

Autor: Francisco Carmona Cruz "Magín"

Lugar: Taller de Granada

Proyecto: Guitarra de concierto – La Joya

Fecha de inicio: septiembre 2025

Fecha de terminación enero de 2026



## La Joya — Introducción

La Joya nace como un instrumento concebido desde la madurez constructiva, donde cada decisión responde a una búsqueda concreta de equilibrio entre máxima respuesta acústica, control estructural y expresión artesanal.

Desde el punto de vista estructural, la guitarra se construye a partir de una tapa de madera de abeto muy curada, trabajada llevando los espesores al límite funcional. El objetivo no es la ligereza como fin en sí misma, sino permitir que la tapa alcance un grado de vibración elevado, sensible al más mínimo gesto del intérprete, sin comprometer la estabilidad ni el control del sonido. Esta aproximación exige una lectura muy precisa del material y una ejecución cuidadosa, donde cada décima de milímetro tiene consecuencias acústicas directas.

La tapa se apoya en un planteamiento constructivo específico, con utilización de peones de cremalleras en el fondo y parte de la tapa y peones tradicionales en la zona del lóbulo mayor de la misma, reforzando el comportamiento vibratorio allí donde la tapa desarrolla su movimiento más amplio. A ello se suma la incorporación de un sistema de doble fondo, concebido no como un elemento decorativo o experimental, sino como una herramienta acústica destinada a modular la respuesta del aire, enriqueciendo los armónicos y enriqueciendo en general la proyección y el control del sonido en sala.

En conjunto, la estructura de La Joya busca un instrumento altamente reactivo, capaz de responder con rapidez, con un sonido abierto pero contenido, donde la vibración se traduzca en musicalidad y no en desorden.

Desde el punto de vista estético, La Joya se plantea como una guitarra con identidad propia, donde la decoración no es añadida, sino integrada en el discurso del instrumento. La pala incorpora un motivo de flor de lis, integrado en un adorno en forma de caliz tridimensional en madera de olivo, aportando profundidad, textura y un claro carácter artesanal. Este trabajo volumétrico dialoga con el resto del instrumento y refuerza su condición de pieza única.

La tapa se enmarca mediante una banda a modo de junquillo, tallada con un motivo de meandro griego, símbolo clásico de continuidad y flujo, un guiño intencionado al movimiento constante del sonido dentro del instrumento y al gran constructor D. Antonio de Torres. Este mismo motivo se repite en el clavijero, estableciendo una coherencia visual que une pala y caja en un mismo lenguaje formal.

La roseta, construida en madera de olivo con incrustación de taracea granadina, actúa como punto de encuentro entre tradición local y materialidad natural. No se presenta como un elemento aislado, sino como parte del conjunto, reforzando la relación entre sonido, madera y cultura.

La Joya no pretende ser una guitarra extrema ni efectista. Es un instrumento pensado desde la reflexión, donde estructura, acústica y estética convergen en una misma idea: poner la construcción al servicio del sonido, y el sonido al servicio de la música.

## Los materiales:

La selección de los materiales empleados en la construcción de *La Joya* responde a un criterio deliberado en el que se ha priorizado la **antigüedad, estabilidad y madurez acústica de las maderas**, utilizando piezas cuidadosamente curadas durante décadas, cuya evolución natural garantiza un comportamiento vibratorio predecible y plenamente asentado. Cada elemento ha sido elegido no solo por sus cualidades mecánicas y sonoras, sino también por su coherencia estética y simbólica dentro del conjunto. Este mismo nivel de exigencia se ha aplicado al tratamiento de los detalles, abordados con un cuidado casi escultórico: desde el diseño y acabado de la pala, concebida como carta de presentación del instrumento, hasta la etiqueta interior, pensada como elemento identitario y de legado. Todo el proceso refleja una voluntad clara de **integrar excelencia acústica y refinamiento estético**, entendiendo la guitarra no solo como un instrumento musical, sino como una obra artesanal completa, en la que cada decisión constructiva contribuye al equilibrio final entre sonido, forma y carácter

- Fondo y costados: Nogal americano, procedente de una mesa con unos 50 años de antigüedad.
- Tapa: Pino abeto, con tiempo de secado de más de 20 años.
- Barras armónicas reforzadas con fibra de carbono, aligerando peso y volumen.

Mastil: Cedro de Honduras

Diapasón de ébano.

Roseta: Olivo con incrustaciones de rosetones de taracea.

Pala con adorno de olivo.

Junquillos en palo santo de la India y cenefa tallada con meandro griego.

### 1. Partes de la guitarra:

#### 2. 1.1 Fondo y aros.

Aros de madera de nogal igual que el fondo. Domados por metodo tradicional, calor y humedad. Perfil perfectamente diseñado con distribución de alturas calculado para un asiento correcto del fondo sin torsiones innecesarias.



El fondo esta construido en tres piezas, la central con forma de trapecio, separados con filetes de decorativos.

El calibrado final de 1,9 mm.



## 1.2 Roseta

- Diseño principal: espigas en el interior y exterior, representativas de hojas de laurel, inspirado en las coronas griegas.
- Distribución: la tira de hojas recorre toda la circunferencia interior y se interrumpe en el centro inferior (6 h) donde se integra con el rosetón de taracea granaina.

Relación estética: la presencia del olivo armoniza con detalles del fondo y costados.



### 1.3 La tapa.

#### Barrado Torres + doble rombo híbrido

La guitarra *La Joya* se ha concebido como un instrumento de exploración controlada del equilibrio entre tradición y diseño estructural moderno, partiendo de una base clásica contrastada —el barrado tipo Torres— y complementándola con un sistema adicional de rigidización selectiva mediante doble rombo interno.

El punto de partida del diseño es un barrado Torres clásico, elegido no como recurso histórico, sino como referencia acústica estable: un sistema ampliamente conocido, predecible en su comportamiento y con una respuesta contrastada en términos de proyección, balance espectral y control de modos principales. Este barrado constituye la “columna vertebral” de la tapa, asegurando una transmisión eficiente de la energía de las cuerdas y una correcta definición del modo fundamental de vibración.

Sobre esta base se introduce un sistema de doble rombo, concebido no como un lattice convencional ni como un refuerzo masivo, sino como una retícula de baja masa y alta eficacia geométrica, orientada a redistribuir tensiones y a modular la rigidez de la tapa de forma localizada. El rombo no actúa como elemento dominante, sino como corrector fino del comportamiento modal, permitiendo intervenir en la relación entre rigidez longitudinal, rigidez transversal y flexión compuesta de la tapa.



