UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación



LA GUITARRA FLAMENCA, UN ESTUDIO EN PROFUNDIDAD SOBRE LA VIABILIDAD DE SU CONVERSIÓN EN UN INSTRUMENTO VIRTUAL

TESIS DOCTORAL

Presentada para optar al título de Doctor por:

Jagoba Santos Bengoechea
Master en Global Jazz (Performance Concentration)

Madrid, 2024





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación

Doctorado en Música y su Ciencia y Tecnología

LA GUITARRA FLAMENCA, UN ESTUDIO EN PROFUNDIDAD SOBRE LA VIABILIDAD DE SU CONVERSIÓN EN UN INSTRUMENTO VIRTUAL

TESIS DOCTORAL

Presentada para optar al título de Doctor por:

Jagoba Santos Bengoechea
Master en Global Jazz (Performance Concentration)

Bajo la dirección de:
Dr. Carlos Duque Olmedo

Madrid, 2024

Título: LA GUITARRA FLAMENCA, UN ESTUDIO EN PROFUNDIDAD SOBRE LA VIABILIDAD DE SU CONVERSIÓN EN UN INSTRUMENTO VIRTUAL

Autor: Jagoba Santos Bengoechea

Programa de Doctorado: Música y su Ciencia y Tecnología

Dirección de tesis:

Dr. Carlos Duque Olmedo, profesor, Centro Superior Katarina Gurska (Director)

Revisores externos:

Tribunal de tesis:

Fecha de defensa:

Agradecimientos

La tesis doctoral que aquí se presenta no se hubiera podido llevar a buen puerto sin el apoyo de determinadas académicos, artistas y profesionales, los cuales se involucraron totalmente desde un inicio. Me gustaría, en este apartado, dedicar unas palabras de agradecimiento a todos ellos.

En primer lugar, a mi director de tesis *Carlos Duque,* quien estuvo ahí en todo momento asesorándome, dándome consejo y guiándome a lo largo de mi investigación, ofreciéndome el contrapunto necesario en todo momento. En segundo lugar, a mi tutor de la Universidad Politécnica de Madrid *Alfredo Sanz Hervás*, quien atendió mis dudas y se ocupó de que cumpliera con los aspectos administrativos y formales a lo largo del proyecto. En este sentido también me gustaría agradecer a *Ignacio Martínez-Losa* por estar pendiente de que cumpliera con todas las tareas y actividades formativas durante el periodo que ocupó mi investigación. En tercer lugar, al luthier *Jesús de Jiménez*, por fabricarme la guitarra flamenca con la que hemos grabado nuestro sample pack y por acceder a ser entrevistado para uno de los apartados de la presente tesis. A los ingenieros de sonido *Caco Refojo*, *Lauren Serrano, Eduardo Ruiz Joya* y *Luis Villa*, por acceder a ser entrevistados y aportarme información tremendamente valiosa para el presente trabajo de investigación.

También quisiera agradecer a la *Comisión Fulbright* por haberme otorgado la beca predoctoral para llevar a cabo mi investigación en la Universidad NYU Steinhardt de Nueva York durante un periodo de seis meses. A la propia universidad por haberme cedido espacios de trabajo como la biblioteca o los estudios de grabación, los cuales han supuesto un punto importante en la experimentación y formación llevaba a cabo durante el periodo de disfrute de la beca. Todo ello no hubiera sido posible sin el apoyo de mi supervisor *Tae Hong Park*, quien dirigió mi investigación durante mi estancia en Nueva York y apoyó mi candidatura desde el principio, mostrando un especial interés en mi trabajo en todo momento.

Y finalmente a mis padres y hermana, que siempre tuvieron unas palabras de aliento en los momentos más duros. A todos ellos, GRACIAS.

Abstract

This research work attempts to study the feasibility of converting a flamenco guitar into a virtual instrument, specifically through the development of a sample pack and the planning of a sample library. Despite flamenco being a young art, the flamenco guitar is a complex instrument that is difficult to model, whose sound spreads through the interaction of many of its parts. The timbre of this chordophone instrument is characterized by a strong, cracked and bright sound, with a fast attack in the vibration of the soundboard and a strong presence in the mid-range of frequencies.

Audio synthesis techniques, both digital and analog, have been unable to fully emulate the behavior of the flamenco guitar. Despite the fact that physical modeling offers a potential to take into account for the future, today and due to the point where the technology is, there is a lot of work to be done. For this reason, the sampling technique or *sampling* will be the one we use for our products. Their development will in turn give us the answer to the starting hypothesis. In the case of success, the main objective of this research work is to license the resulting libraries to the most representative companies in the sector.

Resumen

El presente trabajo de investigación trata de estudiar la viabilidad de conversión de una guitarra flamenca en un instrumento virtual, en concreto a través del desarrollo de un sample pack y la planificación de una librería de muestras. A pesar de ser el flamenco un arte joven, la guitarra flamenca es un instrumento complejo y difícil de modelar, cuyo sonido se propaga a través de la interacción de muchas de sus partes. El timbre de este instrumento cordófono se caracteriza por ser un sonido fuerte, rajado y brillante, con un ataque rápido en la vibración de la tapa armónica y una fuerte presencia en el rango medio de frecuencias.

Las técnicas de síntesis de audio, tanto digital como analógicas, han sido incapaces de emular el comportamiento en su totalidad de la guitarra flamenca. A pesar de que el modelado físico ofrezca un potencial a tener en cuenta de cara al futuro, a día de hoy y debido al punto en el que se encuentra la tecnología, hay mucho trabajo por hacer. Por ello, la técnica de muestreo o *sampling* será la que utilicemos para nuestros productos. El desarrollo de los mismos nos dará a su vez la respuesta a la hipótesis de partida. En el caso de tener éxito, el objetivo principal de este trabajo de investigación es licenciar las librerías resultantes a las compañías más representativas del sector.

Tabla de contenido

Agradecimientos ..... *ii*

Abstract ..... *iii*

Resumen ..... *iv*

Lista de ilustraciones / Figuras ..... *ix*

Lista de Tablas ..... *xiii*

1 - ASPECTOS TEÓRICO - METODOLÓGICOS ***1***

1.1 - Objeto del Estudio **1**

1.2 - Justificación **3**

1.2.1 – Antecedentes: Estudios Anteriores 5

1.2.3 – Relevancia de nuestro estudio 7

1.2.4 – Criterios de aplicabilidad y transferencia 9

1.3 - Objetivos e hipótesis **10**

1.4 - Marco Teórico **11**

1.4.1 – Contexto histórico y social 11

1.4.2 – Metodología 14

2 – LA GUITARRA CLÁSICA ***16***

2.1 – Historia, Organología y Técnicas Interpretativas **16**

2.1.1 – Los Ancestros 16

2.1.2 – Renacimiento 18

2.1.3 - Barroco 21

2.1.4 - Periodo Clásico - Romántico 24

2.1.5 – Primera mitad del Siglo XX 27

2.1.6 – Segunda Mitad del Siglo XX 29

3 - LA GUITARRA FLAMENCA ***31***

3.1 – Historia **31**

3.1.1 – La Guitarra rasgueada 31

3.1.2 – La Guitarra “pre-flamenca” 32

3.1.3 – Siglo XIX 33

3.1.4 – Siglo XX 35

3.2 – El Toque Flamenco **40**

3.2.1 – Compás 40

3.2.1.1 – Compás Ternario 41

3.2.1.2 – Compás Binario 41

3.2.1.3 – Compás de Amalgama 42

3.2.1.4 – Estilos libres 45

3.2.2. – Armonía 46

3.2.3 - Melodía 59

3.3 – Guitarra flamenca VS Guitarra clásica **61**

3.4 – Postura y técnicas interpretativas de la guitarra flamenca **66**

3.4.1 - Golpe 67

3.4.2 - Arpegio 68

3.4.3 - Pulgar 70

3.4.4 - Picado 71

3.4.5 - Alzapúa 73

3.4.6 - Pulgar/Índice 74

3.4.7 - Ligado 75

3.4.8 - Rajeo....76
3.4.8.1 – Rajeo de Abanico....77
3.4.9 - Trémolo....78
3.5 – Áreas de estudio de la guitarra flamenca....80
3.5.1 – Toque solista....80
3.5.2 – Toque para cante....82
3.5.3 – Toque para baile....84
4 - ACÚSTICA....86
4.1 – El color del sonido....86
4.2 - Fenómenos acústicos que intervienen en la guitarra....92
4.3 – El timbre de la guitarra flamenca....100
4.4 – Partes constitutivas de la guitarra flamenca: Descripción y función acústica....105
4.4.1 - Caja de resonancia....107
4.4.2 - Puente....108
4.4.3 - Tapa armónica....109
4.4.4 - Aros....111
4.4.5 - Fondo....111
4.4.6 - Mástil....111
4.4.7 - Diapasón....112
4.4.8 - Cabeza....112
4.4.9 - Cuerdas....113
4.4.10 - Golpeador....114
5 – SÍNTESIS DE SONIDO: TÉCNICAS DE SÍNTESIS Y SAMPLING....115
5.1 – Síntesis de Sonido....115
5.2 – Técnicas de Síntesis Analógica....118
5.2.1 – Técnica de Síntesis Aditiva....118
5.2.2 – Técnica de Síntesis Sustractiva....120
5.2.3 – Técnica de Modelado por Tabla de Ondas....123
5.3 – Técnicas de Síntesis Digital....125
5.3.1 – Técnica de Síntesis por Modulación de Frecuencia (FM)....125
5.3.2 – Técnica de Modelado Físico....126
5.4 – Técnica de Sampling....127
6 – ESTUDIO DE DIFERENTES SAMPLE PACKS E INSTRUMENTOS VIRTUALES DE GUITARRA FLAMENCA Y CLÁSICA EXISTENTES EN EL MERCADO....128
6.1 - ¿Qué es un Sample Pack?....128
6.2 – Samples Packs de Guitarra Flamenca....129
6.2.1 – Flamenco Sounds - Zero-G....129
6.2.2 – Flamenco Guitars Vol. 1&2 – Blackwood Samples....131
6.2.3 – Flamenco Guitars – Organic Loops....135
6.2.4 – Alma Flamenco – Big Fish Audio....136
6.2.5 – Essential Flamenco Guitars – Prime Loops....138
6.2.6 – Flamenco Essentials vol. 1&2 – Gio Israel....140
6.3 – ¿Qué es un Instrumento Virtual?....143
7 – PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA, CONTENIDO Y DESARROLLO DE NUESTRO SAMPLE PACK DE GUITARRA FLAMENCA....144
7.1 – Planificación y Estructura....144
7.1.1 – Contenido de nuestro Sample pack....149
7.2 – Medios empleados para la grabación....151

7.2.1 – Guitarras y cuerdas 151
7.2.2 – Microfonía 153
7.2.2.1 – Tipos de micrófonos 153
7.2.2.2 – Colocación y Técnicas de grabación 156
7.2.3 – DAW, Tarjeta, previos, compresor, monitores, cableado y cascos 159
7.2.4 – Sala, acondicionamiento acústico 162

7.3 – Proceso de Grabación 171
7.3.1 – Procesos preliminares: Gain Staging y ajustes del compresor 171
7.3.2 – Proceso de grabación y edición 173
7.3.3– Proceso de mezcla y masterización 179
7.3.3.1– Ecualización, Compresión, Reverb, Volumen y Panning 180
7.3.3.2– Masterización 182

7.4 – Conversión de nuestro sample pack en instrumento virtual (VST3, AU) 184
7.4.1 – Concepto y estructura 184
7.4.2 – Key Mapping de cada Preset 185
7.4.3 – Diseño gráfico del instrumento VST 199
7.4.4 – Funcionalidad del instrumento VST 202
7.4.5 – Exportación como plugin, empleo en el DAW y audios de muestra 203

8 – PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE NUESTRO INSTRUMENTO VIRTUAL DE GUITARRA FLAMENCA 204

8.1 – Planificación de un Instrumento Virtual: Conceptos previos 204
8.1 1- ¿Cómo se construye un instrumento virtual? 209
8.1.2 – Formatos de Instrumentos Virtuales 214

8.2 – Estructura y contenido de nuestra librería de guitarra flamenca 218
8.2.1 – Opciones de microfonía 218
8.2.2 – Técnicas, articulaciones, velocity layers y round robins 219
8.2.3 – Palos Flamencos que incluye la librería 226
8.2.4 – Parámetros y Efectos que incluye la librería 227

9 - PLAN DE MARKETING 228

9.1 – Misión, objetivos y público objetivo 228

9.2 - Análisis de la situación: Entorno general y Entorno sectorial 229
9.2.1 – Tendencias en la industria musical a nivel global 229
9.1.2 – Tendencias en el sector de Instrumentos Virtuales 232

