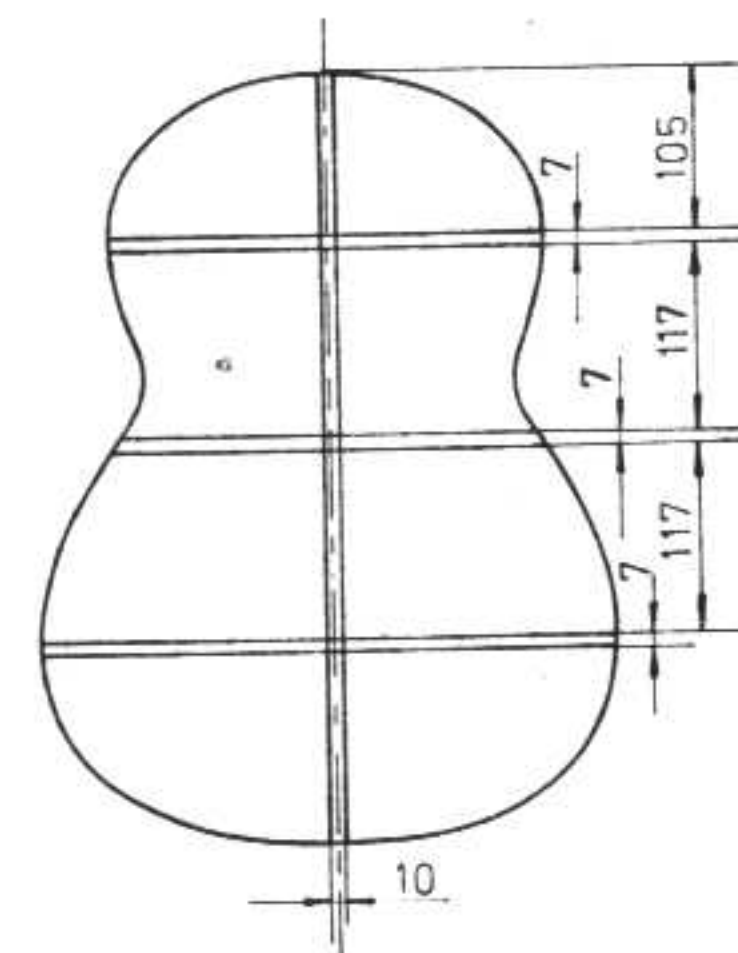


Fig. 47. Trazado de la silueta.

Operación 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 ésta con el centro del junquillo. Se trazará la silueta con un lápiz muy 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 47.

Operación 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° 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 48 se ilustra la manera de obtener dicha tira, que se hará, de ser posible, de madera de cedro.

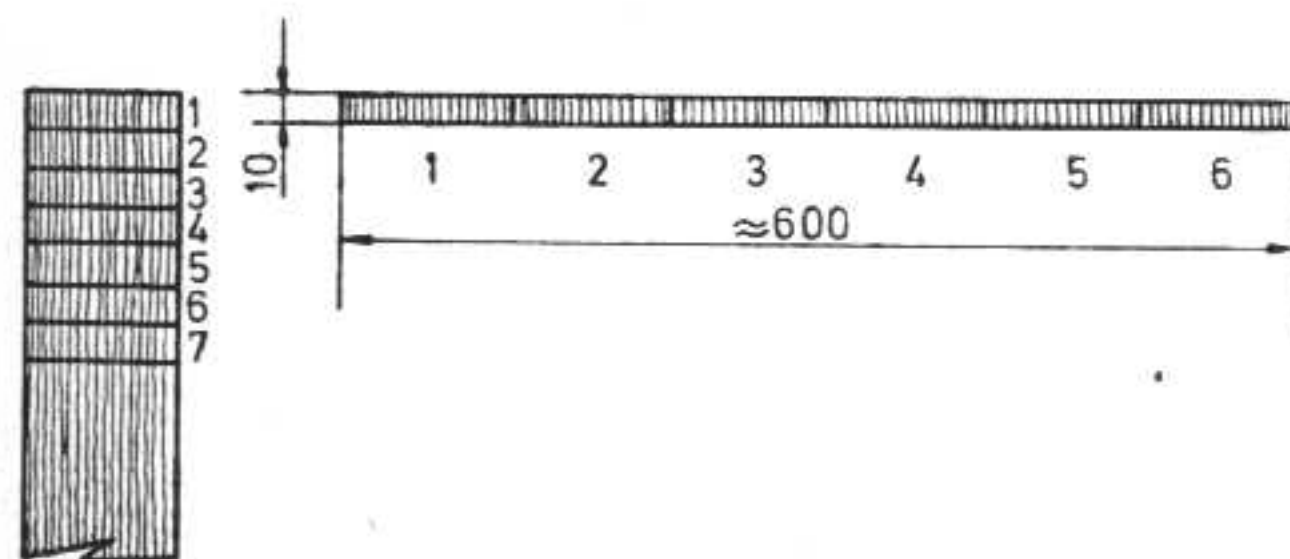


Fig. 48. Preparación del tapajuntas para el fondo.

Operación 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 49. Transcurrido el tiempo de secado de la cola, se cepillará hasta dejar un grueso de 2 mm; posteriormente se redondeará, utilizando un formón muy afilado, según se indica convenientemente ampliado en la figura 50. La última fase de esta operación es el lijado de todo el fondo, por la parte interior, que se deberá hacer con gran esmero.

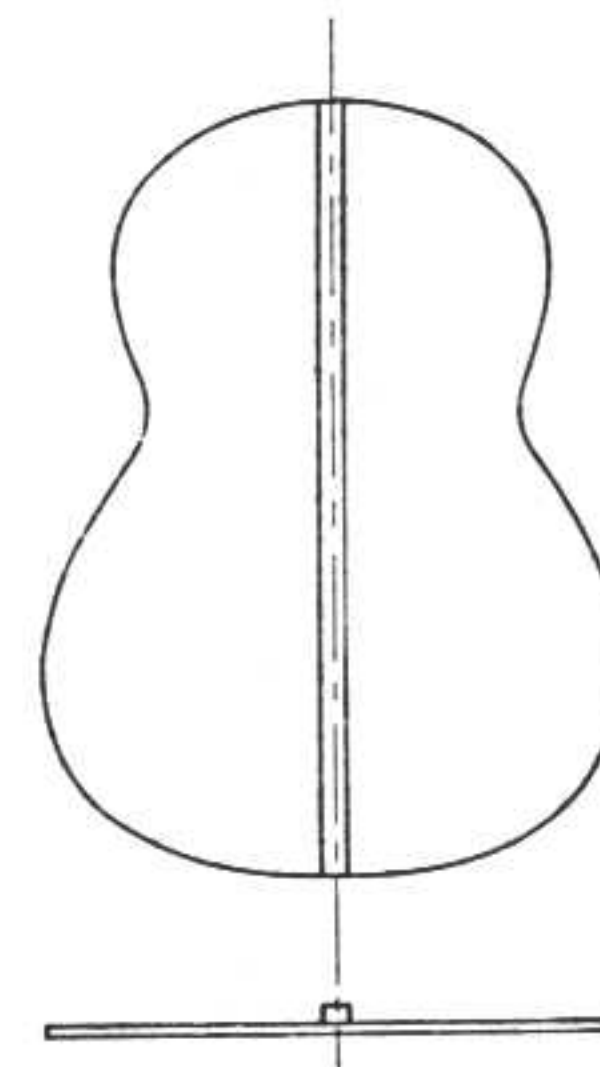


Fig. 49. Pegado del tapajuntas.

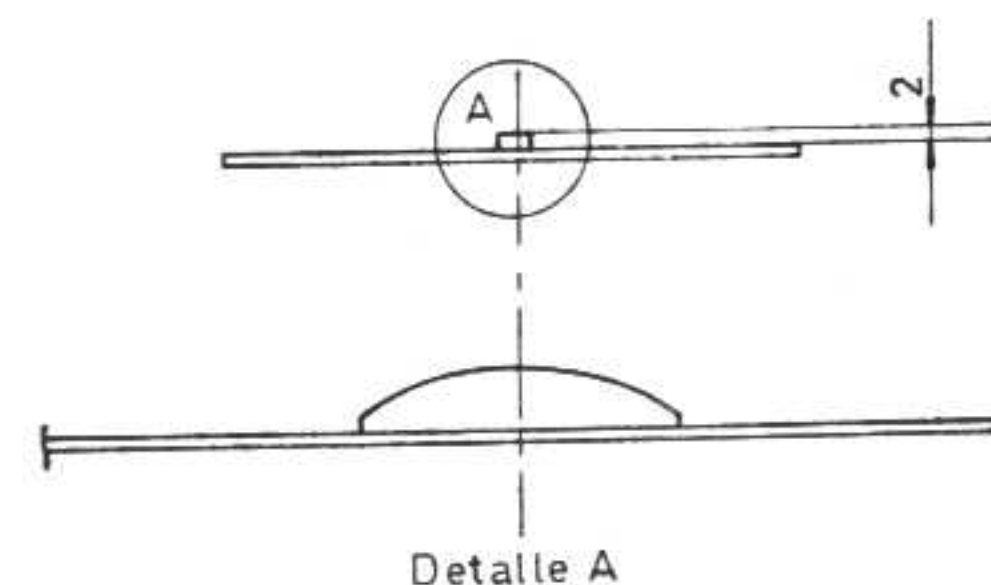


Fig. 50. Acabado del tapajuntas.

Operación 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 51 se representan los tres tipos de barretas. Para confeccionar los radios se podrá usar como calibre el útil para conformar el fondo, que tendrá talladas estas mismas curvas.

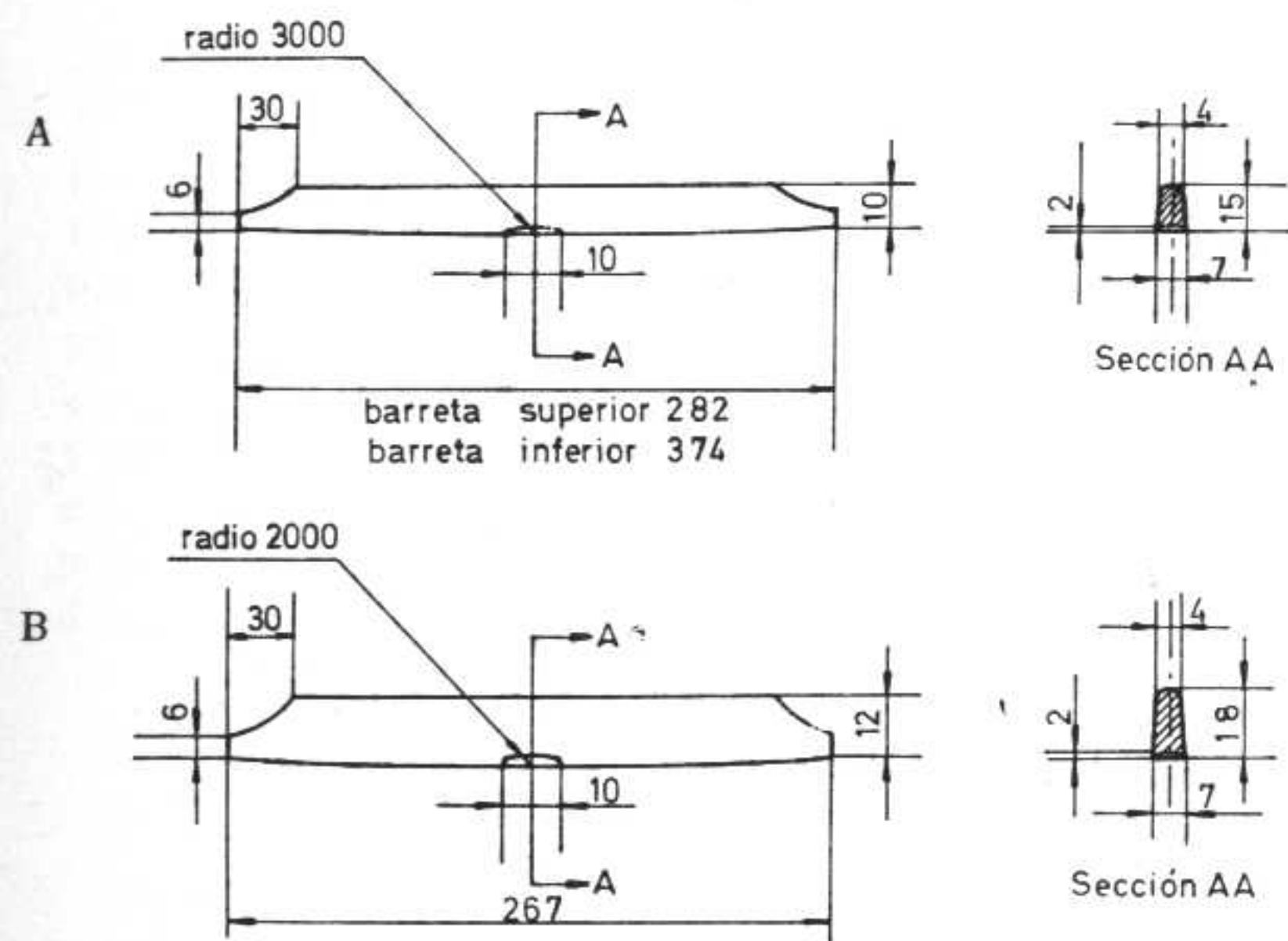


Fig. 51. A. Barretas del fondo. B. Barreta central del fondo.

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

Sobre el utillaje destinado a conformar el fondo, se colocará éste bien centrado y como ya se tiene trazado el lugar exacto donde deberán ubicarse las barretas, se encolarán éstas y se colocarán en su justo sitio; con el auxilio de seis gatos se intentará que la unión sea íntima. En la figura 52 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.

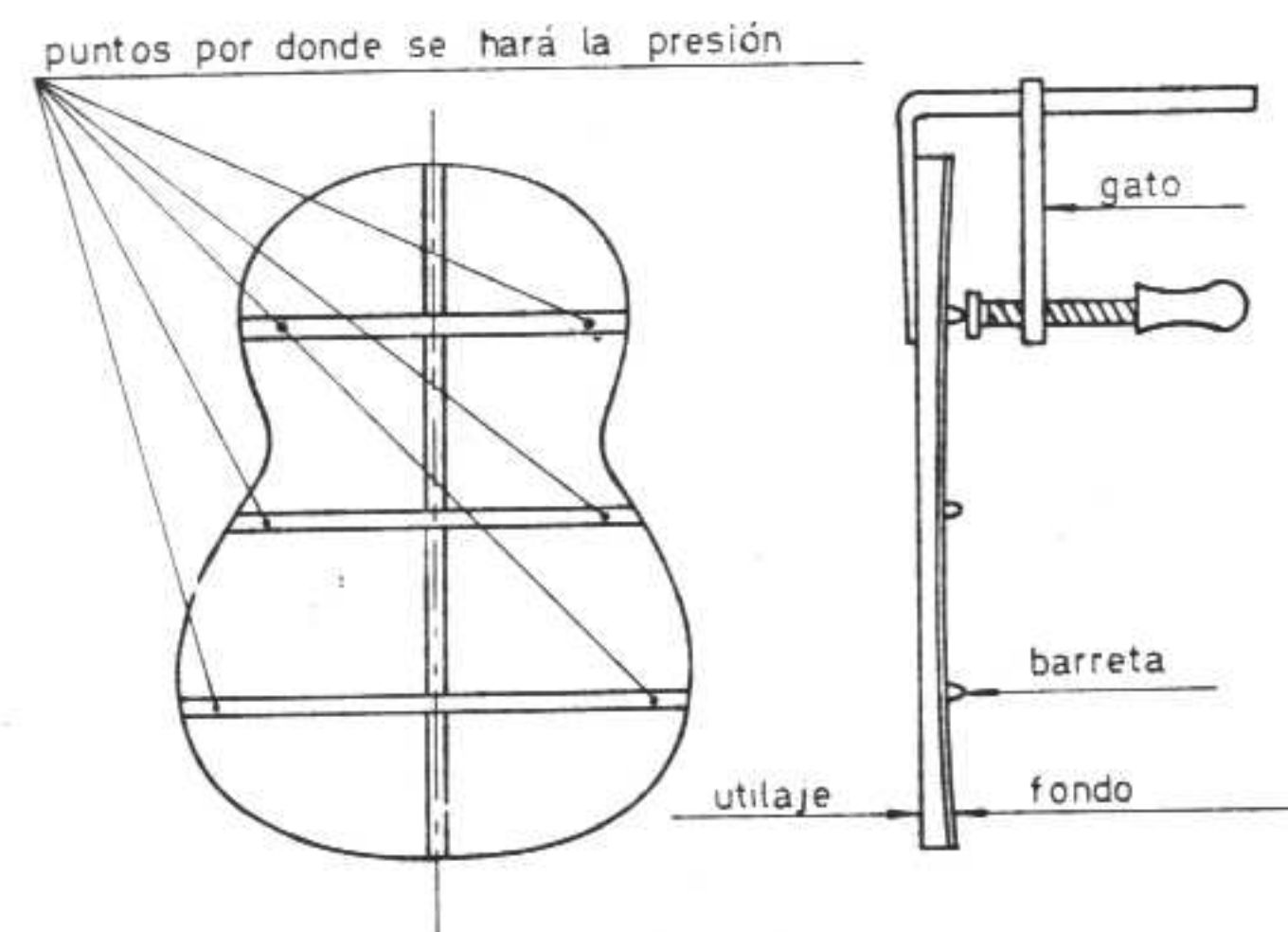


Fig. 52. Pegado de las barretas en el fondo.

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 del Canadá; de tener opción de elegir las maderas se escogerán las de veta más estrecha.

Operación 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.

Operación 11. Pegado de las tablas

Encolados los cantos de las tablas, se procederá a pegarlos, con el auxilio de la prensilla representada en la figura 45, tal como se hizo en la construcción del fondo.

Operación 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 deberá ser algo más gruesa por la parte superior que por la inferior, lo cual obedece a razonamientos de resistencia y sonoridad. De hecho, se ha comprobado que la tapa armónica de una guitarra apenas vibra por la parte superior y se aprovecha esta característica para darle resistencia mecánica, mientras que la parte inferior de la tapa vibra totalmente y por ello hay que conferirle el grueso más idóneo para que entre en resonancia con las frecuencias a que vibran las cuerdas. Así, pues, se cepillará la tabla desde la parte inferior hacia la superior dejando los gruesos de $2,7 \div 2,8$ y $3,2 \div 3,3$ mm, respectivamente.

Operación 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.

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

Como indicábamos en el capítulo en que describimos 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 importancia vital 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 muy asequibles. En la actualidad sería raro que un artesano se dedicara a confeccionar los zunchos para las guitarras que construye. Como no tendría utilidad estudiar a renglón seguido el proceso de su construcción, lo incluimos al final de este capítulo, siendo nuestra intención satisfacer la curiosidad del lector, más que hacer un estudio exhaustivo de tal proceso. En la figura 53 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 definitivos 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 nunca con uno normal de dibujo, ya que no

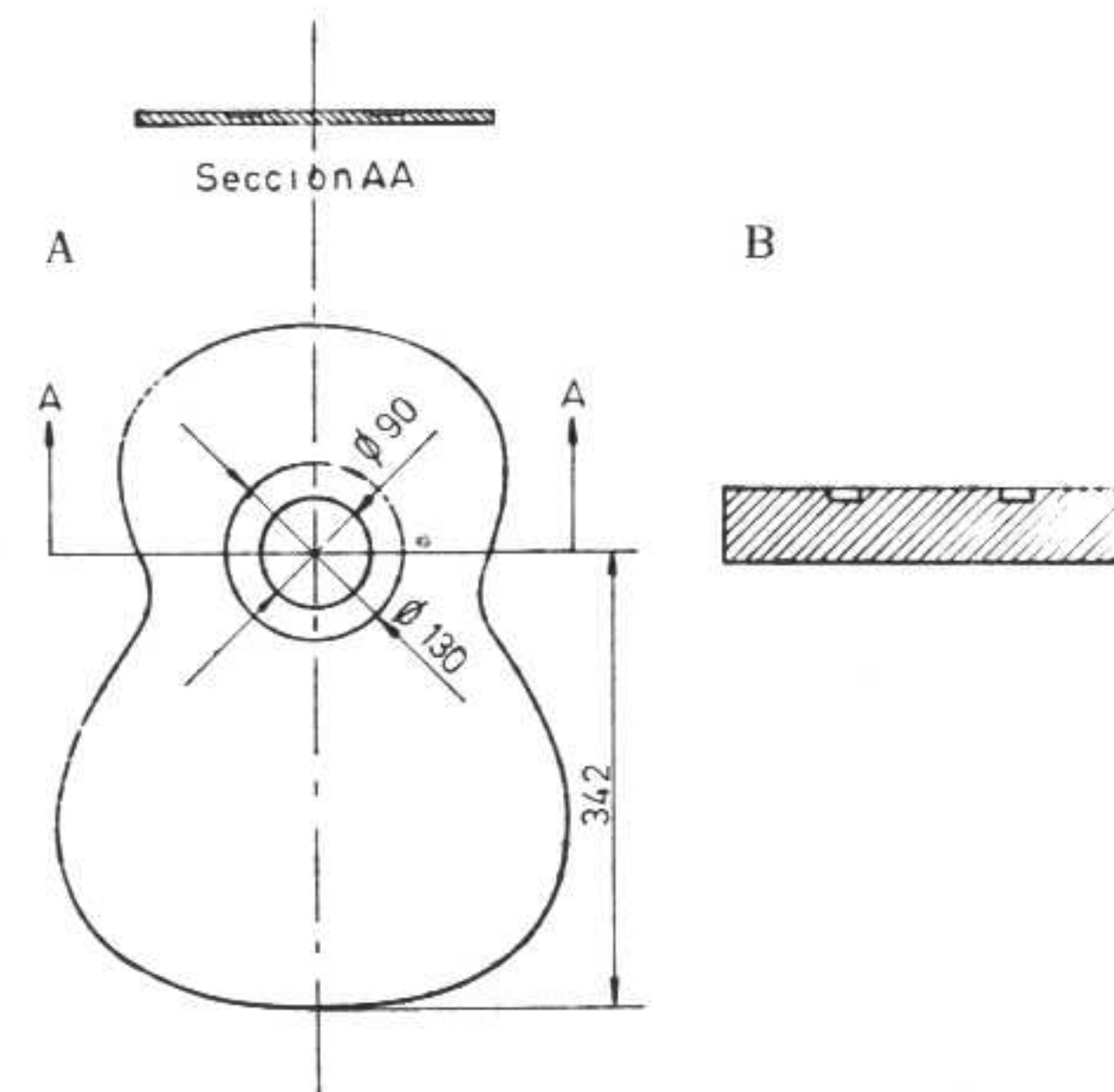


Fig. 53. A. Trazado del alojamiento del zuncho. B. Detalle del encastre.

se trata de dibujar sino de marcar la madera hasta una profundidad de 1 mm, aproximadamente, pues el zuncho tiene 1,5 mm de grueso. Se vaciará la corona circular de madera comprendida entre las dos circunferencias rayadas, usando un formón muy afilado, y con la precaución de no calar la tapa. En la figura 53 se representa un detalle, fuera de escala, del encastre.

Operación 15. Colocación del zuncho

Los zunchos se sirven abiertos, de modo que la corona circular no es completa y le faltan 2 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 por 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, una arandela de madera de 1 mm de espesor a fin de reforzar la boca de la guitarra. Esta adición no es del todo rigurosa, pero asegura muy bien la boca e imposibilita aún más cualquier inicio de grietas. El proceso descrito es el más usual y sencillo, pero a veces ya sea por eludir algún defecto que tenga la madera de la tapa cerca del agujero, o cuando se coloca un zuncho para ser tallado, u otra circunstancia cualquiera, la colocación del zuncho se efectúa tal como se ilustra en la figura 54, que es mucho más laboriosa.

Operación 16. Ejecución del agujero

Con el mismo compás con que se trazó la corona circular para alojar el zuncho, se trazará el agujero, de 85 mm de diámetro, 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 más ancha esta zona. Se apretará con el compás hasta perforar la tapa y

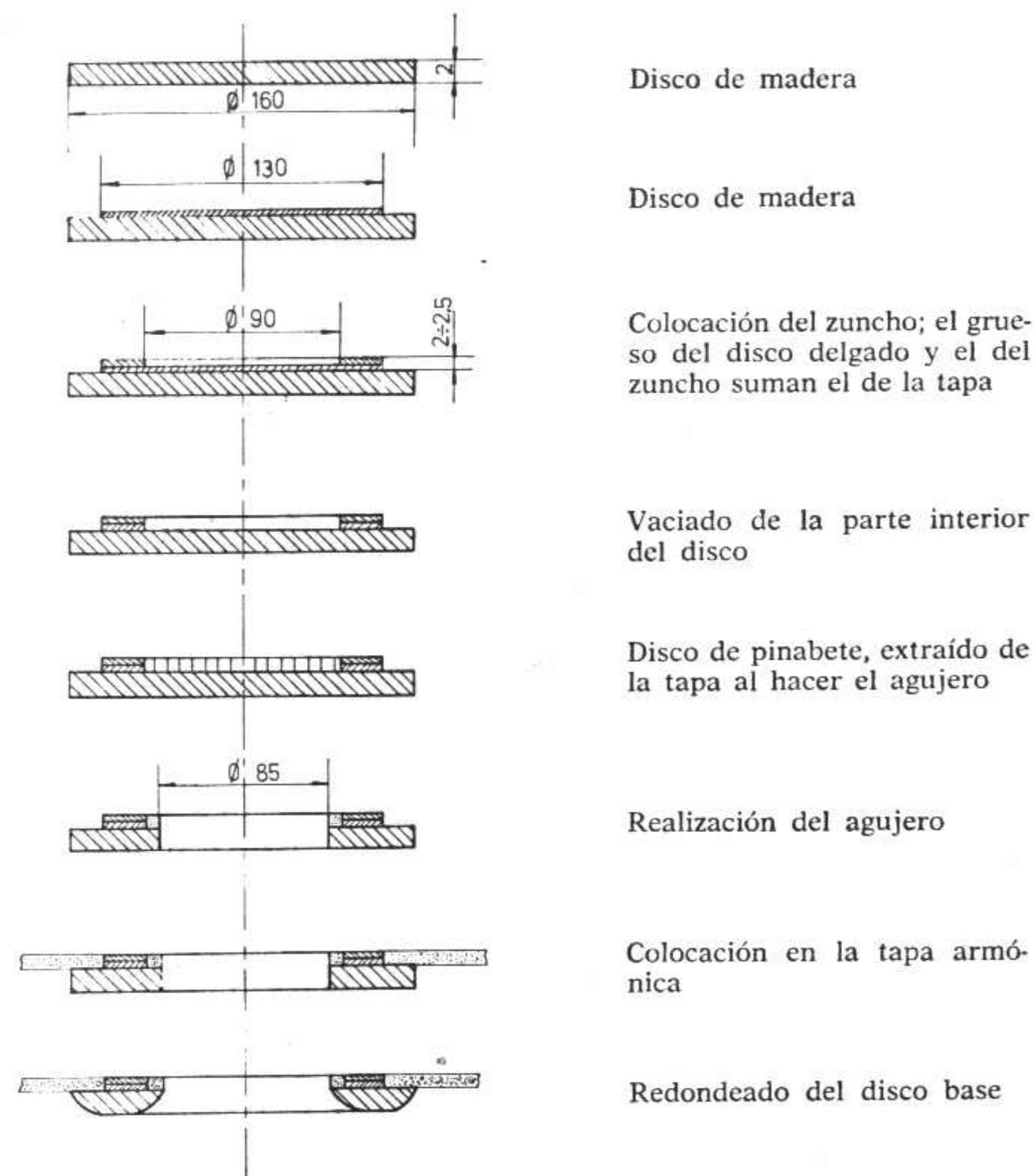


Fig. 54. Proceso de colocación del zuncho.

una vez extraída la parte interior, que será un círculo de madera, se lijará muy bien el borde. Por último se cubrirá el zuncho con un panel autoadhesivo o similar para protegerlo en las sucesivas operaciones.

Operación 17. Colocación de la tira transversal

Se colocará una tira de madera de pino u otra cualquiera, según se ilustra en la figura 55. Esta tira tiene por objeto que la tapa no se abra. A fin de que la tapa no adquiera rigidez, una vez pegada la tira, se cepillará hasta dejarla de un grueso ínfimo (1 mm).

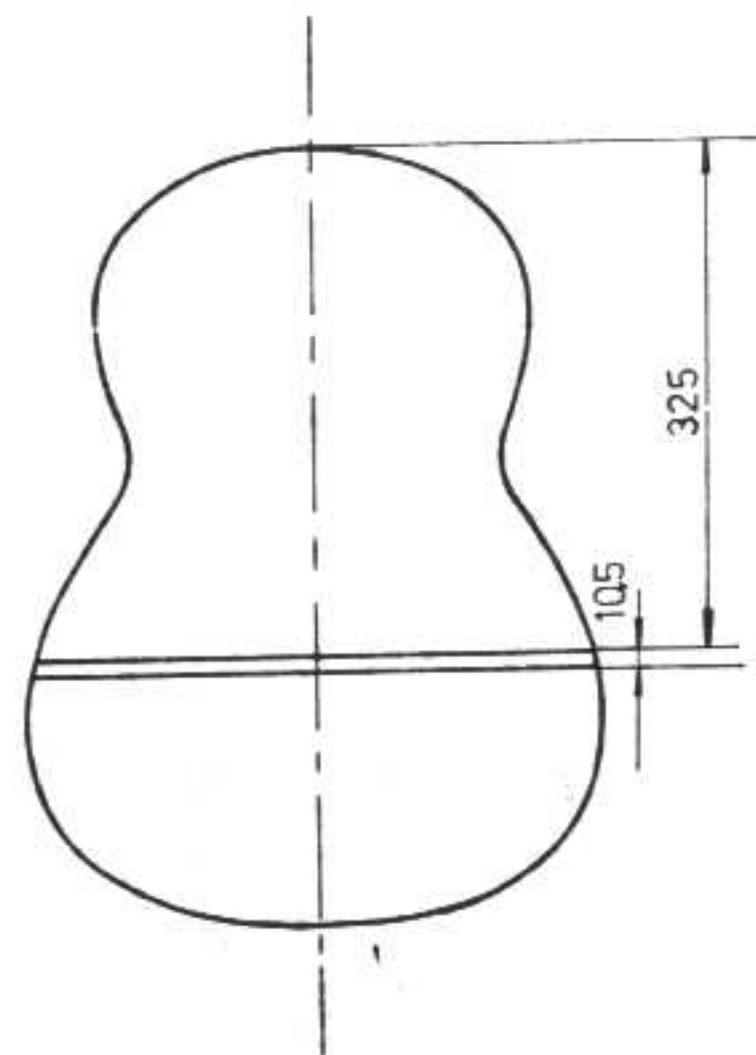


Fig. 55. Colocación de la tira transversal.

Operación 18. Construcción de las barretas transversales para la tapa

El modelo de estructura elegido 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 y 3.000 mm, se podrá usar, como plantilla, el utillaje para conformar la tapa armónica representado en la figura 31 A. En la figura 56 se ilustran las barretas para la tapa armónica.

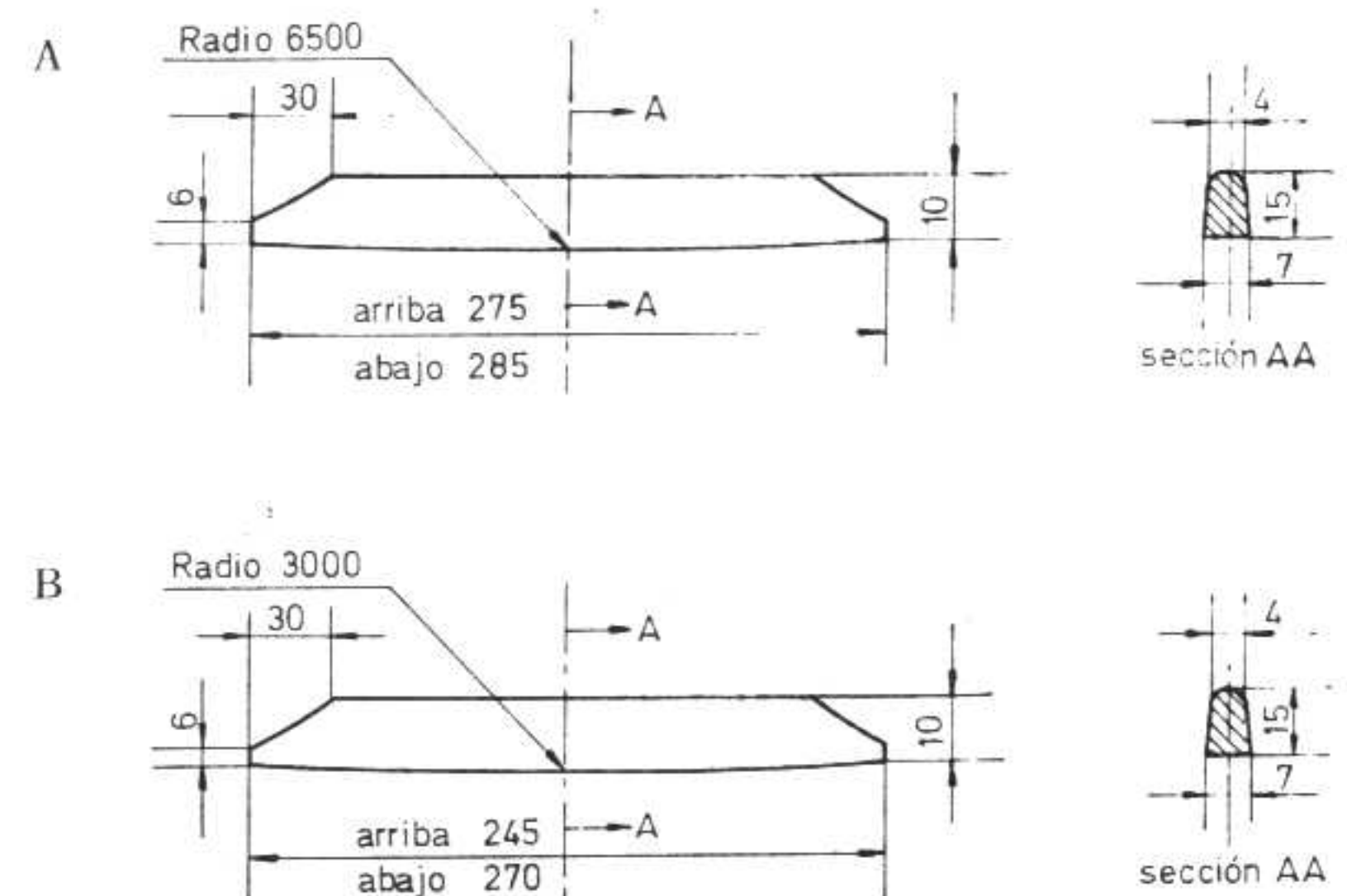


Fig. 56. A. Barretas superiores de la tapa. B. Barretas inferiores de la tapa.