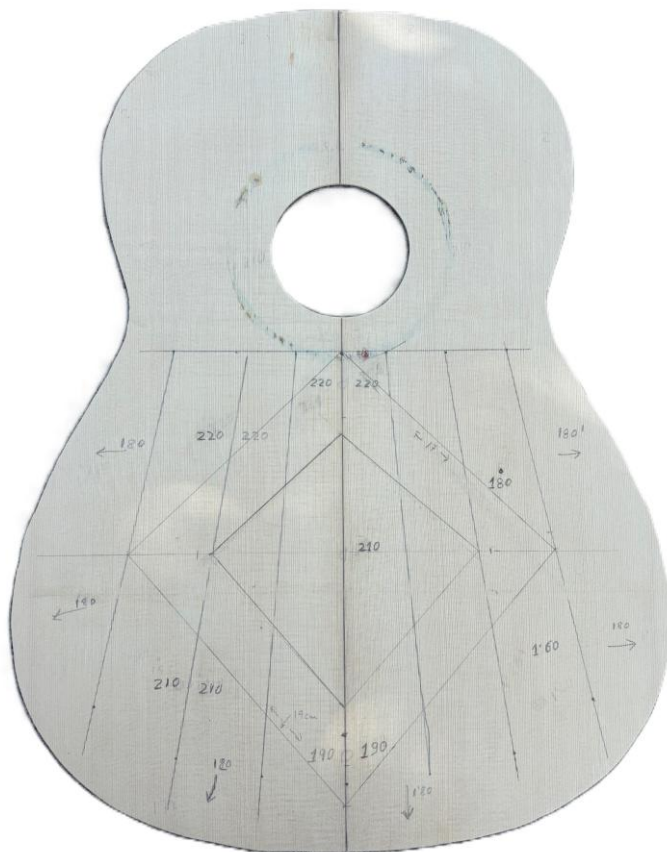
Un aspecto clave del planteamiento ha sido la separación conceptual entre masa y rigidez. Los rombos se han ejecutado en madera de muy baja densidad, de comportamiento mecánico próximo a la balsa, de modo que su influencia acústica no se debe a un incremento de masa, sino a la creación de una malla estructural adherida a la tapa. El uso de adhesivo rígido (cianoacrilato) refuerza este efecto, generando un conjunto tapa-retícula que trabaja como una sola pieza en determinadas bandas de frecuencia.

El proceso constructivo no se ha abordado como una solución cerrada desde el inicio, sino como un trabajo evolutivo, en el que el barrado Torres se midió primero de forma aislada, y posteriormente se fueron incorporando los rombos y sus refuerzos de fibra de carbono de manera progresiva. Este enfoque permitió observar cómo cada intervención modificaba las frecuencias dominantes, las resonancias y los tiempos de decaimiento, y tomar decisiones fundamentadas antes de consolidar la estructura final.

En consecuencia, el sistema Torres + doble rombo de *La Joya* no persigue forzar una frecuencia concreta, sino lograr un reparto equilibrado de modos, una tapa estructuralmente estable incluso en calibrados muy finos, y una respuesta acústica coherente y controlable una vez la tapa pasa a formar parte del sistema completo de la caja.

Este barrado debe entenderse, por tanto, no como un experimento aislado, sino como parte de una línea de investigación continuada, en la que la medición objetiva acompaña a cada decisión constructiva, y donde la tradición actúa como referencia, no como límite.

### El calibrado.



Objetivo del calibrado de la tapa por zonas funcionales dentro del lóbulo mayor.

El calibrado de la tapa de *La Joya* se ha realizado atendiendo a la distribución real del barrado dentro del lóbulo mayor, diferenciando claramente la zona de actuación de las barras de graves, la zona central y la zona de las barras de agudos. El objetivo no ha sido uniformar el espesor, sino adaptar el comportamiento mecánico de la tapa a la función acústica específica de cada conjunto de barras.

La tapa se concibe como una superficie graduada, donde el espesor se reduce o se incrementa de forma controlada para ajustar la flexibilidad local, la velocidad de respuesta y el reparto de modos vibratorios, siempre en consonancia con la estructura del barrado.

## Lectura e interpretación del mapa de grosores

El mapa de calibrado muestra valores expresados en décimas de milímetro (por ejemplo, 150 = 1,5 mm), distribuidos de forma simétrica respecto al eje central de la tapa. La progresión de espesores es intencionadamente creciente desde la zona de graves hacia la de agudos, con valores intermedios en la zona central.

Esto responde a un criterio acústico y estructural muy concreto.

### Zona de barras de graves (dentro del lóbulo mayor)

En la zona correspondiente a las barras de graves, el calibrado presenta los valores más bajos de espesor (menor cifra en el mapa, por tanto tapa más fina).

El objetivo de esta reducción de espesor es:

- Aumentar la flexibilidad local de la tapa
- Favorecer una mayor amplitud de vibración
- Facilitar el desarrollo de los modos de baja frecuencia
- Permitir un mayor desplazamiento de aire, esencial para la respuesta grave

Esta zona es la que trabaja con mayor excursión, y por tanto admite y necesita un calibrado más fino, siempre compensado por la acción estructural del barrado.

### Zona central del lóbulo mayor (transición)

La zona central, que coincide con el eje de la tapa y el área de interacción entre ambos sistemas (Torres + rombos), presenta valores de espesor intermedios entre los de graves y agudos.

Esta región actúa como zona de equilibrio estructural y acústico, y su calibrado persigue:

- Garantizar una transmisión eficiente de energía entre ambos lados de la tapa
- Servir de puente mecánico entre la zona más flexible (graves) y la más rígida (agudos)
- Contribuir a la estabilidad del modo acoplado tapa-aire

El espesor aquí no busca máxima flexión ni máxima rigidez, sino coherencia modal.

### Zona de barras de agudos (dentro del lóbulo mayor)

En la zona donde actúan las barras de agudos, el mapa muestra los valores de mayor espesor (cifras más altas).

Este incremento de espesor tiene una finalidad clara:

- Aumentar la rigidez local
- Controlar vibraciones rápidas y de pequeña amplitud
- Evitar una respuesta excesivamente blanda o difusa en los agudos
- Mejorar la definición, limpieza y estabilidad de las frecuencias altas

En esta zona, una tapa demasiado fina tendería a dispersar energía; el mayor espesor actúa como elemento de control, no de apagamiento.