9.2 – Análisis Interno: Presupuesto, competidores y ventaja competitiva 235
9.2.1 - Presupuesto de equipamiento 235
9.2.2 – Competidores y Ventaja Competitiva 236

9.3 – Análisis Externo: Análisis de nuestros clientes potenciales 238
9.3.1 – Compañías que ofrecen Sample Pack y Loops 238
9.3.1.1- SPLICE 238
9.3.1.2 - SAMPLEPHONICS 239
9.3.1.3 – LOOP MASTERS / LOOPCLOUD 240
9.3.1.4 – SOUNDS.COM (NATIVE INSTRUMENTS) 241
9.3.2 – Compañías que ofrecen librerías 242
9.3.2.1 - NATIVE INSTRUMENTS – KONTAKT 242
9.3.2.2 - SPECTRASONIC - OMNISPHERE 243
9.3.2.3 - EAST WEST - PLAY 244
9.3.2.4 - VIENNA INSTRUMENTS – VIENNA INSTRUMENTS PRO 245
9.3.2.5 – UVI – UVI WORKSTATION 246

9.4 – Plan de acción y estrategia de venta 248

9.5 – Seguimiento y control de los resultados 251

10 – CONCLUSIONES DEL ESTUDIO Y FUTUROS TRABAJOS 252

11 - BIBLIOGRAFÍA..... 256

Lista de ilustraciones / Figuras

Ilustración 1. Temple Viejo 19
Ilustración 2. Temple Nuevo 20
Ilustración 3. Afinación española 22
Ilustración 4. Afinación recurrente en la guitarra barroca 22
Ilustración 5. Afinación por bulerías de Paco de Lucía 39
Ilustración 6. Afinación por taranta de Tomatito 39
Ilustración 7. Afinación por seguiriya de Gerardo Núñez 39
Ilustración 8. Afinación por bulerias de Gerardo Núñez 39
Ilustración 9. Afinación por bulerías de Rafael Riqueni 39
Ilustración 10. Afinación por solea por bulerías de Yago Santos 39
Ilustración 11. Esquema rítmico del compás por fandangos de Huelva 41
Ilustración 12. Esquema rítmico del compás por sevillanas 41
Ilustración 13. Esquema rítmico del compás por abandolaos 41
Ilustración 14. Esquema rítmico del compás por tangos 41
Ilustración 15. Variación 1 del esquema rítmico del compás por tangos 42
Ilustración 16. Variación 2 del esquema rítmico del compás por tangos 42
Ilustración 17. Variación 3 del esquema rítmico del compás por tangos 42
Ilustración 18. Esquema rítmico del compás por tango / rumba 42
Ilustración 19. Reloj flamenco de Faustino Núñez 43
Ilustración 20. Esquema rítmico del compás de amalgama 43
Ilustración 21. Esquema rítmico de los compases por alegrías y solea por bulerías 43
Ilustración 22. Variación 1 del esquema rítmico por bulerías 44
Ilustración 23. Variación 2 del esquema rítmico por bulerías 44
Ilustración 24. Variación 3 del esquema rítmico por bulerías 44
Ilustración 25. Esquema rítmico por seguiriyas 44
Ilustración 26. Falseta por alegrías en E jónico 49
Ilustración 27. Falseta por alegrías en C jónico 50
Ilustración 28. Falseta por bulerías en A eólico 52
Ilustración 29. Falseta por bulerías en A eólico 52
Ilustración 30. Numeración con respecto a la tonalidad tomando el modo frigio como eje 54
Ilustración 31. Acordes flamencos 55
Ilustración 32. Cadencia andaluza por arriba 57
Ilustración 33. Cadencia andaluza por medio 57
Ilustración 34. Falseta por solea 58
Ilustración 35. Golpe en la tapa por tangos 68
Ilustración 36. Técnica de arpegio 69
Ilustración 37. Arpegio por alegrías 70
Ilustración 38. Técnica de pulgar 71
Ilustración 39. Pulgar por solea 71
Ilustración 40. Técnica de picado 72
Ilustración 41. Picado por bulerías 72
Ilustración 42. Técnica de alzapúa 73
Ilustración 43. Mecanismo de la alzapúa 73
Ilustración 44. Alzapúa por tangos 74
Ilustración 45. Técnica de pulgar / índice 74
Ilustración 46. Mecanismo del pulgar / índice 74
Ilustración 47. Pulgar / índice por bulerías 75
Ilustración 48. Ligado por bulerías 76

Ilustración 49. Técnica de rajeo 76
Ilustración 50. Mecanismo de rajeo 1 77
Ilustración 51. Mecanismo de rajeo 2 77
Ilustración 52. Mecanismo de rajeo 3 77
Ilustración 53. Técnica de rajeo de abanico 78
Ilustración 54. Mecanismo de rajeo de abanico 78
Ilustración 55. Mecanismo de trémolo 78
Ilustración 56. Técnica de trémolo 79
Ilustración 57. Trémolo por solea 79
Ilustración 58. Armónicos Principales 89
Ilustración 59. Modos de vibración de la guitarra 93
Ilustración 60. Parte inferior de la guitarra 94
Ilustración 61. Frecuencias fundamentales en una guitarra en función de la cuerda y el traste 99
Ilustración 62. Partes de una guitarra (Imagen 1) 106
Ilustración 63. Partes de una guitarra (Imagen 2) 106
Ilustración 64. Modelo "*Source and Modifier*" 116
Ilustración 65. Onda Triangular 117
Ilustración 66. Onda Sinusoidal 117
Ilustración 67. Onda Diente de Sierra 117
Ilustración 68. Onda Cuadrada 117
Ilustración 69. Ilustración del teorema de Fourier 119
Ilustración 70. Filtro de paso bajo 120
Ilustración 71. Filtro de paso alto 121
Ilustración 72. Filtro de paso banda 121
Ilustración 73. Filtro de rechazo de banda 122
Ilustración 74. Modelo "*Source and Modifier*" 122
Ilustración 75. Interacción del LFO en el modelo "*Source and Modifier*" 123
Ilustración 76. Visualización de los archivos de audio 129
Ilustración 77. Indicación del Bpm 129
Ilustración 78. Organización del sample pack 130
Ilustración 79. Blackwood Samples Vol. 2 132
Ilustración 80. Blackwood Samples Vol.1 132
Ilustración 81. Inicios de compás de los loops 133
Ilustración 82. Visualización de los archivos de audio 135
Ilustración 83. Organización del sample pack 138
Ilustración 84. Organización de nuestro sample pack 147
Ilustración 85. Organización interna de la carpeta "Loops" 147
Ilustración 86. Organización interna de la carpeta "One shots" 147
Ilustración 87. Portada de nuestro sample pack 148
Ilustración 88. Video promocional de nuestro sample pack 149
Ilustración 89. Guitarra empleada para la grabación 152
Ilustración 90. Cuerdas empleadas para la grabación 152
Ilustración 91. Micrófono Km 184 154
Ilustración 92. Micrófono Tlm 103 155
Ilustración 93. Micrófono U87 155
Ilustración 94. Colocación de los micrófonos y sus distancias con respecto a la fuente sonora 158
Ilustración 95. Tarjeta Universal Audio Apollo 8p 159
Ilustración 96. Previo Kahayan 12K72 159
Ilustración 97. Compresor Elysia 160
Ilustración 98. Cables Vovox link protect 161

Ilustración 99. Monitores Genelec 8050 BPM 161
Ilustración 100. Auriculares Beyerdynamic DT 770 Pro 162
Ilustración 101. Forma de onda de audio previo al compresor 171
Ilustración 102. Forma de audio tras el compresor 172
Ilustración 103. Representación de las cinco tomas en el DAW 173
Ilustración 104. Representación de la forma de audio de la toma elegida 173
Ilustración 105. Representación de la toma sin editar y editada 174
Ilustración 106. Representación de la forma de audio final 174
Ilustración 107. Sesión de grabación completa de los "*One shots*" 175
Ilustración 108. Toma completa de nuestra rueda de acordes 175
Ilustración 109. Representación de los cuatro compases escogidos 176
Ilustración 110. Toma escogida con los fade-in y fade-outs incorporados 177
Ilustración 111. Representación de nuestra toma loopeada 177
Ilustración 112. Representación del solo grabado sobre nuestra rueda de acordes 178
Ilustración 113. Selección de las secciones de improvisación con una mejor interpretación 178
Ilustración 114. Edición de aquellas secciones escogidas 179
Ilustración 115. Ubicación de los monitores 180
Ilustración 116. No preset en el mapping editor 185
Ilustración 117. "One shots" preset 186
Ilustración 118. Preset "One shots" en el mapping editor 186
Ilustración 119. Preset por solea 187
Ilustración 120. Por solea preset en el mapping editor 187
Ilustración 121. Preset por alegrías 188
Ilustración 122. Por alegrias preset en el mapping editor 188
Ilustración 123. Preset por guajiras 188
Ilustración 124. Por guajiras preset en el mapping editor 189
Ilustración 125. Preset por bulerías I 189
Ilustración 126. Por bulerias I preset en el mapping editor 190
Ilustración 127. Preset por seguiriya 190
Ilustración 128. Por seguiriya preset en el mapping editor 191
Ilustración 129. Preset por tangos 191
Ilustración 130. Por tangos preset en el mapping editor 192
Ilustración 131. Preset solea por bulería 192
Ilustración 132. Solea por buleria preset en el mapping editor 193
Ilustración 133. Preset rumba Am 193
Ilustración 134. Rumba Am preset en el mapping editor 194
Ilustración 135. Preset por bulería II 194
Ilustración 136. Por buleria II preset en el mapping editor 195
Ilustración 137. Preset por fandangos 195
Ilustración 138. Por fandangos preset en el mapping editor 196
Ilustración 139. Preset por rumba Dm 196
Ilustración 140. Por rumba Dm preset en el mapping editor 197
Ilustración 141. Preset por rumba Em 197
Ilustración 142. Por rumba Em preset en el mapping editor 198
Ilustración 143. Plantilla de nuestro VST 199
Ilustración 144. Diseño del nombre del palo 199
Ilustración 145. Diseño del nombre del plugin y del fabricante 199
Ilustración 146. Diseño del menú desplegable 200
Ilustración 147. Imagen de la guitarra ubicada al fondo de la interfaz de nuestro VST 200
Ilustración 148. Diseño del VU meter incorporado en la interfaz de nuestro VST 200

Ilustración 149. Diseño de los efectos 201
Ilustración 150. Diseño del teclado MIDI 201
Ilustración 151. Diseño gráfico definitivo de la interfaz de nuestro VST 202
Ilustración 152. Visualización de nuestro VST en el DAW Logic Pro X 203
Ilustración 153. Ejemplo de round robins aplicado a tres notas 206
Ilustración 154. Articulaciones disponibles dentro del teclado MIDI 206
Ilustración 155. Visualización de los *key switches* dentro del teclado MIDI 206
Ilustración 156. Una muestra de tres segundos de guitarra grabados en la DAW Studio one 209
Ilustración 157. Visualización del mástil de la guitarra 210
Ilustración 158. Visualización del sampler de Kontakt de la muestra de guitarra 211
Ilustración 159. Visualización del sampler de Kontakt de cinco muestras de guitarra 212
Ilustración 160. Visualización del sampler de Kontakt de la técnica de multisampling 213
Ilustración 161. Previsión de crecimiento de la industria musical hasta 2030 230
Ilustración 162. Previsión del mercado de la música grabada hasta 2030 230
Ilustración 163. Expectativas de crecimiento de los ingresos de la música grabada 231
Ilustración 164. Relación de ingresos de la música en directo, música grabada y derechos de autor 231
Ilustración 165. Mercado global de los instrumentos virtuales 233
Ilustración 166. Cambio en el centro de gravedad de la industria musical 234