Operación 19. Construcción de las barretas armónicas para el abanico

Las barretas armónicas son muy delicadas de construir, y es obligado hacerlas en dos fases; se construirán semiacabadas para terminarlas una vez colocadas en la tapa armónica. En la figura 57 se indica el acotado de estas barretas en estado de semiacabado y en la figura 58, el sentido correcto de la veta de la madera.

Operación 20. Pegado de las barretas del abanico a la tapa armónica

Se colocarán las barretas obtenidas en la operación anterior, en el utillaje correspondiente, con la cara curva hacia arriba; encoladas estas caras, se pondrá encima la tapa armónica y sobre ésta

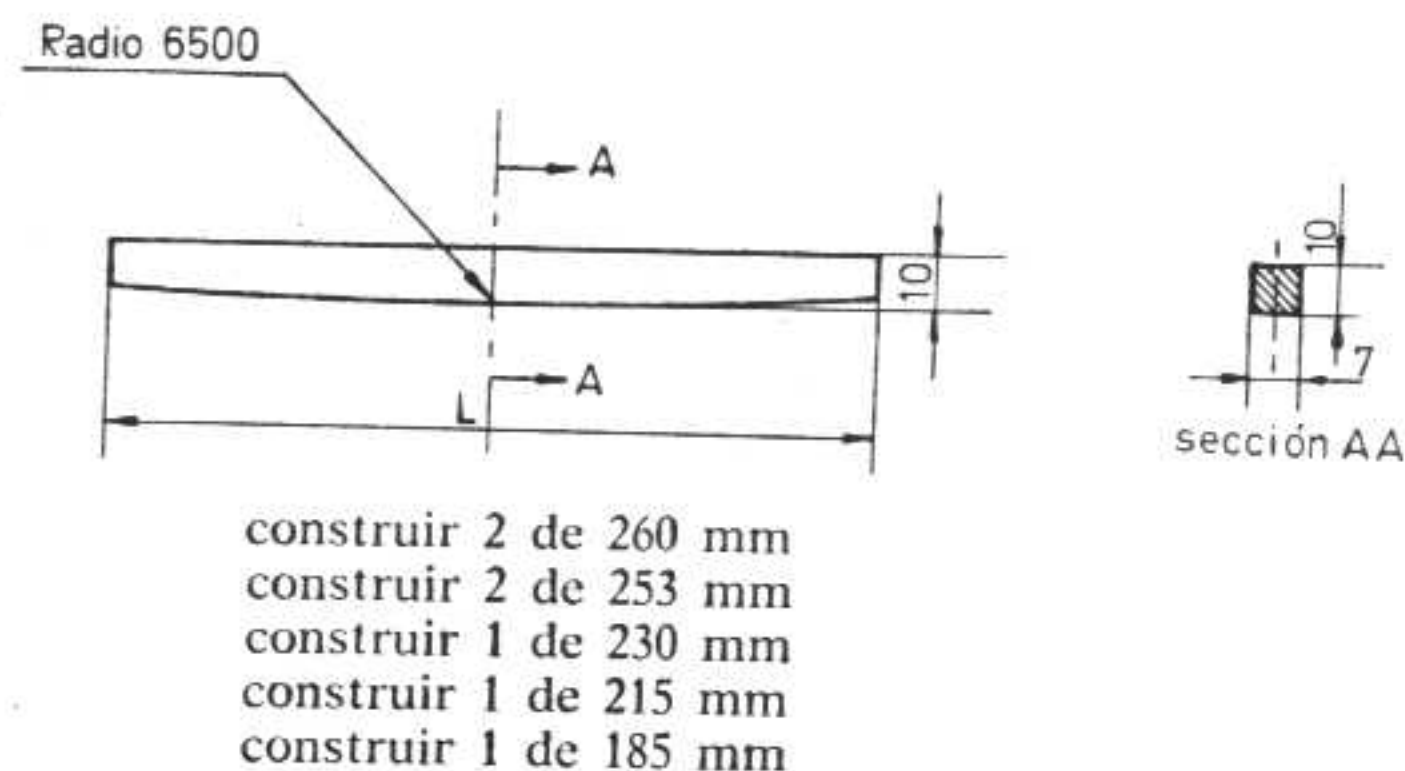


Fig. 57. Barretas del abanico semiacabadas.



Fig. 58. Sentido de las fibras o vetas.

el utillaje para conformarla, representado en la figura 31 A. El paquete así formado se muestra en la figura 59.

Operación 21. Trazado y pegado de las barretas transversales

En la figura 60 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 interferencia con las barretas del abanico, se retocarán éstas lo que proceda. La vista de perfil indica la forma cómo se han de pegar las barretas.

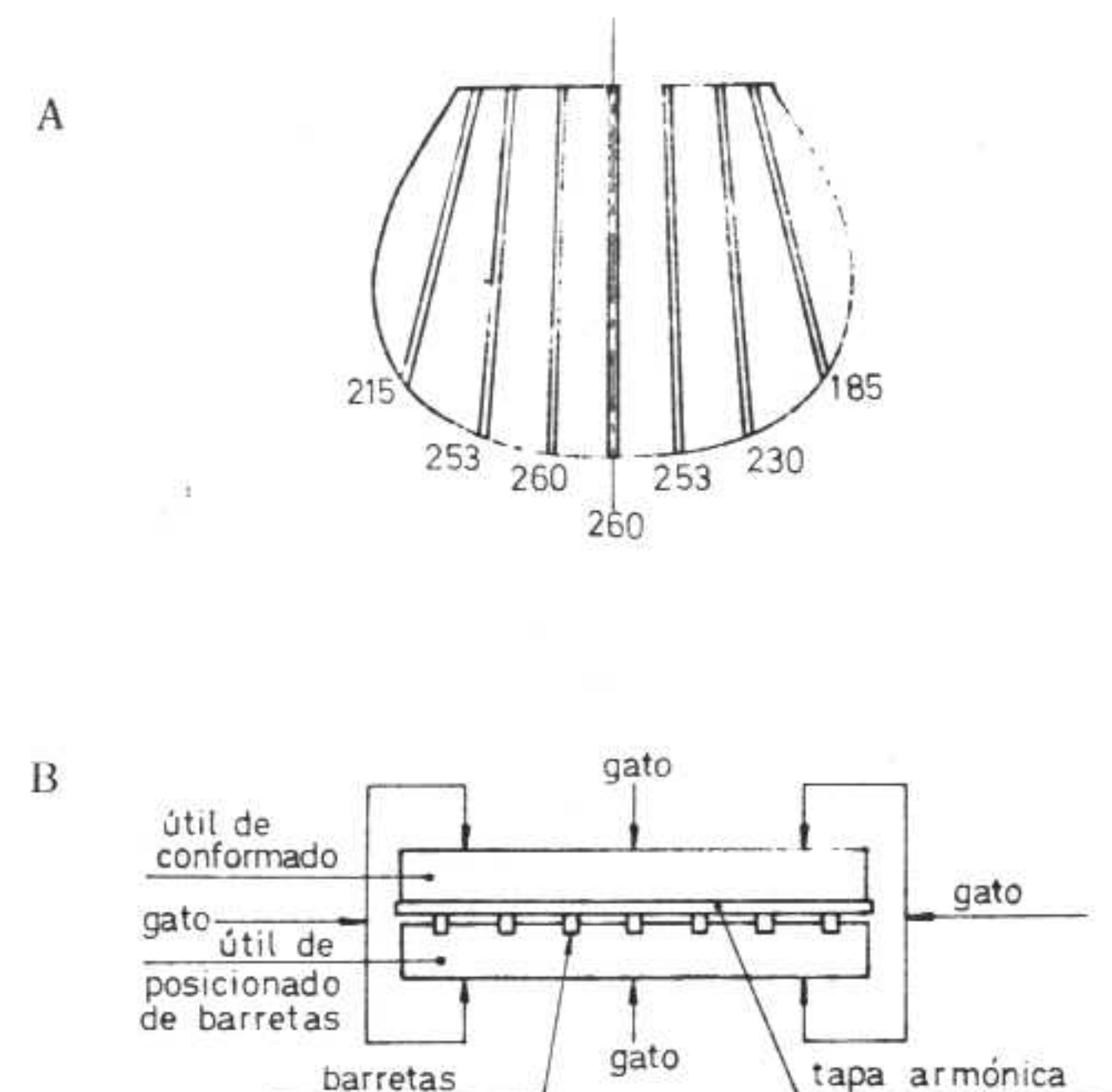


Fig. 59. A. Útil para el alojamiento de las barretas. B. Colocación de las barretas del abanico.

Operación 22. Acabado de las barretas del abanico

Después del proceso de secado de la cola, en la operación anterior, la tapa armónica ya deberá tener su forma abombada y el acabado total de la tapa requiere terminar las barretas del abanico que aún están semiacabadas. En la figura 61 se presenta el acotado de estas barretas acabadas; el radio de 6.000 mm indicado será opcional. Es muy importante que una vez acabadas se lijén usando lijás de varios tipos de grano, hasta conseguir una superficie finísima y, por tanto, un acabado perfecto.

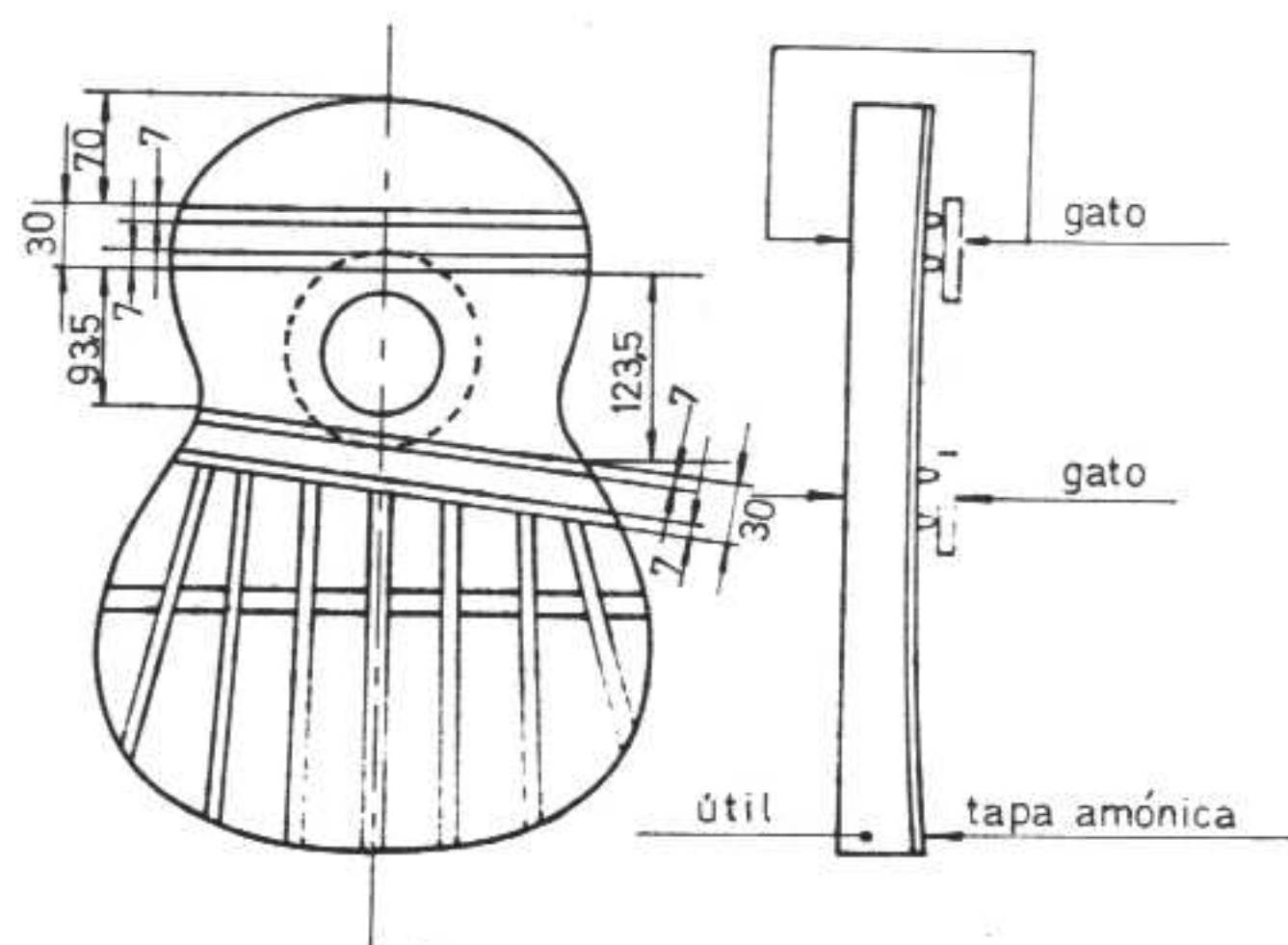


Fig. 60. Trazado del lugar para las barretas transversales.

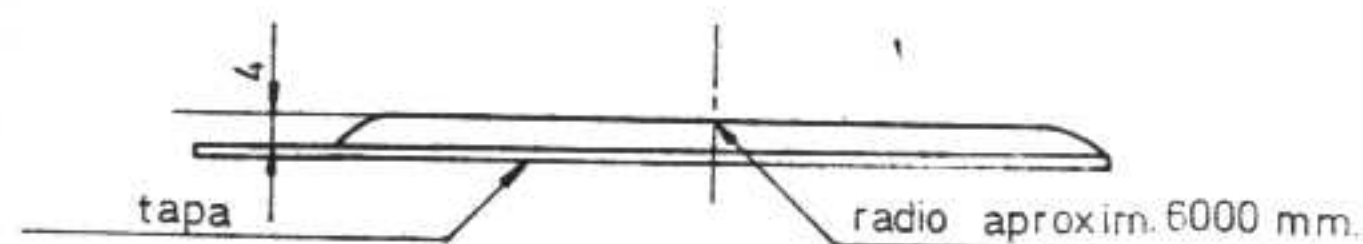


Fig. 61. Acabado de las barretas del abanico.

CONSTRUCCIÓN DEL MÁSTIL EN SEMIACABADO

Operación 23. Trazado y corte del mástil

El mástil, de madera de cedro centroamericano, 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; asimismo, 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, que medirá aún $3,2 \div 3,3$ mm. Así, pues, colocada la tapa el mástil quedará 2,5 mm o 1,5 mm, respectivamente, fuera del nivel de ésta. Dicho desnivel se rebajará en la operación de acabado del mástil, de manera que éste 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 del 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 éstas 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 podrán variar a conveniencia. Asimismo la varilla redonda de madera que se introduce evitará que el mástil se parta por la zona de unión

132

133

Fig. 63. Mantenimiento de los junquillos.

Extraídos los junquillos del agua, se introducirán en el utillaje para la conformación de los flancos, representado en la figura 38.

Technical drawing of a violin body. The front view (left) shows a body with a total length of 500 mm. The top and bottom edges are labeled "gato". The side view (right) shows a body with a total width of 325 mm. The body is divided into two sections, each 235 mm wide. The thickness of the body is 15 mm. The distance between the two sections is 4 mm. The label "cuerda" points to the body.

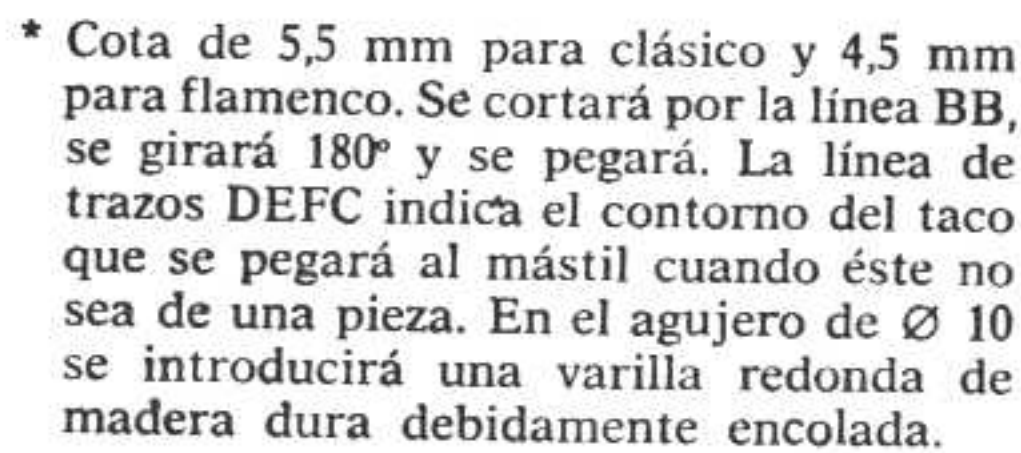


Fig. 62. Mástil semiacabado.

Deberán permanecer en él hasta su secado total. Al retirar los junquillos del utillaje, éstos tenderán a recuperar su forma primitiva, y para evitarlo habrá que construir un sencillo utillaje, ilustrado en la figura 63, donde permanecerán hasta que se requieran en la operación de ensamblaje.

CONSTRUCCIÓN DE LOS FLANCOS

Operación 26. Trazado, corte y remojo

De la misma forma que se prepararon los junquillos, se dispondrán dos tiras de madera, de la misma clase que se utilizó para el fondo (palo santo o ciprés), cuyas dimensiones se indican en la figura 64, se calibrarán previamente a $2,7 \div 2,8$ mm de grueso. Las cotas de los extremos serán 100 y 95 mm si la guitarra es clásica y 98 y 93 mm si es flamenca. Este detalle, que cabría calificar de trivial, se debe a que cuanto más volumen de aire 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 mejor sintonizará la tapa con las vibraciones de las cuerdas de tonalidad alta. Este concepto, unido a otras peculiaridades, hacen decir a algunas personas que la guitarra clásica suena más «dulce» y la flamenca es más «chillona».

Aquí sirve igual recomendación que para la operación anterior, esto es, que el remojo de los flancos se podría haber hecho al principio del proceso, pues requiere muchos días.

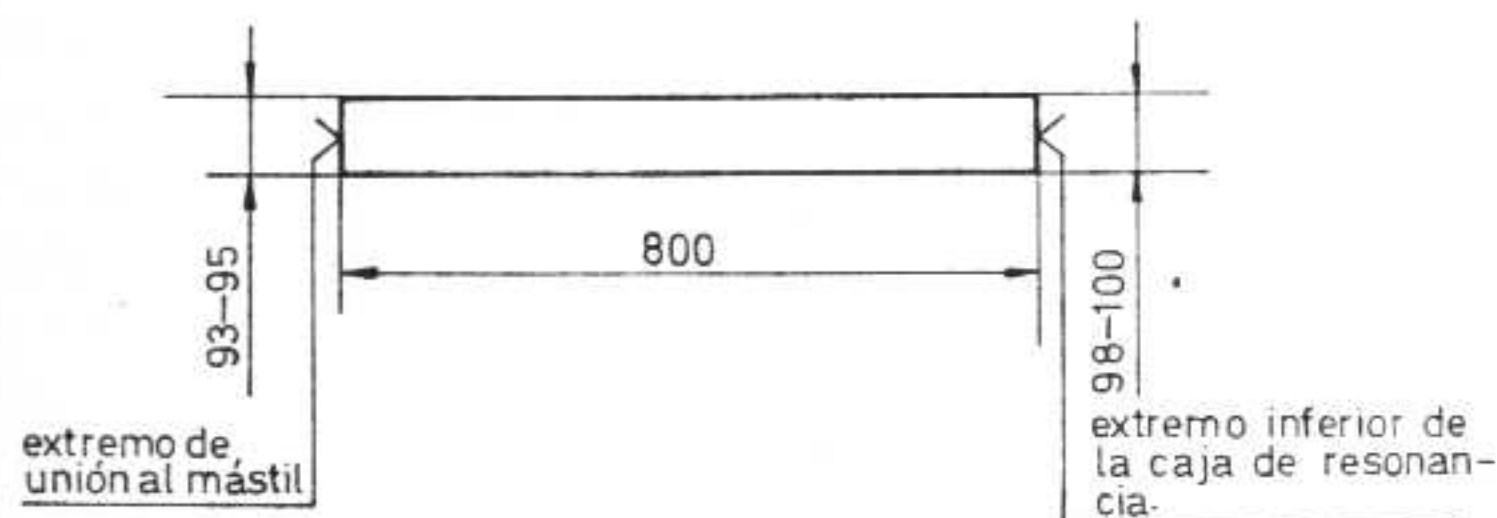


Fig. 64. Trazado de los flancos.

Operación 27. Conformación previa

La conformación previa consiste en dar una forma primaria a los flancos, 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 que representarán aproximadamente las de inflexión. En la figura 65 se indica el acotado de estas líneas. La conformación previa se ha de realizar ante una estufa, o mejor una lamparilla de fontanero, de butano. Como las dos tiras de madera que constituirán los flancos estarán muy mojadas, se acercarán al foco calorífico, naturalmente con cuidado para no llegar a quemar la madera, a la vez que se intentará doblar por las líneas trazadas, y al producirse un secado casi instantáneo por la zona de las líneas, favorecerá el doblado.

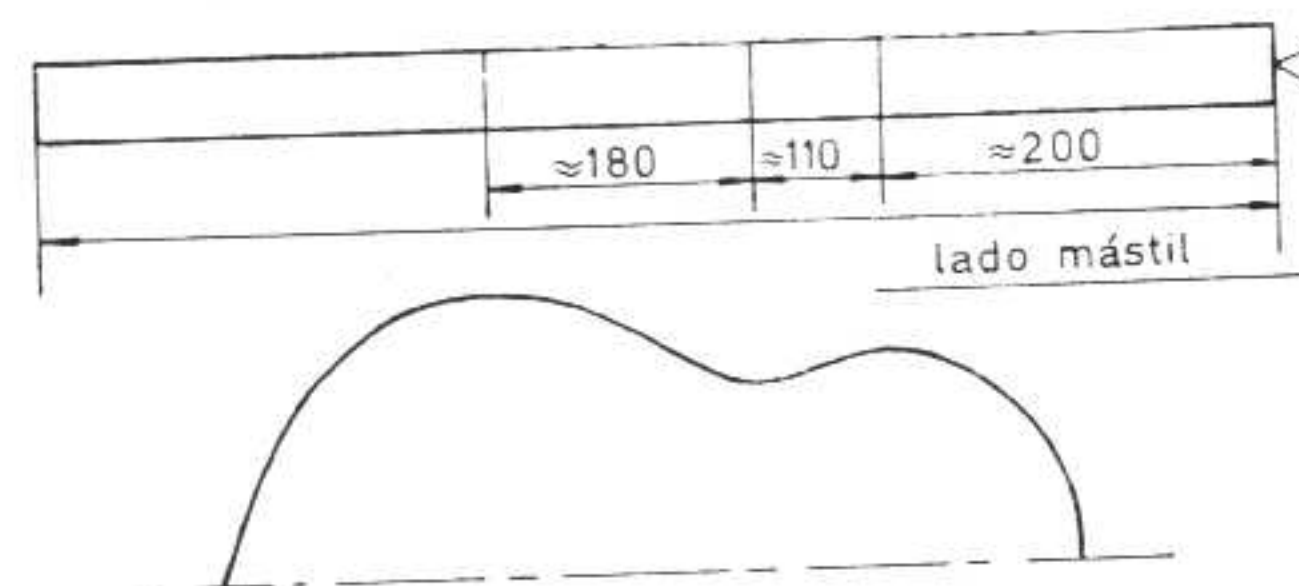


Fig. 65. Conformación previa de los flancos.

Un buen foco calorífico sería un tubo, de 10 cm de diámetro, muy caliente (100 °C).

Operación 28. Conformación de acabado

La conformación de acabado o 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. En la figura 66 se ilustra la forma cómo se mantendrán los flancos hasta que se requiera seguir trabajándolos.

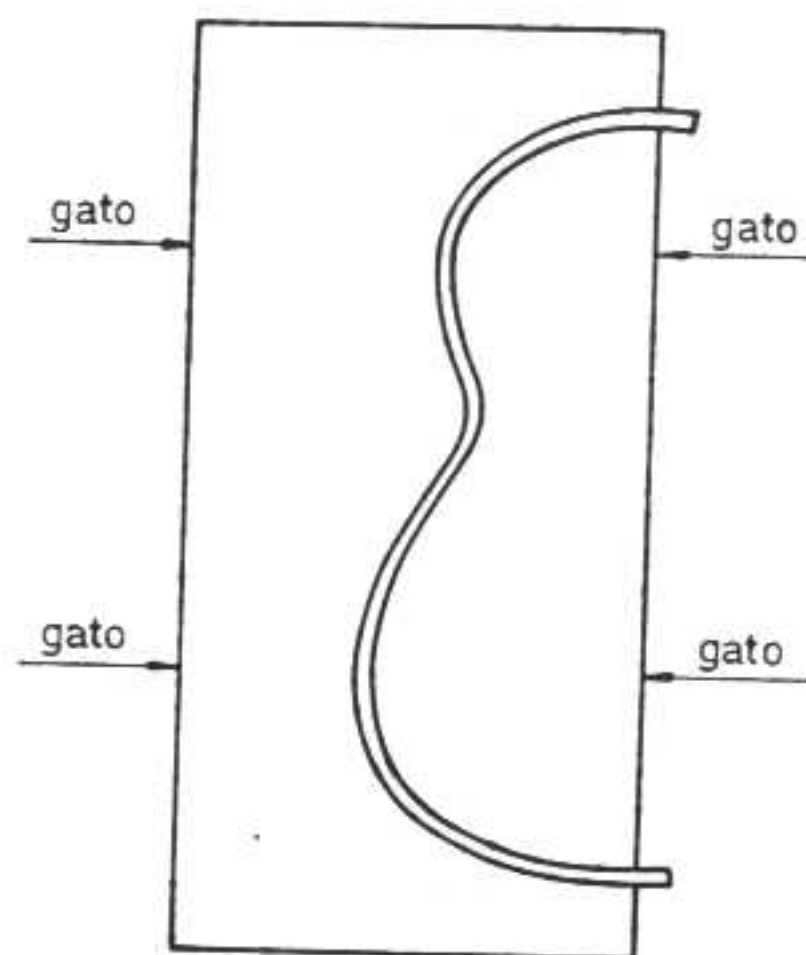


Fig. 66. Conformación de los flancos.

ENSAMBLAJE

Operación 29. Corte a medida de los flancos

Como dijimos oportunamente, los flancos 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 flancos en el utillaje destinado al ensamblaje. En la figura 67 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 sólo orientativo y se deben utilizar cuantos convengan. Los flancos aparecerán superpuestos, o montados, por sus extremos debido a que aún son excesivamente largos; se procederá a efectuar un corte, con sierra recta, por el eje AA y así se podrá ajustar el utillaje de manera

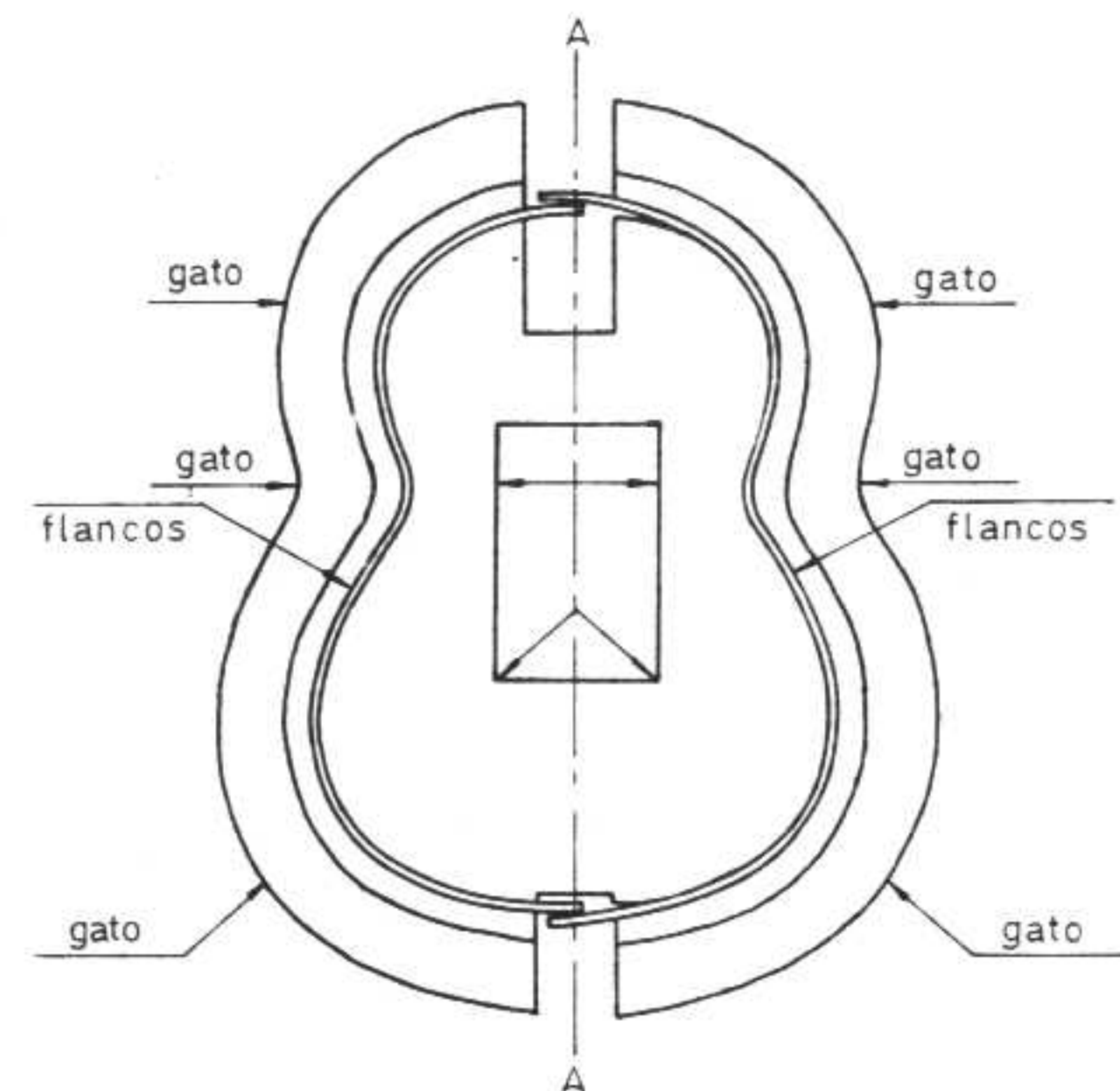


Fig. 67. Corte a medida de los flancos.

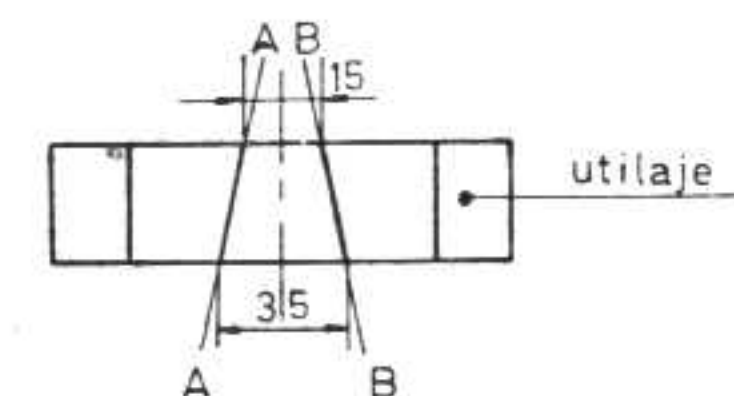


Fig. 68. Corte a medida de los flancos.

definitiva. Por la parte superior de los flancos, habrán de realizarse los cortes que se indican en la figura 68, a fin de que el más-til ajuste perfectamente.

Operación 30. Trazado y construcción del taco inferior

En la figura 69 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 flancos, y al mismo tiempo constituirá un refuerzo imprescindible para la tapa y fondo, cuya distancia será exactamente la altura que tendrá el taco construido.

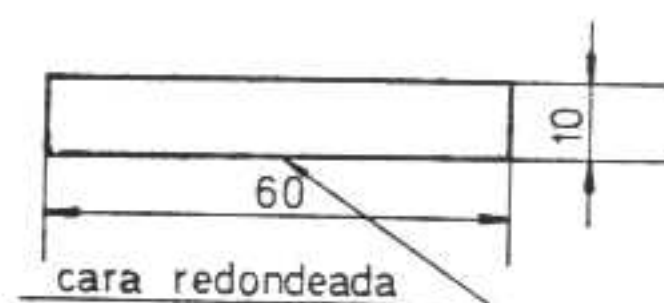


Fig. 69. Taco inferior.

Operación 31. 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 unión con los flancos, por ello se encolará esta cara y se pe-

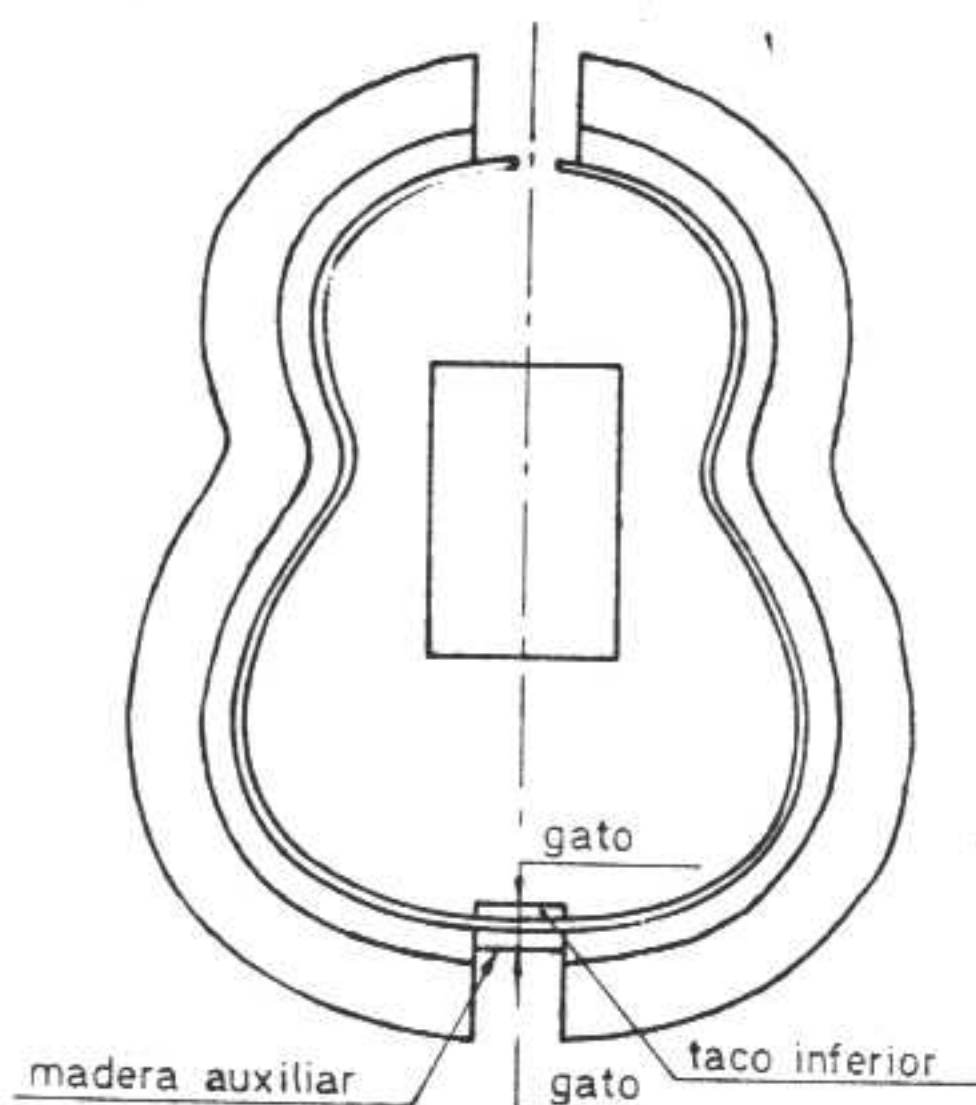


Fig. 70. Colocación del taco inferior.

gará haciendo presión con gatos o incluso clavando unas puntitas en las proximidades de la junta de los flancos, que desde luego se habrán de sacar después. En la figura 70 se muestra la colocación del taco.