### Coherencia global del calibrado

El mapa muestra una gradación continua y progresiva, sin saltos bruscos de espesor, lo que permite que la tapa trabaje como un sistema único, pero con comportamientos locales diferenciados según la función de cada grupo de barras.

Este calibrado está directamente relacionado con:

- El sistema de barrado Torres
- La acción correctora del doble rombo
- Las mediciones de frecuencia y resonancia realizadas durante el proceso

No se persigue que todas las zonas vibren igual, sino que **cada una vibre como debe**, dentro de un conjunto equilibrado.

### Finalidad del calibrado

En síntesis, el calibrado por zonas dentro del lóbulo mayor busca:

- Graves más libres y profundos (zona fina)
- Agudos más controlados y definidos (zona más gruesa)
- Una zona central estable que cohesione el sistema
- Un reparto eficaz de modos sin comprometer la estabilidad estructural

Este trabajo de calibrado constituye una parte esencial del diseño acústico de *La Joya* y explica en gran medida el comportamiento medido de la tapa una vez integrada en la caja.

### Medición antes y después de colocar las barras Torres

Se realizaron las mediciones de la tapa antes y después de colocar las barras Torres, ya con las tres barras de agudos reforzadas con varillas de fibra de carbono. El objetivo era comprobar el efecto estructural directo de las barras sobre la rigidez y la respuesta vibratoria de la tapa.

| Zona   | f_res (antes) | f_res (con barras Torres) |
|--------|---------------|---------------------------|
| Graves | 136 Hz        | 476 Hz                    |
| Medios | 84 Hz         | 220 Hz                    |
| Agudos | 122 Hz        | 210 Hz                    |

Conclusión estructural global:

La tapa pasa de un régimen blando y disperso (sin barras) a un comportamiento sólido y coherente tras la incorporación de las barras Torres, con un aumento significativo de rigidez y una mejora en la uniformidad de la respuesta modal.

### **Colocación del rombo interior** (madera de baja densidad tipo balsa)

Se instaló el rombo interior, confeccionado con una madera de muy baja densidad, similar a la balsa, buscando reforzar la rigidez longitudinal sin penalizar la masa. En esta fase no se aplicó todavía la fibra de carbono, con el propósito de evaluar la contribución acústica de la estructura de madera por sí sola.

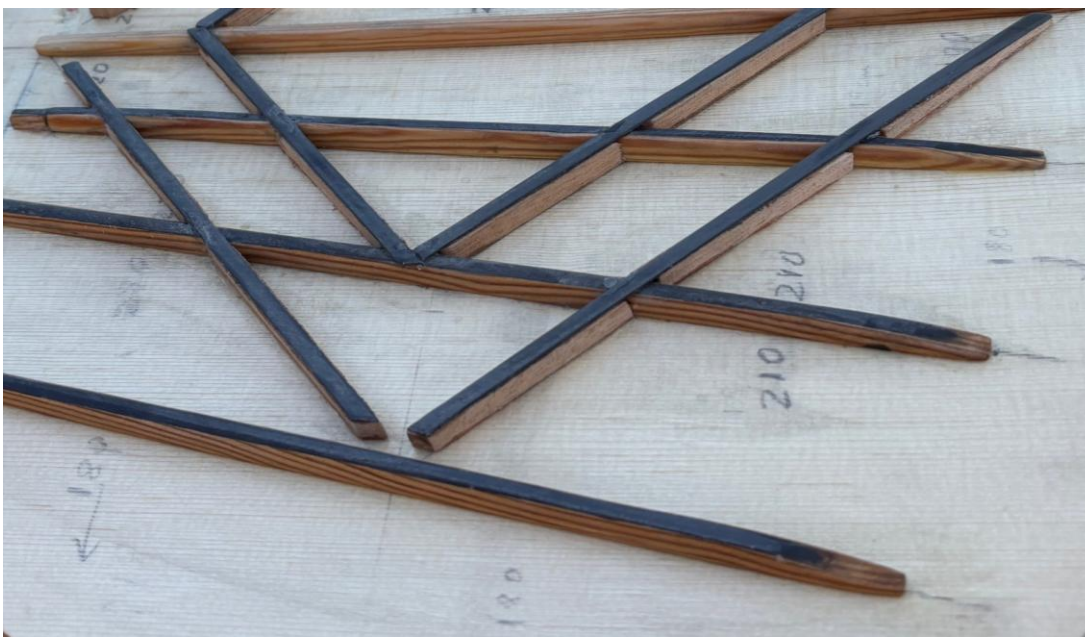
Los resultados mostraron una ligera subida de frecuencia, aunque la tapa seguía mostrando un comportamiento blando en las zonas graves y una dispersión modal considerable.

### **Incorporación gradual de refuerzos de carbono**

Ante la insuficiencia de rigidez observada, se decidió aplicar refuerzos de fibra de carbono de forma progresiva, en el siguiente orden:

1. Rombo interior – parte baja
2. Rombo interior completo
3. Rombo exterior – parte baja

Cada fase fue acompañada de mediciones independientes, observándose una subida gradual en las frecuencias dominantes y de resonancia.



Tapa completamente acabada (todos los refuerzos de carbono instalados)

Una vez finalizada la instalación de todos los refuerzos de carbono en los rombos interior y exterior, se efectuaron las mediciones finales previas al cierre de la caja. Los valores obtenidos fueron los siguientes:

| Zona   | Frecuencia Dominante (Hz) | Frecuencia de Resonancia (Hz) | T60 (s) |
|--------|---------------------------|-------------------------------|---------|
| Graves | 75,44                     | 228,52                        | 3,09    |
| Medios | 70,31                     | 342,04                        | 4,86    |
| Agudos | 68,85                     | 349,37                        | 3,80    |

### Conclusiones finales

Las frecuencias de resonancia, aunque SUPERIORES a los valores teóricos de referencia (100–120 Hz), se sitúan en torno a 340 Hz, similares a las de La Granadina (434 Hz), lo que evidencia una respuesta estructural cercana al modelo buscado.