Lista de Tablas

Tabla 1. Afinaciones alternativas, Flamenco Guitar: Technique, Theory and Etudes, Yago Santos..... 39
Tabla 2. Clasificación de los palos flamencos en función de su estructura rítmica 45
Tabla 3. Clasificación de los palos flamencos en función de sus estructuras armónicas 46
Tabla 4. Numeración del modo jónico con respecto a la armadura 47
Tabla 5. Clasificación de las regiones armónicas tomando el modo jónico como eje 48
Tabla 6. Clasificación de las áreas armónicas por alegrías 48
Tabla 7. Numeración con respecto a la armadura tomando el modo eólico como eje 50
Tabla 8. Numeración con respecto a la tonalidad tomando el modo eólico como eje 51
Tabla 9. Clasificación de las áreas armónicas en modo eólico 51
Tabla 10. Clasificación de las áreas armónicas en A eólico..... 51
Tabla 11. Tipos de estrofas empleadas en la literatura flamenca 82
Tabla 12. Partes más comunes de un baile flamenco 85
Tabla 13. División de las frecuencias graves 87
Tabla 14. División de las frecuencias medias 88
Tabla 15. División de las frecuencias agudas..... 88
Tabla 16. Samples incluidos de la carpeta "Loops" 150
Tabla 17. Samples incluidos en la carpeta "One shots" 150
Tabla 18. Presets contenidos en nuestro instrumento virtual 184
Tabla 19. No preset..... 185
Tabla 20. Muestras de picado incluidas en nuestro instrumento virtual 219
Tabla 21. Muestras de arpegio incluidas en nuestro instrumento virtual 220
Tabla 22. Tipología de acordes que incluirá nuestro instrumento virtual 220
Tabla 23. Muestras de golpe que incluirá nuestro instrumento virtual 221
Tabla 24. Muestras de pulgar que incluirá nuestro instrumento virtual 221
Tabla 25. Muestras de pulgar / índice que incluirá nuestro instrumento virtual 222
Tabla 26. Muestras de ligado que incluirá nuestro instrumento virtual 222
Tabla 27. Muestras de trémolo que incluirá nuestro instrumento virtual..... 223
Tabla 28. Muestras de alzapúa que incluirá nuestro instrumento virtual 223
Tabla 29. Muestras de rajeo que incluirá nuestro instrumento virtual 224
Tabla 30. Presupuesto estimado para la fabricación de nuestro sample pack 236

1 - ASPECTOS TEÓRICO - METODOLÓGICOS

1.1 - Objeto del Estudio

El presente proyecto de investigación tiene como objeto principal la planificación de un instrumento virtual y la creación de un sample pack de guitarra flamenca. Se intentará, a través de la presente tesis doctoral confeccionar una biblioteca de muestras de guitarra flamenca que contenga todas las articulaciones, técnicas y particularidades sonoras y de ejecución propias del instrumento y del género flamenco. Para ello se harán uso de los instrumentos artesanos de mayor calidad, micrófonos y técnicas de grabación más avanzadas y de las tecnologías de programación más vanguardistas existentes a día de hoy. Todo ello nos ayudará a captar lo más fidedignamente posible el sonido flamenco que será sin lugar a dudas la seña de identidad y el motivo por el cual este sample pack de guitarra flamenca será, en el mejor de los casos, susceptible de sustituir a un instrumento real.

En el caso de que la investigación de como resultado una librería que nos satisfaga y que cumpla con todos los estándares de calidad exigidos por el mercado, este instrumento virtual será en última instancia un producto comercial que trataremos de vender a las grandes compañías del sector para su posterior comercialización e implantación en el sector de los medios audiovisuales tales como las producciones de TV, cine y videojuegos. Asimismo, nuestro objetivo es que cualquier productor o compositor en cualquier lugar del mundo pueda beneficiarse del uso de este instrumento virtual.

Esta tarea requiere de una investigación previa de gran envergadura que cubra todos los aspectos necesarios para conocer a fondo el comportamiento de un instrumento tan peculiar como es la guitarra flamenca, así como de su género. Por lo tanto, deberemos abordar unos objetivos previos en el ámbito teórico y de investigación con tal de avanzar con éxito hacia la confección de dicha biblioteca de muestras.

La guitarra flamenca es un instrumento muy particular que alberga multitud de técnicas propias, materiales y métodos de construcción y en última instancia un sonido muy característico que lo hace muy diferente al resto de guitarras tales como la clásica o la acústica.

Para esclarecer todos estos aspectos, previamente se realizará un estudio teórico y organológico del instrumento que abarcará desde la historia del mismo, la acústica, técnicas, materiales de construcción, timbre, interpretación y todo lo relacionado con su espectro sonoro.

Posteriormente, analizaremos las diferentes tecnologías, formatos y lenguajes de programación existentes a día de hoy para la fabricación y confección de un instrumento virtual de estas características.

Por último, realizaremos un estudio de mercado analizando una por una las librerías existentes de guitarra flamenca con objeto de identificar los puntos a mejorar o posibles carencias que existan en este tipo de instrumentos virtuales, de acuerdo a los puntos analizados con anterioridad. Todas estas carencias serán tomadas en cuenta con especial atención a la hora de construir nuestra librería de guitarra flamenca, la cual una vez finalizada será ofertada a las empresas líderes en el sector para su comercialización. Este será, por tanto, el objeto último de nuestro trabajo de investigación; crear una librería de muestras de guitarra flamenca que mejore, en la medida de lo posible, todo lo creado hasta el momento y que sea susceptible de convertirse en un producto comercial que se venda o licencie internacionalmente de la mano de una de las empresas líderes en el sector.

1.2 - Justificación

Mi interés en el presente proyecto de investigación reside en que me dedico profesionalmente a la guitarra flamenca desde hace más de diez años y es un tema que me apasiona. Además de contar con una amplia experiencia como concertista, cuento con buenos instrumentos y los medios tecnológicos necesarios para llevar a buen puerto esta investigación. Conozco a la perfección las técnicas, articulaciones y las características sonoras de la guitarra flamenca; cuento con buenos micrófonos y un estudio de grabación para grabar profesionalmente una guitarra flamenca. Asimismo, desde hace diez años trabajo como compositor en el sector de los medios audiovisuales haciendo uso de instrumentos virtuales y bibliotecas de sonidos y conozco lo que el mercado nos ofrece en el campo de la guitarra, tanto flamenca como clásica.

Hoy en día, los secuenciadores e instrumentos virtuales son la respuesta a las necesidades creativas de compositores y orquestadores para todos los medios. La ventaja de esta tecnología es innegable, dado que gracias a la misma han sido posibles un sin número de producciones debido al acceso de determinadas herramientas y equipos que antes quedaban restringidas por el presupuesto en los altos costos de los estudios profesionales. La operatividad y costo de un instrumento virtual, no tiene comparación frente a su réplica analógica, evitándonos un gasto excesivo por su mantenimiento. La capacidad en disco duro y la expansión RAM, permiten realizar múltiples operaciones sobre los archivos; con la ventaja adicional de aplicar sobre la marcha, procesadores de efectos propios. Por ello, los instrumentos virtuales ayudan a los compositores de música a componer música de manera más fácil, rápida, y a bajo coste, haciendo uso de instrumentos de amplio volumen solo a través de un teclado MIDI[1]. A día de hoy son un estándar mundial y su aceptación se ha fortalecido con el tiempo.[2]

A su vez, el conocimiento de la mecánica específica de la guitarra flamenca, sus técnicas, articulaciones, métodos de escritura y usos más frecuentes constituyen los componentes esenciales para lograr un sonido realista. Considero que a día de hoy no existe una librería virtual que emule satisfactoriamente el sonido flamenco y que repare en las técnicas propias de la guitarra flamenca tales como la alzapúa, el rasgueo, picado, pulgar, pulgar-índice o trémolo.

[1] La interfaz MIDI fue diseñado originalmente para la interconexión de instrumentos musicales digitales entre sí y de estos con un ordenador.
[2] YUN, Yoemun and CHA, Si-Ho, *Designing Virtual Instruments for Computer Music*, International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Chungwoon University, 2013

Asimismo, es importante diferenciar entre el sonido que genera una guitarra flamenca hecha con madera de ciprés o pino abeto alemán (denominada “blanca” en el argot flamenco) y aquel sonido generado por una guitarra fabricada con madera de cedro o palo santo de India o Brasil (denominada “negra”). Mientras que las maderas pesadas se emplean en un contexto de guitarra de concierto o solista, las maderas más ligeras se emplean en el ámbito del acompañamiento y tienen una sonoridad mucho más viva y percusiva que las primeras.
Este componente que une tecnología con organología es el gran ausente en las librerías de guitarra existentes a día de hoy.

Sin un profundo conocimiento de estos aspectos inherentes a la guitarra flamenca es totalmente imposible generar con éxito una biblioteca de sonidos que nos proporcione la posibilidad de crear sonoridades, toques o falsetas (módulos de composición flamenca) realistas asociados al flamenco. Todo ello, unido al gran coste de grabación y la inmediatez que el mercado musical exige, hacen que el campo de estudio sea de plena vigencia.

1.2.1 – Antecedentes: Estudios Anteriores

En el marco teórico que se refiere al estudio de la guitarra flamenca como instrumento y desde el punto de vista organológico son varios los trabajos e investigaciones que se han realizado hasta el momento.

La guitarra flamenca, como concepto general, ha sido un tema del que se ha empezado a investigar a partir de las últimas décadas del siglo XX. Es relevante señalar que, a partir del auge por todo el mundo de la guitarra de concierto con figuras como Sabicas, Esteban de Sanlúcar o Paco de Lucía, este elemento del flamenco ha alcanzado una posición más igualitaria con el resto de elementos (como son el cante y el baile), que hasta entonces no poseía.

En las investigaciones que se realizan sobre este elemento, se comenta el recorrido por los guitarristas de las etapas pre flamencas y de finales de siglo XIX y principios del XX.

Uno de los estudios más relevantes en cuanto a la historia de la guitarra flamenca y aspectos relevantes de la misma, lo encontramos a cargo del guitarrista flamenco Manuel Cano Tamargo (Cano, 2006), guitarrista de mediados de siglo XX que optó por la academización de la guitarra flamenca dentro de los conservatorios. En él muestra los antecedentes más cercanos de la guitarra, exponiendo la construcción de los mismos, además de hacer un recorrido por los guitarristas más relevantes de cada época, sin agruparlos por corrientes ni etapas. El único acercamiento que realiza son las cuatro corrientes que nombra sobre los estilos existentes de guitarra, pero sin citar quienes son los artistas que pertenecen a cada una de dichas corrientes.

Por su parte Norberto Torres, a principios del siglo XXI, nos muestra dos estudios relacionados con la guitarra, uno en relación a su configuración antes de ser un elemento flamenco (Torres, 2009), y otro basado en los grandes guitarristas del siglo XX (Torres, 2005), en el cual cataloga a los guitarristas según su origen e influencias, haciendo especial mención a las primeras corrientes (Montoyismo, Ricardismo, Sabiquismo, y libre). Los aspectos tratados por ambos autores no bastan como elemento de partida para conocer los antecedentes de la guitarra y su posterior evolución, como elemento unilateral, dado que no se especifican aspectos musicales relevantes que ha experimentado el género hasta nuestros días.

Así, si buscamos apartados concretos dentro de la literatura de la guitarra flamenca que hagan referencia a los aspectos musicales como la armonía, el compás, la melodía o la estructura, observamos que no es hasta 2004 cuando encontramos algo relacionado con esta cuestión.
En este momento surge el audio libro de Faustino Núñez (Núñez F., 2004), en el que se explican contenidos afines con los aspectos rítmicos del flamenco y su correspondencia en los compases de la música culta. En ellos se realiza un acercamiento a la guitarra flamenca a través de los acordes principales de cada tonalidad o modo flamenco.

Por otro lado, como una aproximación a la Teoría Musical del Flamenco: ritmo, armonía, melodía, forma, Lola Fernández muestra una explicación del flamenco a un nivel muy general sobre la armonía del flamenco, y aplicado a la guitarra flamenca. Algunos conceptos quedan un poco desfasados en cuanto a la actualidad y evolución de la misma. Ese mismo año y, en cuanto a la reciprocidad de la guitarra con el cante en ese trasvase de creación vs recreación, encontramos un artículo publicado al respecto, llamado "La guitarra flamenca en la evolución del cante: ¿Acompañante o Creadora?" y que está realizado por Díaz-Báñez y Escobar (Díaz Báñez & Escobar Borrego, 2004).

Por último, en lo referente a la guitarra como elemento unilateral, de los escritos de Claude Worms sobre la armonía (Worms, 2010), Manuel Granados (Granados, 2010) y Antonio Bonilla sobre la estructura y relación de un estilo de guitarra de concierto con el baile (Bonilla, 2017), parten los antecedentes más fehacientes de nuestra investigación, siendo éstos el punto de partida para, comparar, refutar, indagar, desarrollar y demostrar nuestro estado de la cuestión.

Sin embargo, hasta el momento no se han realizado estudios concretos sobre el desarrollo de un instrumento virtual de guitarra flamenca. A día de hoy existen numerosos instrumentos virtuales de guitarra flamenca y clásica, sin embargo, su creación no ha ido acompañada de un estudio teórico que lo apoye o justifique. Quizás esto explique que los VST de guitarra flamenca que se han creado hasta el momento no emulen satisfactoriamente el comportamiento de dicho instrumento, ya que no recogen sus aspectos más fundamentales como son el sonido, el timbre, la interpretación o las técnicas del mismo.