Operación 32. Colocación del mástil

El mástil, que estará semiacabado, se colocará en su lugar, o sea, se introducirán los extremos de los flancos en las ranuras que lleva el mástil; en cualquier caso habrá que retocar, sobre la marcha, estas ranuras o los flancos 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 71 se explica esta operación.

Operación 33. Pegado de los junquillos interiores para el apoyo de la tapa

En la figura 71 se ilustra cómo 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 flancos, usando bastantes gatos pequeños (también podrían utilizarse pinzas de tender la ropa).

Operación 34. Ejecución de los encastres en los junquillos para alojar las barretas transversales de la tapa y las del abanico

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 encastres en los junquillos, que alojarán todos los extremos de las barretas.

Operación 35. Colocación 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 más mejor, para que tapa y flancos 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.

Operación 36. Colocación de los junquillos interiores para el fondo

Se procederá a desmontar la guitarra del útil para el ensamble y se montará en el útil para la colocación del fondo, representado en la figura 41. Se colocará también la parte hembra del

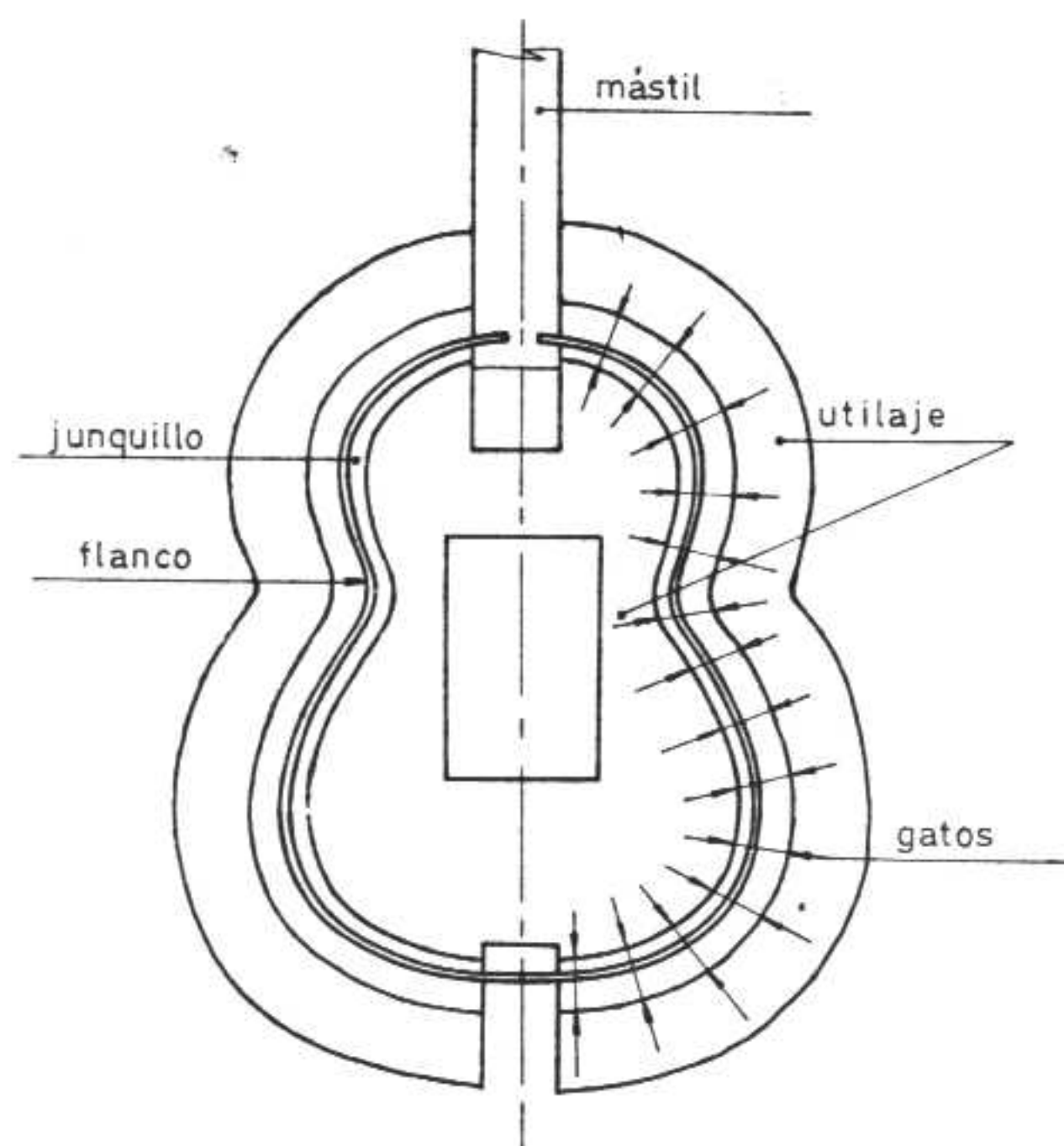


Fig. 71. Colocación de los junquillos para la tapa.

útil que se acaba de desmontar y de esta manera se procederá a pegar los junquillos para el apoyo del fondo exactamente tal como se hizo en la operación 33. En la figura 72 se muestra esta operación.

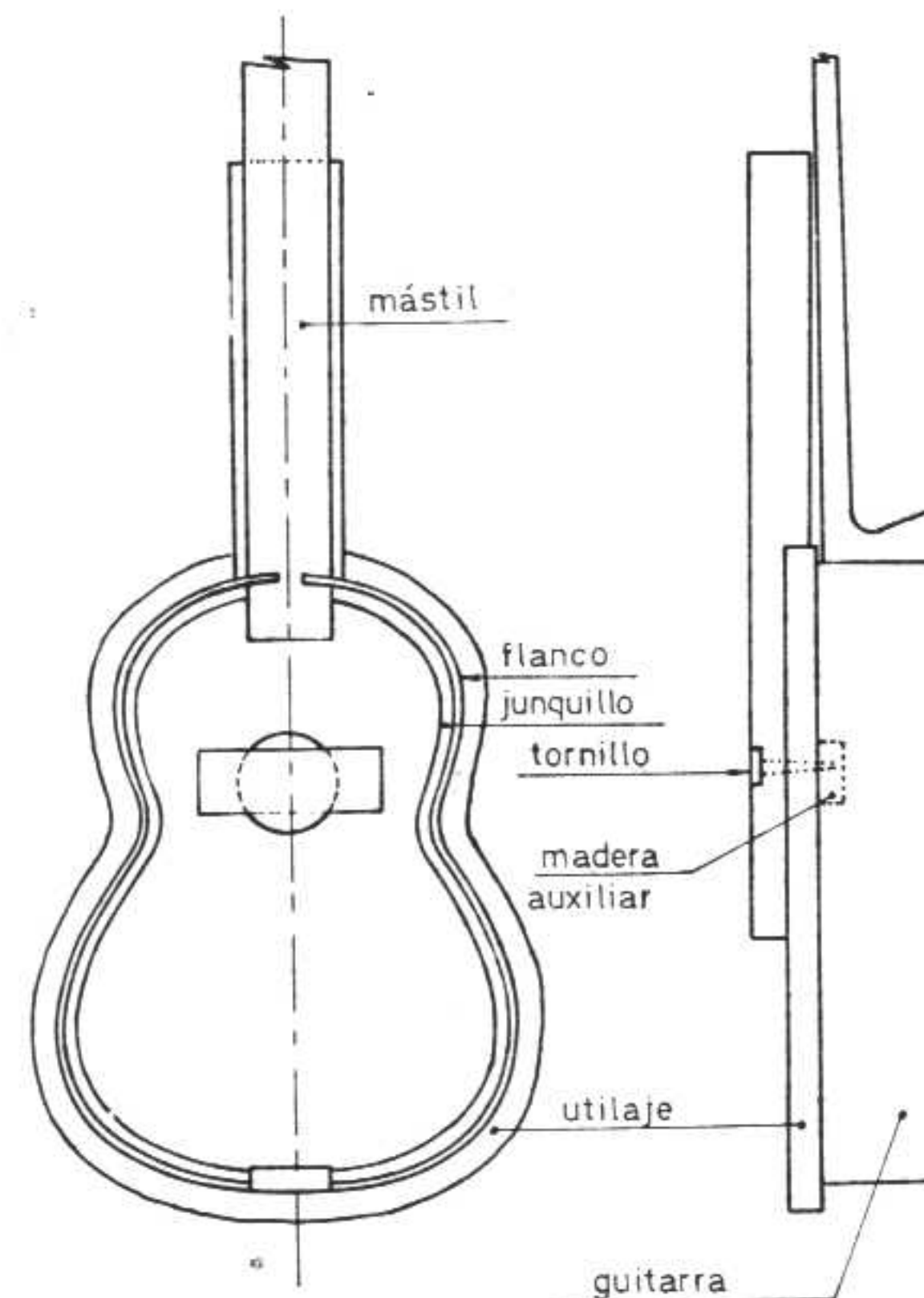


Fig. 72. Colocación de los junquillos para el fondo.

Operación 37. Colocación de los refuerzos de los flancos

A fin de que los flancos tengan más resistencia se refuerzan con unos listones pequeños precisamente en las zonas de inflexión de las curvas. En la figura 73 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 donde se apoyan la tapa y el fondo.

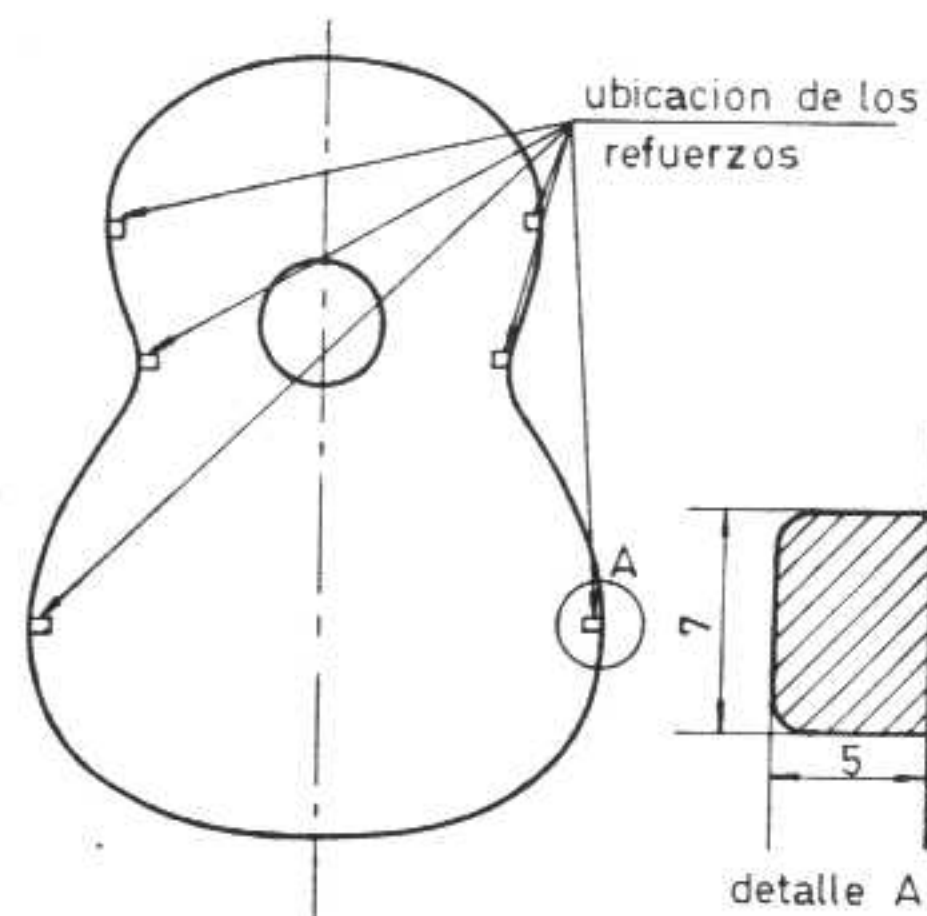


Fig. 73. Colocación de los refuerzos de los flancos.

Operación 38. Ejecución de los encastrés en los junquillos para alojar las barretas transversales del fondo

Para no ser reiterativos nos remitimos a todo lo dicho en la operación 34, ya que el fondo deberá tener el mismo tratamiento que la tapa.

Operación 39. Colocación del fondo

La colocación del fondo es idéntica a la de la tapa armónica, por lo que nos remitimos a la operación 35, y reiteramos la importancia que tiene el número de elementos 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.

Operación 40. Recorte del exceso de madera de la tapa y del fondo, a ras de los flancos

Ya está la guitarra totalmente formada, pero aún faltan los retoques finales. Lo primero que se deberá hacer es recortar, a ras de los flancos, el exceso de madera que tienen la tapa y el fondo en toda su periferia, limando siempre desde fuera hacia los flancos.

Operación 41. Ejecución de los encastrés para alojar los junquillos de los bordes

Esta delicada operación, indicada en la figura 74, aconsejamos realizarla con una fresa mecánica portátil; de no disponer de este elemento, habrá que hacerla manualmente usando un gramil con cuchilla muy afilada.

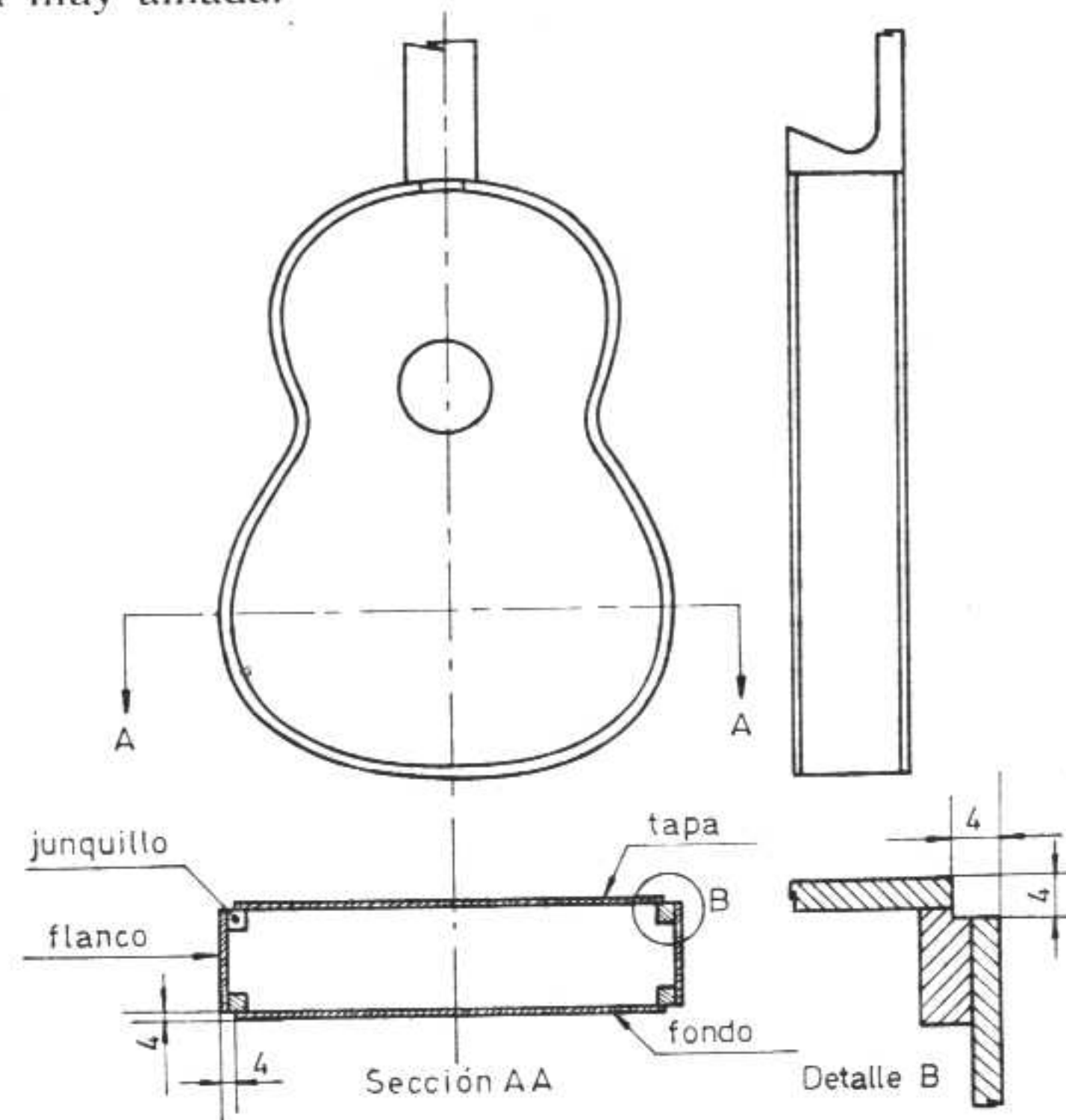


Fig. 74. Ejecución de los encastrés para alojar los junquillos.

En la figura 75 se ilustra, totalmente 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.

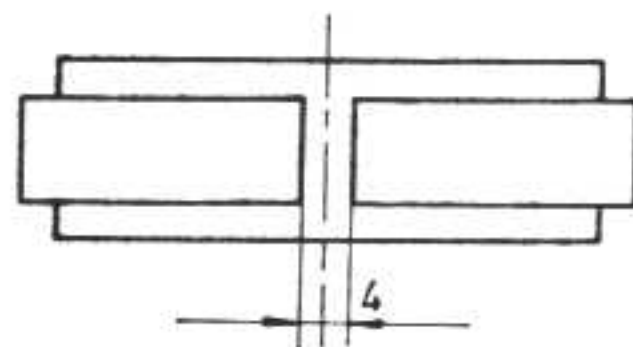


Fig. 75. Encastre inferior.

Operación 42. Preparación de los junquillos de los bordes y parte inferior de los flancos

Los junquillos que rellenarán los encastres contruidos 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 del constructor de guitarras. No obstante, a título indicativo, creemos que unos junquillos muy recargados de colorines puede que alegren la vista, pero no son síntoma de elegancia. Sin embargo, unos junquillos austeros y de mucho contraste dan al instrumento un toque de buen gusto; por ello, aconsejamos usar en este tipo de junquillo dos clases de maderas: la blanca y la negra. Para este adorno se requieren dos clases de junquillos, a fin de que su presencia se haga patente por la parte de la tapa y por la de los flancos, ambos de 800 mm de longitud. En las figuras 76 A y B se ilustran los dos tipos de junquillos. El junquillo exterior, representado en la figura 76 A, se construirá de la forma siguiente: a un 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 ésta 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.

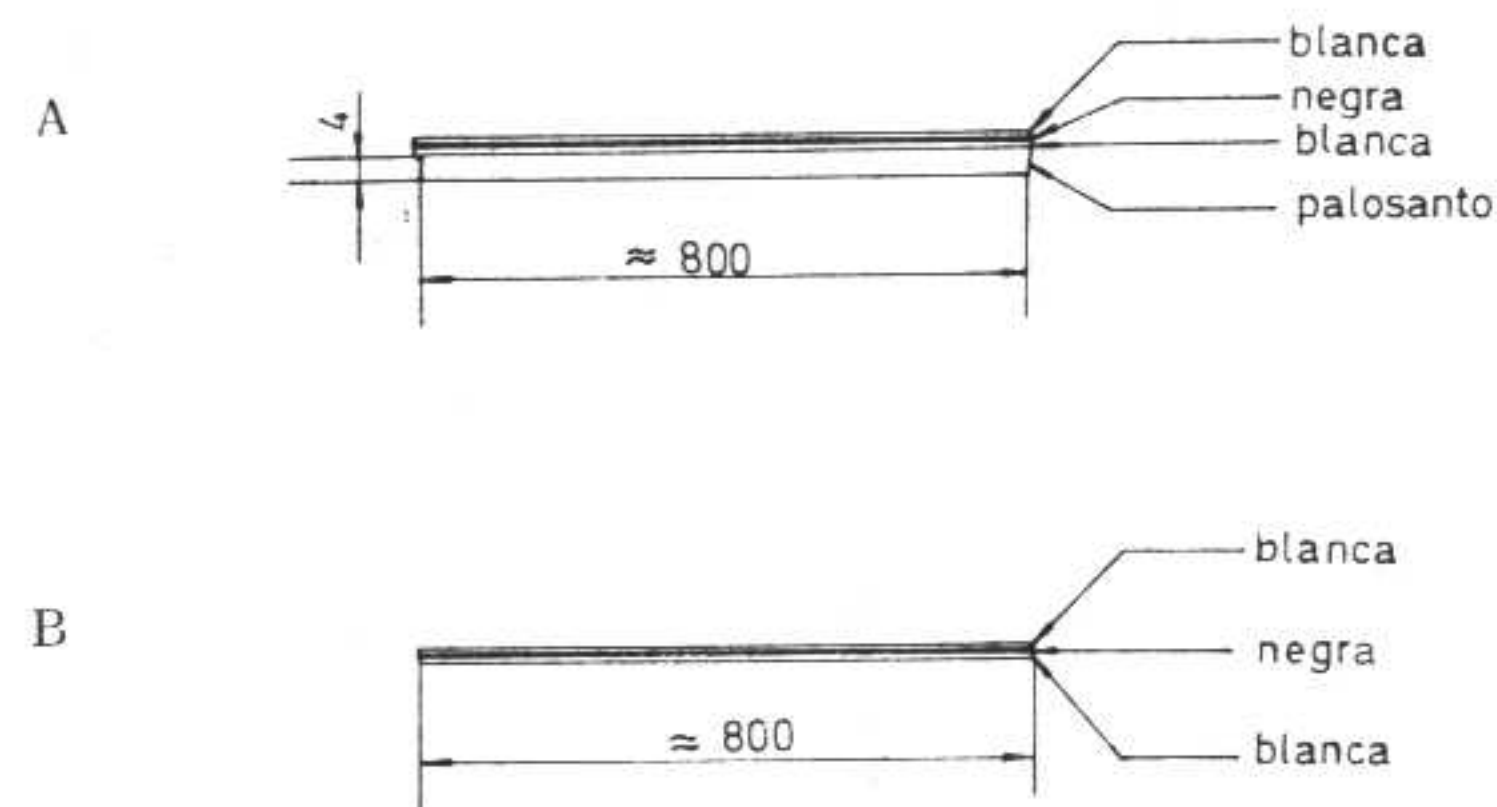


Fig. 76. A. Junquillo exterior. B. Junquillo interior.

El junquillo interior, ilustrado en la figura 76 B, es más 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.

Operación 43. Colocación de los junquillos de los bordes y de la parte inferior de los flancos

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, quedaría obviamente inservible, y, además, podría peligrar el canto de la guitarra.

En la figura 77 se ilustra la manera de colocarlos, que se hará encolando y atando simultáneamente los dos tipos de junquillos; la operación se hará en cuatro fases, ya que son cuatro los bordes que se han de rellenar con los junquillos.

- 1.^a Colocación de los junquillos de la parte izquierda de la tapa.
- 2.^a Colocación de los junquillos de la parte derecha de la tapa.
- 3.^a Colocación de los junquillos de la parte izquierda del fondo.
- 4.^a Colocación de los junquillos de la parte derecha del fondo.

Naturalmente, el orden de colocación no altera la buena marcha de la operación. La parte inferior de la caja de resonancia se rellena

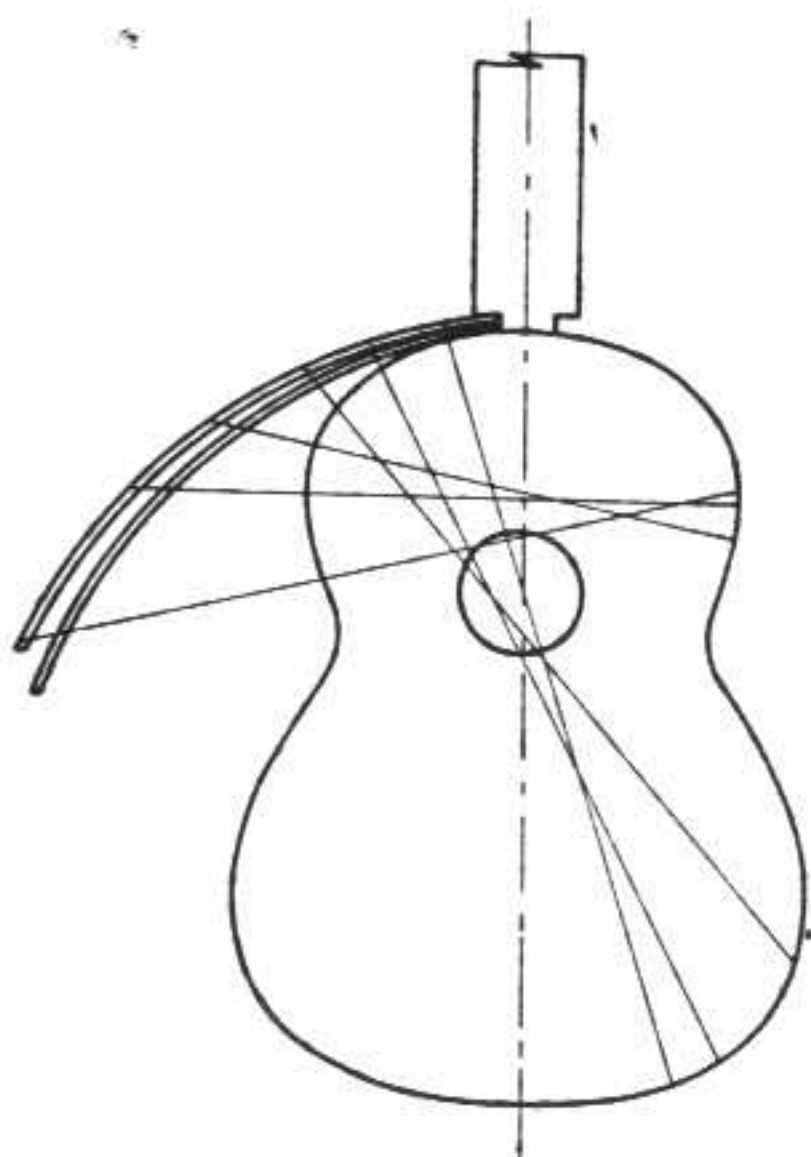


Fig. 77. Colocación de los junquillos.

nará con el trozo de junquillo que sobró cuando se construyó el fondo de la guitarra.

Desliada la cuerda por última vez, 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. Esta fase se hará con una cuchilla de ebanista, muy afilada.

Operación 44. Colocación de la tapeta en la cara posterior del mástil (tacón)

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.

Operación 45. Acabado de la cara anterior del mástil

La cara anterior del mástil estará a distinto nivel que la tapa armónica y habrá que quitar el exceso de madera del mástil. En la

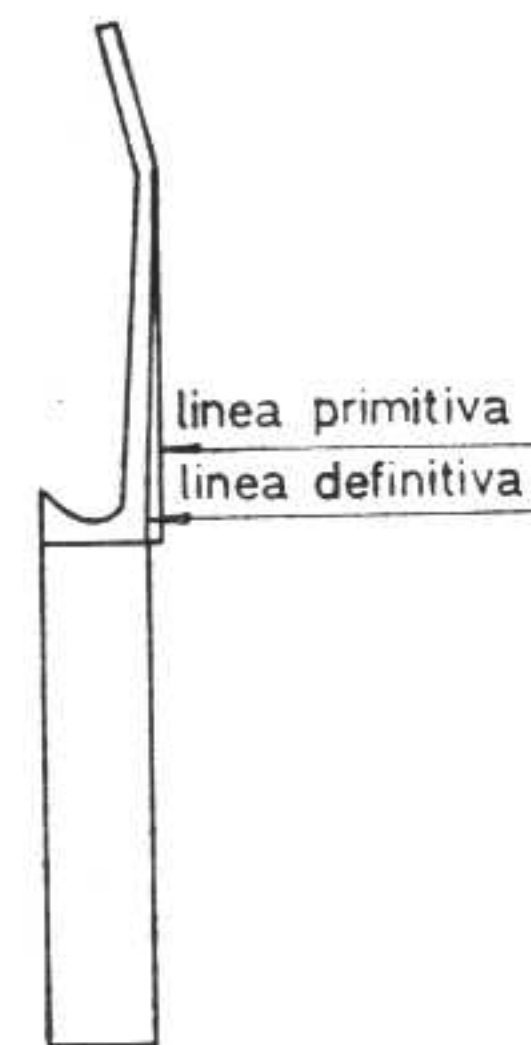


Fig. 78. Terminación de la cara anterior del mástil.

figura 78 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 utilizará un cepillo muy afilado y con poco corte.

Operación 46. 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.

Operación 47. Preparación del diapasón

El diapasón, que será de ébano, tendrá unas medidas mínimas, indicadas en la figura 79. Con estas medidas y bien pulido, se trazará su eje de simetría, que haciéndolo coincidir con el del mástil, se presentará sobre éste en su justa situación (A); con un lápiz y metiendo la mano por el agujero de la guitarra, se trazará el sobrante de madera que se recortará debidamente. El plano del mástil y el de la tapa armónica no son paralelos, por lo cual, al presentar el diapasón, es obvio que no asiente bien en la tapa. Para ajustarlo habrá que hacer el trazado correspondiente en el diapasón y eliminar el exceso de madera hasta conseguir un asiento perfecto a todo lo largo del diapasón. A criterio de los lectores, el acabado del diapasón se podría hacer después de haberlo montado.

Operación 48. Pegado del diapasón

Tras haberse asegurado 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 5 mm que habrá de dejarse para ubicar el hueso superior. En la figura 79 B se muestra la posición exacta del diapasón.

Si se hubiere montado el diapasón sin haberlo acabado, ahora sería el momento oportuno para terminarlo, ateniéndose a las medidas indicadas en la figura 79. De una u otra forma, se tendrá muy en cuenta que la condición de planaridad del diapasón es fundamental para el sonido de la guitarra.