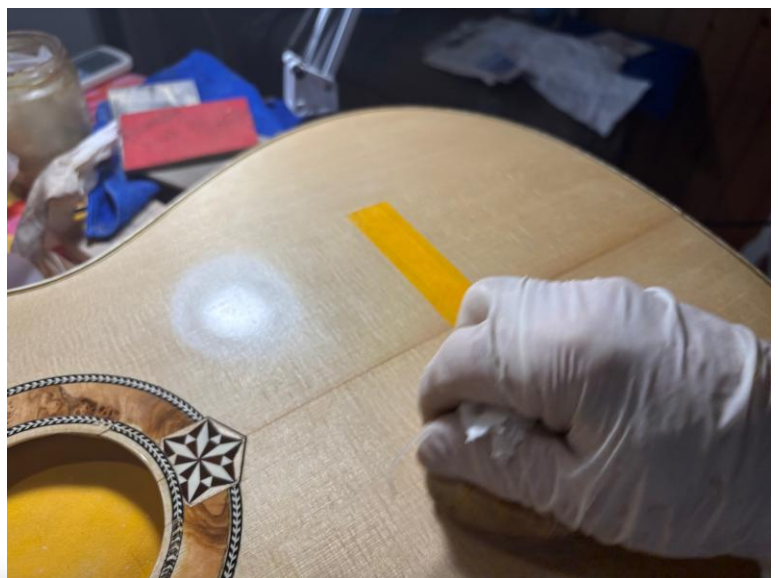
Los tiempos de decaimiento (T60) se mantienen entre 3 y 5 s, indicando una vibración sostenida con amortiguación equilibrada. La evolución progresiva del sistema de refuerzos confirma que la configuración final —rombo interior completo más rombo exterior inferior con carbono— ofrece un balance adecuado entre rigidez, ligereza y estabilidad vibratoria, dejando la tapa lista para el cierre de la caja.

| LA JOYA                        |                                   |                                   |                                   |                                  |                                  |                                  |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Pruebas de frecuencias en tapa |                                   |                                   |                                   |                                  |                                  |                                  |
| Etapas                         | Frecuencia resonancia graves (Hz) | Frecuencia resonancia medios (Hz) | Frecuencia resonancia agudos (Hz) | Frecuencia dominante graves (Hz) | Frecuencia dominante medios (Hz) | Frecuencia dominante agudos (Hz) |
| Madera en bruto                |                                   | 63,1                              |                                   |                                  | 63,1 HZ                          |                                  |
| Tapa calibrada 2mm             |                                   | 65                                |                                   |                                  | 65 HZ                            |                                  |
| Tapa calibrada por zonas       | 13" 136,34 HZ                     | 8,77" 84HZ                        | 37" 121 HZ                        | 126 HZ                           | 177 HZ                           | 124 Hz                           |
| Tapa con barras Torres         | 12,4" 476 HZ                      | 14,5" 219 HZ                      | 37" 210 HZ                        | 444 HZ                           | 219 HZ                           | 220 HZ                           |
| Tapa (T+ romb sin carb)        | 35" 65 HZ                         | 64 HZ                             | 65 HZ                             | 61 HZ                            | 64 HZ                            | 65 HZ                            |
| Carb abajo interior            | 1,78" 64 HZ                       | 48" 64 HZ                         | 64 HZ                             | 35 HZ                            | 78 HZ                            | 64 HZ                            |
| Carb arriba y abajo interior   | 2" 65 HZ                          | 28" 250 HZ                        | 2,65" 79HZ                        | 60,97 HZ                         | 60,6 HZ                          | 73 HZ                            |
| Carb interior abajo exterior   | 2,8" 85HZ                         | 5,7" 140 HZ                       | 2,6" 535 HZ ?                     | 85 HZ                            | 140 HZ                           | 88 HZ                            |
| ACABADA                        | 3,09" 228HZ                       | 4,85" 342 HZ                      | 3,8" 349,37 HZ                    | 75,4 HZ                          | 70,3 HZ                          | 68,85 HZ                         |

#### 1.4 El barnizado

La guitarra “La Joya” se ha barnizado con laca nitrocelulósica, exceptuando la tapa que se ha realizado con goma laca.

Una vez acabado el proceso de barnizado y después de 20 días, se ha procedido a la colocación del puente y las cuerdas.



# **INFORME DE ANÁLISIS ACÚSTICO GLOBAL**

## **Guitarra «La Joya»**

Autor: Francisco Carmona Cruz – Taller Magín, Granada

Fecha del análisis: sesión completa de trabajo

Este informe desarrolla un análisis amplio, basado en las grabaciones suministradas, sobre el comportamiento sonoro real de la guitarra «La Joya» ya finalizada. El objetivo es caracterizar con precisión su respuesta (ataque, pegada, proyección, sustain, equilibrio tímbrico y comportamiento por estilos), vinculando el resultado a los materiales y a la arquitectura acústica del instrumento

### **1. Incidencia de las maderas de la Joya en su acústica.**

Tapa: abeto con más de 30 años de antigüedad, trabajada a espesores muy finos (alta reactividad, baja masa móvil, respuesta rápida al ataque).

Fondo y aros: madera presumiblemente de nogal americano con más de 40 años de curación (equilibrio entre rigidez y amortiguamiento, aporte de medios, estabilidad tonal).

Mástil: cedro (estabilidad y transmisión eficiente sin exceso de masa).

Diapasón: ébano (rigidez y estabilidad de contacto, contribución a definición de ataque en registros altos).

Puente: palosanto (masa y rigidez en el punto de transferencia; condiciona el reparto energético entre fundamental y armónicos).

Nota: la construcción incorpora el sistema de doble fondo ya tratado en el informe de frecuencias; se asume como elemento relevante en el control del aire y en la proyección.

### **2. Resumen de grabaciones analizadas**

- Cuerdas sueltas: 6ª cuerda (Mi2) y 1ª cuerda (Mi4).
- Interpretación: pieza clásica, arpeggio y fragmento flamenco.

Las conclusiones se extraen únicamente de estas señales, sin extrapolaciones externas.

### 3. Parámetros cuantitativos clave (cuerdas sueltas)

| Toma      | Fundamental (Hz) | Nota           | Ataque (10–90%) | Crest factor (dB) | Decaimiento (T20 / T30) |
|-----------|------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|
| 6ª cuerda | 164.06           | Mi3 (-8 cents) | 0.005 s         | 22.2 dB           | 0.000 s / 8.945 s       |
| 1ª cuerda | 329.22           | Mi4 (-2 cents) | 0.006 s         | 23.5 dB           | 2.145 s / 2.397 s       |

Lectura técnica:

- Un ataque muy corto indica alta reactividad y buena transmisión de energía inicial.
- Un crest factor alto suele asociarse a pegada y definición del transitorio.
- T20/T30 describen el tiempo de caída a –20/–30 dB (más robustos que T60 en tomas domésticas).