1.2.3 – Relevancia de nuestro estudio

El flamenco es un género artístico que se apropia de una tradición musical y su atmósfera social desde al menos la segunda mitad del siglo XVIII, si bien conoce su expansión artística en un mercado específico en el siglo XIX. Se constituye así un modo de expresión que se cristaliza en un género artístico, apoyado no solo por los artistas que crean y re-crean continuamente esa tradición en sus ámbitos de trabajo, ocio y sociabilización, sino en nuevos planos públicos, desde los cafés cantantes, teatros, academias, hasta la literatura y los textos periodísticos. Todo ello convierte al flamenco en un fenómeno político y económico. La comunicación y mutua influencia entre esos dos planos –el de las tramas sociales donde las expresiones tradicionales seguían reproduciéndose, y el de los nuevos escenarios públicos donde se ejecuta y piensa como un género artístico– es uno de sus elementos más característicos[3].

Como elemento cultural, la música flamenca es producto de una historia específica, lo cual le ha proporcionado códigos musicales y sociales que guían cualquier interpretación o creación de sus contenidos y códigos que a su vez son dinámicos y que cambian a lo largo de la historia, a pesar de que, al mismo tiempo contribuyen a mantener al flamenco en una aparente posición estática dentro del imaginario colectivo debido en gran parte a sus ámbitos de transmisión 'tradicionales'.

Ya a partir de finales del XIX el flamenco pasa a la vanguardia de la música y en pleno siglo XX gracias al periodo de revalorización en los años 50 y 60 adquiere una importancia internacional. Nuestro estudio ayudará en gran medida a aunar y complementar las investigaciones teóricas existentes en torno a la guitarra flamenca para tener una visión más clara de sus características y peculiaridades, tomando como eje los distintos periodos históricos. Asimismo, en el ámbito académico, nuestro estudio marcará las pautas a seguir en la elaboración de una librería de guitarra flamenca, sirviendo como base y ejemplo para futuros investigadores, músicos e instrumentistas interesados en el tema objeto de estudio.

Esto es especialmente relevante a nivel tecnológico, punto que en contadas ocasiones se ha emparentado a la guitarra flamenca, y que sin duda es de gran interés en el presente trabajo. ¿Qué medios tecnológicos son los más adecuados para grabar con éxito una guitarra flamenca? ¿Cuál es el espacio o sala más idónea para ello? ¿Qué micrófonos y equipo de sonido? ¿Cómo ha de realizarse la mezcla y el mastering para conseguir emular lo más fidedignamente posible el sonido real de una guitarra flamenca en primer y segundo plano?

[3] SCIONTI, Ian, *La Guitarra Flamenca, Tradición e Innovación*, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2017.

¿Qué métodos de programación son los más efectivos para crear un instrumento virtual de estas características?

Asimismo, dado que en la actualidad no existe una librería de guitarra flamenca bien hecha, nuestro trabajo de investigación pretende llenar ese vacío que existe a día de hoy en el mercado. Este vacío se explica a tenor de que no se han realizado las investigaciones necesarias en el ámbito del instrumento y la acústica, así como de las técnicas interpretativas y expresivas del flamenco. Del mismo modo, dotaremos de una herramienta de trabajo muy efectiva a músicos, productores y compositores de todo el mundo que les permitirá ganar flexibilidad y ahorrar tiempo y dinero en sus producciones. Gracias a nuestro instrumento virtual, los productores podrán prescindir de la frecuentemente costosa contratación de un guitarrista y de las horas de estudio pertinentes para la grabación de guitarras flamencas. Esto sin perder calidad, ya que pretendemos marcar un nuevo estándar de calidad en este tipo de instrumentos virtuales. De todo ello se vislumbra una relevancia en el ámbito social y económico muy importante.

1.2.4 – Criterios de aplicabilidad y transferencia

El estudio teórico y consiguiente trabajo de investigación propiamente dicho tendrá su salida en revistas y publicaciones científicas que cubran el ámbito de conocimiento en torno a la guitarra flamenca y/o a la tecnología musical. Es nuestra intención extraer un artículo científico de cada uno de los capítulos de la tesis, así como la publicación de la misma una vez esté terminada. Esto nos permitirá profundizar aún más si cabe desde un prisma científico en las diferentes temáticas que se van tratando a lo largo de la investigación.

El instrumento virtual o librería de guitarra flamenca resultante de este trabajo de investigación tiene una aplicación muy práctica y concreta en el mundo de la producción musical. En este sentido nuestro instrumento virtual de guitarra flamenca será aplicable en producciones musicales de toda índole, desde producciones artísticas comerciales en forma de disco, EP, LP, Singles, versiones o recopilaciones, a música compuesta específicamente para medios audiovisuales tales como la televisión, cine, series, documentales, videojuegos, anuncios, jingles, radio etc. Es decir, en todo proceso de creación musical donde esté involucrada una Estación de Trabajo de Audio Digital y la necesidad de introducir una guitarra flamenca, nuestro instrumento virtual tendrá cabida.

Será una empresa líder en el sector la que comercialice y promocione nuestra librería por lo que nuestros esfuerzos se enfocarán en crear una librería única y auténtica que llame la atención de estas empresas. La elección de una empresa u otra dependerá de diversos factores tales como el precio (canon) que haya que pagar por realizar una librería, el público potencial al que pueda dirigirse la empresa en cuestión, el prestigio de la misma, la ayuda que se nos brinde a nivel de programadores etc.

Comenzaremos por buscar las empresas más prestigio tales como Omnisphere o Native Instruments, las cuales desarrollan instrumentos de fama internacional como son Spectrasonic y Kontakt respectivamente. Todo ello irá perfectamente detallado en el Plan de Marketing incluido en el capítulo 8. El plan de marketing cubrirá aspectos como el análisis de situación interno y externo, análisis DAFO y la elección de estrategias de marketing necesarias para llevar a buen puerto nuestro proyecto.

1.3 - Objetivos e hipótesis

Nuestra pregunta de tesis es la siguiente:

¿Podremos llegar a sustituir una guitarra flamenca real con aquella generada a partir de una biblioteca de sonidos o instrumento virtual? Y si es así, ¿Cumplirá ésta el papel de una guitarra solista (guitarra en primer plano) o de una guitarra de acompañamiento (guitarra en segundo plano)?

Siendo esta la pregunta principal de nuestro trabajo de investigación, son varios los objetivos secundarios que nos ayudarán a trazar el camino hacia dicha resolución.

1) Analizar la historia de la guitarra flamenca y clásica. En el caso de la guitarra clásica o guitarra española, hacer un estudio histórico, organológico y de técnicas de interpretación desde la antigüedad, pasando por el renacimiento, el barroco, romanticismo y siglo XX. En el caso de la guitarra flamenca, comenzar un estudio análogo desde los antecedentes en la guitarra rasgueada del XVI, la guitarra pre-flamenca, hasta la guitarra flamenca del siglo XX.
2) Analizar las técnicas de la guitarra flamenca. A pesar de que la guitarra flamenca emplee técnicas que son comunes en la guitarra clásica, por ejemplo, el arpegio de mano derecha, hay una serie de recursos técnicos que merecen especial atención y estudio ya que no se emplean en ninguna otra guitarra. Técnicas como la alzapúa, el rasgueado o el golpe. Estas técnicas, junto con el pulgar y pulgar – índice son las que dotan de ese carácter percusivo y personalidad única a la guitarra flamenca y que han de ser estudiadas con detalle desde un punto de vista técnico y acústico.
3) Analizar las peculiaridades de interpretación, acústica y de sonido de la guitarra flamenca.
4) Realizar un estudio de las diferencias entre la guitarra flamenca y clásica.
5) Analizar las diferentes librerías de guitarra flamenca existentes en el mercado.
6) Analizar las tecnologías con las que se han creado estas librerías. Identificar cual es la más apropiada para realizar la librería de guitarra flamenca.
7) Generar una nueva biblioteca de sonidos de guitarra flamenca con todas sus articulaciones, técnicas y particularidades sonoras y de ejecución. Documentar todo el proceso de realización de la misma, desde el estudio de grabación, equipo de sonido empleado en la grabación (tarjeta, micrófonos etc), técnicas de grabación y postproducción.

8) Realizar un plan de marketing que nos permita vender con éxito la librería a una empresa líder en el sector.

1.4 - Marco Teórico

1.4.1 – Contexto histórico y social

El flamenco es una música popular de tradición oral que nace como género a finales del XIX. Si bien su origen exacto no ha sido esclarecido todavía, los tratadistas suelen señalar el tercer tercio del siglo XVIII como contexto propicio para la aparición de dicho género[4]. Existen diversas hipótesis sobre el origen del flamenco, sobre su etimología y, especialmente, sobre cuál fue el grupo social o étnico que contribuyó más directamente en la conformación de este arte. Algunos autores como Bernard Leblon[5] defienden el origen exclusivamente gitano del cante; para otros, como Blas Infante, el flamenco es un arte originariamente andaluz, al que los gitanos aportaron elementos propios. En todo caso, todos están de acuerdo en afirmar que la cuna del flamenco se sitúa en una zona muy concreta la Baja Andalucía, entre Sevilla y Cádiz, Triana y Jerez.

El contexto social donde nace y se gesta el flamenco es el de la Andalucía de finales del siglo XVIII y principios del XIX, una sociedad fuertemente polarizada y con una fuerte jerarquización interna con una oligarquía de terratenientes, por un lado, y el pueblo llano, por otro. Esta situación conlleva la opresión y marginación de las clases populares, que compartían unas condiciones de vida muy similares, sufriendo una aguda miseria general[6].

En poco más de un siglo el flamenco ha pasado de ser una música de ámbito local, principalmente de Andalucía, a ser una música reconocida internacionalmente. Lejos de ser una mera manifestación artística y folclórica, la carga simbólica del género flamenco en el marco de la cultura andaluza ha aumentado a lo largo de las últimas décadas debido a la diversificación del campo artístico en la era de la globalización y la consiguiente revalorización de lo local y lo autóctono[7]. Esto ha sido gracias a artistas como Sabicas, Carmen Amaya, Antonio Gades o Paco de Lucía, que durante el siglo XX llevaron el flamenco a todo el mundo cosechando innumerables triunfos. El reconocimiento a todo ello se plasmó el 16 de noviembre del

[4] TORRES, Norberto, *Historia de la Guitarra Flamenca*, Editorial Almuzara, 2010. p. 9.
[5] Véase, *El Cante Flamenco, entre las músicas gitanas y las tradiciones andaluzas*, Madrid, Editorial Cinterco, 1991
[6] ROS PIQUERAS, Lola y RIOS, J. Carlos, *La Identidad Andaluza en el Flamenco*.
[7] STEINGRESS, Gerhard, *El Flamenco como Patrimonio Cultural o una Construcción Artificial más de la Identidad Andaluza*, Sevilla, Universidad de Sevilla.

2010 cuando la UNESCO incluye al flamenco como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad, lo cual refuerza y reivindica la importancia internacional de esta seña de identidad y expresión artística andaluza. Esta creciente transculturalidad del flamenco marcada por su difusión a nivel global pone de relieve dos hechos importantes: primero, que el entorno sociocultural del flamenco ha sufrido profundas transformaciones a lo largo del siglo XX; segundo, el flamenco ha dejado de ser un elemento exclusivamente étnico para convertirse en una reconocida manifestación musical artística y elemento activo en la producción musical internacional.

Coincidiendo con el auge internacional del flamenco, nos encontramos en un siglo XXI en el cual la producción musical se basa en gran medida en el uso de sistemas informáticos de alto rendimiento y en la creciente producción de aplicaciones de software que no solo proporcionan procesamiento de sonido digital de alta calidad, sino que también son capaces de emular de manera impecable un gran número de dispositivos de hardware simples y de alta gama utilizados en la industria de la música a lo largo de la historia.

Uno de los objetivos de este proceso de desarrollo es permitir la integración de tantos equipos musicales como sea posible en un solo dispositivo, es decir, permitir que una gran cantidad de herramientas y funcionalidades se implementen en una interfaz simple diseñada para las populares plataformas informáticas.

Desde que MIDI (abreviatura de *Musical Instrument Digital Interface*) hizo su gran avance en 1983, el software de seguimiento y secuenciación se ha utilizado y desarrollado constantemente. Hace unas dos décadas, los músicos se habrían reído si se les hubiera dicho que los sintetizadores clásicos se volverían a crear con éxito en forma de software y se venderían a una fracción de su precio original. Habrían sido incluso menos propensos a creer que podrían tener media docena, o más, perfectamente integrados en su MIDI y secuenciador de audio favoritos para ser empleados a voluntad. Sin embargo, los instrumentos VST, un producto de la reconocida tecnología Virtual Studio, hacen precisamente esto.