Operación 49. Trazado 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

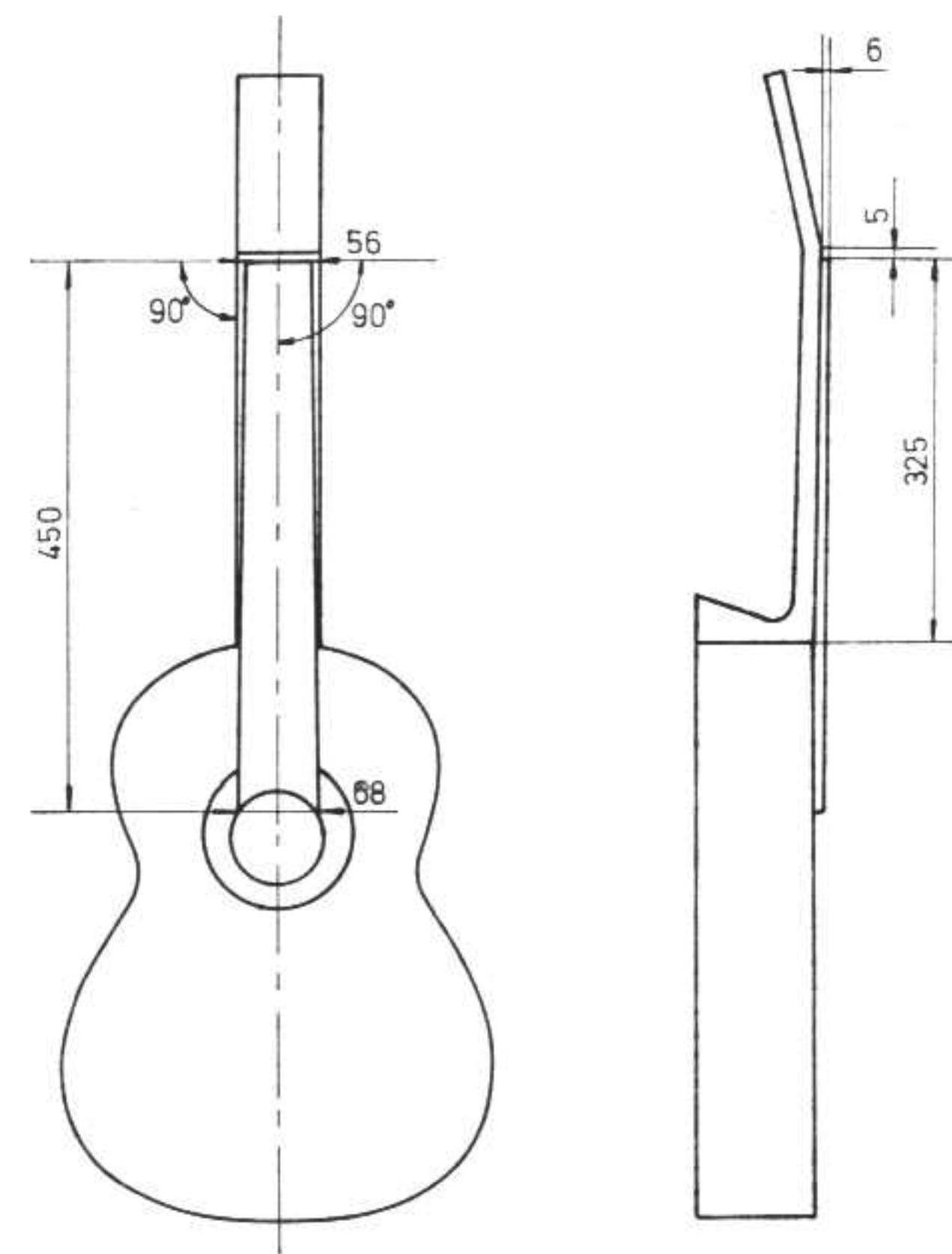


Fig. 79. Preparación y pegado del diapasón.

opcional, hasta el punto de que cada constructor diseña su propio modelo, siendo esto en la mayoría de las veces la contrasena por la que se distingue un constructor de otro, característica que se hace patente incluso cuando el instrumento se observa desde lejos. En la figura 80 se ilustra una cabeza de guitarra, a cuya parte superior hemos dado una forma muy simple a fin de que no se parezca a ninguna otra. Antes de realizar esta operación de trazado

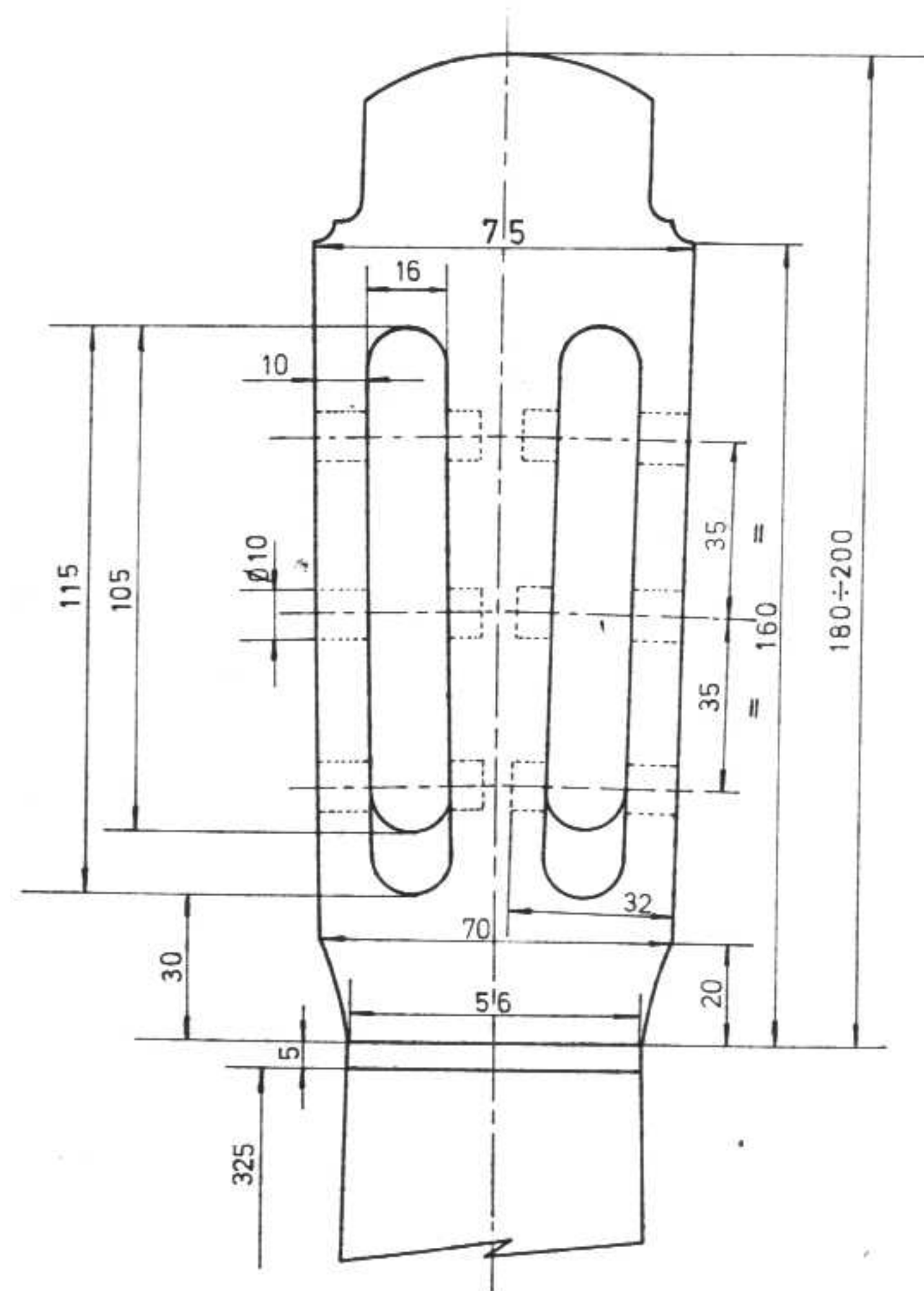


Fig. 80. Trazado de la cabeza.

se deberá considerar la opción de construir la tapeta (véase la operación 51) y colocarla; para ello se deberá tener destreza en el manejo de las herramientas, pues de lo contrario podría comprometerse el éxito de la operación. Hay artesanos que tallan la cabeza, lo cual requiere gran habilidad y siempre se acompaña con la talla del zuncho de la boca, por lo que así el instrumento presenta un aspecto de gran belleza.

Operación 50. Acabado de la cabeza y del mástil

Trazada ya la cabeza se procederá a su acabado, así como al del mástil acotado en la figura 81. 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.

Operación 51. Trazado y colocación de la tapeta de la cabeza

La tapeta se construirá de madera de palo santo y tendrá 2 mm

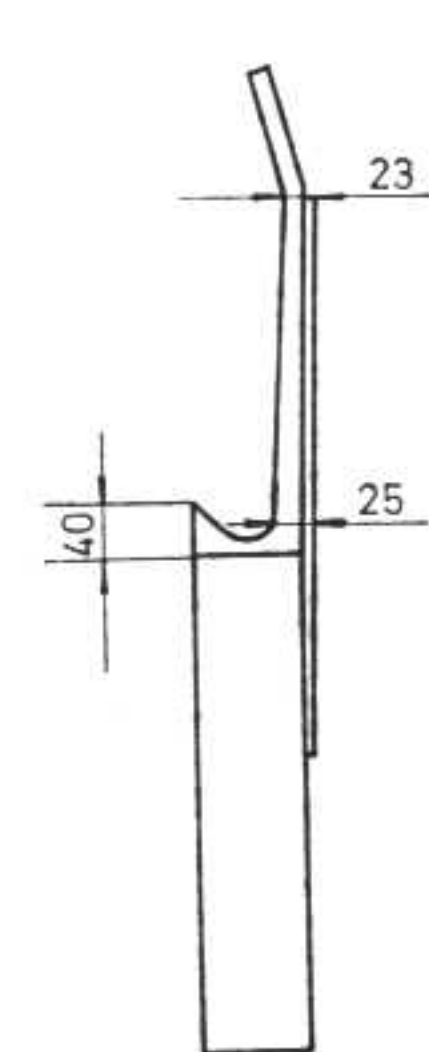


Fig. 81. Acotado del mástil acabado.

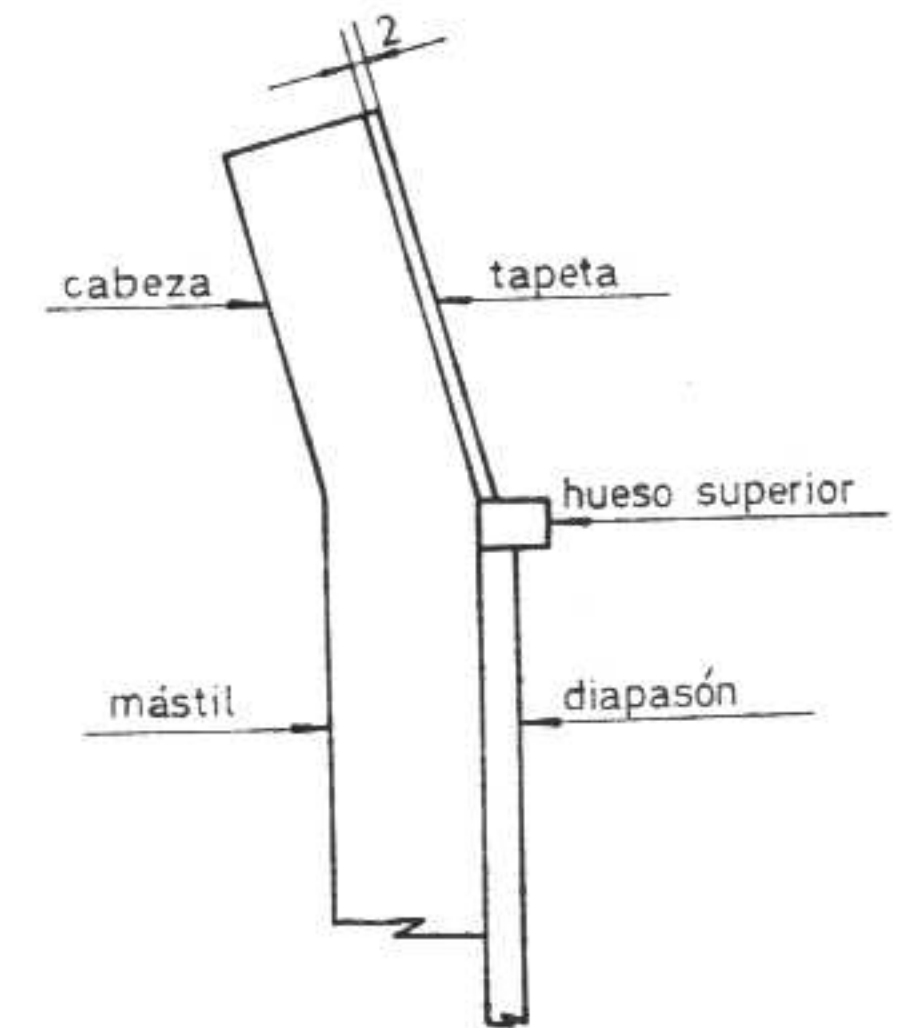


Fig. 82. Posición de la tapeta.

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 82 se muestra la posición de la tapeta.

Operación 52. Lijado general

La operación de lijado, a pesar de que parece algo caprichosa y que sólo sirve para dar suavidad al instrumento, es fundamental, ya que el lijado del interior de la guitarra tiene tanta importancia como el lijado exterior. Ello se debe a que un instrumento que no hubiera sido lijado tendría muchas fibras semisueitas que naturalmente se pondrían a vibrar cuando se excitaran las cuerdas; estas vibraciones consumirían parte de la energía mecánica suministrada a las cuerdas y, por tanto, repercutiría en una merma de la energía sonora que se esperaba recibir. En esta operación nos referimos al lijado de la parte exterior de la guitarra, y se deberá hacer en dos etapas; una en semiacabado y la otra supondrá la etapa final de la construcción.

Para la primera etapa se procederá al lijado general de toda la guitarra con papel de lija entrefino (n.º 6), después se cepillará para eliminar el polvo y, posteriormente, se humedecerá toda la madera con una bayeta mojada en agua y escurrida, para que se levante el pelillo, o sea, las fibras que aún quedan semisueitas en la madera; por último se lijará con papel de lija muy fino (n.º 0).

Operación 53. Trazado y construcción del puente

Se trazará el puente con toda exactitud y se construirá de madera de palo santo. En la figura 83 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 una cuchilla de ebanista muy afilada, se registrará constantemente sobre la tapa, por el procedimiento del grafito, hasta que el puente y la tapa ajusten perfectamente.

No se olvide que de esta unión dependerá, en buena parte, la potencia sonora de la guitarra.

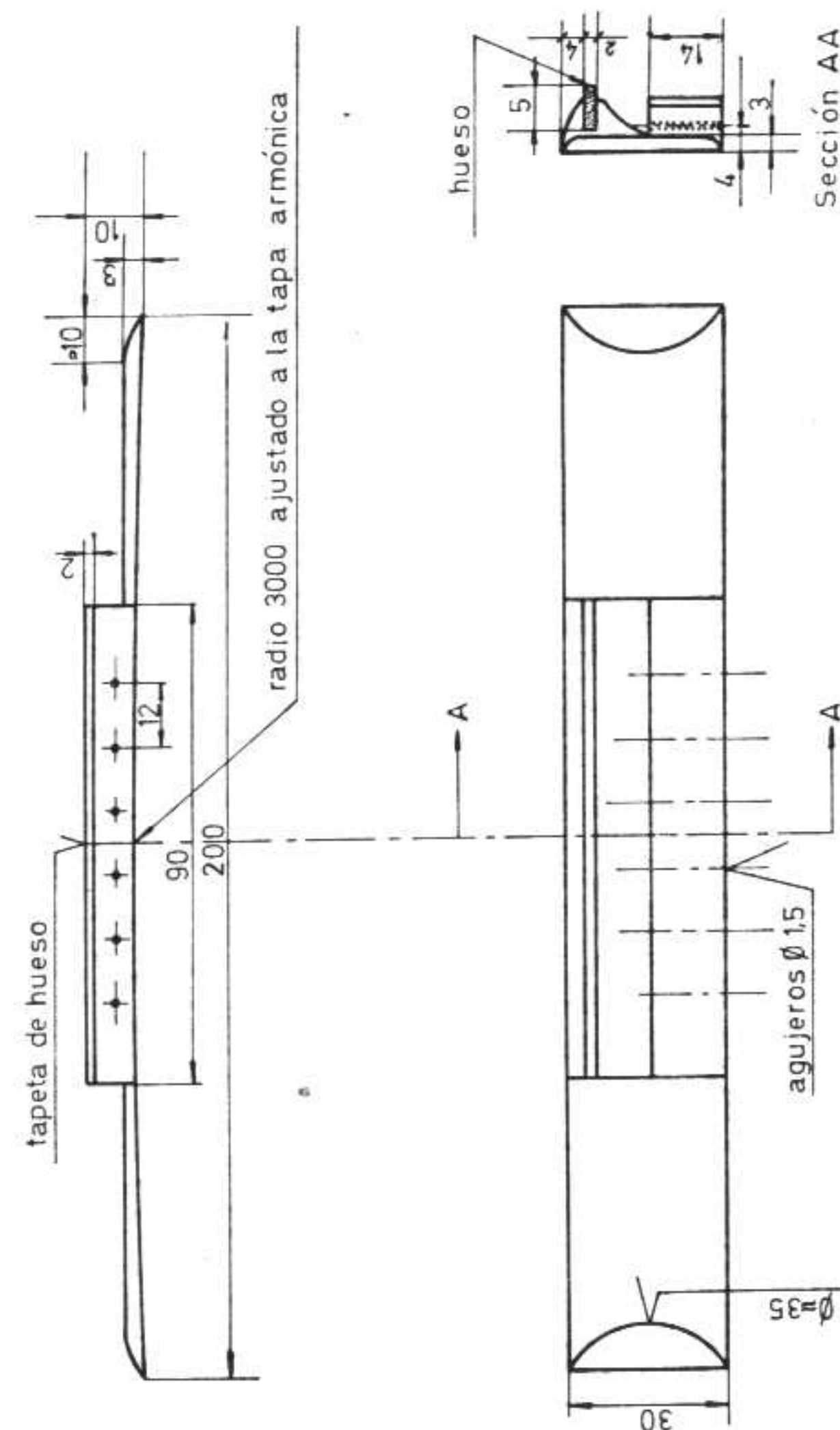


Fig. 83. Puente.

Operación 54. Colocación del puente

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 84. El puente es una pieza que tiene gran importancia en la guitarra, por ser el elemento que más fuerza ha de soportar pese a sus limitadas dimensiones; por esta razón, antes de colocarlo en la tapa se le hará un rayado tal como se indica en la figura 85.

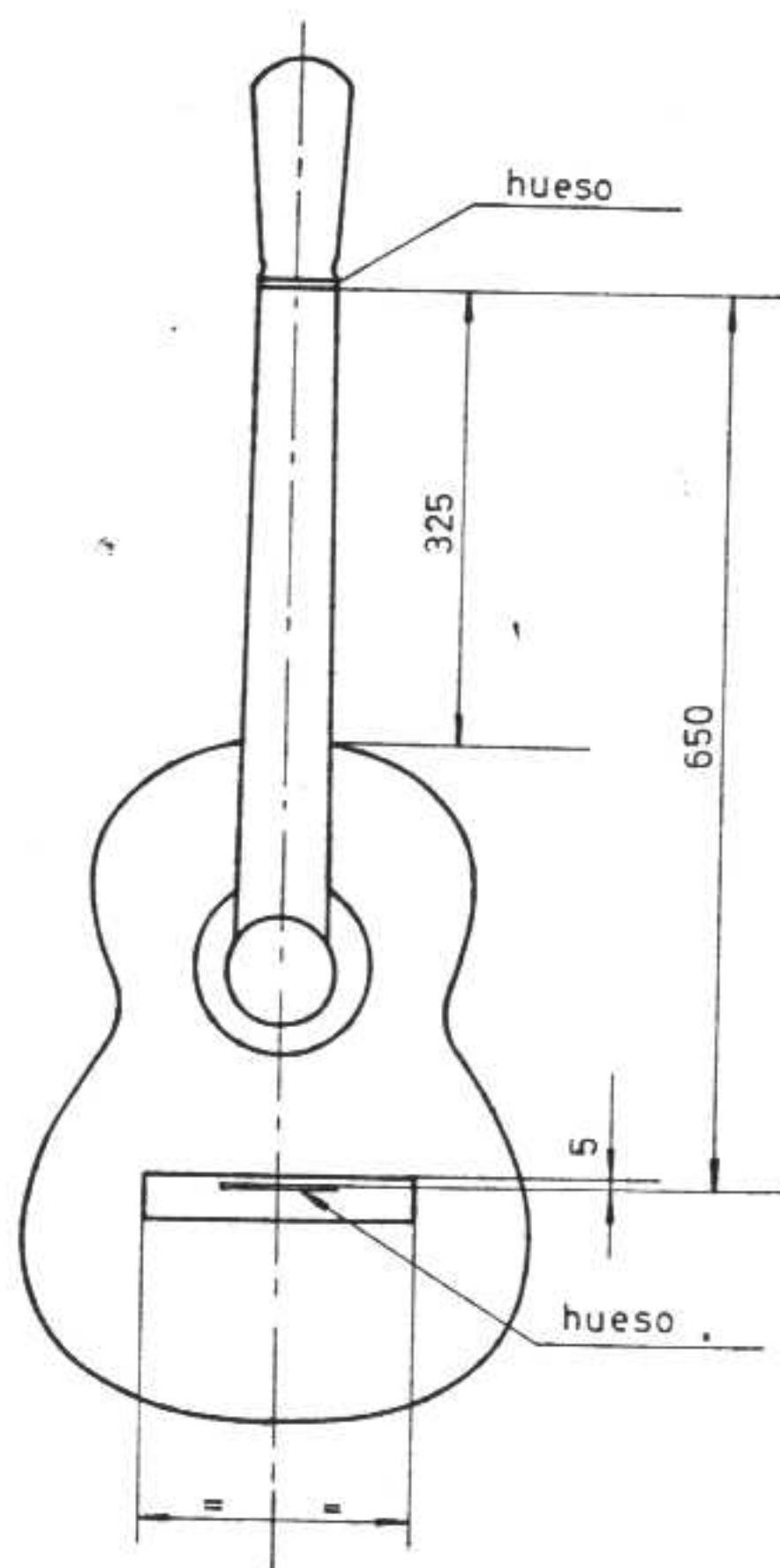


Fig. 84. Colocación del puente.

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 clavitos que entrarán 2 mm en el puente y 2 mm en la tapa armónica, y así quedaría un puente de la máxima resistencia.

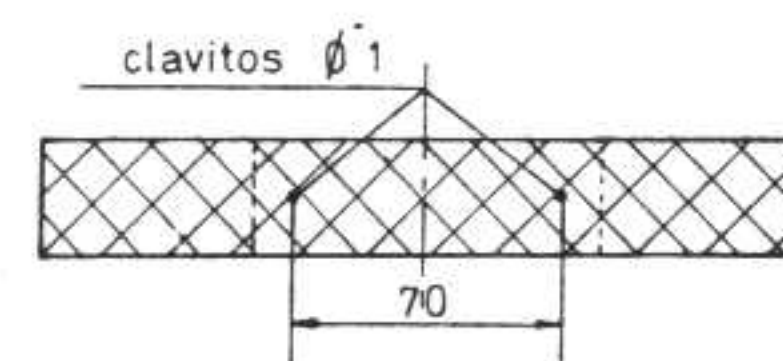


Fig. 85. Rayado del puente y colocación de los clavitos.

Operación 55. Trazado y cortes del diapasón

El trazado y cortes del diapasón es una de las operaciones más delicadas y, por supuesto, la de mayor precisión, toda vez que las tolerancias que se podrían admitir serían 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 éste no afinara bien. En la figura 86 se representa el trazado del diapasón; para el acotado véase el capítulo correspondiente a su cálculo, en que se da la tabla de valores para un diapasón de una guitarra de 650 mm entre huesos. 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 barritas metálicas que se utilicen.

Operación 56. Colocación de las barritas metálicas del diapasón

Las casas constructoras sirven las barritas metálicas en forma de un alambre de sección circular, con un apéndice que es el que entrará en los cortes efectuados en la operación anterior. Se cortarán y enderezarán las diecinueve barritas, cada una a su medida, y se tendrá en cuenta que ésta deberá ser algo escasa porque en tiempo caluroso el metal se dilatará y entorpecerá la buena ejecución. Se colocarán usando un martillo de plástico, o en su defecto, uno normal de hierro pero interponiendo entre las barritas y el martillo una madera para no deteriorar las barritas. Si alguna barrita quedara holgada en su ranura se podrá encolar y presionar durante el tiempo necesario. Una vez clavadas las barritas, se procederá a nivelarlas utilizando una madera rigurosamente plana, con una cara forrada de papel de lija muy fino. Esta operación es importantísima, pues de no hacerla las cuerdas podrían rozar con las barritas y producir un ruido desagradable, y entonces se dice que cerdean. En esta operación hay que insistir hasta asegu-

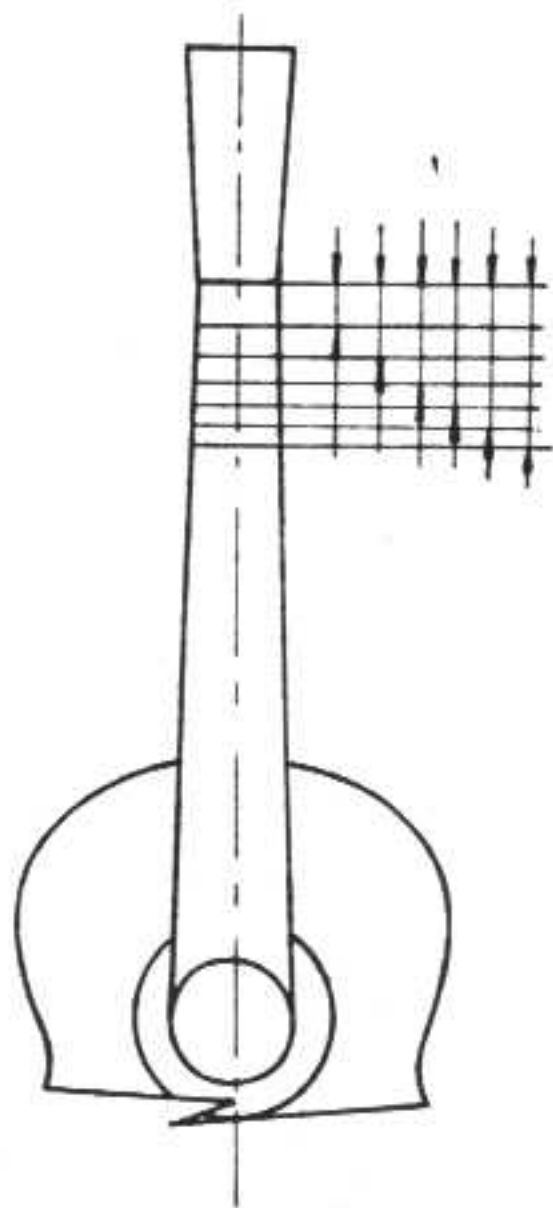


Fig. 86. Trazado y corte del diapasón

rarse de que se han tocado con el papel de lija todas las barritas, que naturalmente perderán su primitiva forma de segmentos circulares. Una manera muy eficaz de realizar esta operación es pintar las barritas con tinta indeleble, y alisarlas hasta que desaparezca la tinta, lo cual se repetirá, como mínimo, dos veces.

Operación 57. Colocación del clavijero y desmontaje de éste

Se colocará 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 una sorpresa desagradable, debida a algún fallo, cuando la guitarra estuviese barnizada.

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

Operación 58. Lijado de acabado

La última operación de tipo mecánico que se realizará será el lijado de acabado, que se hará con papel de lija extrafino (n.º 000) o bien con papel de lija de pintor de coches, de grano 800. Se deberá efectuar este lijado de manera muy suave y sin 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 apreciarán 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 más directamente con las manos, sino interponiendo una bayeta entre la mano y el mástil.

Operación 59. Barnizado

Con el afán investigador que hemos realizado el estudio de la guitarra y con el interés en cuantificar cuantas magnitudes nos ha sido posible, hemos tenido ocasión de probar muchas guitarras antes y después de barnizarlas y nunca hemos podido comprobar

diferencias en lo que se refiere a la potencia sonora, aunque la opinión general dice que el barniz resta potencia a la guitarra. Obviamente, al variar las condiciones de la tapa armónica por la adición de la película de barniz, ésta queda afectada en alguna cuantía, ya sea positiva o negativa, sin ser nuestra intención negar categóricamente la influencia del barniz.

A juzgar por los ensayos realizados al respecto, la variación de las condiciones sonoras debe ser ínfima y tal vez se podría apreciar con aparatos muy complejos, pues el oído de quienes han colaborado en este ensayo no han apreciado ni la más mínima variación.

Pero resulta incuestionable la necesidad de barnizar el instrumento a fin de proteger la madera y, al mismo tiempo, proporcionar gran belleza al instrumento. Barnizar es, por sí solo, una profesión, hasta el punto de que no todos los constructores de guitarras barnizan sus propios instrumentos.

Lógicamente, en este tratado sobre la guitarra tenemos que considerar esta delicada operación, pero al mismo tiempo la extensión que ocuparía un estudio sobre el barnizado no cabe dentro de los límites de este libro, por lo que expondremos dos tipos de barnizado.

Barnizado con goma laca

Este sistema manual de barnizar se ha venido empleando desde los tiempos más antiguos hasta la aparición de los nuevos barnices, y aún hoy algunos artesanos lo siguen utilizando.

Se prepara el barniz disolviendo 100 gramos de goma laca (en forma de escamas) en 1 litro de alcohol etílico. La goma laca es una resina producida por algunas plantas de la familia de los ficus y se comercializa en forma de escamas amarillorrojizas.

La calidad del barnizado dependerá más de la preparación previa que del propio acabado, por lo que se comenzará por aplicar a toda la superficie de la guitarra una capa de tapaporos, especie de barniz más viscoso que el de acabado y cuya misión, como su nombre indica, es tapar los poros de la madera. Se formará una muñeca rellena de cabos y aunque el tapaporos suele secar en pocos minutos, no endurece hasta transcurridas varias horas, por lo que

deberá aguardarse entre mano y mano. Asimismo se dejará la muñeca introducida en alcohol para que pueda usarse en sucesivas operaciones o manos. Endurecida ya la capa de tapaporos, se procederá a pulirla con papel de lija del grano 800 y mojando la lija en agua (lijado al agua), pues la madera ya no se humedecerá por haberse hecho impermeable.

Una vez seca la guitarra se observará que no haya quedado ningún poro, en cuyo caso se dará otra mano de tapaporos. Para el barnizado de acabado con la goma laca se utilizará una muñeca distinta de la usada para la operación anterior y habrá que tomar las siguientes precauciones. No se mojará nunca directamente la muñeca en la goma laca sino que abriéndola se verterán en los cabos de algodón las gotas necesarias para que salga el barniz por la parte inferior.

No se pasará la muñeca dos veces seguidas por el mismo sitio por el peligro que existe de que se pegue a la capa anterior aún fresca y aparezca en seguida un parche difícil de eliminar.

De tarde en tarde se untará la muñeca con una pizca de vaselina a fin de aligerar el rozamiento y facilitar el deslizamiento.

El número de manos que se deban dar lo determinará el aspecto que vaya tomando la guitarra; lo importante es que entre mano y mano transcurran varias horas. La última mano se efectuará con una muñeca nueva y sólo empapada en alcohol para quitar la ligera capa de vaselina extendida por toda la superficie y que enturbia algo el brillo obtenido, se aplicará una pequeña cantidad de alcohol, ya que por ser éste disolvente de la goma laca podría causar que ésta chorreara.

Ese barnizado, tan laboriosamente obtenido, tiene buen aspecto, es bastante sensible al rayado, con el tiempo se deslucen, y el constante manoseo a que está sometida la guitarra hace que en poco tiempo se noten las zonas que más expuestas están al contacto de las manos y de la ropa.

Los modernos barnices de poliuretano superan con creces a los de goma laca.

Para este proceso se necesita una reducida instalación: un motor-compresor 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 sí, se endurecen en poco tiempo y forman una capa muy resistente al rayado. Como primera mano, es opcional dar una capa de tapaporos pero se puede empezar directamente con el barniz.

Antes del barnizado hay que teñir la guitarra si se desea darle un colorido distinto del color natural de las maderas, 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 más en la madera por ser más 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 sí 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.

En la figura 87 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 éstas 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.

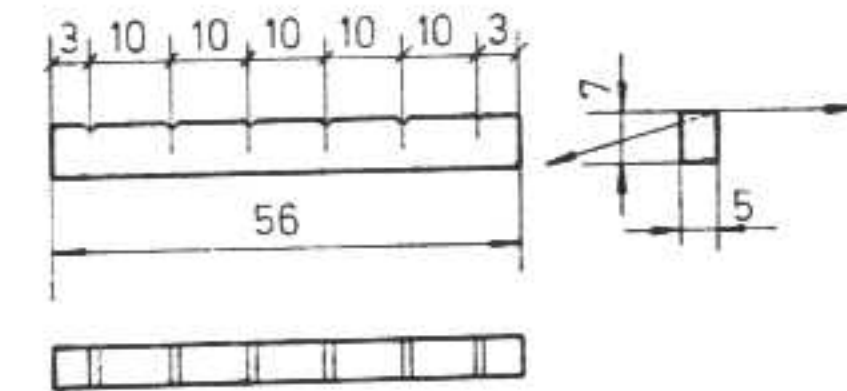


Fig. 87. Hueso superior.

El hueso inferior, ilustrado en la figura 88, tiene más importancia que el superior por ser responsable directo de transmitir las vibraciones de las cuerdas al puente y éste 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 él no se harán ranuras para alojarlas. Obsérvese en la figura que las bases del hueso no son paralelas, sino más estrecho en la zona de apoyo de la primera cuerda, debido a que la primera cuerda tiene menores elongaciones que la sexta y no hay el peligro de que aquella roce con las barritas metálicas.

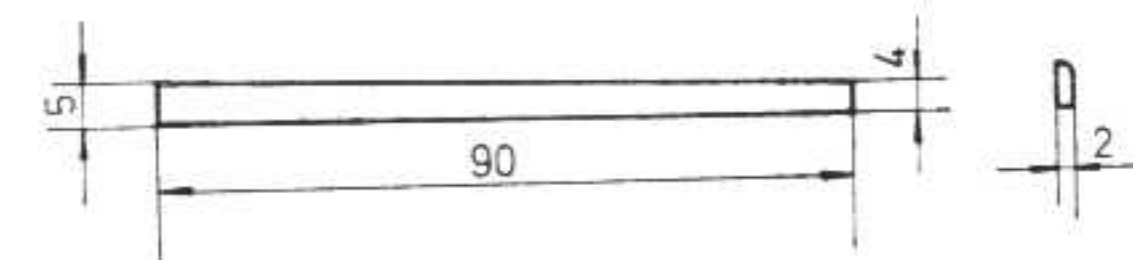


Fig. 88. Hueso inferior.

La colocación 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 con un diapasón de lengüeta. No hay que desanimarse si la guitarra no suena mucho al principio, lo cual se debe a que las cuerdas requieren varios días de afinados insistentes, ya que se desafinarán constantemente y perderán tensión, lo cual irá en detrimento de la sonoridad de la guitarra.

CONSTRUCCIÓN DEL ZUNCHO PARA LA BOCA DE LA GUITARRA

Decíamos antes que, en la actualidad, no es corriente que el artesano constructor de guitarras realice los zunchos que coloca alrededor de las bocas. Lógicamente, la especialización en la materia ha dado como resultado que, pese al enorme perfeccionamiento de estos aros multipolicromados, estén comercializados a precios muy razonables. La construcción del zuncho, más que difícil es muy laboriosa. Este capítulo no tiene más objeto que satisfacer la curiosidad de algunos lectores en el conocimiento de esta microartesanía tan importante en la ornamentación de la guitarra. Exponemos a continuación un proceso de los varios que pueden seguir.

Las maderas para el zuncho suelen ser las mismas que las de los junquillos para adornar los bordes de la guitarra, que se trata de láminas de madera teñidas mediante cocción y sometidas a presión superior a la atmosférica. Cualquier intento de teñir estas maderas por inmersión sería un fracaso seguro, por mucho tiempo que estuviesen sumergidas en las anilinas.

En este estudio consideraremos que las láminas de madera tienen 0,5 mm de grueso, que es el más corriente, y 20 mm de anchura, que es la más general del zuncho. El dibujo que formarán las maderas de colores será forzosamente menor que 20 mm, por la razón que se verá durante el proceso.

En un papel cuadriculado o milimetrado se trazará un dibujo a gusto y capricho del constructor, pero con las condiciones siguientes:

Los cuadritos coloreados habrán de ser enteros. El dibujo se repetirá con una frecuencia cualquiera; la distancia entre los cuadros a partir de los cuales se repite el dibujo se llama paso y cuanto más corto sea éste tanto mejor saldrá la composición de la corona circular.

Las figuras que se formen deberán ser simétricas respecto a los ejes vertical y horizontal del dibujo; asimismo los colores también serán simétricos respecto a los dos ejes.

