

## **ANALÍSIS Y MEDICIÓN DE MADERAS EN LUTHERIA.**

### **1. Importancia de las respuestas acústicas y su relación con las frecuencias**

Cada guitarra posee una respuesta única, resultado de cómo interactúan las cuerdas con la tapa, el aire interno y el fondo. Cuando el músico pulsa una cuerda, no solo vibra el metal o el nailon: el impulso se reparte por toda la estructura. Cada parte entra en movimiento con su propia frecuencia natural, y esas resonancias —denominadas modos— determinan el carácter sonoro del instrumento.

Una guitarra bien construida no es la que tiene más resonancia, sino la que consigue que esas resonancias estén bien situadas y equilibradas, de modo que la energía fluya sin rupturas a lo largo de todo el espectro.

### **2. Modos principales del conjunto acústico**

En una guitarra, los modos más influyentes se agrupan en tres familias principales: modo de aire, modo de tapa y modo tapa-aire. Cada uno responde en un rango de frecuencia y cumple una función específica dentro del conjunto.

#### ***Modo de aire (Helmholtz)***

Corresponde al movimiento de entrada y salida del aire a través de la boca. Cuando la tapa se hunde, el aire es expulsado; cuando retorna, el aire entra, comportándose como un resonador de Helmholtz. Su frecuencia depende del volumen interno de la caja, el diámetro del orificio y la longitud del cuello (espesor del anillo de la boca).

Frecuencia típica: 90–120 Hz (en flamencas puede subir hasta 125 Hz). Nota equivalente: F♯ 2–B2. Sensación auditiva: refuerza las notas graves (sexta cuerda, entorno E2–G2), aportando cuerpo y profundidad. Ajuste constructivo: un orificio mayor o una caja más pequeña elevan su frecuencia; una caja profunda la reduce.

#### ***Modo de tapa***

Es el primer modo estructural de la tapa armónica. La superficie se divide en dos zonas que vibran con polaridad opuesta: un lóbulo inferior (graves) y un lóbulo superior (agudos). Su frecuencia está determinada por la rigidez a flexión, el peso del puente, el espesor de la tapa y el sistema de barras empleado.

Frecuencia típica: 170–220 Hz. Nota equivalente: F3–A3. Sensación auditiva: gobierna el ataque, la presión sonora inicial y la proyección del instrumento. Ajuste constructivo: un rebaje ligero del espesor o una reducción de masa en el puente hacen descender esta frecuencia.

#### ***Modo tapa-aire (acoplado)***

Cuando las frecuencias del modo de aire y del modo de tapa están próximas, ambos se acoplan. El sistema produce dos resonancias diferenciadas: una ligeramente inferior (aún

con carácter de aire) y otra superior (dominada por la tapa). El intercambio de energía entre ambas genera una zona de máxima eficiencia vibratoria.

Frecuencias típicas: inferior (aire acoplado) 95–115 Hz (G2–A2), superior (tapa acoplada) 185–210 Hz (F# 3–G# 3). Sensación auditiva: mejora la proyección y la uniformidad en el paso de graves a medios. Equilibrio deseable: diferencia entre ambos modos de 80–100 Hz. Si se separan más, la guitarra suena hueca; si se solapan, pierde definición.

### 3. Dónde golpear para detectar cada modo

Antes de cualquier medición, las cuerdas se amortiguan con gomaespuma o fieltro y el instrumento se apoya ligeramente sobre una superficie blanda. El golpe se da con el nudillo o con un martillo de madera o corcho muy ligero.

Modo	Zona de golpeo en la tapa	Qué se escucha / observa
Aire	Centro del lóbulo inferior, entre boca y puente, o borde de la boca	Un 'bombo' grave y corto, pico entre 90–120 Hz.
Tapa	Sobre el puente y 2–3 cm detrás hacia la culata	Tono más definido (170–220 Hz), gobierna la proyección.
Tapa-aire	Mismo punto que anterior, se distinguen dos picos (≈100 Hz y ≈190 Hz)	Sensación de 'empuje' y coherencia sonora.

Consejos: sujetar la guitarra por el zoque o mástil, evitar tocar la tapa, repetir varios golpes y promediar resultados. Para modo de aire, tapar la boca inmediatamente tras el golpe y observar el cambio de tono.

### 4. Notas musicales equivalentes

Tipo de modo	Frecuencia (Hz)	Nota aproximada
Aire	90 – 120	F# 2 – B2
Tapa	170 – 220	F3 – A3
Tapa-aire inferior	95 – 115	G2 – A2
Tapa-aire superior	185 – 210	F# 3 – G# 3

### 5. La práctica tradicional: 'golpear bajo el puente'

Desde hace generaciones, muchos luthieres evalúan una guitarra simplemente golpeando bajo el puente, sin instrumentos de medición. Con experiencia, el oído distingue perfectamente la relación entre el modo de aire y el de tapa:

- Dos tonos claros (grave y más alto) → modos bien formados y acoplados.
- Grave dominante → modo de tapa bajo → guitarra blanda.
- Tono alto predominante → modo de tapa alto → guitarra tensa o seca.
- Sonido confuso → exceso de acoplamiento → falta de definición.

El oído del constructor, educado a base de cientos de instrumentos, puede juzgar en segundos el equilibrio entre rigidez y elasticidad, y decidir si el conjunto respira o necesita corrección mínima.

#### **6. Resumen operativo**

1. Golpeo de aire: entre boca y puente → grave  $\approx$  G2-A2.
2. Golpeo de tapa: sobre el puente o 2 cm detrás → tono  $\approx$  F# 3-A3.
3. Acoplamiento: dos resonancias separadas  $\approx$  80-100 Hz.
4. Registrar: anotar frecuencias y notas para cada guitarra.
5. Interpretar: equilibrio de ambos modos = proyección natural y respuesta uniforme.

Granada a 15 de junio de 2025



Nota: Estudio realizado por Francisco Carmona Cruz ( Magín)