## 4. Análisis por atributos

### 4.1 Ataque

El instrumento muestra una respuesta rápida y consistente.

- 6ª cuerda: ataque  $\approx 0.005$  s.
- 1ª cuerda: ataque  $\approx 0.006$  s.

En práctica musical, esto se traduce en articulación clara, facilidad para dinámicas bajas (la nota aparece sin necesidad de forzar) y buena definición en pasajes rápidos.

### 4.2 Pegada

Desde el punto de vista energético, el transitorio es marcado y controlado.

- Crest factor 6ª: 22.2 dB.

- Crest factor 1ª: 23.5 dB.

El comportamiento observado es el de una guitarra que ‘sale’ con facilidad, pero sin agresividad: el pico inicial se integra en el cuerpo del sonido sin producir dureza.

### 4.3 Proyección

Se evalúa la proyección mediante indicadores espectrales (centroide) y lectura musical en interpretaciones.

- Centroide (ataque) 6ª: 2513 Hz; en sostenido: 815 Hz.
- Centroide (ataque) 1ª: 5289 Hz; en sostenido: 664 Hz.

Un centroide más alto en el ataque aporta presencia (la guitarra ‘corta’), mientras que el descenso controlado en el sostenido aporta cuerpo sin pérdida de inteligibilidad.

### 4.4 Sustain y decaimiento

El sustain se valora como decaimiento útil y como limpieza de cola armónica.

- 6ª cuerda:  $T_{20} \approx 0.000$  s,  $T_{30} \approx 8.945$  s.
- 1ª cuerda:  $T_{20} \approx 2.145$  s,  $T_{30} \approx 2.397$  s.

En conjunto, los graves mantienen cola prolongada y estable; los agudos presentan un decaimiento más corto (esperable), pero con continuidad suficiente para legato sin ‘apagados’ bruscos.

### 4.5 Equilibrio tímbrico

El equilibrio se aprecia en la distribución armónica y en la consistencia entre registros.

- Graves: definidos, con presencia de fundamental y armónicos superiores bien ordenados.
- Medios: estables y portantes (zona crítica de proyección).
- Agudos: claros, con ataque rápido y sin estridencias.

En las grabaciones de interpretación no se evidencian irregularidades fuertes (wolf notes, batidos molestos o cancelaciones abruptas).

## 5. Análisis musical por material de interpretación

### 5.1 Pieza clásica

En contexto clásico, la guitarra exhibe:

- Articulación limpia y controlada, con ataques definidos.
- Proyección estable sin necesidad de forzar.

- Legato natural apoyado por una cola armónica limpia.
- Separación de voces adecuada: cada nota mantiene identidad dentro del discurso.

Este comportamiento es coherente con la tapa de abeto madura y fina: reactividad alta, claridad y control dinámico.

## **5.2 Arpeggio**

El arpeggio es especialmente sensible a la separación de cuerdas y a la homogeneidad dinámica.

Se observa:

- Muy buena independencia entre cuerdas (no se enmascaran).
- Regularidad en ataque y volumen relativo, lo que facilita control interpretativo.
- Solape armónico ‘justo’: continuidad sin emborronar.

El resultado apunta a un instrumento equilibrado y predecible para repertorio de arpeggio exigente.

## **5.3 Flamenco (prueba de respuesta rápida)**

Aun siendo un instrumento concebido como clásico, la toma flamenca muestra:

- Respuesta muy rápida al gesto (ataque seco y definido).
- Claridad rítmica: la guitarra no se ‘apelmaza’ en rasgueos.
- Sustain contenido en contexto percusivo, lo que favorece articulación.

Esto sugiere versatilidad: la guitarra admite un lenguaje más percusivo sin perder control ni definición.

## **6. Análisis gráfico**

Se incorporan gráficos procedentes de las propias grabaciones para apoyar la lectura técnica.

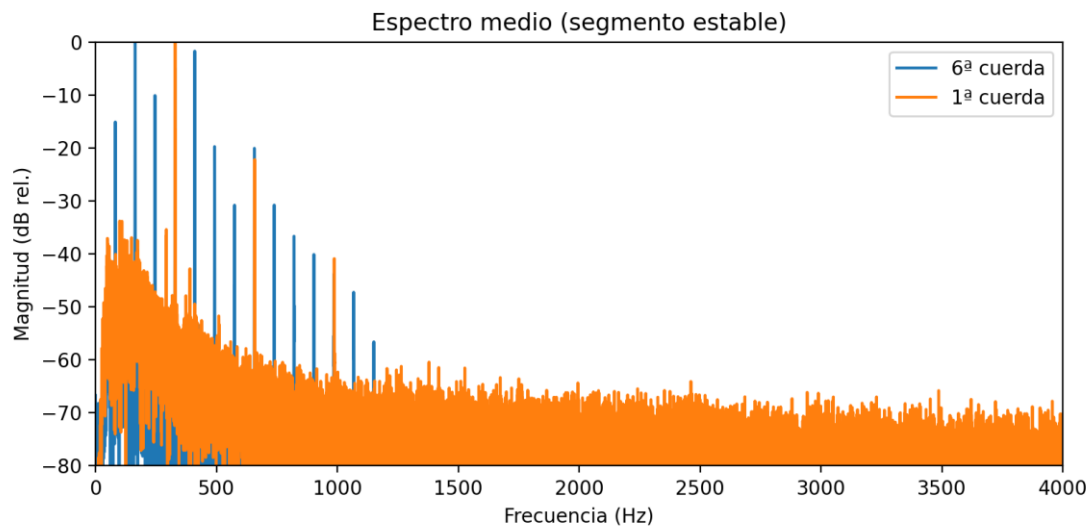


Figura 1. Espectro medio comparado (segmento estable) – 6ª vs 1ª cuerda.