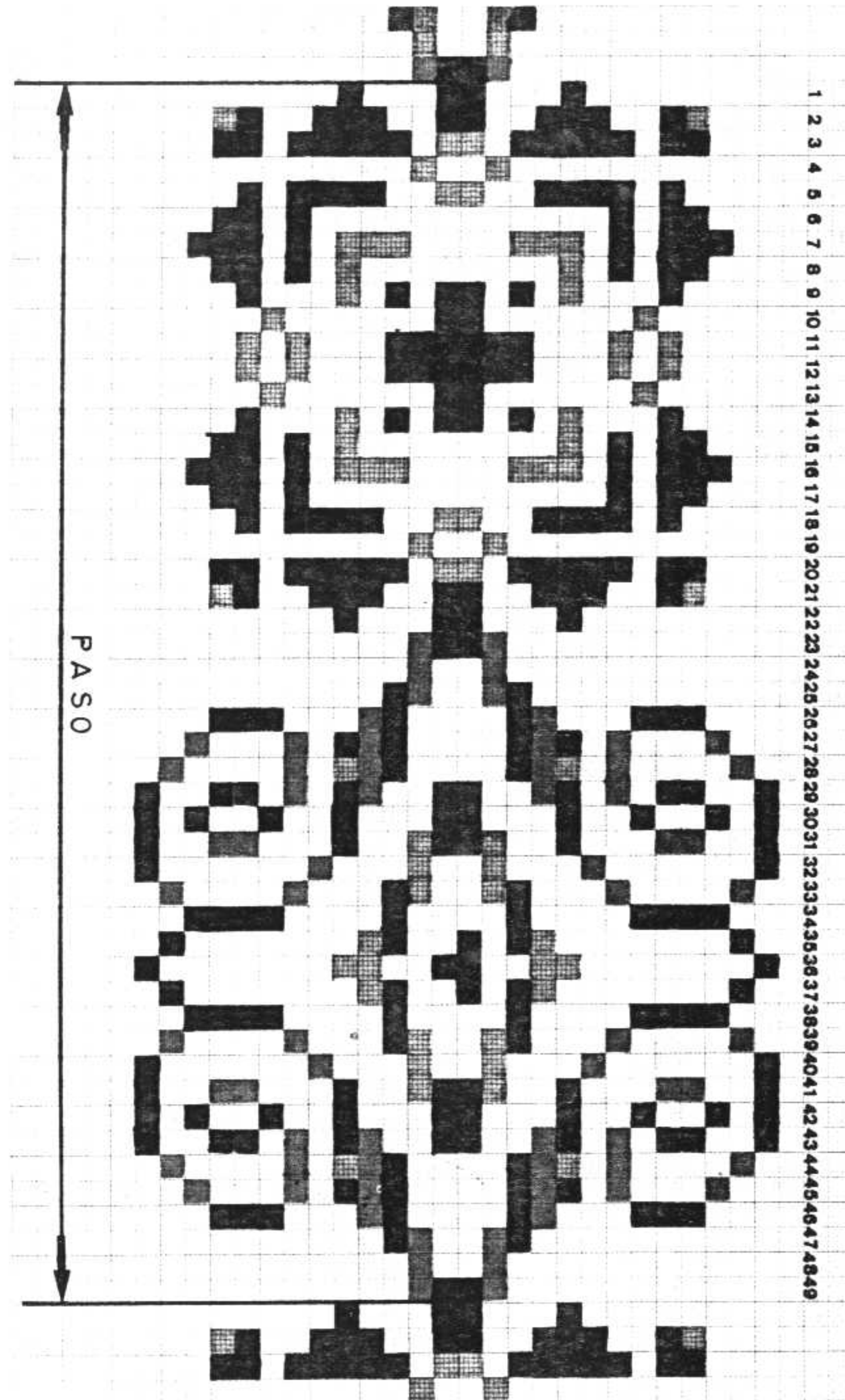
Cuanto mayor sea la cuadrícula usada para la representación del modelo, tanto mejor se visualizará éste.

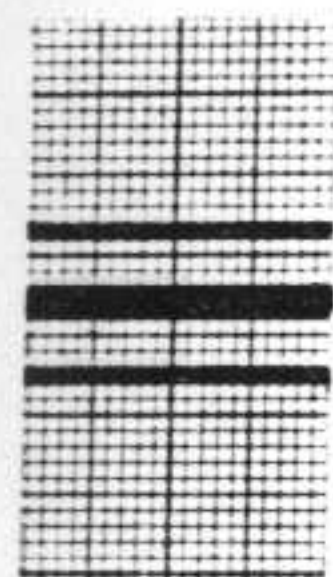
El lado de un cuadrado del dibujo representa el espesor de la madera, es decir, 0,5 mm.

Las columnas de cuadros que hay entre un paso del modelo se numerarán del 1 al número correspondiente. En la figura se representa un modelo, en el cual se ha tomado una anchura de 26 cuadros y un paso de 49 columnas.

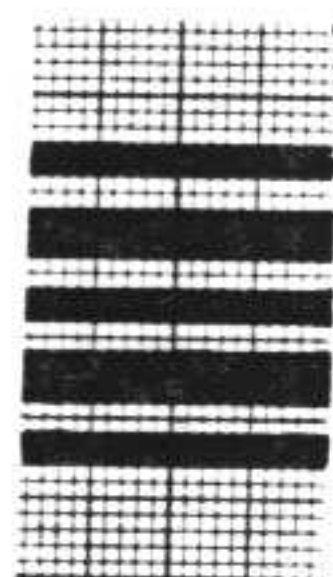
Con el modelo presente en el banco de trabajo, se formarán bloques de maderas, uno por cada columna, se empezará siempre pegando 5 o 6 hojas de madera blanca y terminando el bloque con la misma cantidad de hojas blancas. En el caso que nos ocupa, se formarán los bloques: 6 hojas blancas más 26 hojas de los colores correspondientes al modelo más 6 hojas blancas. La longitud y anchura de las maderas que se han de pegar dependerá del número de coronas que se deseen obtener, pero a fin de que el trabajo sea manejable con facilidad, tendrán 2 cm de ancho y 10 cm de longitud. Los bloques así formados se han representado esquemáticamente en los grabados 1 al 36; obsérvese que se han suprimido los bloques correspondientes a las columnas del 12 al 22 por ser iguales que los de las columnas del 11 al 1, respectivamente. Asimismo se han eliminado los bloques del 37 al 49 por ser idénticos a los del 35 al 23.

Al tiempo que se van terminando los bloques se numerarán con los mismos números que corresponden a las columnas que representan. Transcurrido el tiempo de secado de la cola que une las maderas, de cada bloque se cortará una tira de 0,5 mm a todo lo largo del bloque y en la dirección de las columnas, de tal forma que cada tira representará, a escala natural, a su columna correspondiente. Pegando ahora todas las tiras por el orden del 1 al 49, se obtendrá un nuevo bloque, cuya sección contendrá exactamente el dibujo original; el bloque así formado se complementará añadiendo, a los dos lados del corte, 6 hojas de madera blanca, que servirá para poder recortar los sectores circulares sin intervenir las maderas de colores.





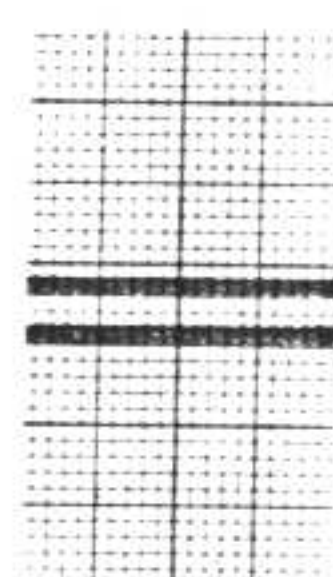
1 22



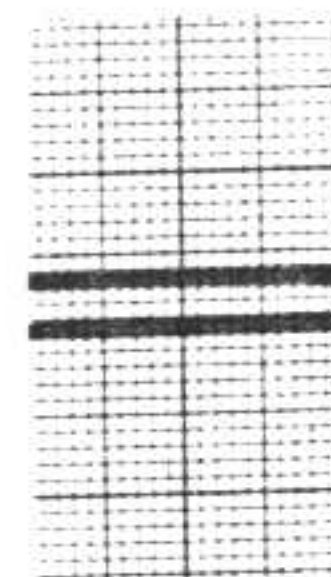
2 21



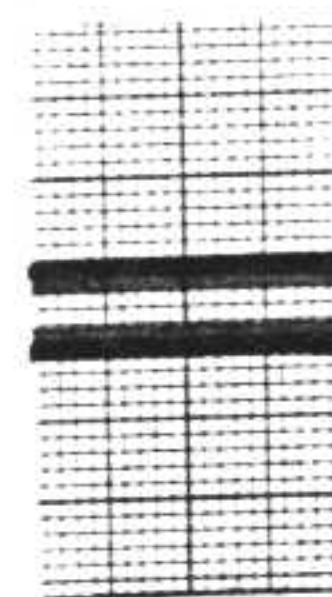
3 20



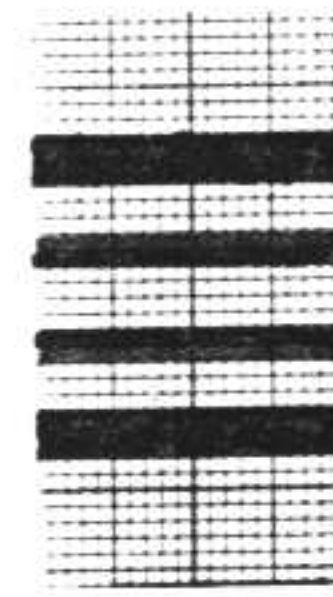
4 19



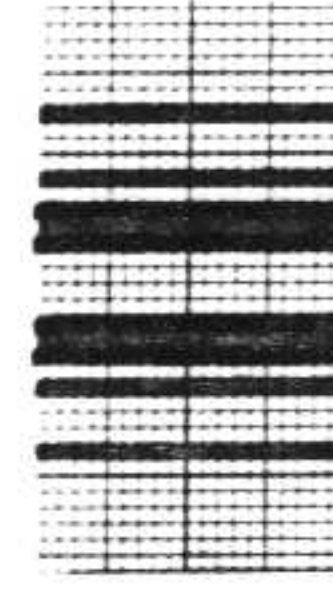
24 48



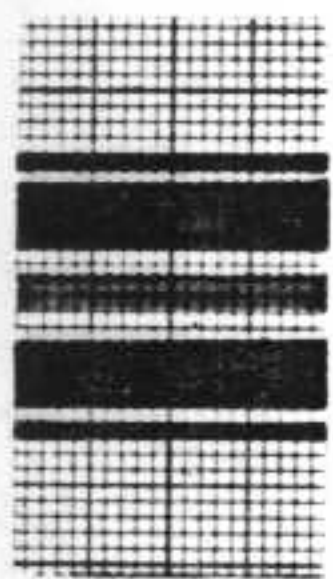
25 47



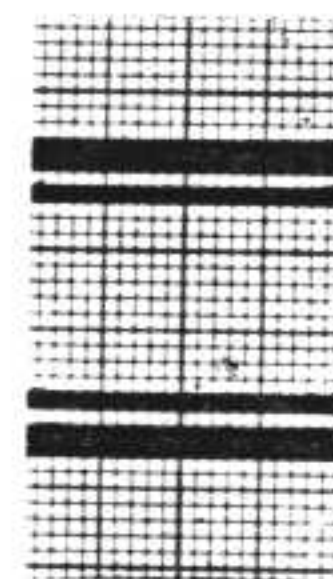
26 46



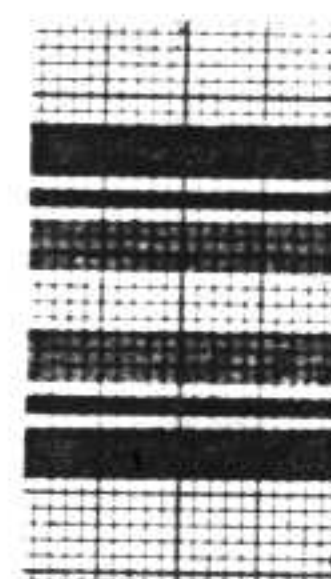
27 45



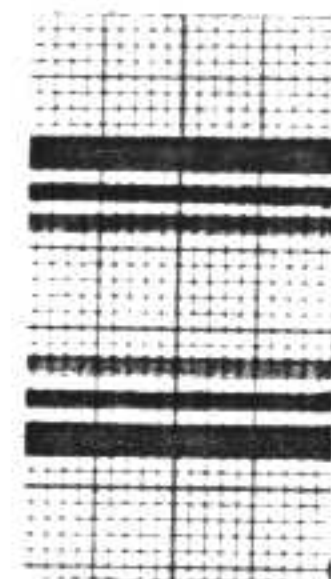
5 18



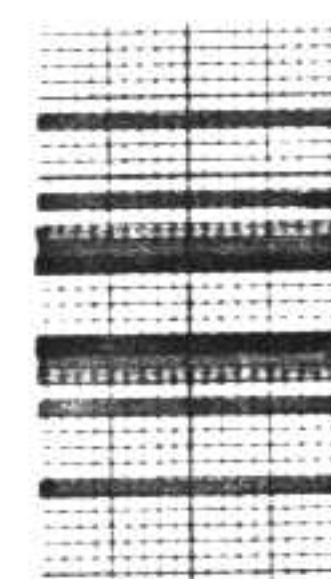
6 17



7 16



8 15



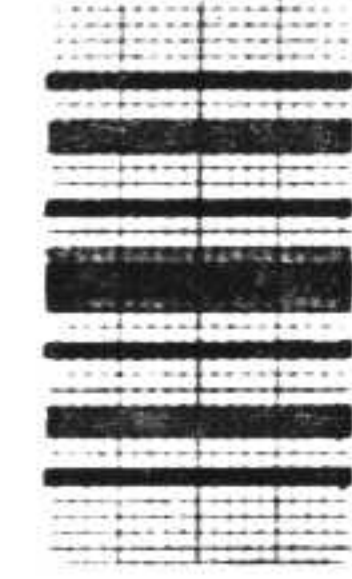
28 44



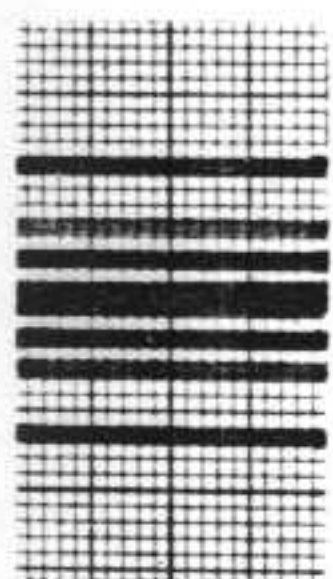
29 43



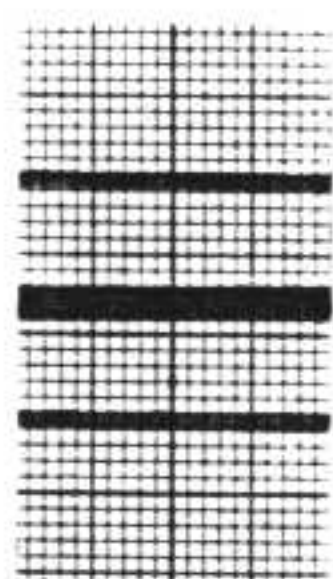
30 42



31 41



9 14



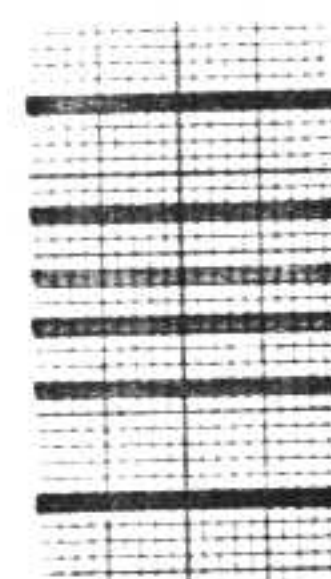
10 13



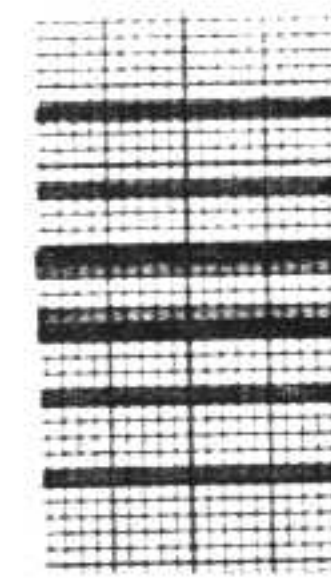
11 12



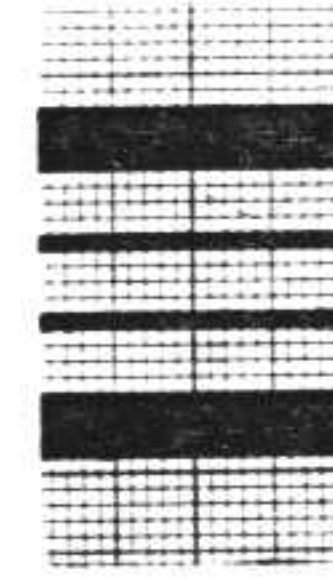
23 49



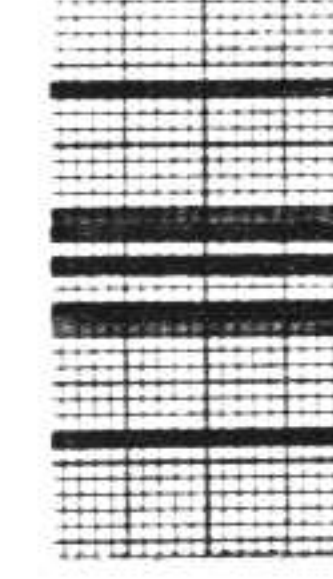
32 40



33 39



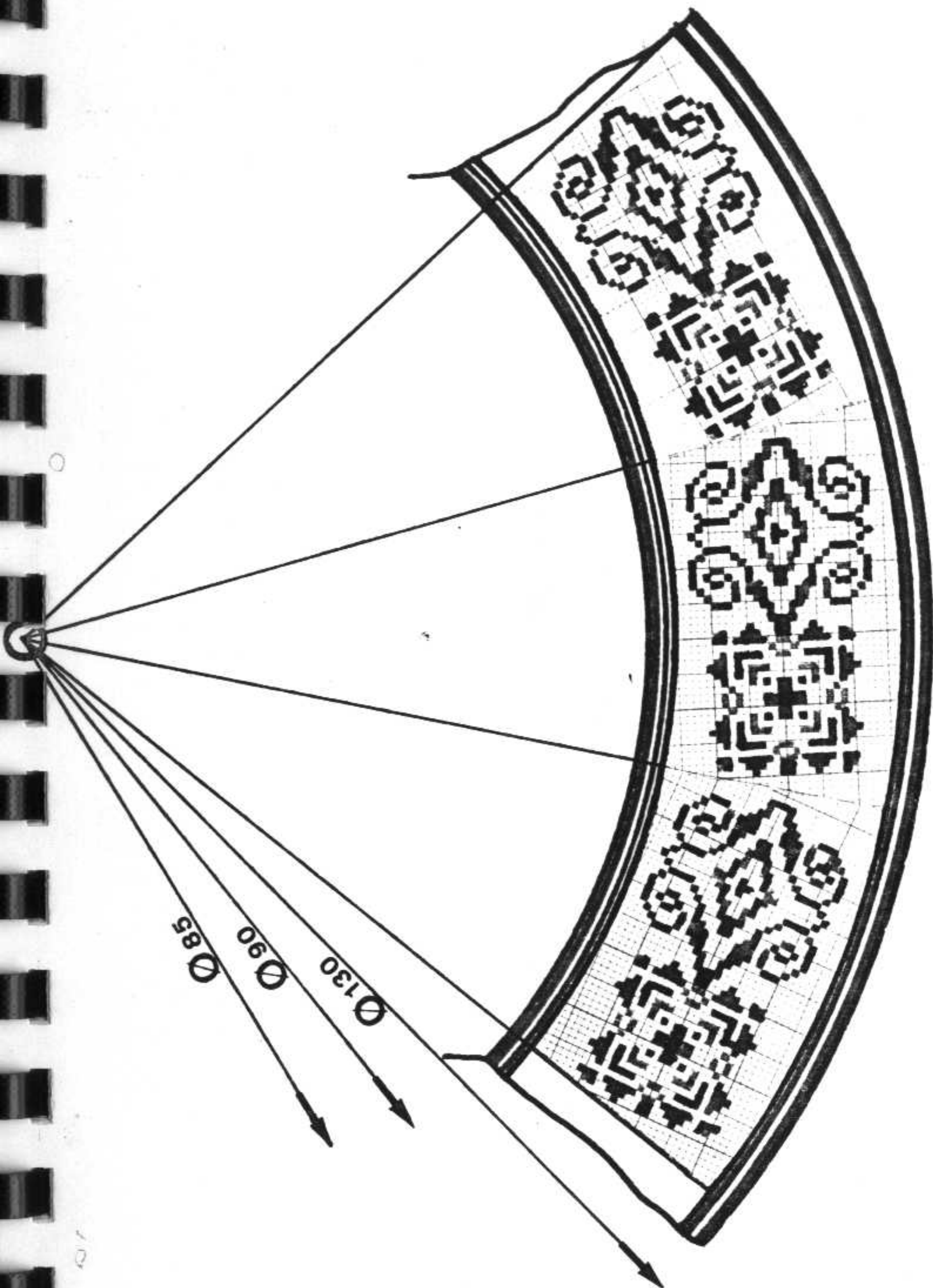
34 38



35 37



36



Del paquete así formado, que tendrá 10 cm de largo, se cortarán las rodajas suficientes para rellenar la corona circular; el espesor de tales rodajas será algo superior al encastre hecho para alojar la corona. Sería pura coincidencia que el número de rodajas necesario terminara de cerrar la corona, pues lo normal es que falte un trozo menor a una rodaja, lo cual no importa porque el diapasón se encargará de tapar este defecto. Las rodajas así obtenidas serán rectangulares y se tendrán que transformar en forma de sectores circulares eliminando la madera blanca sobrante; los sectores circulares tendrán una anchura inferior a los 20 mm que deberá tener la corona, la diferencia de esta anchura se suplirá con maderas de colores, colocadas en ambos lados del anillo.

En la figura siguiente se indica la colocación de los sectores y también los aros de relleno. Obsérvese que la ilustración está dibujada a escala 2:1 por imperativo del papel milimetrado utilizado en su elaboración; asimismo si en dicha figura se notan algo las juntas de los sectores circulares, es porque el papel es milimetrado en forma de cuadrados, la madera no es cuadriculada y al lijar no serían perceptibles estas juntas entre los sectores.

CONSERVACIÓN DE LA GUITARRA

La guitarra, como instrumento delicado que es, ha de cuidarse de manera esmerada, y siempre que no se esté tocando, deberá estar guardada en su estuche, que será de constitución rígida a fin de resguardarla de los eventuales golpes; las fundas de lona no protegen casi nada. Sería conveniente incluir en el estuche una bolsita de gel de sílice para que absorba la humedad. Nunca debería abandonarse una guitarra encima de muebles o sillas y jamás ponerla cerca de un foco calorífico. Obviamente, se le evitarán los golpes y roces, pues una guitarra vieja no tiene valor alguno, pero una guitarra antigua y muy usada en estado impecable posee gran valor porque la sonoridad aumenta con el paso del tiempo. Ahora bien, no es precisamente por el dicho generalizado de que cada vez están más secas las maderas, pues éstas, cuando han llegado a cierto estado de secado, se limitan a estar al mismo grado de humedad que el ambiente y tienen gran facilidad para admitir y liberar la humedad del ambiente, pues sabido es que la madera es muy higroscópica.

El verdadero motivo del aumento de sonoridad es por el proceso, explicado en el capítulo «Descripción de la guitarra», mediante el cual la parte amorfa de la madera se vuelve cristalina y en este estado la madera ya no es higroscópica.

Cuando la guitarra tenga que estar fuera de uso durante largos períodos de tiempo, será conveniente aflojar las cuerdas. Para la limpieza de la guitarra no se usará alcohol, por ser éste disolvente de algunos barnices, sino que se empleará cualquier producto de los utilizados para la limpieza de muebles. No se expondrá nunca una guitarra directamente a los rayos del sol, ni mucho menos se abandonará en la arena de una playa.

CONSIDERACIONES GENERALES

Como capítulo general creemos conveniente hacer una serie de consideraciones sobre temas guitarrísticos, los cuales, más que responder a formulaciones exactas, están en relación directa con la subjetividad de cada persona. De esta forma creemos que se aclararán algunos conceptos interesantes.

El hecho de que la guitarra sea el instrumento más universal es, sencillamente, porque se presta a gran número de facetas de las que cada persona elige la que mejor cuadra con sus ideas musicales.

La guitarra se adapta, con gran prestación, a cualquiera de las múltiples formas musicales y, de manera general, podemos decir que se adopta para dos manifestaciones artísticas muy diferentes.

Como instrumento para el acompañamiento de canciones, basta con aprender de memoria unos cuantos acordes y tener intuición para combinarlos oportunamente.

Para la actividad de concierto, en sus dos formas más representativas: clásico o flamenco, la guitarra alcanza su máxima expresión, y resulta imprescindible en este último.

En general, se acepta el concepto de que la guitarra es el instrumento de más difícil ejecución, por lo cual alcanzar un grado medianamente aceptable supone mucho tiempo de estudio (el ilustre maestro Segovia aludió, en cierta ocasión, que se requieren seis años de estudio por cuerda). La dificultad que implica el buen manejo de una guitarra deriva de que no es un instrumento sistemático, que una vez aprendido su manejo, se esté en condiciones de interpretar cualquier obra musical con un ensayo relativamente corto. En la guitarra, las notas musicales no están situadas de forma lineal y continua en orden creciente de tonalidad, de manera que, dicho de forma general, cualquier nota puede encontrarse en cualquier cuerda, y todas las cuerdas contienen todas las notas musica-

les dentro de la misma octava, por tanto, esta distribución de notas implica que sea extraordinariamente difícil la improvisación.

En la figura 89 se ilustra la distribución de las notas en toda la extensión del diapasón y en la tabla se indica el número de notas correspondientes a las tres octavas y media, que es la extensión de la guitarra. A la vista de esta distribución de notas se comprende que es sumamente difícil memorizarlas sin la existencia de referencias físicas que las identifiquen de forma rápida. El guitarrista tiene que estudiar la partitura con mucho rigor y extraer de ella las posiciones más idóneas de los dedos de la mano izquierda y aprenderse de memoria todas estas posiciones, lo cual requiere mucho tiempo.

De ninguna manera debe juzgarse la calidad de un guitarrista por el número de posiciones de los dedos que conozca, pero es evidente que tal número de posiciones es índice de la cantidad de obras preparadas, que al fin y al cabo está en relación directa con la experiencia. (Parece que el maestro Segovia conoce más de cinco mil posiciones de los dedos de la mano izquierda.)

Entre las personas aficionadas, guitarristas o no, a los artes clásico y flamenco parece existir una especie de divorcio, que a nuestro entender no tiene justificación alguna, y tal vez se deba a que unos desconocen el arte de los otros; si una persona tiene preferencia por uno u otro tipo de música es lógico que se incline por su gusto personal, pero debería tener presente también la otra parte. Dejando de lado nuestro gusto personal y considerando sólo lo objetivo de la cuestión, de nuestras observaciones personales y comentarios con guitarristas de ambos géneros, deducimos que el grado de dificultad que tiene el buen manejo de la guitarra es igual para uno u otro tipo de música, naturalmente dentro del mismo grado de conocimientos. El flamenco requiere más rapidez en los dedos de ambas manos y por este motivo la guitarra flamenca tiene las cuerdas más cerca del diapasón que la clásica. En el concierto clásico intervienen mucho los armónicos, tanto naturales como octavados, estos últimos de muy difícil ejecución; en el arte flamenco abundan varios tipos de rasgueados de impresionante velocidad y en consecuencia de difícil ejecución. En la música escrita para concierto clásico, en la partitura suele figurar toda la información necesaria para la perfecta ejecución de la obra y deja poco margen a la aportación personal del guitarrista; en las partituras para flamenco se da mu-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1.ª MI	fa	#fa	sol	#sol	la	#la	si	do	#do	re	#re	mi	fa	#fa	sol	#sol	la	#la	si
2.ª SI	do	#do	re	#re	mi	fa	#fa	sol	#sol	la	#la	si	do	#do	re	#re	mi	fa	#fa
3.ª SOL	#sol	la	#la	si	do	#do	re	#re	mi	fa	#fa	sol	#sol	la	#la	si	do	#do	re
4.ª RE	#re	mi	fa	sol	#sol	la	#la	si	do	#do	re	#re	mi	fa	#fa	sol	#sol	la	#la
5.ª LA	#la	si	do	#do	re	#re	mi	fa	#fa	sol	#sol	la	#la	si	do	#do	re	#re	mi
6.ª MI	fa	#fa	sol	#sol	la	#la	si	do	#do	re	#re	mi	fa	sol	#sol	la	#la	si	do

Fig. 89. Distribución de las notas en el diapasón.

Primera octava	—	—	—	—	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Segunda octava	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
Tercera octava	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
Cuarta octava	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	9	9	9	10	9	11	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	11

Número de veces que se encuentran las distintas notas.

cha menos información, por la dificultad técnica que supone representar la expresividad del flamenco, y ello implica una extraordinaria aportación personal. Aunque en apariencia esto pudiera parecer una ventaja, es totalmente una gran desventaja por sus limitaciones para el guitarrista autodidacto.

Es un hecho comprobado que la mayoría de las personas que comienzan el aprendizaje de la guitarra, lo abandonan en las primeras semanas de haberlo iniciado, a causa de que el aprendizaje suele ser ingrato, duelen los dedos, no salen las notas limpias y cuesta mucho memorizar las posiciones de los dedos de la mano izquierda.

Todo esto y muchas cosas más producen desencanto y hace que muchas personas guarden la guitarra y la coloquen encima del armario, para reposar allí durante años, tal vez para siempre.

De las personas cuya paciencia se impone a las circunstancias y llegan a tocar la guitarra, la mayoría de ellas lo hace de forma tímida, sin que se muestren grandes progresos a lo largo del tiempo; de las pocas personas que sobresalen en el aprendizaje, algunas llegan a la profesionalidad y también es mínimo el número de profesionales que llegan al virtuosismo excepcional.

Es común la creencia de que, para empezar el aprendizaje de la guitarra, es suficiente un instrumento barato, que naturalmente implica baja calidad, y aquí prescindimos del nivel económico individual, pero no es cierto que para aprender valga por igual cualquier instrumento, pues el aprendizaje con un buen instrumento es mucho más rápido y más grato. Sin embargo, es lógico considerar si la persona que se decide a aprender la guitarra tiene firme propósito de hacerlo, en tal caso deberá adquirir un instrumento de la mayor calidad posible.

Muchas personas nos han preguntado sobre la manera de enjuiciar a los guitarristas. Naturalmente, esta pregunta no tiene una respuesta determinante y concreta, pues la valoración de las cualidades artísticas es totalmente subjetiva y no hay patrón para poder llevarlas al campo de los números; no obstante, hay una serie de factores que se pueden valorar aunque sin grandes pretensiones de hacerlo en su justa medida. Estos factores tienden a revelar la maestría del guitarrista y los anotamos a continuación teniendo muy en cuenta que todos responden a nuestra propia concepción de una forma totalmente subjetiva.

Duración de la obra

Una obra musical larga requiere gran capacidad para memorizar las posiciones de los dedos y, por tanto, es difícil prepararla.

Amplitud o recorrido sobre el diapasón

Una obra que requiera mucho recorrido sobre el diapasón de la guitarra exige gran precisión al colocar los dedos de la mano izquierda.

Emisión simultánea de notas musicales

Siendo la guitarra un instrumento para tocar música armonizada, cualquier obra de tendencia melódica tendría poco valor técnico por la facilidad que requeriría la emisión sucesiva de las distintas notas, al margen, naturalmente, de la belleza musical que, sin duda alguna, pudiera tener la obra de armonización sencilla. Cuantos más sonidos se emitan simultáneamente tanto más complicada será la colocación de los dedos de la mano izquierda y tanto más meritoria la ejecución.

Posiciones amplias de los dedos de la mano izquierda

Cuanta más amplitud o distancia exista entre los dedos de la mano izquierda colocados sobre el diapasón, tanta más dificultad implica para el guitarrista, por lo cual muchas posiciones de este tipo a lo largo de una obra darán idea de la capacidad para tocar la guitarra.

Velocidad de ejecución

La velocidad de ejecución de las escalas musicales es índice de dominio del instrumento. En los temas flamencos se usan con fre-

cuencia los picados, de excepcional belleza precisamente por la velocidad a que han de moverse los dedos de ambas manos.

Limpieza de ejecución

Se entiende por limpieza de ejecución la claridad con que se perciben los sonidos, que va en función de la posición con que los dedos de la mano izquierda presionan las cuerdas, pues si lo hacen de forma perpendicular, con toda probabilidad el sonido se oirá claro, por no producirse roces de las cuerdas vibrando con los dedos. Este factor es índice de la perfección en el toque y, como siempre, prescindiendo de la belleza implícita de la obra musical, que no es posible valorarla.

Utilización de la parte inferior del diapasón

Son pocos los guitarristas que utilizan con gran soltura la parte inferior del diapasón, pues al estar esta zona en el propio cuerpo de la guitarra no es posible hacer la reacción de las fuerzas de apoyo de los dedos y se tiene que tocar prácticamente con la mano al aire. La insistencia tocando en esta zona del diapasón demuestra gran preparación por parte del guitarrista.

Formas expresivas

Un buen guitarrista debería usar con frecuencia de las formas expresivas que le brinda su instrumento, algunas de belleza extraordinaria: trémolos, arpegios, arrastres, ligados, armónicos, alzapúas, picados, etc., que contribuyen a ensalzar la maestría del artista que toca la guitarra.

Todo lo anteriormente dicho, y mucho más que podríamos decir, suelen cumplirlo aquellos guitarristas que prácticamente no mueven las manos al tocar; los guitarristas que sólo mueven los dedos por la primera y segunda falange y sin gran elongación, son quienes poseen la mejor técnica y, por tanto, tienen más probabilidades de alcanzar altas cumbres en este difícil arte de tocar la guitarra.

Hay otras apreciaciones, que no van ligadas íntimamente a la calidad del guitarrista, pero que pueden influir mucho en su valoración por quienes escuchan la guitarra. Hay guitarristas que durante el concierto dan muchas explicaciones sobre el tema que van a interpretar, de suerte que contando todo el tiempo del concierto han hablado más que han tocado. Otros guitarristas usan algunos utillajes para producir ciertos efectos musicales que no contribuyen positivamente al buen arte de tocar la guitarra. Guitarristas hay que cuidan mucho su elegancia personal en el escenario, factor ciertamente positivo porque predispone a ser escuchado detenidamente. Algunos guitarristas han rasgado la tapa de su guitarra haciéndole una incisión longitudinal en el sentido de la veta de la madera; esto, que no puede considerarse como una regla ortodoxa, responde a una intuición técnica: la tapa rasgada tiene más libertad para vibrar y, de hecho, produce mayor potencia sonora, pero las vibraciones de una tapa en estas condiciones son de forma irregular y buena parte del sonido se produce como ruido. Así, pues, debe descartarse esta operación porque, con toda seguridad, es nefasta para el instrumento.

El perfecto afinado de la guitarra es condición imprescindible para tocar bien, y, sin embargo, personalmente hemos podido comprobar cómo muchas de las guitarras, dispuestas para salir al escenario, estaban mal afinadas. A nuestro entender, ello se debe a que el sistema que generalmente se utiliza en el afinado es haciéndolo por octavas, comparando el sonido de las notas con el sonido de la misma nota una octava más alta. Este sistema sería perfecto cuando pudieran medirse las frecuencias con frecuencímetros, pero el oído humano, pese a ser mucho más perfecto que cualquier aparato, no puede medir, sino sólo comparar. Por ello, haciendo el afinado por equisonos, tal y conforme lo enseñó Espinel en el siglo XVI, se consigue con más precisión.