Cualquiera que hiciera música digital antes de 1996 había estado usando su DAW (abreviatura de *Digital Audio Workstation*) para controlar teclados y muestreadores a través de MIDI y luego enrutar todo su hardware externo a través de una mesa de mezclas tradicional. Con el lanzamiento de Cubase 3.02 en 1996, Steinberg anunció la especificación de interfaz Virtual Studio Technology (VST) que permitió una nueva

generación de desarrolladores de software para recrear todas esas unidades de efectos voluminosos como complementos VST.

Unos años más tarde, en 1999, Steinberg actualizó su especificación VST permitiendo que los complementos VST reciban datos MIDI. Gracias a este avance, fue posible la recreación de teclados, sintetizadores y cajas de ritmos. Esta actualización vio el nacimiento de Virtual Studio Technology Instrument, o VSTi para abreviar.

La última actualización a la especificación de la interfaz VST, versión 3.5, se realizó en febrero de 2011. Esta actualización, entre otras cosas, incluía Note Expression, donde cada nota individual (evento) en una disposición polifónica puede contener una amplia información de articulación, lo que crea una flexibilidad incomparable y una sensación mucho más natural a la hora de interpretar instrumentos virtuales.

El sistema VST fue desarrollado por Steinberg para permitir la creación de un estudio completo en software. Incluso en su primera versión, permitió a los desarrolladores de terceros producir módulos de efectos en tiempo real que podían "conectarse" a la aplicación host (inicialmente Cubase). Sin embargo, cuando Steinberg introdujo la segunda versión del estándar de complementos VST, también fue posible enviar datos MIDI desde y hacia dichos efectos. Esto permitió a los desarrolladores agregar más funciones, como el control MIDI de los parámetros de efectos y el bloqueo de los ajustes de efectos al tempo. El resultado inevitable de este avance en el protocolo fue que esta información MIDI también se utilizó para ejecutar motores de sintetizador, en lugar de solo procesadores de efectos. Son estos sintetizadores, disfrazados de complementos de efectos para encajar directamente en el entorno de secuenciación, los que se denominan instrumentos VST o VSTi.

1.4.2 – Metodología

En el presente apartado se exponen los aspectos metodológicos y estrategias de indagación que se han adoptado en las diferentes fases de la investigación. La metodología es el conjunto de procedimientos, técnicas, teorías etc., que nos ayudan a abordar el problema de nuestra investigación.

En el presente proyecto de doctorado emplearemos la metodología *cuantitativa* y *cualitativa*. En cuanto a la metodología cuantitativa, nos serviremos de los diferentes tratados, libros y publicaciones que se han escrito en torno a la guitarra flamenca y clásica, con objeto de conocer su origen y aspectos que atañen a la organología. A pesar de que el enfoque de esta investigación no es completamente histórico, consideramos importante situar al lector en el pasado y el presente de este instrumento, lo cual nos ayudará a comprender su razón de ser, sonido, función social y comportamiento. También realizaremos entrevistas a luthieres de prestigio en el mundo de la guitarra flamenca para conocer los secretos que entraña la construcción y particularidades de este instrumento. Dada nuestra experiencia profesional y relación con la guitarra, nos guiaremos a su vez por nuestra experiencia personal, o trabajo de campo realizado en este ámbito. Durante más de una década hemos recorrido escenarios de todo el mundo compartiendo con las figuras más importantes de este género. Esto nos aporta una visión muy especial y de valor a la hora de analizar por ejemplo las técnicas interpretativas o las áreas de estudio de la guitarra flamenca.

Siguiendo con la metodología cuantitativa, en el capítulo referente al estudio de las diferentes librerías, trabajaremos con las diferentes bibliotecas de sonidos virtuales de guitarra existentes en el mercado con objeto de analizarlas y compararlas con interpretaciones reales. Este análisis pondrá de manifiesto las pegas o aspectos a mejorar de dichas librerías en cuanto al realismo de su interpretación se refiere. Esta información, extraída a partir de la observación crítica de cada una de ellas, constituirá la diferencia o ventaja competitiva de nuestra librería.

En el proceso de grabación de nuestra librería emplearemos instrumentos y herramientas de grabación de primera calidad que nos garanticen la mejor calidad de sonido. En cuanto a las guitarras, emplearemos guitarras artesanas en contraposición a guitarras de fábrica. La gran calidad de las maderas y el proceso de fabricación resultan en un sonido de mucha mayor calidad y nitidez en el caso de las guitarras artesanas, y por ello nos decantaremos por el empleo de estas. En cuanto al tipo de maderas, emplearemos una guitarra artesana de ciprés y otra de palo santo, ambas construidas por el luthier sevillano Jesús de Jiménez, cuyas

guitarras han sido tocadas por los más grandes guitarristas de nuestro tiempo como son Vicente Amigo o Paco de Lucía entre otros.
Todo el proceso de grabación se realizará en torno a una DAW (Digital Audio Workstation), que en nuestro caso será Studio One. Emplearemos micrófonos de condensador de la marca Neumann, una tarjeta de sonido UAD Apollo 8 quad y un previo Kahayan 12K72. La grabación se llevará a cabo en nuestro home studio, en una sala acondicionada con un nivel muy bajo de reverberación que nos garantizará una gran calidad de sonido.

En cuanto a la metodología cualitativa voy a intentar imitar los estilos más característicos y representativos del flamenco. Dentro de la metodología cualitativa, las entrevistas a profesionales del sector tanto de la guitarra como de los instrumentos virtuales cobrarán una gran importancia dado que me ayudarán a tomar decisiones relevantes en torno a mi librería de guitarra flamenca.

2 – LA GUITARRA CLÁSICA

2.1 – Historia, Organología y Técnicas Interpretativas

2.1.1 – Los Ancestros

El origen y procedencia de la guitarra es un tema enigmático y complejo que ha sido objeto de numerosos estudios e investigaciones académicas por parte de musicólogos y expertos a lo largo del último siglo. La ausencia de datos históricos y pruebas documentales concluyentes en este sentido han impedido determinar con una certeza absoluta cuando se gesta su creación, de donde proviene y a que cultura se le puede atribuir su creación. Lo único cierto es que la genealogía de la guitarra tal cual la conocemos hoy en día no surge hasta el siglo XVIII[8].

A pesar de que no está clara la procedencia de la guitarra, la existencia de instrumentos de cuerda pulsada[9] está documentada desde hace siglos en diversas culturas. La más antigua representación la hallamos en unas tablillas sumerias en Oriente Medio de cerca del año 3000 antes de Cristo. Asimismo, el primer cordófono que se podría llamar guitarra es un bajo relieve Hitita tallado en piedra, hacia el año 1500 a.C[10].

Durante las conversaciones mantenidas con el Dr. Peter Row[11] en New England Conservatory, este apuntó que "*la gran parte de los instrumentos existentes hoy en día en Europa, India, Japón y China vienen de Persia, los cuales viajaron a través de la Ruta de Seda*". La famosa ruta comienza en la antigua capital del este de China, Chang'an (actual Xi'an), atraviesa Afganistán, Irán, Irak y Siria entre otros países, alcanza el mar Mediterráneo y concluye en la antigua Roma tras recorrer unos 7.000 km. La Ruta de la Seda llegó a los reinos hispánicos de la Península Ibérica entre los siglos XIV y XV, y con ella el primer modelo definido y generalizado de la guitarra clásica o española[12].

A menudo se ha afirmado que la guitarra es un desarrollo de instrumentos árabes como el tonbur o el laúd; ambos introducidos en España durante la invasión árabe de la Península Ibérica en el siglo VIII. Sin embargo, las investigaciones realizadas por el Dr. Michael Kasha en el 1960 mostraron que estas afirmaciones carecen de fundamento. Él mostró que el laúd es el resultado de una línea separada de

[8] BUHLAL CLEMENTE, Jose Antonio, *El contenido melódico en la enseñanza de la guitarra*, tesis doctoral, Universidad de Murcia, 2002, 76.
[9] La guitarra pertenece a la familia de instrumentos de cuerda pulsada.
[10] *Enciclopedia de la guitarra*, editado por Francisco Herrera Pauner (Valencia: Piles, 1988), 225.
[11] Músico, etnomusicólogo y profesor de New England Conservatory (Boston).
[12] RAMOS ALTAMIRA, Ignacio, *Historia de la Guitarra y los Guitarristas Españoles*, Editorial Club Universitario, Alicante.

desarrollo, compartiendo antepasados comunes con la guitarra, pero sin haber tenido influencia alguna en su evolución. Del tonbur surgiría en los reinos hispano-musulmanes la guitarra morisca, a la que se le considera el predecesor más directo de la guitarra española.

Otra de las teorías afirma que la guitarra proviene de un instrumento medieval del mediterráneo llamado kithara o incluso de la Koitra (quitra o Kwitra)[13], importado a Europa por los griegos y asimilado por los romanos con el nombre latino de citara y que en sus orígenes presentaba unos rasgos más parecidos a la lira que a la guitarra (fondo ovalado y cuerdas metálicas[14]). En la Península Ibérica las citaras y violas latinas derivarían en instrumentos de uso extendido durante la Edad Media como la cítola, la cedra, la vihuela o la fídula; que a su vez darían paso a la guitarra latina o la vihuela de mano, a los que se les considera predecesores directos de la guitarra española[15].

En cuanto a la etimología de la guitarra, la palabra guitarra parece ser la combinación de dos palabras; "guit" que puede tener su origen en la palabra "Sangeet" que en sánscrito significa “la música” y “la danza”, y el "tar" que significa “cuerda” en persa. El tar es un instrumento desplumado de cuerda (un laúd de cuello largo) que se toca en Irán, los países del Cáucaso y Asia central. En realidad, muchos instrumentos en Asia Central, la India y otros lugares relacionados con la cultura persa contienen la palabra "tar", tales como el setar, chartar o dotar persa, sitar hindú o la qithara árabe.

Al mismo tiempo se observa que la estructura de la guitarra es bastante similar a la del tar persa y el agujero en la tapa de la guitarra muestra la posible influencia del ud o barbat (laúd persa). Atendiendo a estos factores, la guitarra se podría considerar como la fusión entre los dos instrumentos; el ud y el tar persa. Sobre las teorías de la khitara o la chitara podemos observar como la palabra “tar” está inmersa en el nombre original, lo que nos hace pensar del origen persa de los mismos. Sea cual fuere su origen etimológico, el término “guitarra” aparece en España ya en el Siglo XIII, en un poema anónimo de Mester de Clerecía y también en El Libro de buen Amor del Arcipreste de Hita (1330). Sin embargo, dichos instrumentos difieren mucho de lo que hoy entendemos que es una guitarra.

A partir de aquí vamos a continuar nuestro análisis con el Renacimiento o siglo XVI, que es donde podemos rastrear con mayor claridad la historia de la guitarra.

[13] Esta teoría la defiende en su obra Maurice J. Summerfield (tercera edición 1992, Ashley Mark Publishing Company), basándose en unas publicaciones del Museo del Prado.
[14] RADOLE Giuseppe, *Luito, chitarra e vihueloa. Storia e letteratura,* Milán, Edizioni Suvini, 1979, 93.
[15] RAMOS ALTAMIRA, Ignacio, *Historia de la Guitarra y los Guitarristas Españoles*, Editorial Club Universitario, Alicante.

2.1.2 – Renacimiento

El Renacimiento es un movimiento artístico e intelectual que nace en Italia en el siglo XV y se expande por Europa rápidamente. En concreto en España se asienta en el siglo XVI[16], sobre todo relacionado con la música instrumental. Las influencias italianas, junto a la tradición hispano-árabe, aportaron los elementos que definirían el arte en este territorio durante los siglos XVI y parte del XVII.

Previo al siglo XV, la música instrumental no tenía dentro de la sociedad europea una presencia importante. Este tipo de música prácticamente no se escribía ya que su transmisión era oral y casi en su totalidad era música vocal, la cual gozaba de un gran prestigio. Además, la música de danza, las piezas escritas sobre bajos ostinatos y las piezas de carácter improvisado fueron también formas representativas de los instrumentos de cuerdas pulsada[17]. Este periodo estuvo dominado por el laúd y la vihuela. Aun así, la guitarra se cultivó en España, Italia y Francia, siendo autores destacados en España Alonso Mudarra, Miguel de Fuenllana y Fray Juan Bermudo en Italia Melchiore de Barberiis y Alberto da Ripa y en Francia Adrián Le Roy. A estos habría que añadir en Francia a Simon Gorlier, Guillaume Morlaye y Gregoire Brayssung[18].