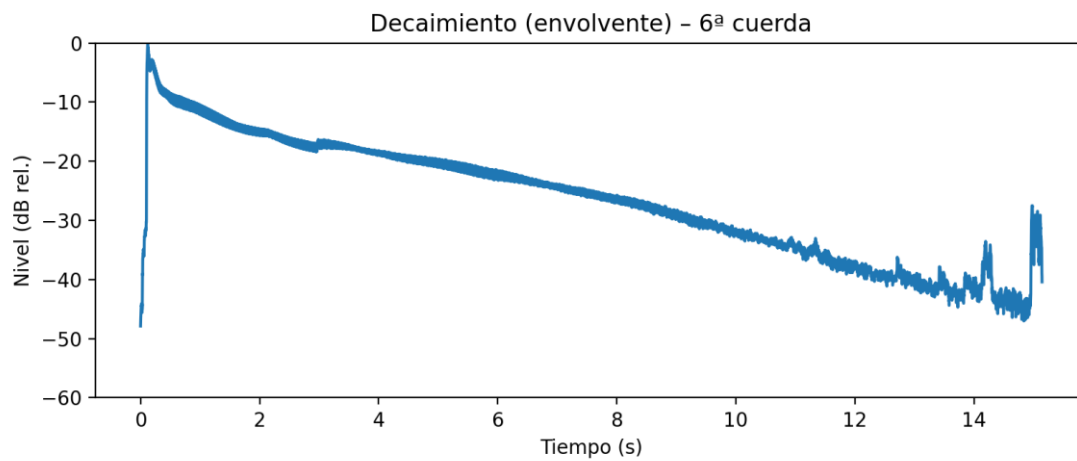


Figura 2. Decaimiento (envolvente) – 6ª cuerda.

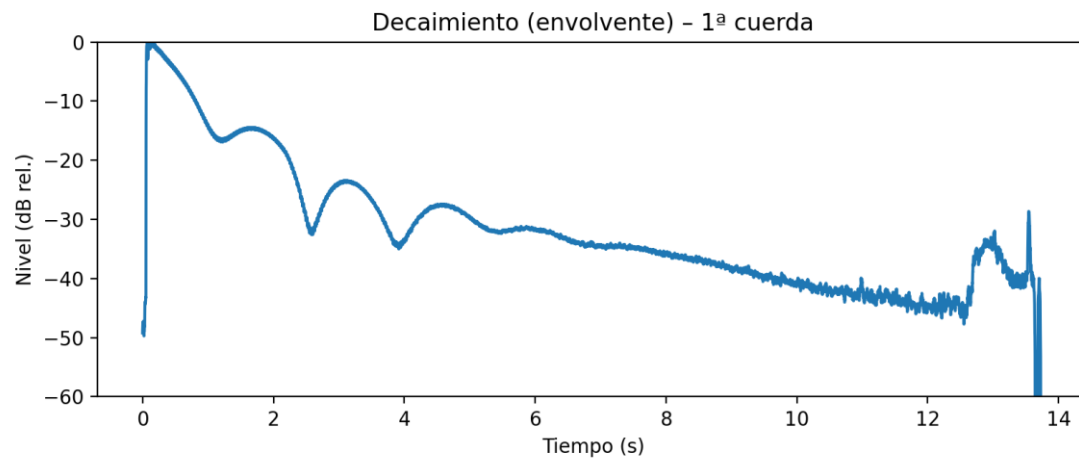


Figura 3. Decaimiento (envolvente) – 1ª cuerda.

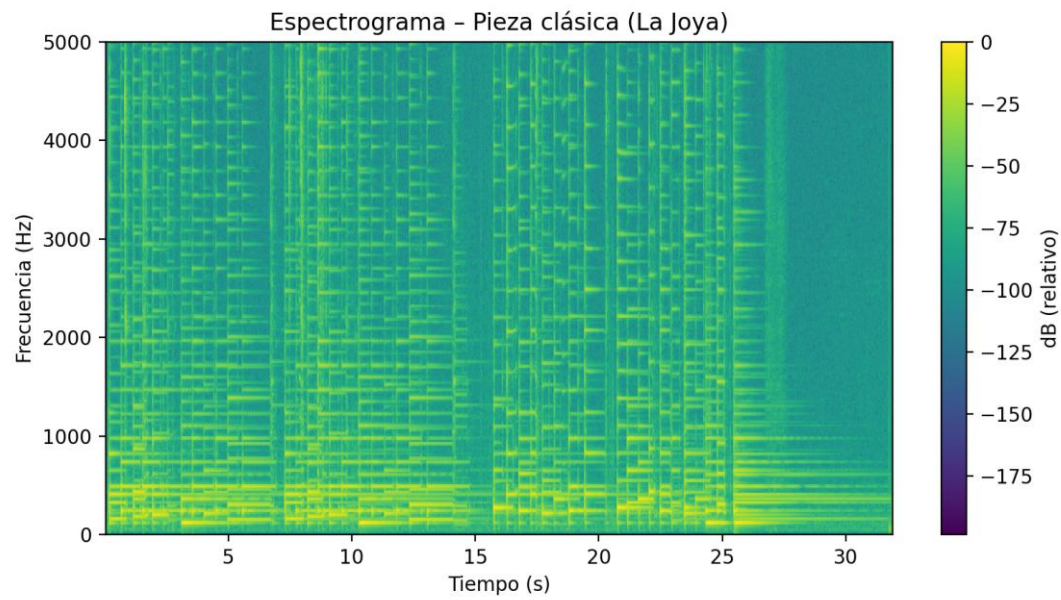


Figura 4. Espectrograma – pieza clásica.