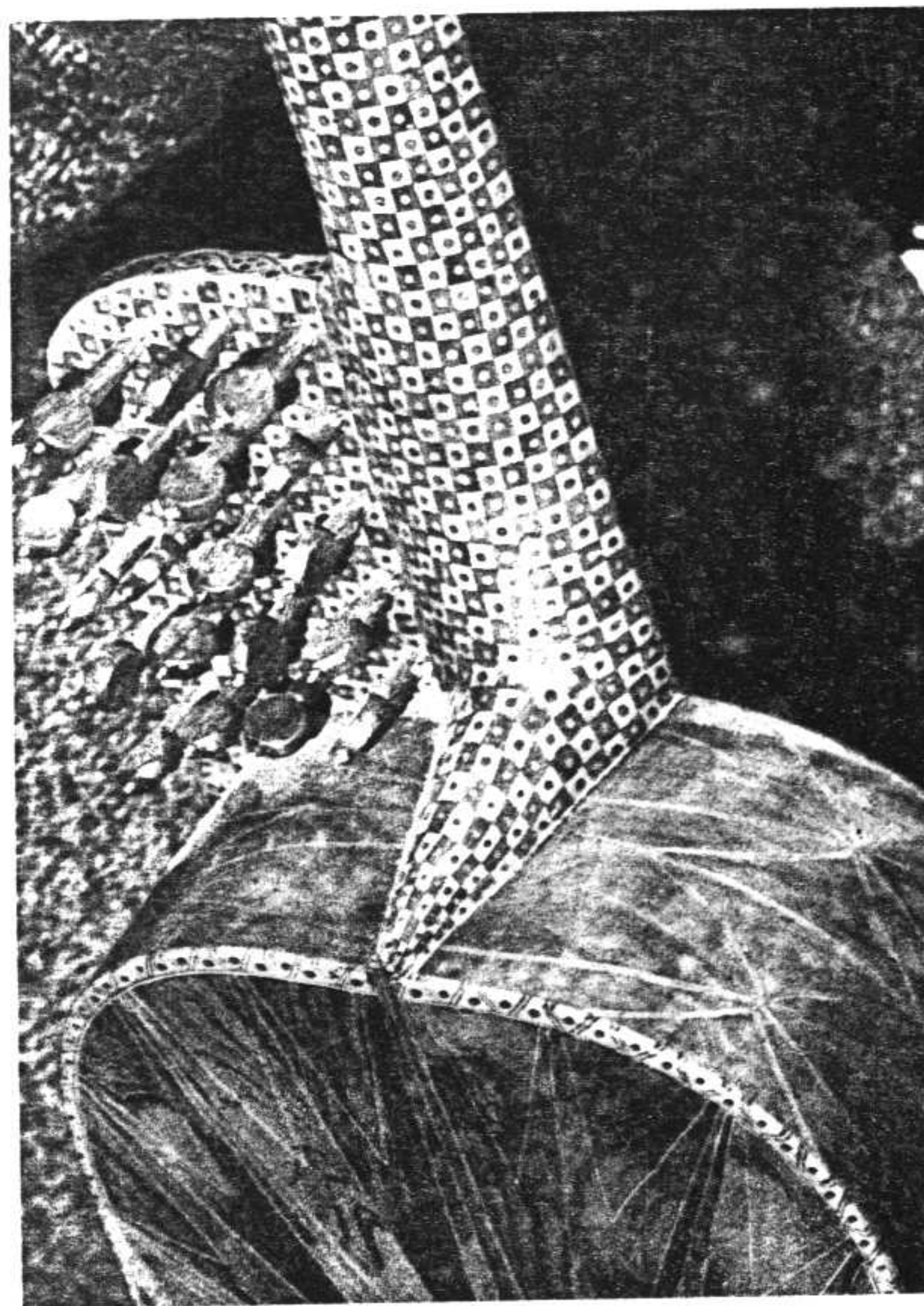
Los guitarristas profesionales suelen ensayar entre cinco y siete horas diarias; la permanencia prolongada en una misma posición puede provocar desviaciones de la columna vertebral y producir pinzamientos de los nervios, que en los casos más graves harían impracticable el ejercicio de tocar la guitarra. Para evitar esta situación el guitarrista debería fortalecer los músculos de su espalda haciendo el ejercicio siguiente: en posición horizontal en el suelo

con las piernas encogidas y las plantas de los pies apoyadas en el suelo, las manos puestas en la nuca, intentar elevar el tronco hasta tocarse con la boca las rodillas. Este ejercicio, realizado al menos treinta veces diarias, prevendría, en gran medida, los dolores de espalda muy comunes entre las personas que adoptan posiciones fijas del cuerpo durante mucho tiempo.

Asimismo, el asiento ideal para el guitarrista es una silla de enea sin respaldo.

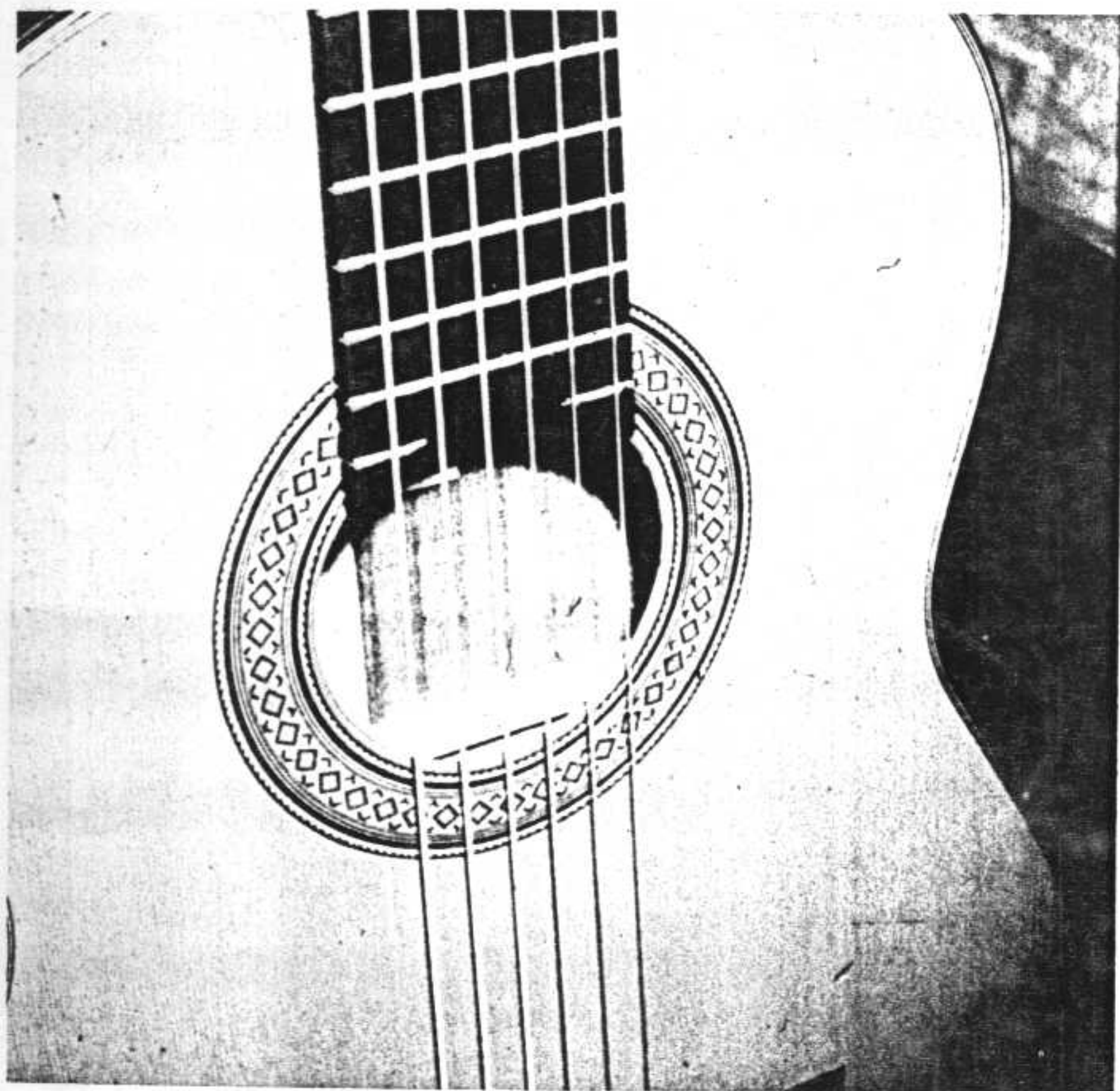
Es corriente creer que los dedos delgados y largos son más aptos para tocar la guitarra que los dedos gruesos, concepción errónea, pues unos dedos gruesos son físicamente más resistentes y, por tanto, notarán menos el cansancio que unos dedos delgados; la longitud de los dedos es un factor positivo pero secundario respecto a la robustez.

El ensayo continuado de varias horas diarias produce, indudablemente, desgaste y rotura de las uñas de la mano derecha. Los guitarristas cuyas uñas son débiles suelen tener problemas serios y se ven en la necesidad de pegarse uñas postizas, pero el adhesivo de alta resistencia que usan agrava más el problema de las uñas propias al debilitarlas aún más. Con frecuencia, el estado general de la salud se refleja en las uñas; así, un estado de agotamiento y una alimentación desequilibrada causan unas uñas frágiles. Las uñas crecen, aproximadamente, un milímetro cada diez días (en verano algo más), por lo cual los postizos acostumbran durar poco tiempo. Es importante una buena irrigación sanguínea debajo del lecho de las uñas, que les procura buenas condiciones metabólicas; asimismo, la aplicación de yodo blanco, de venta en farmacias, endurece considerablemente las uñas hasta el punto de que a veces ha resuelto el problema de las uñas postizas.

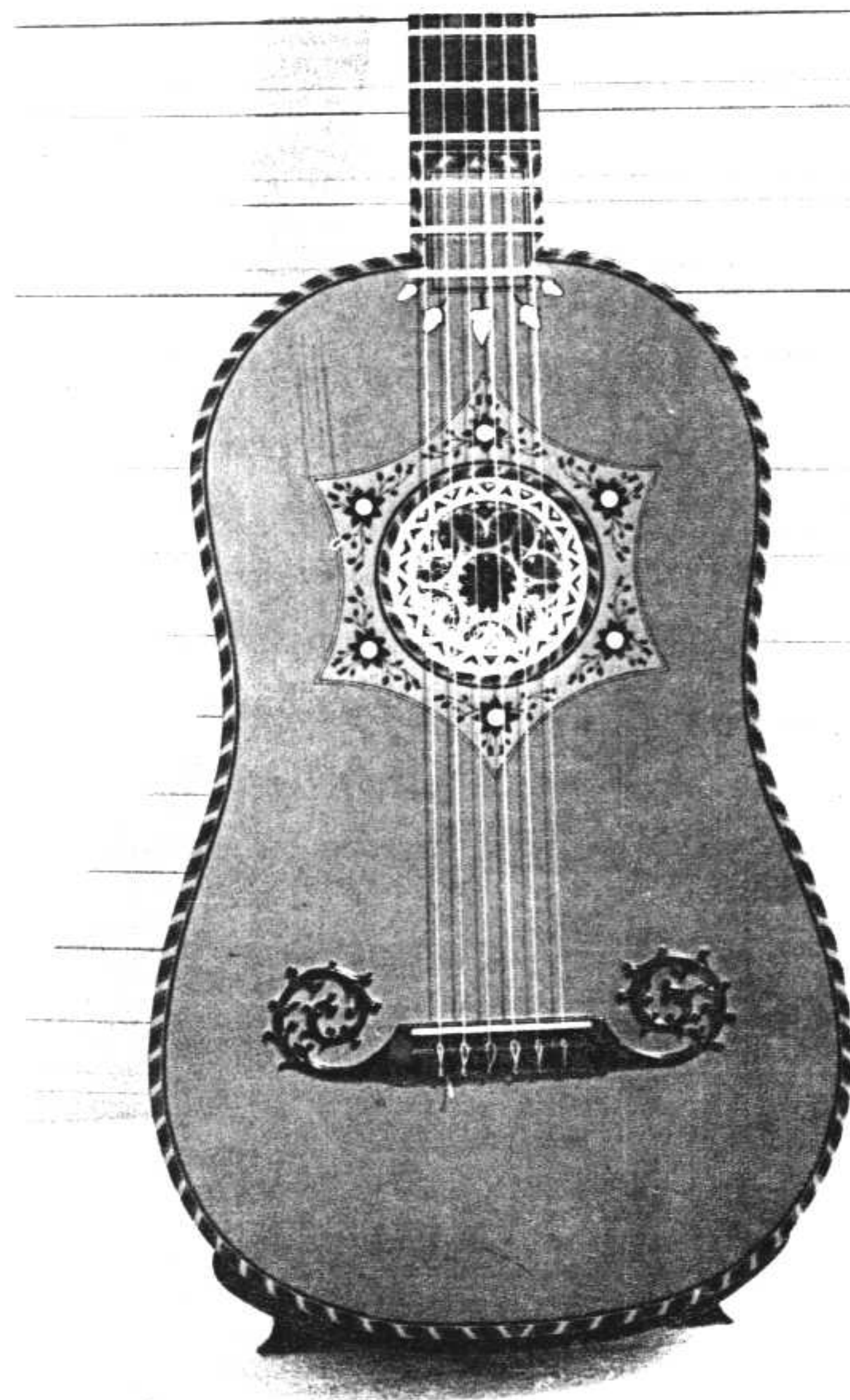


Guitarra construida por Rafael Vallejo para el Rey.

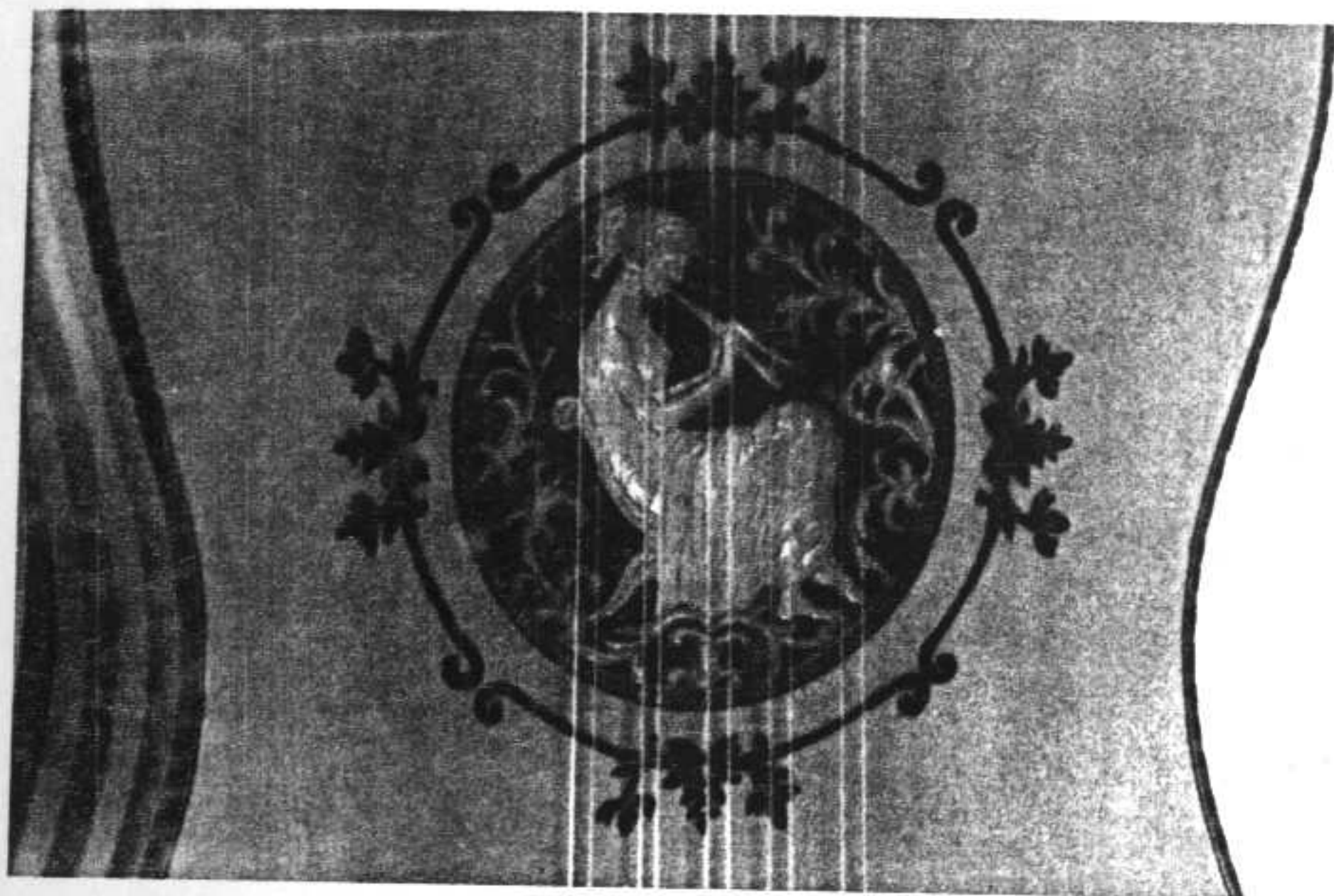
Carlos IV. Baza 1792.



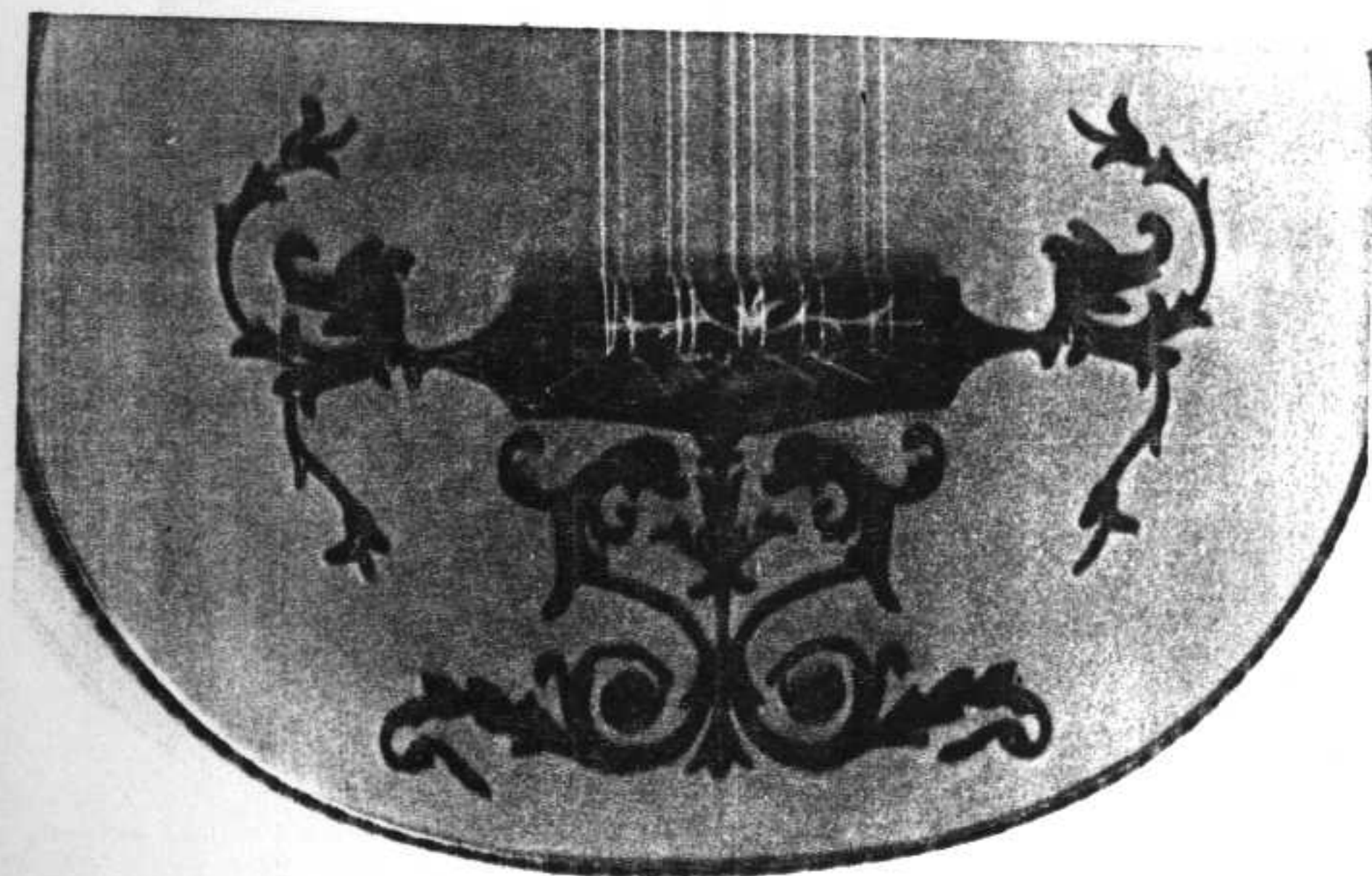
Detalle de la boca o zuncho.



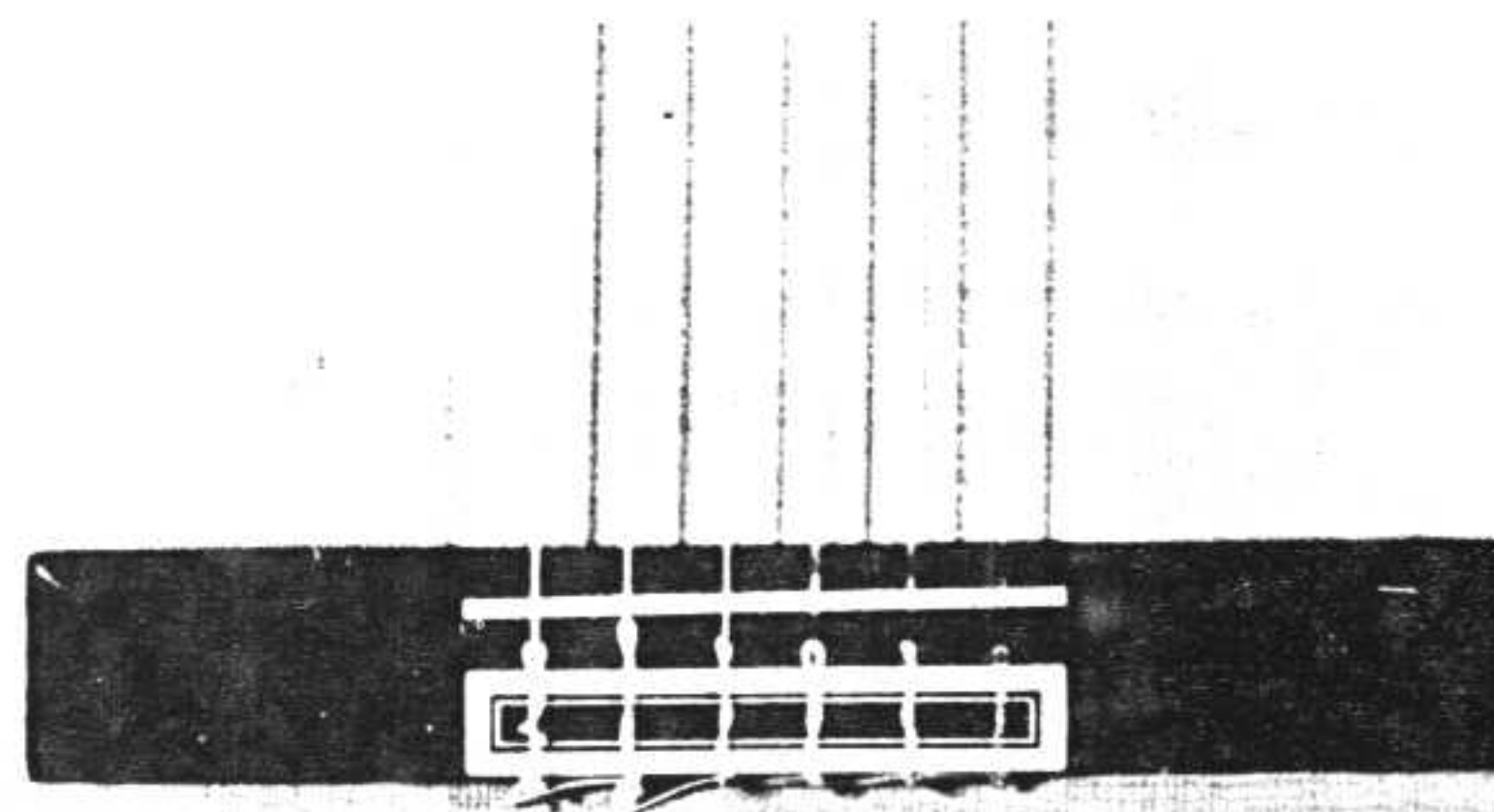
Guitarra barroca.



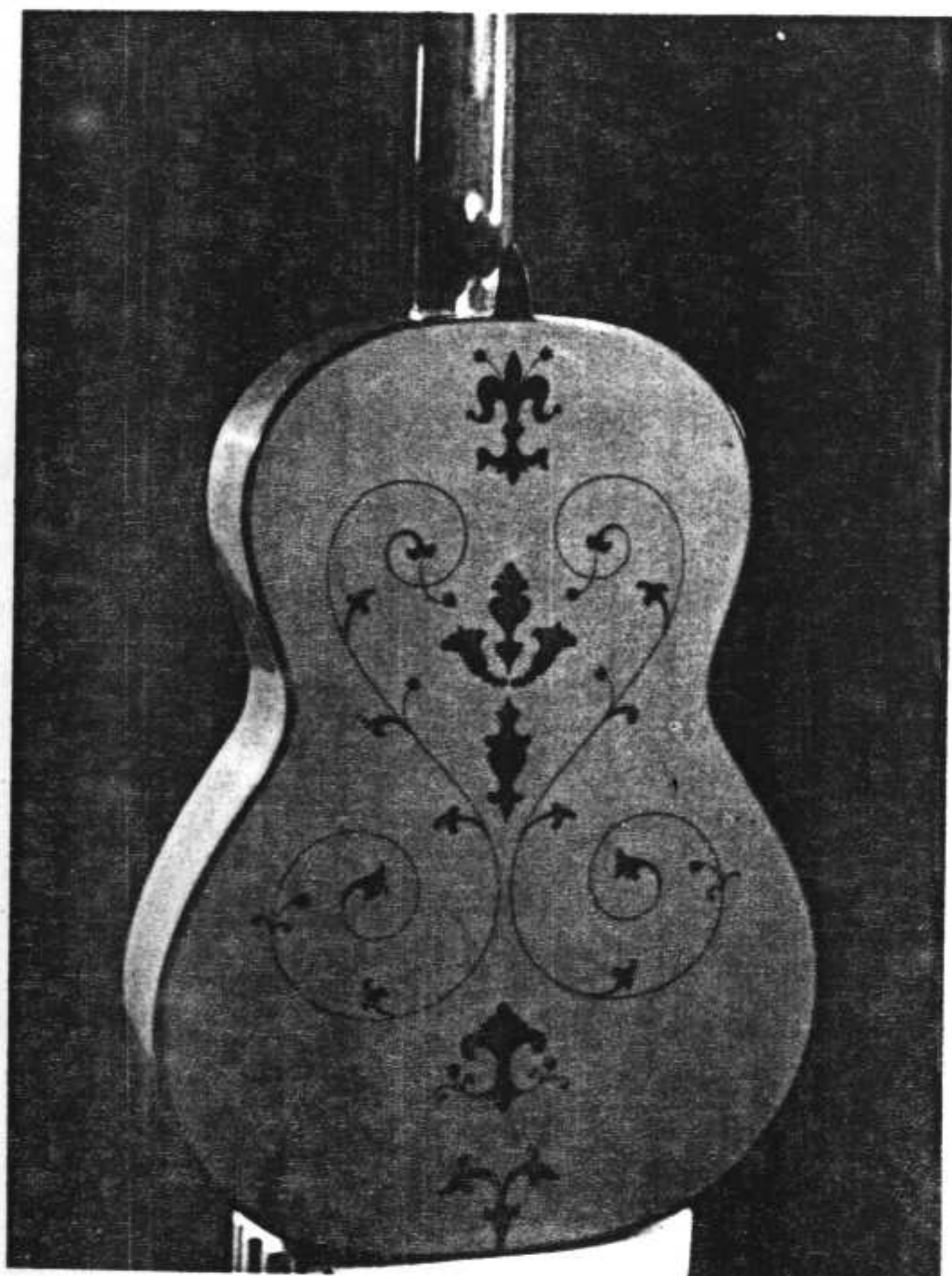
Boca.



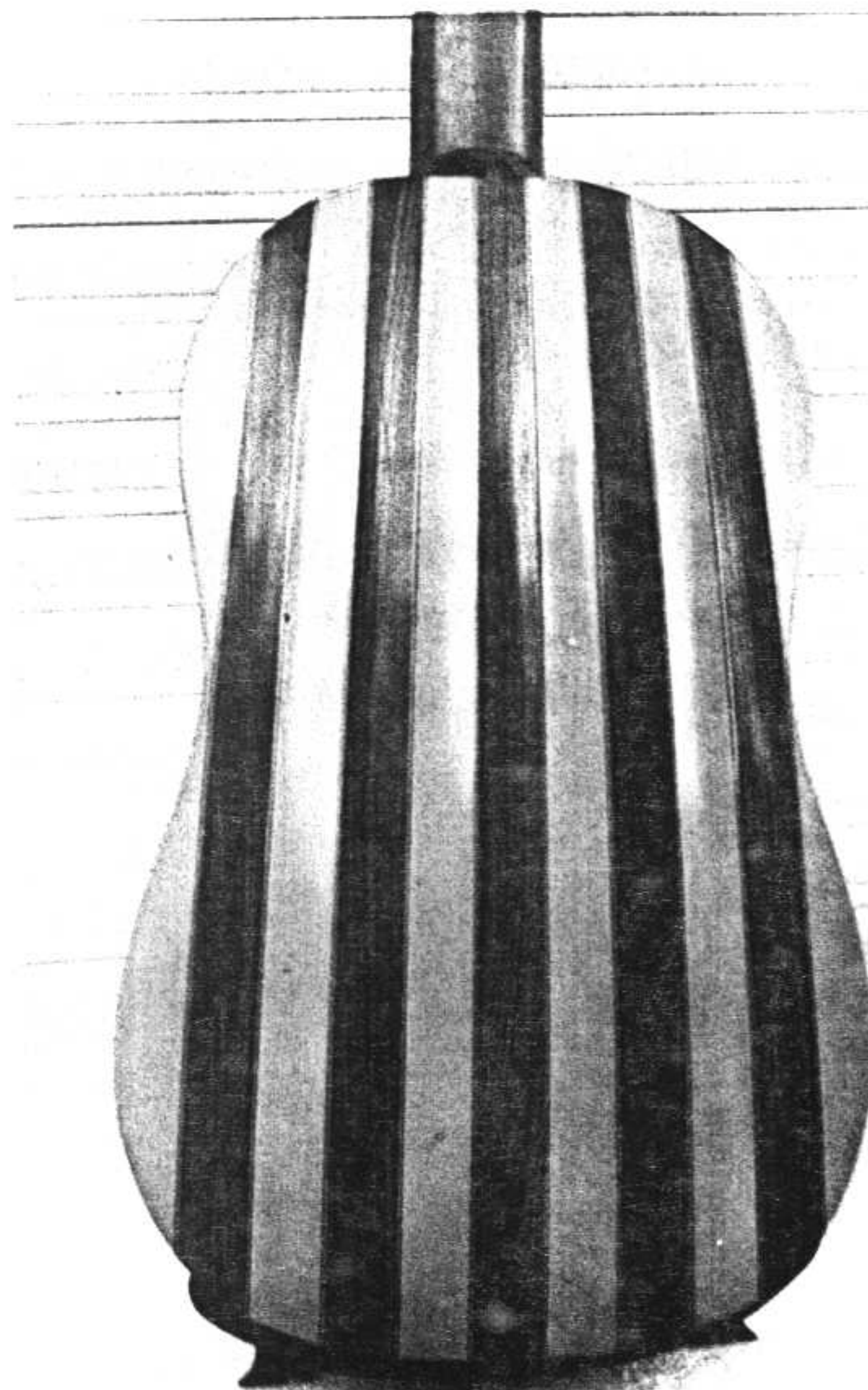
Puente.



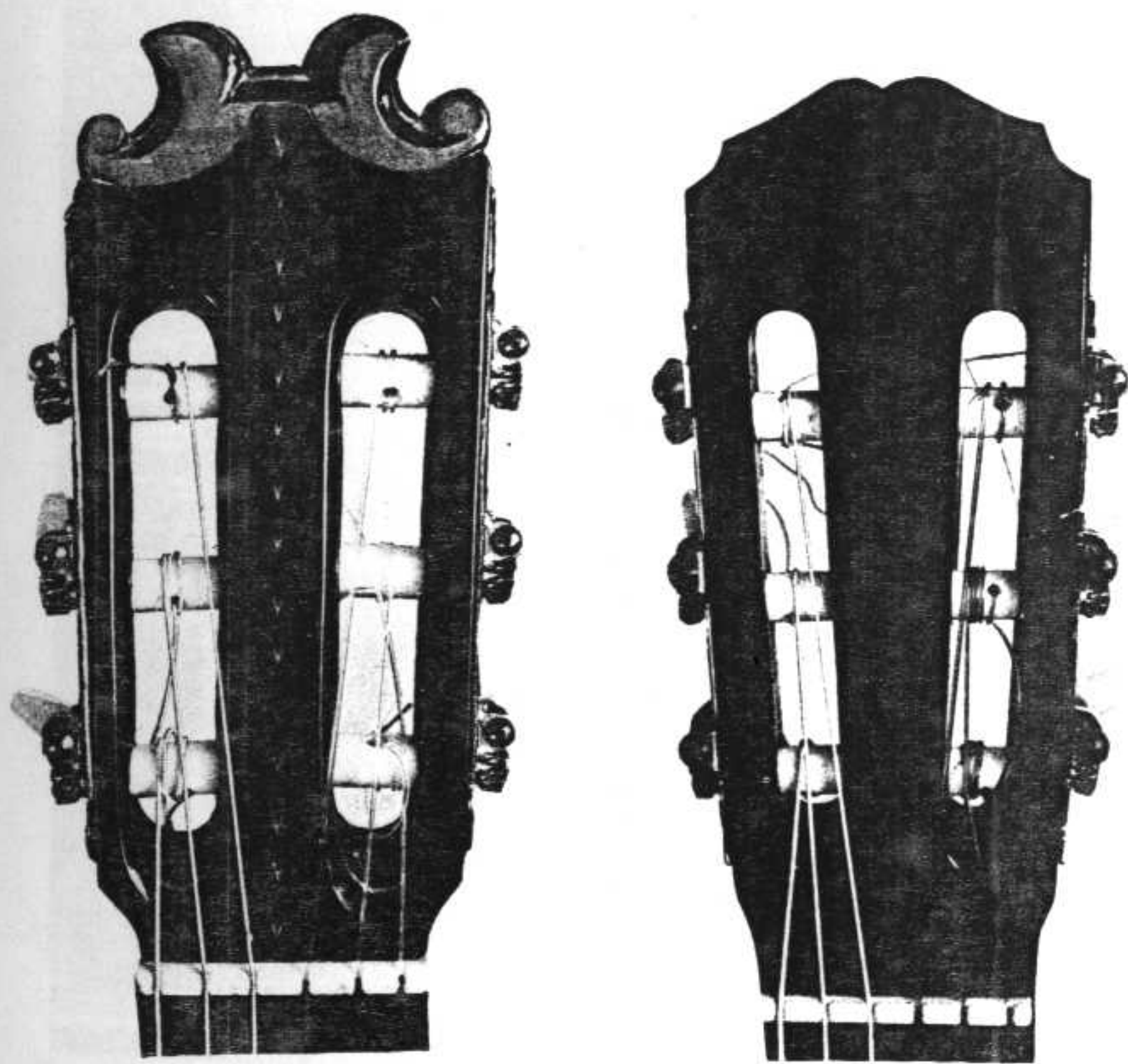
Puente.