La guitarra renacentista nace en España a finales del siglo XV y se desarrolla durante todo el siglo XVI[19]. El vihuelista Alonso Mudarra[20] describe la guitarra como un instrumento de diez trastes y un bordón en el cuarto orden (también existían guitarras más simples con seis trastes). Asimismo, Fray Juan Bermudo[21] en su libro *Declaración de Instrumentos Musicales* (1555) explica que la guitarra renacentista tiene cuatro órdenes: el primero es una cuerda sencilla y las demás son cuerdas dobles (órdenes). Las cuerdas segunda y tercera están afinadas al unísono y el bordón está afinado en la octava. Además, el clavijero de ésta no poseía forma de pala, como el de la vihuela, sino que estaba angostado hacia el extremo.

Asimismo, el propio Bermudo apunta el carácter rasgueado tan único y peculiar que caracterizaba a la guitarra de la época: "*Pues no sé si es más sabio el que pretende contentar el oído, o más bien las orejas*

[16] El Siglo de Oro Español, un siglo de grandes descubrimientos científicos y geográficos que simboliza la reactivación del conocimiento y el progreso.
[17] DIAZ SOTO, Roberto y ALCARAZ IBORRA, Mario, *La Guitarra: Historia, Organología y Repertorio*, Editorial Club Universitario
[18] Enrico Barbareschi y Francesco Giamminola, *Curso de Guitarra Clásica,* Barcelona, Editorial De Vecchi, 1996, 31-2.
[19] JAVIER RUIZ MATA, Francisco, *Recorrido Pedagógico a través de la Guitarra Renacentista*, Córdoba, 2010.
[20] Publicó en Sevilla, la obra *"Tres libros de música en cifra para vihuela"*. Mudarra fue canónigo en la catedral de Sevilla y organista. En su música existe una vinculación con la estética tradicional española, y con influencia también de vihuelistas antecesores como Milán y Narváez, así como de Italia.
Escribió Cuatro Fantasías, una de ella "a los viejos", una Pavana y una Romanesca.
[21] Religioso y teórico musical.

del pueblo al cual contentan con la música del canto del Conde Claros, tañido en guitarra, aunque sea destemplada y a lo rasgado". Como instrumento cordófono, la guitarra convivía con instrumentos polifónicos de cuerda pulsada como el laúd o la vihuela, siendo esta última prácticamente idéntica a la guitarra, solo diferenciándose en su afinación y en el número de cuerdas. El propio Bermudo apunta que "*Si se quiere convertir una vihuela en guitarra, bastaba quitarle a aquella los dos órdenes extremos más graves*".

Desde un punto de vista organológico, el funcionamiento acústico de la guitarra se fundamenta en una cavidad sonora llamada caja de resonancia, con la parte superior cubierta de una fina lámina de madera, la tapa. La tapa recibe las vibraciones de las cuerdas que están sujetas al puente y a las clavijas posicionadas en el extremo superior del mástil. Los diversos puentes utilizados a lo largo de la historia influyeron de manera importante en la transmisión de las vibraciones a la tapa y por tanto en el resultado sonoro final del instrumento. Las vibraciones que las cuerdas emiten a través del puente a la tapa armónica son procesadas por esta de acuerdo a las particularidades propias de cada instrumento y en la caja de resonancia el aire es puesto en movimiento por la onda sonora[22]. Este sistema amplificador y de resonancia es esencial para dar volumen y cuerpo a las débiles y tenues notas generas por las cuerdas. De otra forma el sonido seria apenas inaudible. En cuanto a la afinación, en el Renacimiento no se tomaba como nota de referencia el La a 440 Hz de nuestro diapasón por lo tanto hemos de considerar que las afinaciones que se describen posteriormente son relativas.

En el Renacimiento convivieron dos tipos de afinaciones principales: el *temple viejo* (quinta – tercera mayor – cuarta) y el *temple nuevo*[23] (cuarta – tercera mayor – cuarta). Según Bermudo, el temple viejo ya está desfasado a mediados del siglo XVI. A este respecto escribe "… *este temple a lo viejo, más es para romances viejos y música golpeada que para música del tiempo. El que uviere de cifrar para guitarra buena música, sea en el temple nuevo*…"
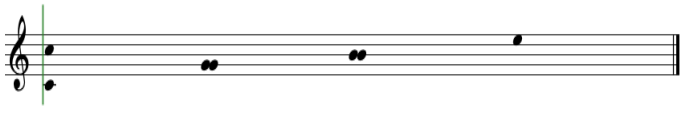


Ilustración 1. Temple Viejo

[22] DIAZ SOTO, Roberto y ALCARAZ IBORRA, Mario, *La Guitarra: Historia, Organología y Repertorio*, Editorial Club Universitario

[23] La inmensa mayoría de las piezas españolas y francesas están escritas en temple nuevo.
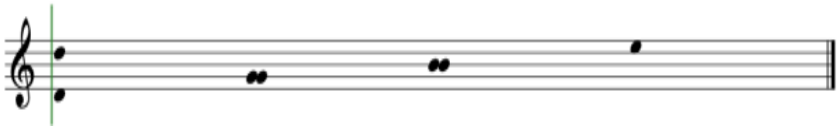


Ilustración 2. Temple Nuevo

En cuanto a la técnica de mano derecha, la digitación más común para escalas o pasajes melódicos era la llamada *figueta*, alternancia de los dedos pulgar e índice. Esta técnica fue común durante el siglo XVI y la primera mitad del siglo XVII aproximadamente. Existían dos tipos de figueta, la *figueta castellana* y la *figueta extranjera* también llamada estilo laudista. En la figueta castellana el pulgar se pasa sobre el dedo índice como lo haría un guitarrista actual. En el estilo laudista la mano se inclina más hacia el puente, lo que hace que el índice quede más adelantado que el pulgar, que toca por dentro de la mano. Este tipo de digitación produce una articulación que pone énfasis o acento en la primera de cada dos notas. Otra digitación es la que indica Miguel de Fuenllana[24] en su libro: alternancia de índice y medio apoyando el pulgar. Fuenllana y Mudarra mencionan una tercera digitación para la mano derecha denominada *dedillo*, que consiste en la repetición del dedo índice para las escalas alternando movimiento de ida y vuelta golpeando la cuerda hacia arriba y hacia abajo.

Los intérpretes apoyaban un dedo de la mano derecha sobre la tapa del instrumento, el dedo meñique o incluso el anular. En el momento en el que la técnica de la mano derecha comenzó a ser más sofisticada el dedo meñique se iría separando de la tapa. En cuanto a la mano izquierda la técnica era muy similar a la actual, aunque algunos autores aseguraban que esta mano tenía también la función de sujetar el instrumento.

La música para instrumentos de cuerda pulsada del Renacimiento emplea la tablatura[25] como sistema de notación. El primer ejemplo de tablatura que se conoce son las obras para laúd de Spinacino, de 1507. La invención de la imprenta en 1456 por Gutenberg favoreció la difusión de las obras musicales y contribuyó a la estandarización de los signos empleados en la escritura musical. Existen tres tipos de tablatura: La tablatura italiana, la tablatura francesa y la tablatura alemana.

[24] Ciego desde la infancia, también fue organista. Editó la obra *"Orphenica Lyra"*, en 1554 en Sevilla. Esta obra, está dividida en 6 libros, que contienen una de las más extensas, detalladas y claras instrucciones sobre aspectos instrumentales de la época. El sexto libro incluye su colección para la "vihuela de 4 órdenes que llaman guitarra".

[25] La tablatura es un tipo de notación musical en las que las voces de una composición se disponen verticalmente sobre una tabla que representa un instrumento.

En este momento llegamos a un punto de inflexión en la historia de la guitarra, protagonizada por Juan Carles i Amat. Este compositor escribió un pequeño libro titulado *Guitarra Española y Vandola* (Barcelona 1596), que se convertirá en el primer tratado de guitarra. Para muchos autores es considerado el final de la música renacentista y el principio del barroco para la guitarra, ya que este tratado es el primero sobre la guitarra de cinco órdenes que proporciona nociones básicas para el estilo rasgueado de acompañar las danzas de la época[26].

2.1.3 - Barroco

El Barroco abarca aproximadamente desde 1600 hasta 1750 (año en el que muere J. S. Bach). Es el momento de la colonización de América y de las monarquías absolutistas de Europa.

La principal transformación que sufrió la guitarra fue el aumento de un orden doble de cuerdas en los graves, y, sobre todo, el enorme éxito que conocerá el instrumento desde finales de siglo en cortes y palacios como acompañante de las nuevas danzas de moda entre la aristocracia. Este orden se le atribuyó a Vicente Espinel (Ronda, Málaga 1550 – Madrid, 1624) debido a que fue señalado por varios escritores, pero esta teoría debe ser desechada ya que Juan Bermudo, en su *Declaración de Instrumentos Musicales*, ya cita guitarras de cuatro y cinco órdenes. También cabe destacar que existía una guitarra en Italia de pequeño tamaño y fondo abombado con cinco órdenes de cuerdas de metal o tripa llamada *chitarra battente* o *guitarra toscana*. Por tanto, no podemos asegurar quién introdujo este quinto orden[27]. A este instrumento se le dio el nombre de guitarra española, dado que al parecer las primeras guitarras de cinco órdenes salieron de España. Sin embargo, la guitarra de cinco órdenes más antigua que se conserva la construyó Belchor Dias en Lisboa en 1581.

La adición del quinto orden dotó al instrumento de un registro grave más completo. Esto era algo que la guitarra necesitaba para ejercer como instrumento acompañante de la voz y la danza, pues tocar acompañamientos rítmico armónicos mediante acordes rasgueados al ritmo de la música fue la principal función de la guitarra barroca. No olvidemos que en esta época era fundamental el acompañamiento del

[26] JAVIER EIRAS TOJO, Francisco, *Las formas y los estilos en el lenguaje guitarrístico desde Alonso Mudarra hasta Leo Brower a través de los autores más representativos. Propuestas de aplicación docente en las enseñanzas especiales de música*, Universidad de Vigo, Vigo, 2017

[27] ALTAMIRA RAMOS, Ignacio, *Historia de la guitarra y los guitarristas españoles,* Alicante, Editorial Club Universitario, 2005, 27-8.

bajo continuo[28]. Además, al añadirle un orden de cuerdas, la guitarra tuvo que aumentar el tamaño de su caja de resonancia y las dimensiones del mástil de forma que este instrumento se parece ya bastante a la guitarra moderna que todavía tendrá que evolucionar.

Siguiendo los nuevos gustos barrocos, los adornos de la superficie del instrumento se vuelven más abundantes. Los ornamentos de marquetería podían ser geométricos sobre todo el cuerpo desarropándose en arabescos y en motivos florales sobre los arcos, el diapasón, el fondo, la cabeza y detrás del mango. Además de maderas blandas de colores también se empleaban el marfil y el ébano para la decoración. Organológicamente, la guitarra aún tenía trastes móviles (realizados en tripa) y se utilizaban cuerdas también de tripa, lo que provocaba un alto grado de desafinación.

Las afinaciones más habituales de la guitarra eran las denominadas afinación española y las afinaciones recurrentes. En esta última las notas más graves no están en las cuerdas cuarta y quinta sino en las centrales.

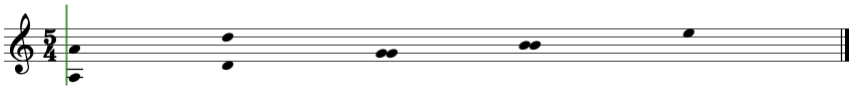


Ilustración 3. Afinación española

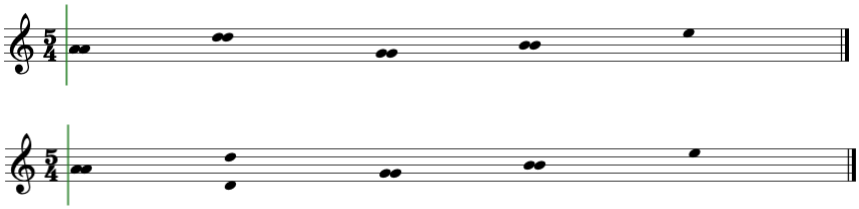


Ilustración 4. Afinación recurrente en la guitarra barroca

La técnica de rasgueado mayoritaria en la época consistía en ejecutar posiciones de acordes fijas que el intérprete debía saber de memoria. Estos acordes eran pulsados rítmicamente con la mano derecha moviendo la muñeca arriba y abajo. Dichos rasgueados se ejecutaban empleando únicamente el índice o alternando este con el dedo pulgar. También se usaban los demás dedos dependiendo del tipo de rasgueado, del ritmo, la velocidad y la acentuación de la pieza. Esta técnica es prácticamente idéntica a la que emplean los guitarristas de música popular que se dedican a acompañar a cantantes o grupos de baile.