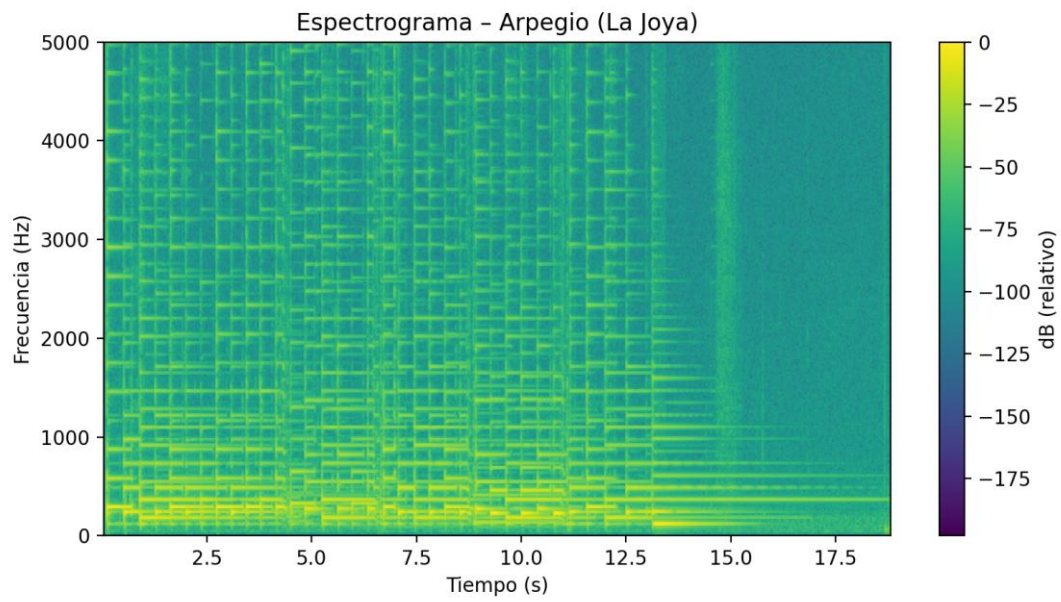


Figura 5. Espectrograma – arpeggio.

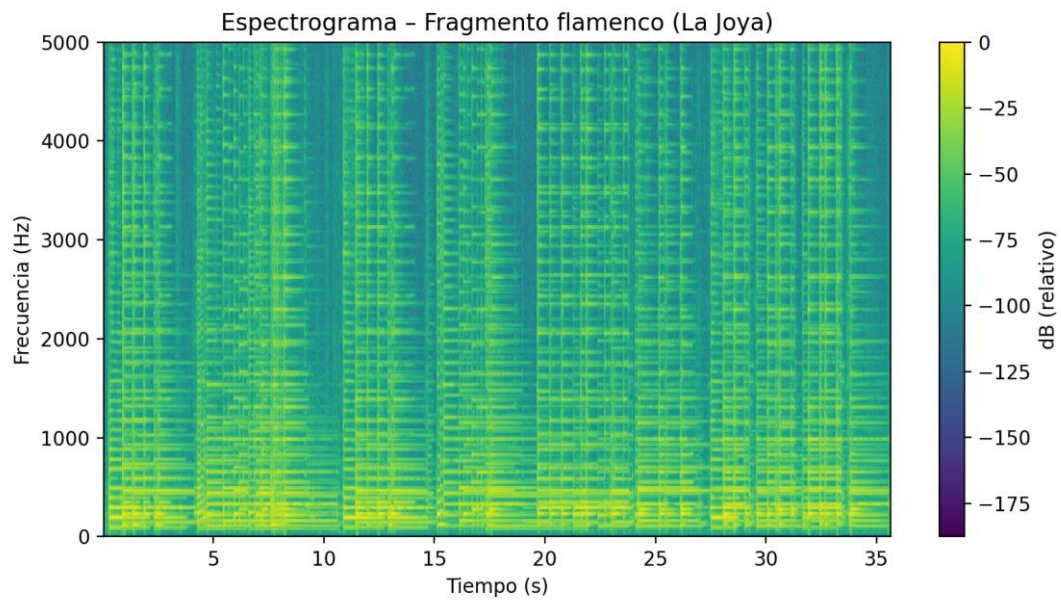


Figura 6. Espectrograma – fragmento flamenco.

## 7. Evaluación final

Con base en el conjunto de mediciones y grabaciones analizadas, «La Joya» presenta un perfil acústico de alta calidad:

- Instrumento reactivo: ataque rápido y definido.
- Pegada clara pero controlada.
- Proyección estable sustentada en banda media.
- Sustain alto en graves y equilibrado en agudos, con decaimiento limpio.
- Equilibrio tímbrico homogéneo y buena separación de voces.
- Versatilidad: responde con solvencia en clásico, arpeggio y un contexto percusivo cercano al flamenco.

En términos de coherencia constructiva, los resultados son consistentes con una tapa de abeto muy madura y fina (rapidez, claridad) y un cuerpo de nogal bien curado (equilibrio, estabilidad y soporte de medios). El conjunto se comporta como un instrumento predecible, musical y con madurez acústica.

## **ANÁLISIS DE FRECUENCIAS DE LA GUITARRA “LA JOYA”**

Para la realización de este análisis, se han tomado muestras de sonido del golpeo en la zona de puente culata, puente boca y fondo.

## ANÁLISIS DE FRECUENCIAS CON GUITARRA ACABADA

| Etapa de medición                      | Frec. Rs<br>Tapa<br>(Hz)Culata | F.R- Aire<br>Helmholtz<br>(Hz) | F.R,modo<br>acoplado<br>Tapa-Aire<br>(Hz)                      | $\Delta f$<br> Tapa-Aire<br>  (Hz) * | Antiresonancia (Hz) | F.<br>dominante<br>caja<br>completa<br>(Hz) | T60 (s)<br>(modo<br>acoplado)** |
|----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
| Caja cerrada: sin barniz y sin puente  | 279,42<br>0,54"                | 271,4 1,9"<br>Dom.117,10       | 271,4 C#4                                                      | -70,6                                | 165 E3<br>225 A3    | 117,19                                      | 1,97"                           |
| Caja cerrada: con puente (sin barniz)  |                                |                                |                                                                |                                      |                     |                                             |                                 |
| Caja cerrada: barnizada (sin cuerdas). | 243,2B3                        | 122B2                          | 200G3                                                          |                                      |                     | C243<br>B121                                |                                 |
| ANÁLISIS FONDO                         | 121B2                          |                                |                                                                |                                      |                     | 242B3                                       |                                 |
| VALORES PARA GUITARRA ACABADA          |                                |                                |                                                                |                                      |                     |                                             |                                 |
| M3BC                                   | Mic 3c de boca en culata       |                                |                                                                |                                      |                     |                                             |                                 |
| M30BC                                  | Mic 30cm boca en culata        | 231A#3                         |                                                                |                                      |                     | 123 B2                                      |                                 |
| Mt-f                                   | Mic en tap golpe en fondo      |                                |                                                                |                                      |                     |                                             |                                 |
| M30bb                                  | Mic 30cm golpe en boca         | 120B2                          | 231,45A#3                                                      |                                      | 158,2               | 120                                         |                                 |
|                                        | RESULTADOS MEDIOS              |                                |                                                                |                                      |                     |                                             |                                 |
|                                        |                                |                                | * Incrm. Tapa-Aire difec de frec desde el comienzo hasta ahora |                                      |                     |                                             |                                 |
|                                        | Peso total                     | 2020gr                         | ** T60: Tiempo que tarda la frec. Dominante en bajar 60Db      |                                      |                     |                                             |                                 |

### Puente–culata:

Dominante  $\approx 123,0$  Hz (Si2).