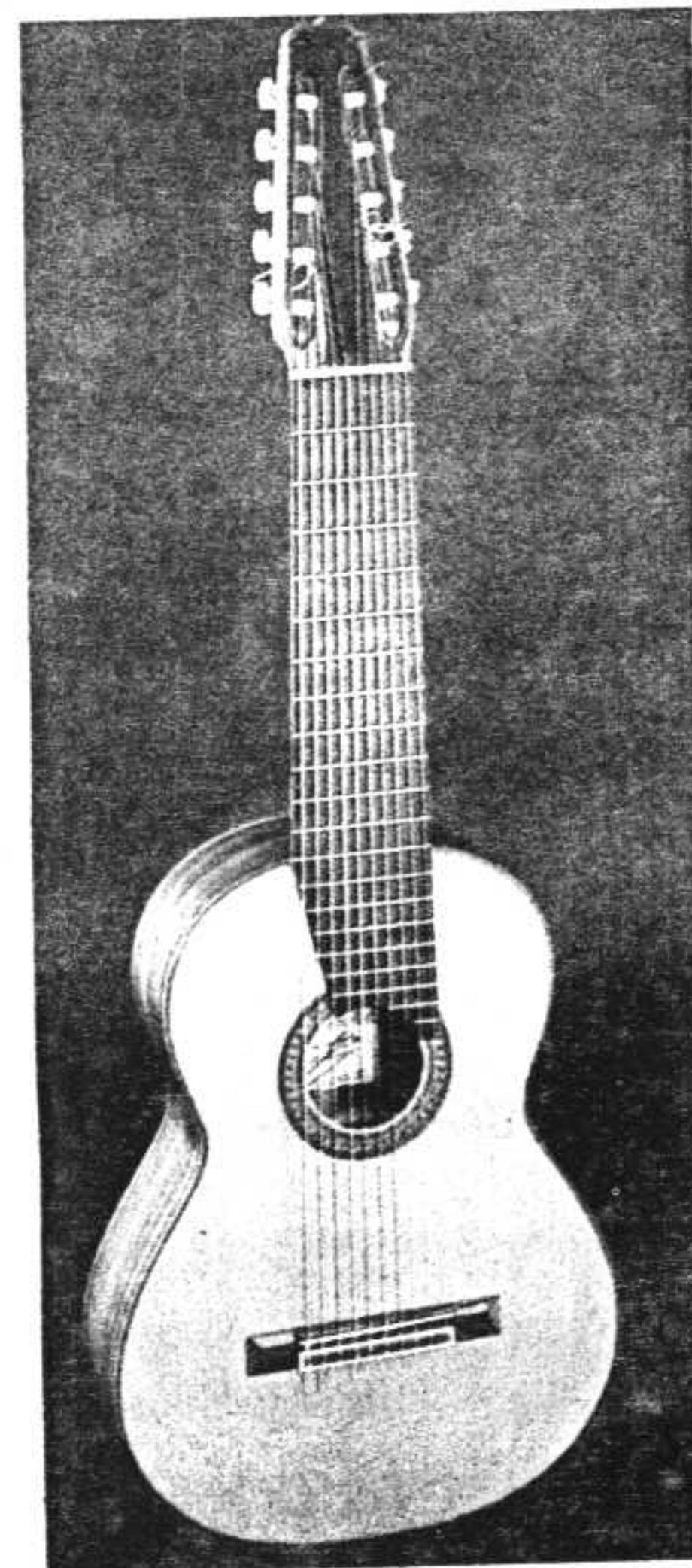
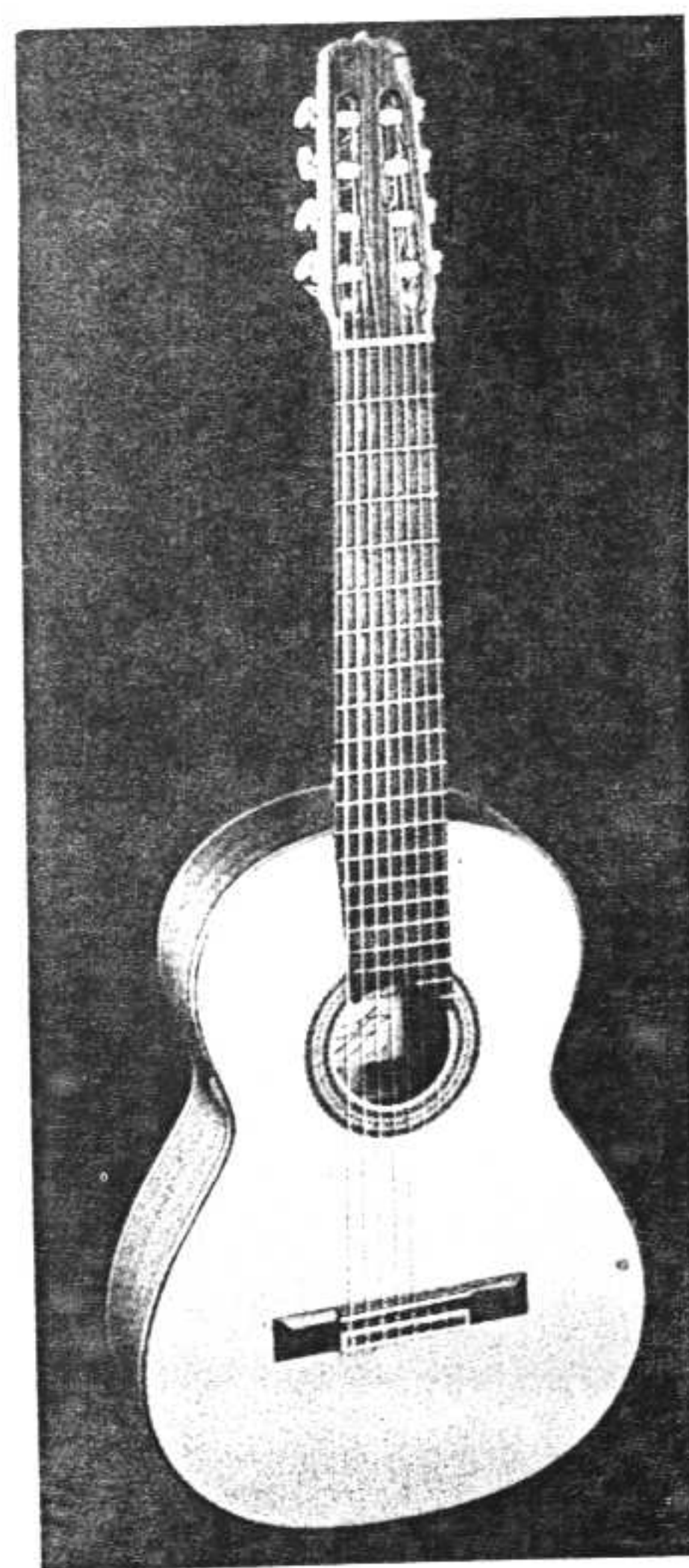
Guitarra para flamenco.



Fondo de guitarra barroca.

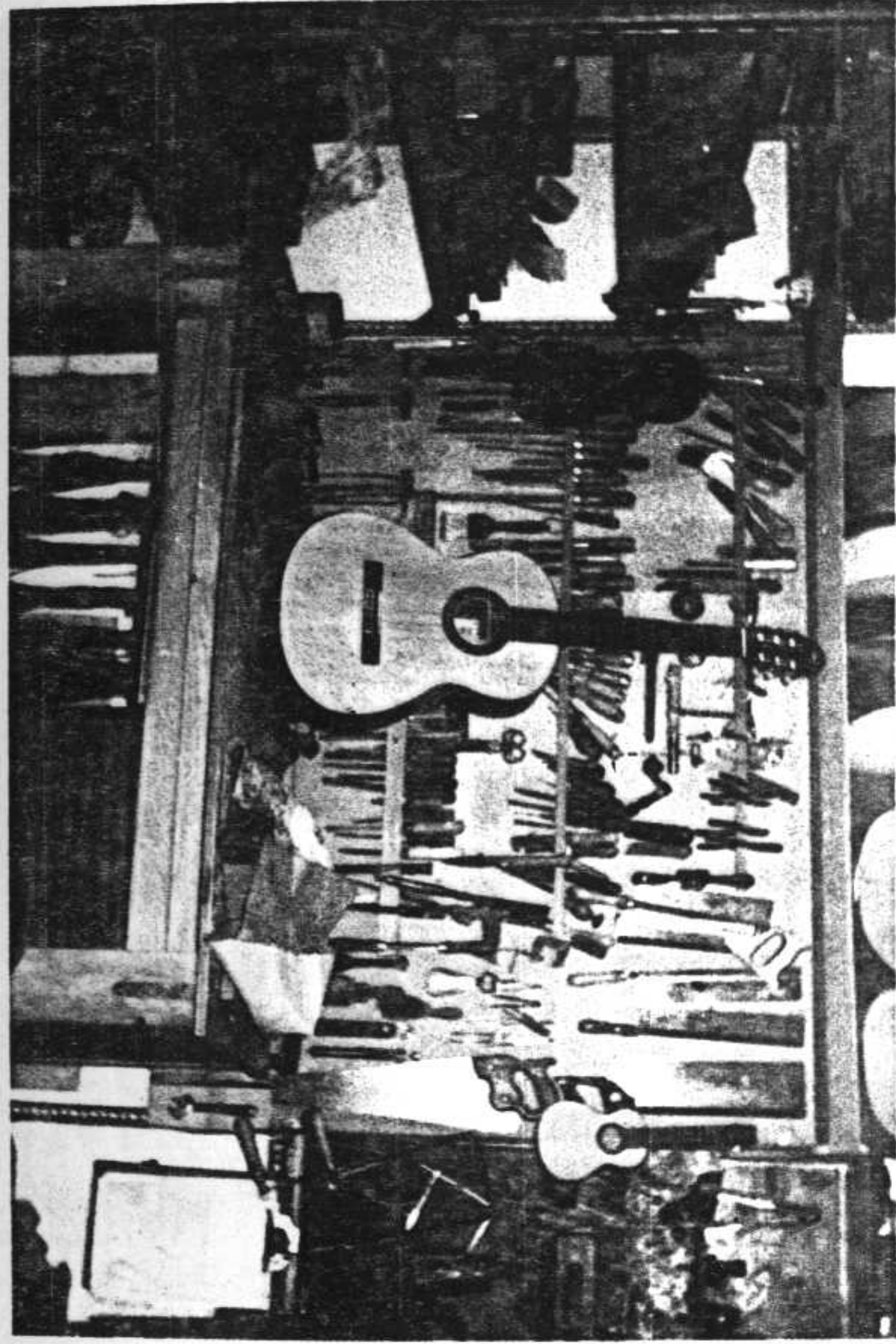


Cabezas de guitarra. Obsérvese la fotografía de la izquierda en cuya parte superior se aprecia la M de Montero, su constructor.

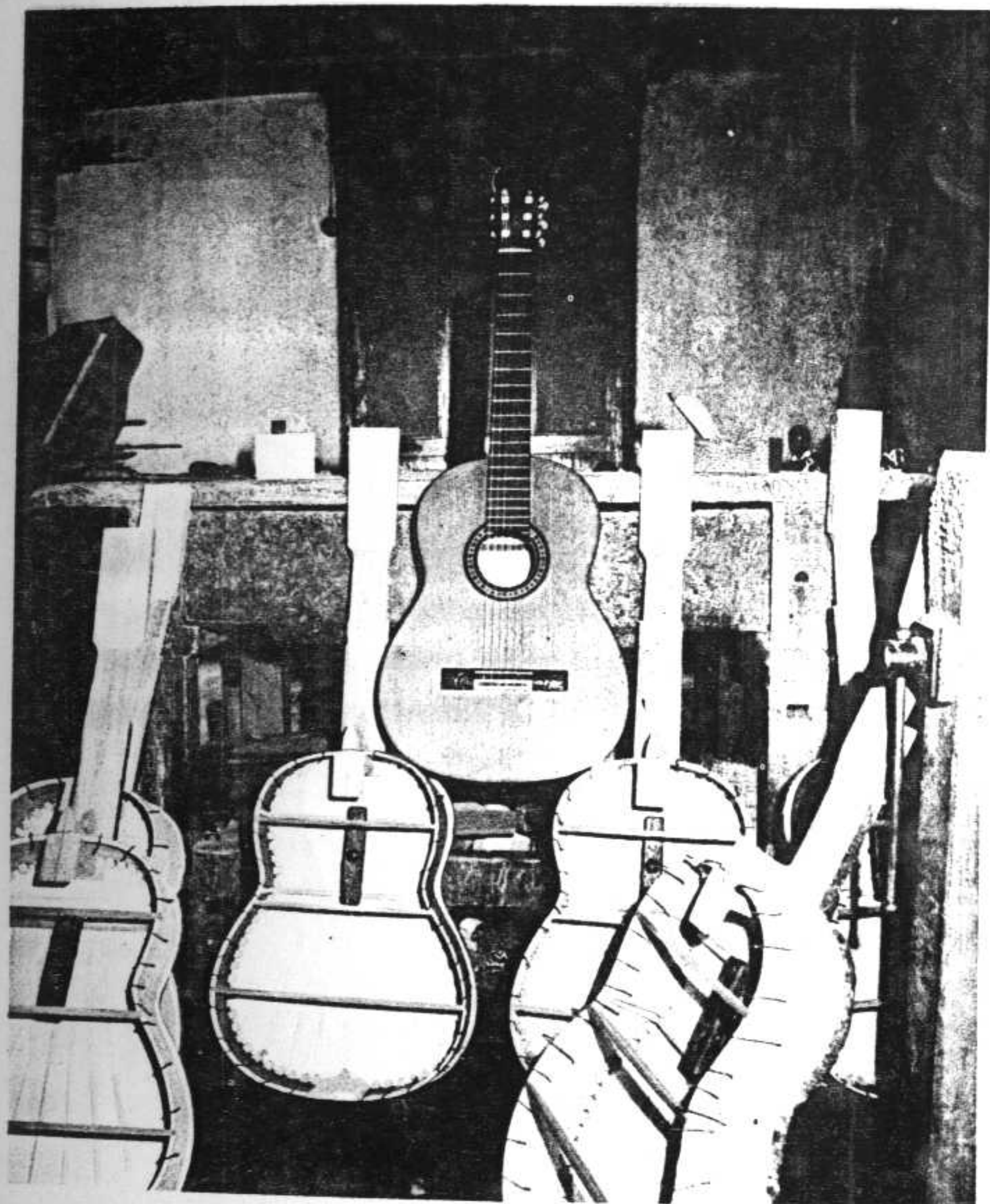


Guitarras de ocho y diez cuerdas para concierto.

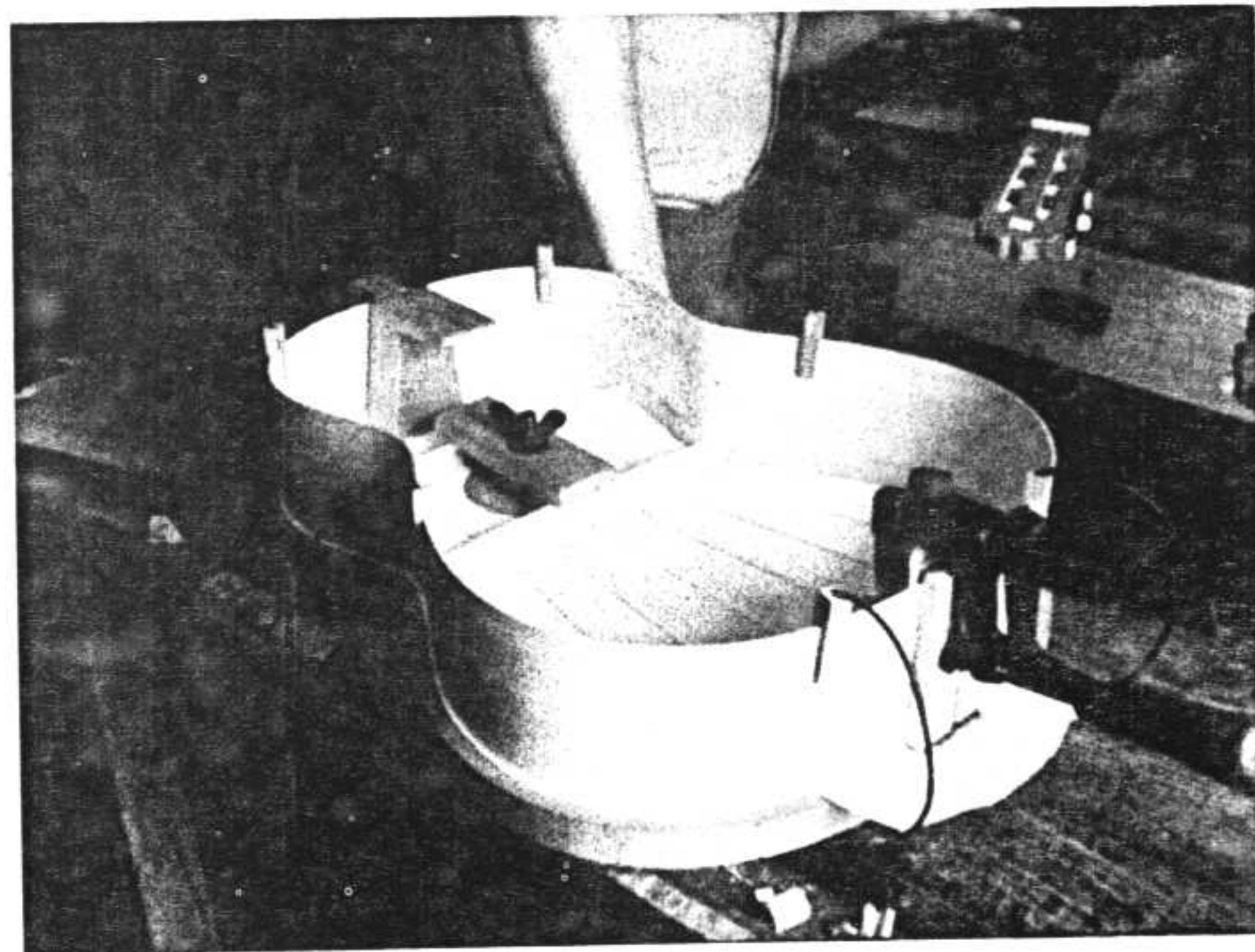
Taller.



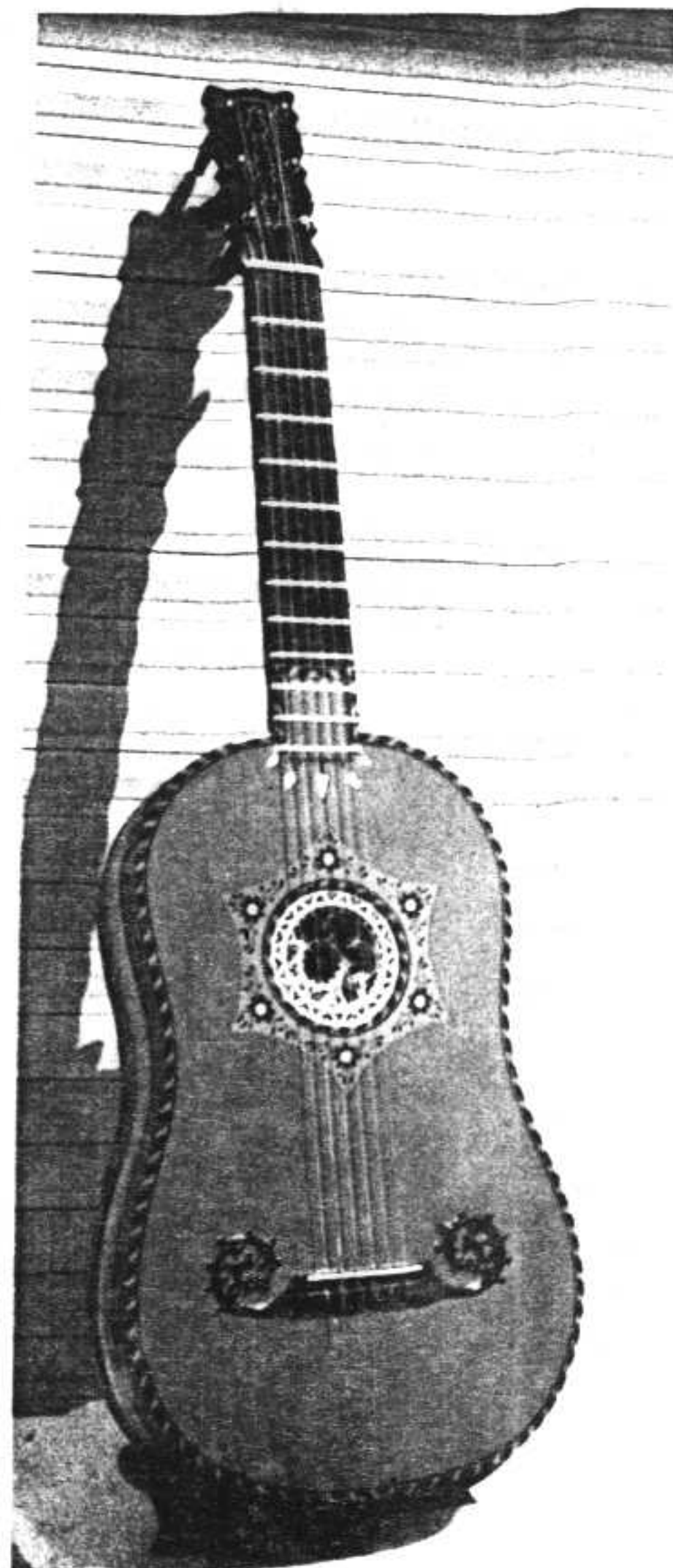
Conformado previo de los flancos.



Guitarras en proceso de construcción.



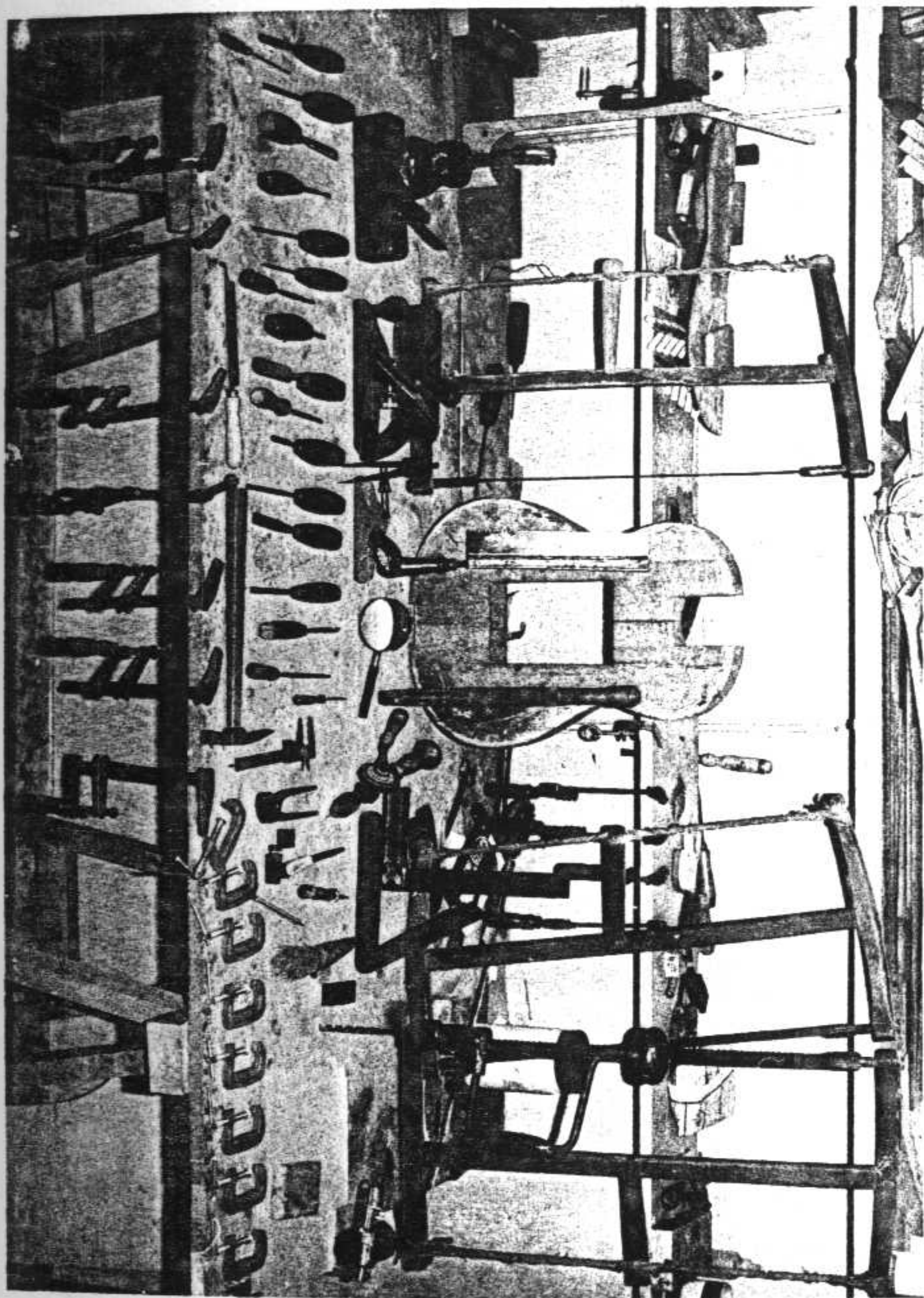
Guitarra en proceso de construcción.



Guitarras barrocas.



Guitarra flamenca.



CONSTRUCTORES DE GUITARRAS

✕ **Manufacturas Alhambra, S. A.**, es una empresa fundada en Muro de Alcoy (Alicante), en el año 1965. La expansión de esta firma se pone de manifiesto en los 200.000 instrumentos construidos hasta la fecha, y asimismo en la variación de la plantilla de personal, que ha pasado de 4 a 65 personas en 18 años de actividad. Alhambra construye guitarras, bandurrias, laúdes, guitarras acústicas y guitarras rag-time.

Los 20 modelos de guitarras, agrupados en 5 calidades, se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza y la marquetería de la boca. Su ritmo anual de producción es de 20.000 instrumentos, de los que exporta el 50 %.

✕ **Juan Alvarez Gil** nace en Madrid, en marzo de 1932, y construye su primera guitarra, por afición, en el año 1946 con su hermano Lorenzo, después conoce a Marcelo Barbero (gran constructor de guitarras) que le enseña a fondo la construcción de la guitarra. Funda su taller en el año 1946 y hoy está ubicado en la calle de San Pedro, 7, de Madrid.

Hasta la fecha ha construido 1.200 guitarras, y clasifica sus instrumentos en 5 modelos distintos que responden a guitarras clásicas, flamencas y de diez cuerdas. Sus instrumentos se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza, boca y cenefas. Exporta el 80 % de su producción.

Es sorprendente que Juan Alvarez construya guitarras con el diapasón distribuido por cuartos de tono, por lo cual no se le puede negar el afán investigador, cualidad siempre positiva en todas las facetas del saber humano.

✕ **Lorenzo Alvarez Gil** comenzó a trabajar como ebanista cuando tenía catorce años y sus primeras guitarras las construyó cuando contaba diecinueve. Algunas lecciones las aprendió del gran maestro Marcelo Barbero. Fundó su taller en el año 1949 y actualmente está ubicado en la calle de Manuel Arranz, 10, de Madrid.

Centra su actividad en la construcción de guitarras clásicas y fla-

mencas, que responden a una sola calidad, y que se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza. Su ritmo anual de producción es variable, entre 18 y 22 instrumentos, de los que exporta algunos circunstancialmente.

X **Antonio Ariza** funda su taller en el año 1962 y hoy está ubicado en la Cuesta de Gomerez, 33, de Granada. Hasta la fecha ha construido 600 guitarras que se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza. Su ritmo anual de producción es de 30 guitarras, de las que exporta el 30 %.

X **Vicente Pérez Camacho** nació en Madrid, en el año 1928, en el seno de una familia artesana. Se inicia en el manejo de las herramientas en el taller de su padre. Gran aficionado a la música, aprendió a tocar el laúd y la guitarra y formó parte de rondallas y conjuntos musicales típicos de la época de su juventud. Por este medio conoció a quien debería ser su maestro, Modesto Borreguero, compañero de Santos Hernández y Domingo Esteso, ambos maestros instruidos en el taller de Manuel Ramírez, en la calle de Arlabán, de Madrid.

Trabajó con Borreguero hasta el año 1960, en que decidió independizarse y en el año 1973 fijó su taller en la calle del Amparo, 3, de Madrid. Hasta la fecha son 1.081 guitarras las que llevan su etiqueta. Construye guitarras de formato normal, guitarras 3/4 y requintos, y agrupa sus instrumentos en 3 calidades: especial, primera y segunda. Se reconocen sus guitarras por la forma de la cabeza y del puente. En todas las guitarras de Camacho hay un detalle de buen gusto: el mosaico del puente es igual que el de la boca.

Su ritmo anual de producción es de 30 guitarras, de las que exporta el 70 %.

X **Javier Cayuela García** es un constructor peculiar, no sólo por la atención que presta a la ornamentación del fondo de sus guitarras, sino porque se inició en la hermosa tarea de hacer guitarras de forma poco común. Cayuela, de profesión ebanista, era muy aficionado a la guitarra, pero la situación económica, precaria para casi todos los españoles que vivimos la posguerra, no le permitía comprar una. Como quien emprende lo desconocido, con gran timidez construyó una guitarra, con sólidos criterios de ebanista, pero tuvo que fijarse muy bien en un instrumento ya construido, y, naturalmente, no le salió como él hubiese deseado. En

el año 1949 se inició y, a paso lento pero seguro, se convirtió en constructor profesional de guitarras, laúdes y bandurrias.

Centra su actividad actual sólo en la construcción de guitarras para clásico y flamenco. Su taller está ubicado en la calle de las Monjas, 16, de Viñas de Peñallana de Andújar (Jaén), y comercializa gran parte de los instrumentos que construye en Sevilla, calle de Zaragoza, 4.

En su taller se han construido varios miles de guitarras de distintos modelos, pero actualmente fabrica una sola calidad y se distinguen por la forma de la cabeza.

X **Benigno Díaz Díaz** funda su taller en el año 1957, en la calle de Cádiz, 13, de Alacuás (Valencia).

Reparte su actividad en la construcción de guitarras, bandurrias y laúdes, en 3 tipos de calidades y embellece cada uno según la calidad a que corresponda. Circunstancialmente exporta algunos de los instrumentos que construye y su producción anual es variable, en función de los pedidos que recibe.

X **Rafael Díaz** funda su taller en el año 1972 y tras varios traslados lo fija definitivamente en la Cuesta del Chapiz, 23, de Granada.

Ha construido un total de 500 guitarras; su producción anual es de 50 instrumentos, entre guitarras clásicas y flamencas, agrupados en 3 calidades de cada tipo.

Sus guitarras se distinguen exteriormente por la terminación de la cabeza.

Presta Rafael Díaz mucha atención al sistema acústico (barras armónicas o abanico) y juntamente con su hermano Francisco Manuel estudia constantemente sus propios diseños de abanicos a fin de obtener resultados óptimos.

X **A. Dotras Córdoba** funda su taller en el año 1920, en la calle de San Pablo, 5, de Barcelona. Dedicó su actividad a la construcción de guitarras, laúdes y bandurrias, en 6 calidades distintas, de las cuales exporta el 30 %.

X **Juan Estruch Pipó** es un constructor que pertenece a la tercera generación de la dinastía instituida por Juan Estruch Rosell, solista y ta-

ñedor de laúd en la Estudiantina España, que fundó en 1880. La firma Guitarras Juan Estruch, con el ánimo de elevar la guitarra a la categoría de gran instrumento de concierto, ha investigado y obtenido en el transcurso del tiempo fructíferos resultados.

Aquella incipiente empresa, continuada por su hijo Juan Estruch Sastre y ahora en la tercera generación, se ha convertido en un gran taller donde se construyen muchas guitarras —clásicas, flamencas, barrocas—, vihuelas, laúdes, en varias calidades. Tiene su tienda-taller en la calle Ancha, 30, de Barcelona.

✕ **J. Farré** empezó a construir guitarras, por afición, en el año 1954, siendo por aquel entonces su profesión la de ebanista. Desde el año 1956 hasta el 1964 fue empleado de la firma Guitarras Estruch, de Barcelona, y posteriormente, como encargado, dirigió la Fábrica de Guitarras Taurus, hasta el año 1975, en que decidió establecerse por cuenta propia, en la calle de San Félix, 33, de Vilafranca del Penedès (Barcelona).

Basó la concepción de sus guitarras en unos planos y datos que heredó de su tío Domingo Prat, catedrático del Conservatorio de Música de Buenos Aires. Desde que se independizó lleva construidas 192 guitarras, y su actividad está centrada en la guitarra para concierto clásico. Se reconocen sus guitarras por el rosetón de la boca. Su producción anual es según demanda.

✕ **Manuel Fernández** nació en Sevilla y reside en Granada desde que tenía doce años. Desde muy niño trabajó en la ebanistería, y hace treinta y cinco años se inició como constructor de guitarras, después de haber pasado por el taller de Eduardo Ferrer. Estudió asimismo las formas constructivas de las guitarras construidas por artesanos de Córdoba, Barcelona y Madrid.

En su taller, de la calle del Hospital de Santa Ana, 12, de Granada, ha construido muchas guitarras, clásicas y flamencas, que se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza. El número de instrumentos que construye es variable, en función de la demanda y no exporta.

✕ **Ignacio Fleta e hijos** fundan su taller e inician su actividad construyendo varios tipos de instrumentos de cuerda.

En el año 1932 se ubican definitivamente en la calle de los Angeles, 4, de Barcelona; hasta la fecha, 825 guitarras llevan su etiqueta.