Cuando se volvió a escribir música de punteado mezclándolo con el rasgueado, la técnica de la guitarra evolucionaría de nuevo hacia la realización de voces separadas que se pulsaban con los dedos pulgar, índice

[28] El *bajo continuo* consiste en la creación o escritura de una línea grave que acompaña a una voz aguda que suele estar adornada de manera florida, siendo una armonía sencilla.

y medio. El uso del dedo anular en la música de guitarra no está documentado hasta mucho después. En esta época lo habitual en el punteado era apoyar el meñique en la tapa para dar estabilidad a la mano, lo que bajaba la muñeca y dificultaba el empleo del anular. En cuanto a las uñas, el único músico de este periodo del que tenemos noticias que tocaba con uñas es el laudista Alessandro Piccinini. Sin embargo, puesto que ya en el Renacimiento Fuenllana defiende el toque de yema, podemos pensar que había más guitarristas que tocaban con uñas.

En la música de punteado de esta época ya se empleaba la técnica de los ligados ascendentes y descendentes o el vibrato. Muchas de los recursos técnicos empleados por los guitarristas barrocos están recogidos en el libro de Gaspar Sanz (1640-1710) *Instrucción de música sobre la guitarra española*, publicado en 1674. Esta fue la obra con mayor repercusión musical del periodo barroco; una obra que contenía una gran variedad de danzas populares con indicaciones muy didácticas para su interpretación y que significó el primer empujón serio para la consideración de la guitarra en los ambientes cultos, pues incluía varias obras para punteado de gran calidad y exigente ejecución, que no en vano han sido transcritas e interpretadas por los más famosos guitarristas clásicos y modernos.

A pesar de que la guitarra se difundió ampliamente en los ambientes aristocráticos europeos durante el siglo XVII, esto no fue suficiente para que el instrumento fuera aceptado en la música de cámara y concierto, los cuales despreciaban el uso de la guitarra, denominándola “instrumento de barberos”, pues en la época era habitual que los barberos tuvieran guitarras en sus locales para que los clientes se entretuvieran mientras aguardaban su turno o para que los propios barberos las tocaran mientras esperaban la llegada del cliente.

Por todo ello, el uso de la guitarra fue prácticamente intrascendente en el ámbito profesional, quedando relegada a un papel en fiestas y veladas cortesanas y burguesas o en obras teatrales de distinta índole. Pero entre el pueblo llano, por el contrario, la guitarra será cada vez más habitual, pues era un instrumento dulce y armónico de asequible aprendizaje y ejecución y un acompañante ideal para todo tipo de canciones populares. De esta forma, su práctica se extenderá entre todos los aficionados a la música sin formación académica y el sonido de sus cuerdas se escuchará desde entonces en cada rincón de ciudades, pueblos, caminos del país, ya fuera en tabernas, cuarteles, barcos, monasterios o casas particulares.

Debido a la aparición del estilo rasgueado en el Barroco surgió un nuevo tipo de sistema de escritura que representaba los acordes mediante letras o cifras. Este estilo de escritura se suele denominar sistema

alfabético, en el que a cada acorde le corresponde una letra. Cuando se empezaron a escribir piezas que mezclaban los rasgueados con el punteado apareció el estilo mixto, que empleaba tablatura y alfabeto juntos.

2.1.4 - Periodo Clásico - Romántico

El periodo Clásico – Romántico abarca los siglos XVIII – XIX, época de grandes transformaciones a nivel social y económico en toda Europa. Se produjo un desarrollo industrial sin precedentes, la revolución francesa (1789), la Restauración y congreso de Viena (1814), las Revoluciones obreras de 1848 y Comuna de parís (1871).

El periodo conocido como Clasicismo[29] se convirtió en una era cosmopolita en la que hubo una progresiva popularización del arte. Muchos de los cambios sufridos en el repertorio de guitarra durante este periodo se deben por un lado a los cambios organológicos sufridos por el instrumento y por otro por el cambio en lo que la sociedad demandaba del instrumento. La guitarra vuelve a ser un instrumento más popular que culto. La mayor parte de su popularidad se debe a la música con acompañamiento de guitarra no solo para canciones sino también para bailes de moda (boleros, fandangos, seguidillas entre otros). En este periodo de tiempo se utilizaron tres tipos de guitarras (de cinco cuerdas dobles, de seis cuerdas dobles y seis cuerdas simples) que convivían con los dos tipos de escritura (tablatura y pentagrama). El primer tratado de guitarra de seis órdenes fue obra de Juan Antonio Vargas y Guzmán "Explicación de la guitarra" (Cádiz, 1773).

El siglo XIX supone un nuevo florecimiento de la escuela española, en la que la influencia de Dionisio Aguado y Fernando Sor fueron determinantes. En 1856 Berlioz incluye en su tratado de instrumentación un apartado dedicado a la guitarra en la que revela aspectos importantes de la guitarra de la época: "…*la guitarra es un instrumento adecuado para acompañar la voz y para figurar en algunas composiciones cuya sonoridad no sea elevada: también es apta para interpretar piezas melódicas o poco complicadas en varias partes, y poseen un auténtico encanto cuando son ejecutadas por buenos intérpretes … Es casi imposible escribir bien para guitarra sin ser guitarrista*…"

Alrededor de 1750 la guitarra experimentó una serie de cambios organológicos y fisionómicos que iban a ser determinantes[30], y que contribuyeron a una evolución y mejora en su sonoridad:

[29] Aquel que transcurre entre los años 1770-1820.
[30] Los primeros signos de esta renovación aparecen en Francia, donde la guitarra alcanzó una gran popularidad dando lugar a la aparición de numerosas publicaciones de canciones con acompañamiento de guitarra.

- La afinación recurrente dio paso a los bordones en los órdenes cuarto y quinto para convertirse poco después en un instrumento de seis órdenes. El sexto orden se añade para dar equilibrio armónico al instrumento.
- Se sustituyen los órdenes dobles por órdenes simples, es decir, se cambiaron los órdenes por cuerdas[31].
- Se cambia la construcción de las cuerdas de la guitarra, ya que se les añadió un bordón a los graves en sustitución a las cuerdas de tripa.
- Un mayor tamaño del instrumento, que tiene que soportar también mayor tensión, para lo cual se añadieron mayores refuerzos interiores.
- Se concretaron doce trastes para el mástil, pero se fueron añadiendo trastes progresivamente sobre la tapa. Dichos trastes, que de tripa pasarían a ser de alambres, fueron sustituidos por trastes fijos de metal que se implantaban en el mástil y en la tapa armónica.
- A partir de 1843 se empieza a imponer el clavijero mecánico en la cabeza de la guitarra.
- Los antiguos puentes de los laúdes y guitarras fueron sustituidos por los puentes de botones y luego por puentes similares a los actuales.

En el siglo XVIII aparecen los primeros varetajes de abanico en la escuela andaluza de constructores y con frecuencia unas varetas que se cruzan bajo el lóbulo menor como refuerzo de la tapa armónica. El constructor más importante de la época fue Antonio de Torres, quien introdujo importantes innovaciones en la guitarra; entre ellas fijó el largo de las cuerdas en 650 mm, cambió las proporciones del instrumento que pasó de 4:5 a 10:13, y perfeccionó el varetaje en forma de abanico introduciendo las varetas transversales. Las fuentes hablan de los cambios que introdujo Antonio Torres en la guitarra acudiendo al término "revolución". "*Su revolución en la guitarra llegó menos por la introducción de nuevas características que por el desarrollo, perfeccionamiento y combinación de ideas existentes cuya potencialidad total aún no había sido alcanzada. La diferencia más evidente entre sus guitarras y las de sus predecesores se encuentra en la forma y tamaño del cuerpo. Las guitarras de Torres tenían la tapa y el fondo notablemente más grandes, dando a la guitarra una figura más llena y lados profundos. Su trabajo más famoso, sin embargo, fue el desarrollo de la estructura de las varillas en forma de abanico*."[32]… "*La combinación de la acertada estructura en abanico de las varillas con el tamaño de cuerpo más grande dieron a los instrumentos de Torres un sonido más fuerte y rico con un rango mayor de respuesta tonal que*

[31] Esto trajo consigo la aparición de un sonido más limpio y una afinación más fiable del instrumento.
[32] EVANS, Tom y EVANS, Mary Anne, *Guitars. Music, History, Construction and Players from the Renaissance to Rock*, Hampshire: Paddington Press LTD, 1977, p. 56.

ninguno de sus predecesores. […]"[33] Las guitarras de Torres tienen un tono claro y balanceado, firme y redondo.

La forma definitiva que adoptará la guitarra en el siglo XIX será la de un instrumento de fondo plano y con su característica silueta de ocho, pero no tan marcada como la de la guitarra actual. Mientras que en la primera mitad del siglo XIX destacan las figuras de Dionisio Aguado y Fernando Sor, en la segunda destacarían Julián Arcas y Francisco Tárrega. En cuanto a la técnica instrumental, a finales del siglo XIX se establecieron ciertos principios fundamentales para el funcionamiento de ambas manos y se desarrollaron una serie de recursos idiomáticos para la guitarra. Entre ellos los armónicos naturales y los armónicos artificiales octavados, los glissandos o la tambora. La forma de sujetar el instrumento se irá unificando hasta llegar a la escuela de Tárrega que coloca la guitarra sobre la pierna izquierda elevada, que ha sido habitual en el siglo XX[34].

En la mano derecha se comienza a usar el dedo anular y se separa el dedo meñique de la tapa. Algunos guitarristas defienden el uso de uñas. Aguado en su libro *Colección de estudios para guitarra* 1820, dice que la mano derecha no debe apoyar el meñique ni otro dedo sobre la tapa, contempla la pulsación con el anular y recomienda el uso de uñas cortas y redondeadas. Además, en el *Escuela de guitarra* (1825) contempla la pulsación con el dedo meñique. Sor por ejemplo rechazaba el uso de uñas[35].

En este periodo se desarrollan el ligado técnico ascendente y descendente para ejecutar pasajes rápidos y ornamentos, y el arrastre o glissando como recurso expresivo. Con objeto de ganar flexibilidad en la mano izquierda se fue rechazando la idea de utilizar el pulgar de la mano izquierda para pulsar las cuerdas. Aguado en su Nouvelle Methode op.6 (1834) habla de un recurso técnico inédito en él hasta la fecha, el trémolo (vibrato). Sor por su parte de mucha importancia a la digitación basada en el estudio de las terceras y sextas, desarrollando así mayor movilidad para la mano izquierda que Aguado. Rechaza el uso del pulgar por encima del mástil[36]. Por tanto, la evolución de la técnica de ambas manos está íntimamente relacionada con los cambios de la música para guitarra y en el propio instrumento, en cuanto a que se necesitaron más desplazamientos y mayor movilidad en el diapasón, la mano tuvo que flexibilizarse y pasar a buscar otras posiciones y más recursos.

---

[33] EVANS, Tom y EVANS, Mary Anne, *Guitars. Music, History, Construction and Players from the Renaissance to Rock*, Hampshire: Paddington Press LTD, 1977, p. 57.
[34] Algunos como Aguado inventaron artilugios para ayudar a dar estabilidad a la posición.
[35] DÍAZ SOTO, Roberto y ALCARAZ IBORRA Mario, *La Guitarra: Historia, Organología y Repertorio*, Editorial Club Universitario, Alicante.
[36] propio de Carulli y Giuliani.

A lo largo de la segunda mitad del siglo XVIII empezará a usarse el pentagrama para escribir música para guitarra. Se considera que los primeros en adoptar el pentagrama fueron los autores franceses[37]. La música para guitarra empezó a escribirse en un solo pentagrama y en clave de Sol (pero en octava baja). La música de le época ya contiene la digitación para ambas manos: p, i, m, a para la mano derecha y 1, 2, 3, 4 para la mano izquierda. El número de cuerda se suele representar con números dentro de un círculo.

2.1.5 – Primera mitad del Siglo XX

Durante la primera mitad del siglo XX se rompe con la tradición musical que tenía la tonalidad como eje fundamental y aparecen nuevas corrientes musicales que marcarían el devenir de la historia tales como el impresionismo, el atonalismo, el expresionismo o el neoclasicismo. La guitarra por su parte entra en el siglo XX con todas las características que le son propias actualmente. Una vez construida la plantilla actual de la guitarra, los esfuerzos de los constructores se dirigieron a mejorar su estructura interna, experimentando con diversas modificaciones del varetaje para fabricar instrumentos cada vez mejores.