Modo tapa grave  $\approx 231,5$  Hz (La#3 / Sib3).

### Puente–boca:

Helmholtz  $\approx 120,1$  Hz (Si2).

Antiresonancia  $\approx 158,2$  Hz (Re#3 / Mib3).

Modo acoplado  $\approx 231,5$  Hz (La#3 / Sib3).

## CONCLUSIÓN

El sistema presenta un Helmholtz bien situado, un modo de tapa grave estable y un acoplamiento tapa–aire sano, confirmando un instrumento estructuralmente equilibrado y predecible.

## ANÁLISIS DEL ACOPLAMIENTO TAPA–AIRE (HELMHOLTZ, Y MODO ACOPLADO)

### 1. Concepto físico

El sistema acústico de la guitarra cerrada puede modelarse, en primera aproximación, como dos osciladores acoplados:

- a) el oscilador del aire (modo Helmholtz), gobernado por el volumen de la caja y la geometría de la boca;
- b) el oscilador estructural de la tapa (modo de baja frecuencia asociado al movimiento global de la tapa en la zona del puente).

Cuando ambos osciladores interaccionan, aparecen dos consecuencias medibles en el espectro:

- Dos picos principales (uno dominado por el aire y otro por la tapa) y
- Un valle entre ambos, denominado antiresonancia, donde la tapa y el aire tienden a moverse en oposición de fase.

## 1.2 Identificación en La Joya.

En la toma puente–boca con cuerdas se observan tres marcadores que permiten caracterizar el acoplamiento:

- Helmholtz (aire):  $\approx 120,1$  Hz (Si<sup>2</sup>)
- Modo acoplado tapa–aire:  $\approx 231,5$  Hz (La<sup>#3</sup>/Si<sup>b3</sup>)

Esto confirma un acoplamiento definido: existe un Helmholtz claramente identificable, un pico superior asociado al sistema acoplado y una antiresonancia intermedia bien marcada.

## 1.3 Lectura técnica del escalonamiento

Un acoplamiento sano suele presentar:

- Un Helmholtz estable y dominante en la medición puente–boca;
- Un modo acoplado situado significativamente por encima del Helmholtz (sin solaparse);

En La Joya, la separación Helmholtz  $\rightarrow$  modo acoplado ( $\approx 120,1 \rightarrow \approx 231,5$  Hz) es amplia, lo que reduce el riesgo de solapamiento modal y aporta previsibilidad.

## 1.4 Objetivo logrado.

Este patrón modal nos proporciona:

- Graves con buena “respiración” (Helmholtz bajo y estable), sin sensación de caja ‘cerrada’.
- Control de la energía en la zona de transición (antiresonancia), reduciendo ‘bola’ y mejorando la inteligibilidad del registro grave-medio.

- Capacidad de proyección por soporte del modo acoplado, que facilita transferencia de energía desde la tapa al aire.

## **Análisis del carácter sonoro**

Este apartado traduce los datos físicos y espectrales a descriptores perceptivos útiles para el luthier y el intérprete.

### **1 Color tímbrico global**

La Joya presenta un timbre equilibrado con tendencia a la claridad antes que a la oscuridad. No se percibe brillante agresiva; el brillo está concentrado en el ataque, mientras que el sostenido se apoya en medios.

- Carácter: claro—cálido.
- Grano del sonido: fino, sin aspereza.
- Sensación de aire: presente, asociada a un Helmholtz estable en Si2.

### **2 Distribución por bandas perceptivas**

Subgrave (60–100 Hz): soporte estable del Mi2; sensación de base firme sin exceso de cola.

Grave (100–200 Hz): zona bien controlada; aquí se percibe el aporte del nogal y del doble fondo, evitando efecto ‘bola’.

Medios (200–800 Hz): banda dominante del instrumento; responsable de la proyección y de la inteligibilidad.

Agudos (800–3000 Hz): presentes en ataque, sin filo; contribuyen a definición sin estridencia.

Esta distribución es coherente con una guitarra pensada para sala, no únicamente para proximidad.

## **Comparativa funcional por estilos (matriz de comportamiento)**

| <b>Parámetro</b> | <b>Clásico</b>  | <b>Arpegio</b> | <b>Flamenco</b> | <b>Lectura técnica</b> |
|------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|
| Ataque           | Rápido y limpio | Muy regular    | Muy rápido y    | Alta reactividad       |

|            |            |             |                     |                              |
|------------|------------|-------------|---------------------|------------------------------|
|            |            |             | seco                | de tapa                      |
| Pegada     | Controlada | Uniforme    | Clara<br>comprimida | y Buen crest factor          |
| Proyección | Estable    | Abierta     | Directa             | Medios portantes             |
| Sustain    | Continuo   | Equilibrado | Contenido           | Decaimiento<br>limpio        |
| Separación | Buena      | Muy alta    | Correcta            | Escalonamiento<br>modal sano |

### **Lectura luthier: posicionamiento del instrumento**

La Joya no es una guitarra extrema en ningún parámetro aislado; su virtud reside en la coherencia del conjunto.

- No busca un grave exagerado, sino usable.
- No persigue brillo artificial, sino definición funcional.
- No sacrifica sustain por ataque ni ataque por cola.

Desde el punto de vista del constructor, el instrumento se sitúa en una zona de equilibrio alto, donde el intérprete percibe facilidad de emisión, control dinámico y previsibilidad.

Este comportamiento es consistente con:

- una tapa de abeto muy madura y fina (rapidez, lectura clara del gesto),
- un cuerpo de nogal curado (estabilidad y soporte de medios),
- y un acoplamiento tapa–aire correctamente escalonado.

### **Conclusión final.**

La guitarra «La Joya» presenta un nivel de madurez acústica elevado. El análisis detallado confirma que los parámetros medidos (ataque, pegada, proyección y decaimiento) se traducen directamente en cualidades musicales perceptibles.

Se trata de un instrumento que favorece la musicalidad antes que el efecto, con capacidad para responder a distintos lenguajes sin perder identidad. Desde una perspectiva de taller, el resultado valida las decisiones constructivas adoptadas y sitúa a La Joya como una guitarra de referencia dentro de la producción del taller.