Fallecido el padre y fundador, Ignacio, sus hijos Francisco y Gabriel continúan el negocio y se dedican exclusivamente a la construcción de guitarras para concierto clásico, de una calidad única.

Su producción anual de guitarras es de 16 unidades.

✕ **Maximiano Fontiveros Solá** se dedica a la construcción de guitarras desde el año 1978. Últimamente, su taller está en la Calle de la Macarena, 6, de Sevilla.

Desde pequeño sentía ya inquietud por la construcción de instrumentos, quizá movido por el ejemplo de su padre y de su hermano mayor que eran constructores de guitarras eléctricas. Esta inquietud se convirtió posteriormente en pasión, siendo buena prueba de ello que a pesar de haber pasado por varias facultades y escuelas, se dedicara de pleno a la construcción de instrumentos de cuerda: guitarras —clásicas y flamencas, acústicas y eléctricas—, bandurrias, laúdes, vihuelas, laúdes renacentistas y barrocos, violines, violas y violoncelos. Todos sus instrumentos responden a una sola calidad y se reconocen exteriormente por la plantilla propia, forma de la cabeza y del puente. En todas las guitarras clásicas incrusta una estrella de cuatro puntas tallada, de hueso, en la parte superior de la cabeza. Su producción anual es variable, debido a las diversas clases de instrumentos que construye, pero un máximo de 12 guitarras anuales salen de su taller, algunas de las cuales han cruzado nuestras fronteras circunstancialmente.

✕ **Isidro Garrido Cantos** se dedica a la actividad de constructor de guitarras desde 1960, en su taller del Pasaje Flor, s/n.º, bloque 7, de Granada.

No ha controlado exactamente el número de instrumentos que ha construido hasta la fecha y reparte su labor entre guitarras —clásicas y flamencas—, laúdes y bandurrias. Sus instrumentos se distinguen exteriormente por la forma de la cabeza y por su plantilla propia.

✕ **Gerundino Fernández García** nació en Almería, en el año 1931, y desde muy joven comenzó a trabajar con la madera, por lo cual se ejercitó bien en el manejo de las herramientas. En el año 1950 aprendió a tocar la guitarra y también estudió música, tal vez por tradición familiar, ya que su padre y abuelos profesaban este bello arte de la música.

En el año 1960 empezó la profesión de constructor de guitarras, de forma autodidacta, por lo que ha tenido que estudiar muy a fondo su propia concepción del instrumento. De su taller de la calle Buenavista, 4, de Almería, han salido, hasta la fecha, guitarras de una calidad única, que se pueden reconocer exteriormente por la forma de la cabeza.

Aunque su producción anual es pequeña, 10 o 12 guitarras, exporta a todo el mundo.

X **Enrique Keller, S. A.**, fábrica de instrumentos musicales fundada en el año 1932, sólo desde 1960 construye guitarras clásicas y eléctricas.

Sus guitarras responden a dos marcas: *Admira* y *Ritmo*. En la fábrica de Zarauz (Guipúzcoa) se han construido, hasta la fecha, la gigantesca cifra de 1.500.000 guitarras, entre las clásicas y las del tipo western, en 4 calidades y 20 modelos.

Las guitarras se pueden reconocer por la forma de la cabeza.

Su ritmo anual de producción es de 80.000 guitarras, de las que exporta regularmente el 55 % a 30 países.

X **Félix Manzanero** nació en Madrid, en el año 1937. A los catorce años de edad ingresó como aprendiz en el taller de José Ramírez, donde aprendió el difícil arte de la construcción de instrumentos de cuerda. Después de permanecer allí durante doce años, se independizó, estableciendo su taller en la calle de Santa Ana, 12, de Madrid.

Desde hace unos años ha dedicado gran parte de su tiempo a la investigación de la guitarra, y ha llegado a construir una guitarra sin abanico y con una séptima cuerda interior; también ha fabricado una guitarra elíptica, con el afán de darle más sonoridad, y actualmente está investigando, en colaboración con un equipo de ingenieros, el desarrollo de un aparato para hallar la medición óptima de las tapas armónicas antes de su colocación en el instrumento.

Félix Manzanero posee asimismo una colección de guitarras antiguas únicas en el mundo, digna de admiración, visitada y elogiada por los más diversos coleccionistas de guitarras del mundo. Exhibe esta colección en su tienda-taller junto con sus investigaciones.

X **Pedro Martínez Peñalver** es sucesor del taller de Alfonso Checa, fundado en el año 1935, en la calle de Caños Dorados, 7, de Baza (Granada). Centra su actividad en la construcción de guitarras —clásicas y flamencas—, laúdes, bandurrias y algo muy especial, los instrumentos endocordes; también por riguroso encargo construye laudones, bandurrines y bandolinas. Se reconocen exteriormente sus instrumentos por la forma de la cabeza, que no es común para todos los modelos sino que difiere según el tipo.

Alfonso Checa recibió varios premios, entre ellos: Primer Premio de la Exposición Internacional de Madrid en el año 1953.

Segundo y Tercer Premios en el Segundo Año Internacional de la Guitarra, en Ronda (Málaga), homenaje a Vicente Espinel en el año 1977. (El Primer Premio quedó desierto.)

X **José Masó Forner** es un constructor que cuando tenía once años de edad ya se interesaba mucho por los instrumentos de cuerda. El secreto, que pasaba de generación en generación, con que se ha venido construyendo la guitarra y otros instrumentos, no le permitió la entrada en ningún taller donde se fabricaban. Estudió música en el Conservatorio Superior, y todas sus actividades se centraban en el campo artístico: modelaje, talla, grabado, decoración y miniaturismo. En el año 1962, cuando tenía veintisiete años de edad, se marchó a Inglaterra, país del que tiene gratos recuerdos porque fue allí donde, de forma autodidacta, aprendió la técnica de la construcción de instrumentos. Construida su primera guitarra la probó un profesor del College de Northampton y le gustó mucho, por lo cual le presentó a otro profesor, persona muy distinguida en la enseñanza y promoción de la guitarra.

Después de residir trece años en Inglaterra, Masó regresó a Barcelona y estableció su taller en la calle de Mascaró, 1, donde alterna la construcción de guitarras clásicas con trabajos de talla de marfil. Ha producido 58 guitarras en 3 calidades: A, B y C. Se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza, de la roseta y del puente. Su producción anual es de 3 o 4 guitarras, y las exporta casi todas.

X **Mayoral** funda su taller en agosto del año 1950, en el Camino de Torremelina, calle A, 32, de Barcelona.

Hasta la fecha, 1.900 guitarras llevan su etiqueta. Mayoral dedica su actividad a la construcción de guitarras clásicas y flamencas así como a la de laúdes. Sus guitarras se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza y del puente. Su ritmo anual de producción es de 55 guitarras, de las cuales exporta el 20 %.

X **Francisco Montero Aguilera** se inicia en la construcción de guitarras en Córdoba, en el año 1948.

En el año 1963 se traslada a Hospitalet (Barcelona) y establece su taller en el Polígono Can Serra, bloque E, 56. Montero se define como autodidacta y le gusta mucho la experimentación dirigida a construir instrumentos de gran potencia sonora.

Entre guitarras clásicas y flamencas ha construido, hasta la fecha, 700, que todas responden a una calidad.

Las guitarras Montero se reconocen exteriormente por la terminación de la cabeza en que siempre graba una M muy visible. Produce anualmente 20 guitarras y circunstancialmente exporta alguna.

X **Juan Montero Aguilera**, junto con su hermano Francisco, fundan un taller dedicado a la ebanistería general en el año 1950. Juan alternaba la ebanistería con la profesión de charolista.

En el año 1960, por iniciativa de Francisco, deciden ambos dedicarse a la construcción de guitarras e inician esta actividad de forma autodidacta.

Tras los primeros años de emprender su nueva actividad, ambos hermanos deciden separarse y Francisco se traslada a Hospitalet (Barcelona).

Cuando Juan Montero queda solo estudia muy seriamente los planes que le conducirían a la concepción de su propia guitarra. De su taller-estudio, en la calle de Goya, 23, de Córdoba, han salido, hasta la fecha, 672 guitarras entre clásicas y flamencas, que responden todas a una sola calidad.

Su producción anual es de 20 guitarras, de las que exporta el 40 % a varios países.

X **Jerónimo Peña Fernández** es un artesano autodidacta; su taller está ubicado en la calle de Utica, 7, de Marmolejo (Jaén). Sus guitarras, clásicas y flamencas, responden todas a una misma calidad pero hace dos modelos, normales y especiales de series numeradas, con todo tipo de tallados en boca, puente, cabeza y clavijas. Su producción anual es de 20 a 24 guitarras, de las cuales exporta la mayoría a varios países.

Jerónimo Peña tiene un premio al mejor artesano concedido por el Ministerio de Trabajo y sus guitarras se reconocen por la forma de la cabeza y los tallados expresando motivos árabes.

X **Ricardo Quiles Ballester** funda su taller en el año 1959, en la calle de Ausias March, 36, de Catarroja (Valencia).

Su obrador, de tipo familiar, ha producido, hasta la fecha, 14.000 instrumentos: guitarras, laúdes, bandurrias, mandolinas, ukeleles y requintos.

Los 8 modelos, en que clasifica las guitarras de su producción, se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza.

Produce 500 guitarras al año, de las cuales exporta el 90 %.

X **Raimundo y Aparicio, S. A.**, se fundó en el año 1966 y se domicilió en el Camino Viejo de Alboraya, 43, de Valencia; posteriormente se trasladó a Paterna (Valencia).

En su taller, de la calle de las Islas Canarias, 5, del Polígono Industrial Fuente del Jarro, de aquella ciudad, se construyen guitarras, laúdes, bandurrias y requintos, en 8 calidades distintas, que se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza, de la greca y de la silueta propia.

La producción anual de instrumentos que responden a la etiqueta Raimundo asciende a 20.000 y se exportan el 70 %.

En el año 1981 obtuvieron el premio a la exportación concedido por la Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Valencia.

X **José Ramírez** no es sólo un constructor de guitarras sino toda una institución que fundó José Ramírez I en Madrid en el año 1882, después de recibir formación en el taller de su maestro Francisco González, ingeniero y constructor de guitarras, del cual ignoramos toda suerte de datos.

X **Ramírez I** se instaló al principio en el Rastro de Madrid y más adelante en la calle de la Cava Baja, por último fijó su taller en la calle de la Concepción Jerónima, 2, de Madrid, donde se fue desarrollando, día tras día, la hermosa labor de hacer guitarras.

Entre todos los factores que se conocen para definir la dinastía de los Ramírez hay uno que sobresale de forma muy notable, cuando se observa el organigrama que adjuntamos, y es el ejercicio de la docencia que los Ramírez han impartido ininterrumpidamente.

El secreto con que se ha venido construyendo la guitarra, durante generaciones, no cuadra con los Ramírez y el fruto que de ello ha recogido la sociedad ha sido la creación de una escuela sin precedentes, que ha rebasado nuestras fronteras, por lo que si bien la guitarra debe su gentilicio de «española» a reconocidos hechos históricos, la labor de los Ramírez ratifica este hermoso gentilicio, por lo que ya es ineludible su paso a la historia de ese instrumento. Algo que hace reflexionar es que observando de nuevo el aludido organigrama, los nombres allí expresados recuerdan las etiquetas de las guitarras más homologadas, por lo que el reconocimiento de la escuela Ramírez no es, en modo alguno, subjetivo.

X **José Ramírez II** hereda el taller de su padre, fallecido en el año 1924, continúa haciendo guitarras, formando escuela, ganando premios, su nombre y sus guitarras se extienden, a pasos de gigante, por todo el mundo. Con su fallecimiento, en el año 1956, no muere ni su nombre ni el prestigio adquirido, patrimonio que hereda el que ha de representar la tercera generación.

X **José Ramírez III** tiene su taller donde lo fundó su abuelo, en la calle de la Concepción Jerónima, 2, de Madrid, es un infatigable investigador, en palabras del ilustre maestro Segovia, y buena prueba de ello la proporciona la diversidad de instrumentos que elabora: guitarras de seis, ocho y diez cuerdas para concierto clásico, guitarras para concierto flamenco, de ciprés y palo santo, guitarras clásicas preparadas para flamenco, guitarras altas de seis y ocho cuerdas y de 530 mm de tiro, guitarras románticas de 620 mm de tiro, guitarras acústicas de los tipos europeo y americano, etcétera.

Desde los primeros tiempos hasta la fecha, 17.000 guitarras llevan inserta la etiqueta Ramírez. Su producción anual alcanza 700 guitarras, todas ellas pertenecientes a una sola calidad y de las cuales exporta más del 80 %.

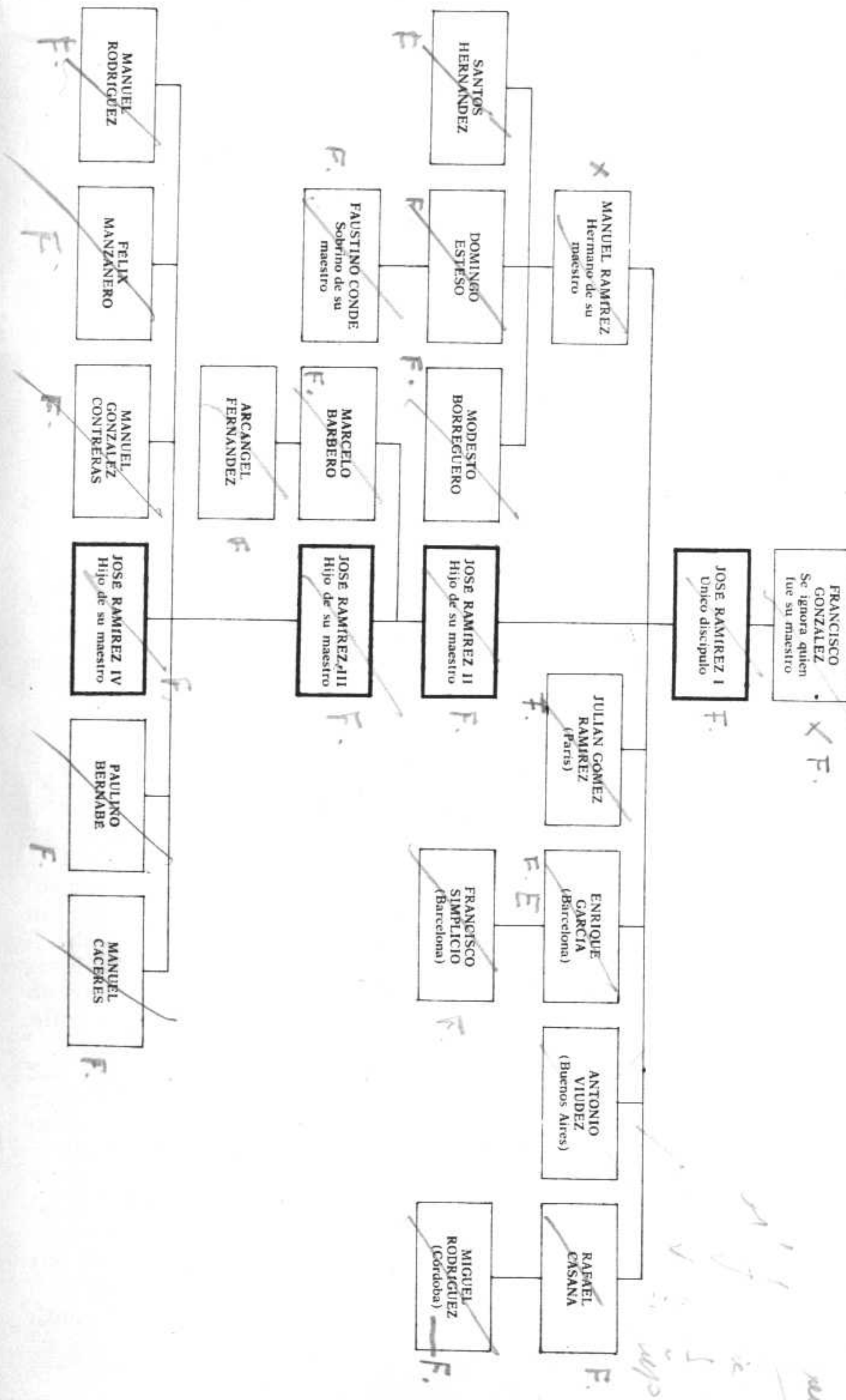
La dinastía Ramírez ha sido merecedora de los galardones que a continuación relacionamos:

Medalla de oro, Exposición de Logroño	1897
Gran premio, Exposición Iberoamericana de Sevilla	1929
Medalla de oro al más famoso constructor de guitarras del mundo, Chicago	1962
Medalla de bronce, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid	1962
Medalla de oro Artesano Ejemplar	1972
Carta de exportador individual del Ministerio de Economía y Comercio	1981
Establecimiento tradicional, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid	1982

Hay un premio que no está relacionado, por carecer de cuerpo físico y que no otorga ningún ente oficial, pero que, sin embargo, es el mayor y que Ramírez lo recibe día tras día: el deseo que siente toda persona, que de una u otra forma está relacionada con la guitarra, por poseer y pulsar una guitarra Ramírez.

X A **José Ramírez IV**, nacido en el año 1952, sólo se le puede felicitar por pertenecer a esta noble estirpe de constructores de guitarras.

X **Manuel Reyes** era, en principio, aficionado a tocar la guitarra; su primera «hazaña» fue reconstruir una deteriorada que le proporcionó la señora Carmen Luque. No le satisfizo plenamente la restauración y decidió construir una guitarra guiado por su intuición. Tiempo después conoció a Joaquín Sánchez Galisteo, que le enseñó todo lo que sabía sobre



la construcción de guitarras siendo así su primer maestro. Tomó contacto con el guitarrista Pepe Martínez, el cual le facilitó una carta de presentación para el gran maestro constructor de guitarras Marcelo Barbero, de Madrid. En el año 1958 se trasladó a Madrid, donde conoció personalmente al maestro, que le instruyó en el arte de hacer guitarras e incluso le ofreció trabajar en su taller, invitación rechazada por tener trabajo comprometido en Córdoba. De su taller, fundado en el año 1949, han salido ya 649 guitarras, además de laúdes y bandurrias que había construido hasta el año 1959. Sus guitarras responden todas a una misma calidad y se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza. Produce 20 guitarras al año, de las que exporta el 65 %.

X **Antonio Rodríguez Orozco** realiza un viaje a Madrid, donde se documenta sobre la construcción de guitarras. De regreso funda su taller, en la calle de Correderas, 23, de Baza (Granada), hace veintiocho años.

Desde sus inicios ha construido 1.000 guitarras, y esporádicamente, por encargo, laúdes y bandurrias. Clasifica sus guitarras en 2 calidades y se reconocen exteriormente por la forma de la cabeza, de ébano tallado, y el puente también lo talla.

Es pequeña su producción anual y en determinadas ocasiones ha exportado alguna guitarra.

X **Manuel Rodríguez** es un constructor que cuenta con una historia repleta de datos y anécdotas, cuya recopilación engrosa considerablemente los acontecimientos de la guitarra española.

Procede de una familia muy relacionada con la guitarra, su abuelo fue guitarrista flamenco y su padre, constructor de guitarras, que se formó como tal en el taller de Agustín Andrés, de Madrid.

Manuel Rodríguez entró como aprendiz en el taller de José Ramírez II, donde también trabajaba su padre, tenía entonces trece años de edad y aprendió la mecánica del oficio del primer oficial del taller, Alfonso Benito.

Su primera guitarra la construyó en el año 1945 y la vendió por 500 pesetas. Las circunstancias de la vida hicieron que le llevaran esta guitarra para repararla cuando estuvo establecido en Los Angeles (Estados Unidos).

Por primera vez se estableció en el año 1955 en su casa-apartamento de la calle de Ministriles, de Madrid, y a lo largo de su vida profesional ha tenido varias etiquetas.

En el año 1957 estableció su tienda-taller en la calle de Jesús y María, 26, de Madrid.

En el año 1959 se estableció en Los Angeles (Estados Unidos), donde trabajó siempre por encargo de sus clientes, entre los que se contaron famosos artistas del cine de Hollywood. En 1973 regresó a Madrid y ubicó su taller en la calle de Hortaleza, 32, donde trabajaba actualmente.

Hasta la fecha ha construido 565 guitarras, entre clásicas y flamencas, todas responden a una sola calidad y se reconocen exteriormente por la cabeza y las cenefas, que junto con la tapeta sobre la cabeza son de ébano.

Su ritmo anual de producción es de 24 a 26 guitarras, de las que exporta el 90 %.

Es innegable el afán investigador de Manuel Rodríguez, pues es el inventor del puente móvil en la guitarra, que consiste en que el apoyo inferior de las cuerdas es independiente para cada una de ellas, y de esta forma, cada cuerda puede tener distinta longitud de las demás; según su creador, este sistema permite el afinado perfecto del instrumento, y reproducir con total fidelidad las octavas de notas emitidas por distintas cuerdas.

X **Manuel Romero Macías** es constructor autodidacto desde hace treinta años. En su taller de la calle Ancha, 19, de Montellano (Sevilla), construye, de forma artesanal, guitarras clásicas, flamencas, barrocas, laúdes barrocos y renacentistas, vihuelas y violines, de sólo una calidad. Sus instrumentos se pueden reconocer por la forma de la cabeza, del puente y el color. Exporta parte de su producción.

X **José María Vilaplana** trabajó durante dieciocho años junto a su padre, uno de los fundadores de Guitarras Alhambra.

En el año 1979 decide independizarse y construir su propia guitarra. Ubica su taller en la calle Ausias March, 14, de Muro del Alcoy (Alicante).

Su etiqueta figura en 207 guitarras hasta la fecha, clasificadas en 2 calidades, que se distinguen exteriormente por la forma de la cabeza y la marquetería.

Su producción anual es de 44 guitarras, de las que exporta el 75 % a 15 países.

X **Los hermanos Yagüe, Ismael y Raúl**, son dos constructores que tienen su taller en la calle de Amposta, 27, de Barcelona. Opinamos que son muy acogedores, y buena prueba de ello es que tienen dos guitarras, sin tapa, repletas de firmas de todas las personalidades que han visitado su taller.

Ambos hermanos eran, en principio, ebanistas instruidos en tal oficio por su padre. Raúl sentía, desde muy joven, atracción por los instrumentos de cuerda, razón por la cual fue el promotor de lo que habría de ser, andando el tiempo, su verdadera profesión.

Al principio hacían guitarras por afición, pero el presidente de la Peña Guitarrística Tárrega los animó a que se dedicaran de lleno a la construcción de guitarras. Fundaron su taller en el año 1968, y hasta la fecha han fabricado 55 guitarras clásicas, que responden todas a una misma calidad. Sus instrumentos se reconocen por la forma de la cabeza, del puente y de los mosaicos, que son todos originales. Su ritmo anual de producción es de 5 guitarras, de las que exportan algunas.

En su taller han restaurado varias guitarras del célebre constructor Antonio de Torres.



MODELO GARANTIA

J. FARRE® LUTHIER

SAN FÉLIX, 33
VILAFRANCA DEL PENEDÉS
BARCELONA - ESPAÑA -

ÉPOCA

AÑO 19

Nº

Farre

CONSTRUCCION DE GUITARRAS DE ALTA CALIDAD
EN FLAMENCO Y CONCIERTO

CONSTRUCTOR:

Isidro Garrido

Paseo Flor, s/n., Bloque 7 - GRANADA (España)
MADE IN SPAIN - Granada 19

P. Martínez Peñalver

SUCESOR DE
ALFONSO CHECA

CONSTRUCTOR DE GUITARRAS
BANDURRIAS Y LAÚDES DE ARTESANIA
Instrumentos especiales ENDOCORDE

C. Dorados 7 - 701920 - BAZA (Granada)

Mod.

Año 198

Francisco Montero Aguilera

Constructor de Guitarras Clásica y Flamenca

Polígono Can Serra - Bloque R, 44, 12.º, 2.º - Tel. 338 42 82
TALLER: Bloque E, 56, bajos izquierda
HOSPITALET (Barcelona)

Fecha

Nº

Manuel Fernández Fernández
Constructor de Guitarras
Flamencas y de Concierto
Hospital de Santa Ana, n.º 12
GRANADA - España

Manuel F. Fernández

Año 19

GERUNDINO
LUTHIER

Buenavista: 4 Pl. Quemadero
ALMERIA
ESPAÑA AÑO



ENRIQUE KELLER, S.A.

FABRICA DE INSTRUMENTOS MUSICALES

Fleta



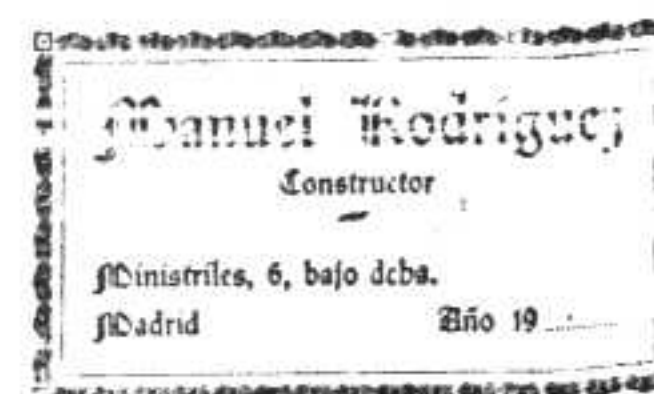
RICARDO QUILES BALLESTER
Constructor de Guitarras, Bandurrias, Laudes, Etc.
HECHAS A MANO

Ausias March, 36
Teléfono 156 07 96

CATARROJA (Valencia)
ESPAÑA

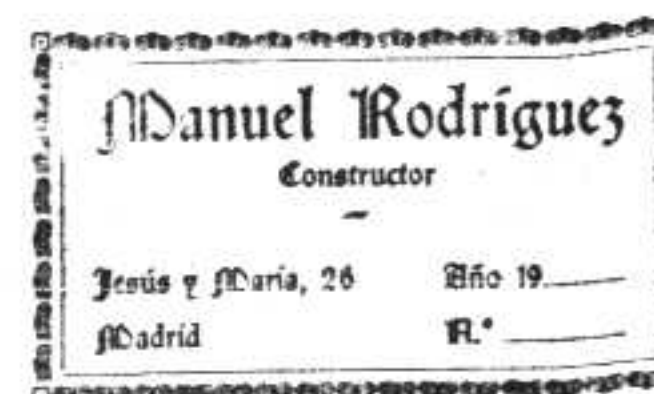


De 1943 a 1945



De 1945 a 1957

M. Romero
Luthier
Calle Ancha n.º 19
Montellano (Sevilla)
Año: _____



De 1957 a 1959



N.º ____ Año ____

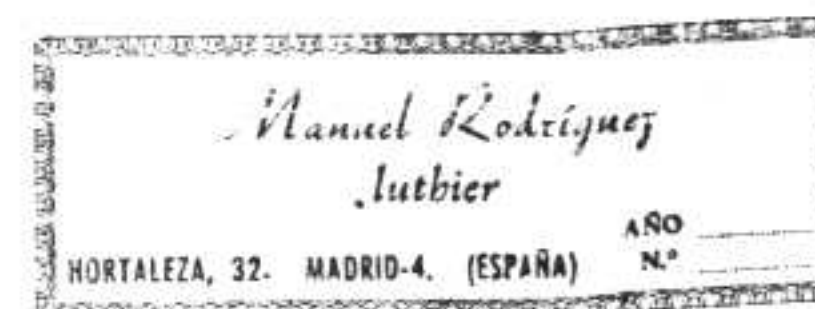


N.º 17400

NOMBRE REGISTRADO CLASE 1ª



De 1959 a 1973



De 1973 a 1979



OTROS CONSTRUCTORES

X MADRID

- X Paulino Bernabé X . . . Cuchilleros, 8, Madrid.
- X Manuel Cáceres . X . . . Puente Balbarán, 21, Madrid.
- X Marcelino López X . . . Fernán Núñez, 17, Madrid.
- X Luis Aróstegui . X . . . Plaza Chueca, 4, Madrid.
- X Hermanos Conde . X . . . Gravina, 7, Madrid.
- X Arcángel Fernández X . . . Jesús y María, 26, Madrid.
- X Manuel Contreras . X . . . Mayor, 80, Madrid.
- X Francisco Hernández . X . . . Rodas, 11, Madrid.

X BARCELONA

- X Ramón Serra . X . . . Amposta, 42, Barcelona.
- X Diego Cortés . X . . . Justicia, 30, Pineda de Mar (Barcelona).
- X Antonio Sabaté . X . . . Montserrat, 13, Sant Cugat del Vallès (Barcelona).

X VALENCIA

- X Guisval . X . . . Menéndez Pelayo, s/n.º, Aldaya (Valencia).
- X Francisco Juliá . X . . . Plaza Glorias Valencianas, s/n.º, Masamagrell (Valencia).
- X Calatayud y Gisbert . X . . . Venerable Angasio, 1, Valencia.
- X J. B. Pérez . X . . . Dr. Mora Sans, s/n.º, Mislata (Valencia).
- X Francisco Ruiz Segura X . . . Padre Santoja, 10, Mislata (Valencia).
- X José Molina X . . . Plaza Antonio Cortés, 3, Valencia.
- X Mervi, S. A. X . . . Proyecto, s/n.º, San Antonio de Benagever (Valencia).

X SEVILLA

- X Alberto Pantoja Martín . X . . . Pozo, 20, Sevilla.
- X Francisco Barba . X . . . Arroyo, 18, Sevilla.

X CÓRDOBA

- X Hijos de Miguel Rodríguez . X . . . Alfaro, 15, Córdoba.

X BADAJOZ

- X César Vera X . . . San José, 40, Valencia del Ventoso (Badajoz).

X CADIZ

- X Valeriano Bernal X . . . Avda. Carrero Blanco, s/n.º, Algodonales (Cádiz).

X GRANADA

- X José Morales . X . . . Gomez, 9, Granada.
- X José Ferrer . X . . . Gomez, 11, Granada.
- X Eduardo Ferrer . X . . . Gomez, 26, Granada.
- X Francisco Manuel Díaz X . . . Gomez, 29, Granada.
- X Juan Durán X . . . Gomez, 30, Granada.
- X José López Bellido X . . . Gomez, 36, Granada.
- X Antonio Durán . X . . . Gomez, 45, Granada.
- X Antonio Martín . X . . . Parrilla, 11, Granada.
- X Manuel López Bellido X . . . Parrilla, 11, Granada.
- X Miguel López X . . . Callejón de Lucena, 16, Granada.
- X Juan Ramón Padilla . X . . . Escutia, 8, Granada.
- X Francisco Guardia . X . . . Coronel Muñoz, 18, Granada.
- X Francisco Santiago X . . . Pino, 7, Granada.
- X Antonio Raya Pardo X . . . Baños de D. Simeón, s/n.º, Granada.
- X Antonio Marín . X . . . Parrilla, 15, Granada.
- X Ramón Marín . X . . . Lagunillas, 18, Granada.
- X Germán Pérez Barranco X . . . Placeta Carvajales, 8, Granada.
- X Antonio Martín Montero X . . . Mariana Pineda, 7, Granada.

CONSTRUCTORES HISTÓRICOS

VºPº X **Rafael Vallejo**, establecido en Baza (Granada), en el año 1792, construyó una guitarra por encargo del rey Carlos IV, conservada hoy en el Victoria and Albert Museum de Londres.

VºPº X **Agustín Caro Riaño**, establecido en Granada en 1810, además de guitarrero era relojero.

19/2 → a 1
X **José Pernas** se estableció en Granada en 1850; fue maestro del que habría de ser el más ilustre constructor de todos los tiempos: Antonio de Torres.

19/1
X **Antonio Llorente**, establecido en Granada, en el siglo XIX, en la calle del Solarillo de Santo Domingo, 7.

19/2
X **Benito Ferrer** (1845-1925), establecido en Granada, su taller estaba ubicado en el callejón de las Campanas.

19/2
X **Hermanos Valle (Nicolás y Antonio)**. Establecidos en Granada, en el siglo XIX, calle de Elvira, 54.

19/1
X **José Ortega**, establecido en Granada, en el siglo XIX, en la calle de Mesones, 4.

19/1
X **Peges y Benedic**, antiguos constructores establecidos en Cádiz en el siglo XIX.

19/2
X **Antonio de Torres Jurado** (1817-1892) nació en Cañada (Almería); discípulo de José Pernas, de Granada, se estableció en Sevilla a mediados del siglo XIX. Su taller estaba ubicado en la calle de Cerrajerías, 32. Es considerado como el «padre» de la guitarra española. La guitarra actual se debe a este genial constructor.

19/2
X **Francisco González** (1830-1880), establecido en Madrid, era ingeniero y constructor de guitarras, maestro de José Ramírez I y de su hermano Manuel Ramírez, maestros que crearon toda una escuela de constructores en Madrid y que ha trascendido fuera de nuestras fronteras.

ÍNDICE

JUSTIFICACIÓN	5
BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA GUITARRA	7
LECCIÓN PRELIMINAR DE ACÚSTICA	11
Resonancia	16
DESCRIPCIÓN DE LA GUITARRA	20
Caja de resonancia	20
Tapa armónica	20
Importancia de la antigüedad de la madera	26
El puente	27
El fondo	29
Los flancos o aros	30
El mástil o mango	30
El diapasón	31
La cabeza	31
CARACTERÍSTICAS DE UNA GUITARRA PARA CONCIERTO	33
Reconocimiento de las maderas	34
Análisis de su construcción	35
Análisis del sonido	37
CÁLCULO TEÓRICO-PRÁCTICO DEL DIAPASÓN DE LA GUITARRA	39
Cálculo de la constante K	39
Primera cuerda	43
Segunda cuerda	44
Tercera cuerda	44
Cuarta cuerda	45
Quinta cuerda	46
Sexta cuerda	46
ESTUDIO FÍSICO DE LA GUITARRA	50
Estudio de las cuerdas	50
Estudio del timbre	54

Estudio de los armónicos	58
Forma de ejecución de los armónicos	64
AFINADO DE LA GUITARRA	65
La guitarra de diez cuerdas	67
RESPUESTA ACÚSTICA DE LA GUITARRA	69
El volumen de la caja de la guitarra	84
HERRAMIENTAS Y UTILLAJES NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA GUITARRA DE ARTESANÍA	89
Útil para conformar el fondo	91
Útil para conformar la tapa armónica	96
Útil para conformar los flancos	97
Útil para el ensamblaje	99
Útil para ensamblar el fondo	102
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA GUITARRA DE ARTESANÍA	103
Descripción gráfica de las operaciones	106
Construcción del fondo de la guitarra	115
Construcción de la tapa armónica	121
Construcción del mástil en semiacabado	130
Construcción de los junquillos interiores	133
Construcción de los flancos	134
Ensamblaje	136
CONSTRUCCIÓN DEL ZUNCHO PARA LA BOCA DE LA GUITARRA	163
CONSERVACIÓN DE LA GUITARRA	170
CONSIDERACIONES GENERALES	171
CONSTRUCTORES DE GUITARRAS	195
Etiquetas	208
Otros constructores	214
Constructores históricos	215
ÍNDICE	217