Durante esta época a pesar de que la técnica instrumental no varió sustancialmente, sí que varían el volumen del instrumento y el timbre. Se da un esfuerzo por mejorar el sonido, ya que la evolución técnica de los intérpretes hacía que estos demandasen guitarras más potentes y con un mayor colorido tímbrico para así satisfacer las necesidades de obras cada vez más complejas. La mayoría de los compositores españoles de esta época escribieron unas obras para guitarra de clara inspiración nacionalista, tales como Manuel de Falla[38], Joaquín Turina, Roberto Gerhard o Salvador Bacarisse. Aunque no escribió obras para guitarra, muchas de las obras del compositor y pianista Isaac Albéniz han sido transcritas para guitarra dado su carácter eminentemente guitarrístico; tales como la Suite Iberia Op. 47, Recuerdos de Viaje Op. 73 o Doce Piezas Características Op. 92[39].

Hasta el siglo XX la música escrita para guitarra había sido escrita mayormente por guitarristas. A partir de ahora los compositores comienzan a interesarse por la guitarra y a escribir para ella, siendo los primeros Moreno Torroba, Albert Roussel y Joaquín Turina, y después Federico Mompou, Darius Milhaud o Joaquín Rodrigo[40] entre otros, a pesar de que la figura del guitarrista compositor seguía muy presente. En España

[37] Merchi, La Garde y Correte entre otros.
[38] Hommenage por la Tombeau de Claude Debussy, dedicado a Miguel Llobet.
[39] Ibid. 1, 27.
[40] Entre las que destaca el Concierto de Aranjuez

por ejemplo Miguel Llobet[41], alumno de Tárrega, ocupa un destacado lugar sin el cual no se podría entender la guitarra moderna. También Emilio Pujol fue alumno de Tárrega, así como Daniel Fortea, Estalinao Marco y Pascual Roch. Por su parte, Regino Sainz de la Maza[42] fue discípulo de Fortea. Como intérprete y compositor también destacó Narciso Yepes.

Debido al gran número de autores e intérpretes, la guitarra sufrió una serie de transformaciones entre las que destacan las siguientes:

- Ampliación del repertorio con obras compuestas tanto por guitarristas como por no guitarristas.
- Incremento de la actividad concertista tanto de guitarra solista como de guitarra y orquesta.
- Incremento del trabajo didáctico y pedagógico en torno a la guitarra.
- Aumento del número de ediciones de guitarra tanto en cantidad como en calidad.

Andrés Segovia fue el guitarrista más conocido y de mayor influencia en el siglo XX. Su influencia fue determinante en la evolución de la guitarra del siglo pasado, así como en la renovación del repertorio para guitarra.

La técnica de Francisco Tárrega, Andrés Segovia y sus discípulos estandarizó la manera de tocar la guitarra en algunos aspectos fundamentales. En el caso de Tárrega cabe señalar el empleo de la pulsación apoyando, incluido el pulgar, que flexionaba por la última falange. Este abandonó definitivamente la técnica de colocar el dedo meñique sobre la tapa, posicionando la mano de forma perpendicular a las cuerdas, de manera que todos los dedos quedaban alineados al mismo nivel. En la primera parte de su carrera tocaba con uñas, pero en los últimos siete años de su vida suprimió su uso para tocar con yema. En cuanto a la mano izquierda, Tárrega desarrolla el uso del dedo anular y explora el diapasón para buscar las posiciones que proporcionen los timbres más adecuados en cada momento. Por último, establece la posición de la guitarra sobre la pierna izquierda elevándola sobre un banquillo y haciendo hincapié en la relajación muscular para conseguir mayor facilidad de movimiento.

Andrés Segovia supuso el siguiente paso a Tárrega, Llobet o Pujol. Su posición de mano derecha, con la muñeca algo curvada, estaba a medio camino entre la posición recomendada por Tárrega y Aguado. A la

[41] Quien realizó unas transcripciones de las obras para piano de Enrique Granados consideradas fundamentales para la el repertorio de guitarra.
[42] Destacó por ser un gran músico, profesor, crítico musical y editor de partituras.

hora de colocar los dedos, el pulgar formaba una cruz con el dedo índice. A partir de ahí Segovia practicaba las dos técnicas de pulsación; apoyando y tirando. Segovia tocaba con uñas, lo que le permitía obtener una gama de recursos tímbricos que lo caracterizaban. Atacaba la cuerda con la pare izquierda de la punta del dedo, de esta manera primero establecía contacto con la yema y después con la uña, lo que influía en el sonido. En cuanto a la mano izquierda, colocaba los dedos lo más cerca posible de los trastes lo cual contribuía a que el tono fuera más claro. Era partidario de utilizar la mínima presión necesaria en el pulgar, lo cual permitía mayor movilidad de la mano. Segovia colocaba la guitarra en un plano vertical, lo cual le permitía una visión perfecta de la sexta cuerda. Según sus palabras, el secreto de una buena posición estaba en la relajación, la cual era la clave de la libertad de movimientos.

2.1.6 – Segunda Mitad del Siglo XX

El comienzo de la segunda mitad del siglo XX está marcado por la II Guerra Mundial, que tuvo aún peores consecuencias que la primera. La música que se compone desde la postguerra constituye un mosaico muy variado, lleno de contrastes cuyos rasgos se caracterizan más por la diversidad que por ningún otro aspecto: futurismo, expresionismo, música electrónica, serialismo, aleatoriedad, música textural, minimalismo… Serían el serialismo, representado en Europa por Pierre Boulez y Kalheinz Stockhausen y la indeterminación representada por John Cage las últimas grandes tendencias de vanguardia que dejarían una profunda huella en el panorama musical.

En cuanto a la música para guitarra, se sigue el camino de renovación del repertorio iniciado por Emilio Pujol y Andrés Segovia con objeto de revalorizar el patrimonio antiguo tanto para laúd o vihuela como para guitarra. En esta época el concierto para guitarra y orquesta adquiere especial repercusión. A su vez aparecen las primeras publicaciones especializadas para guitarra como *Il Frónimo*, *Guitar Review* o *The Soundboard*[43].

En cuanto a la organología, la construcción de la guitarra ha seguido evolucionando, al contrario que en el caso de otros instrumentos como el violín, cuyo diseño y construcción ha sufrido pocas modificaciones desde la época de Antonio Stradivari.

[43] *Enciclopedia para Guitarra 4*, Editado por Francisco Herrera Pauner, Valencia, Piles, 1988.

Además de las investigaciones y experimentaciones con respecto a su estructura interna, algunos constructores han continuado realizando transformaciones en su aspecto externo, modificando la plantilla o la forma de la guitarra en busca de mejoras en la ergonomía del instrumento. En este proceso de investigación se han construido guitarras con un corte en la zona donde se apoya el brazo derecho, con un mástil que deja más de doce trastes fuera de la tapa para facilitar su acceso o con sistemas de doble fondo para mejorar la vibración del instrumento. Otras innovaciones de gran importancia incluyen los puentes de dos o tres agujeros por cuerda, que favorecen la vibración al no necesitar "atar" la cuerda para sujetarla. Otra de las grandes innovaciones en la construcción de guitarra ha sido el empleo de un nuevo material en la estructura interna de instrumento, el grafito o fibra de carbono. Este material tiene unas cualidades que hacen que el instrumento reaccione con más potencia a las vibraciones de las cuerdas. Constructores como Greg Smallman lo utilizan. Quizás una de las innovaciones de mayor éxito ha sido la realizada por el constructor norteamericano Thomas Humprey, creador de la guitarra Millenium, incluyendo la elevación del diapasón y la inclinación de la tapa hacia los trastes, lo que facilita los movimientos de la mano izquierda.

Los guitarristas de segunda mitad del siglo XX tocan ya con uñas, siendo habitual la posición del instrumento sobre la pierna izquierda elevada. La nueva música que surge a raíz de las vanguardias busca formas no convencionales para tocar los instrumentos convencionales y exige a los guitarristas nuevas formas de emitir sonidos y ruidos. Entre la extensa gama de recursos que surgen en la nueva música destacan entre otros el empleo de una gran variedad de rasgueados, efectos percusivos (pizzicato Bartok, tambora, tapping), efectos tímbricos (glissandos, bending), uso de objetos, así como acciones y efectos producidos directamente por el intérprete. Con objeto de plasmar todos estos nuevos recursos en la partitura, los compositores buscan métodos no convencionales en la notación musical, entre ellos los grafismos.

3 - LA GUITARRA FLAMENCA

3.1 – Historia

3.1.1 – La Guitarra rasgueada

Según Norberto Torres (2009), la guitarra flamenca surge como unión entre la tradición de la guitarra popular rasgueada y el repertorio popular de "aires andaluces" de los concertistas de la segunda mitad del siglo XIX. En este sentido, afirma que se produjo un tránsito de la guitarra popular rasgueada a la guitarra flamenca en España, y en concreto en Andalucía, entre los siglos XVI y XIX. Ya desde que se tienen noticias sobre la guitarra de cuatro órdenes en España aparece la denominada "guitarra popular", para diferenciar unas prácticas de acompañamiento básicas frente a otras más sofisticadas pertenecientes a la vihuela. Las fuentes del siglo XVI indican, según Torres, que esta guitarra fundamentalmente se caracteriza por su función rítmica, con la práctica del rasgueado, una de las técnicas que fundamentarán el toque flamenco. Asimismo, dichas fuentes afirman que parte del repertorio de los vihuelistas se nutre de lo popular, y que uno de sus procedimientos para componer, el de glosar variaciones llamadas *diferencias*[44], se conservará en el toque con el nombre de "falsetas".

La popularidad de la guitarra como instrumento "rasgueado" era ya evidente a finales del siglo XVII. Sebastián de Cobarrubias[45], en su "Tesoro de la Lengua Castellana" editado en 1611, escribe que se trata de: "*Instrumento bien conocido y ejercitado, muy en perjuicio de la música que antes se tañía en la viguela, instrumento de seis y algunas veces más órdenes. Es la guitarra, viguela pequeña en tamaño y también en las cuerdas porque no tiene más que cinco cuerdas y algunas son solo de cuatro órdenes, tienen estas cuerdas requintadas que no son unísonas como las de la viguela*".

De estas palabras se deduce el conflicto existente en la época entre la técnica de "punteado", considerada más musical y sofisticada, y el uso popular de la guitarra "rasgueada", muy fácil de tañer por lo que lo practica todo el mundo, y que produce un "*desagradable sonido agudo y sucio*"[46].

En relación a la popularidad de la guitarra rasgueada, Arriaga afirma "*Ya desde finales del XVI la guitarra era posiblemente el instrumento de mayor demanda de entre los de cuerda. Sobre el origen de la de cinco*

[44] El concepto de diferencias aparece por primera vez en el libro de vihuela de Luis de Narváez
[45] Lexicógrafo, criptógrafo, capellán del rey Felipe II y canónigo de la Catedral de Cuenca.
[46] TORRES CORTÉS, Norberto, *El Estilo "Rasgueado" de la Guitarra Barroca y su Influencia en la Guitarra Flamenca: Fuentes Escritas y Musicales, Siglo XVII*, Revista de investigación sobre Flamenco, 2012

órdenes, lo único que queda claro es que nace en España – al igual que la de cuatro -, que a finales del siglo XVI se convirtió en el más popular de los instrumentos musicales españoles que surgió, por los mismos años y también en España una nueva manera de tañerla: el estilo rasgueado[47]".

En el ámbito europeo, la guitarra de cinco órdenes goza de un uso frecuente como acompañante de danzas y bailes de la época, estética que continuará a lo largo del siglo XVIII.

3.1.2 – La Guitarra "pre-flamenca"

A lo largo de la primera mitad del siglo XVIII se mantiene la estética barroca de la guitarra rasgueada. No será hasta finales de siglo cuando la guitarra comience a emanciparse de su labor de acompañamiento con la búsqueda de un mayor virtuosismo y perfeccionamiento técnico. Este proceso estuvo íntimamente ligado al perfeccionamiento del propio instrumento y a la labor de los guitarreros. Las fuentes indican que la aparición y evolución del flamenco va de la mano de la aparición de la guitarra moderna en España. Esta tesis es defendida, entre otros, por Suárez-Parajes (2000, 251-252).

En este sentido, los cambios organológicos ocurridos en la segunda mitad del siglo XVIII[48], siempre con Cádiz como lugar destacado, con la adición de un sexto orden en los bordones, anuncian la aparición de la "guitarra moderna"[49] y con ella la división entre dos grandes escuelas; la de la guitarra popular rasgueada de acompañamiento, mantenida más tarde con la guitarra flamenca, y la de la guitarra culta punteada, futura guitarra "clásica" de concierto[50]. A pesar de que la guitarra clásico-romántica, también denominada "de escuela", huía de cualquier planteamiento popular (asociado principalmente al rasgueado), aparecen guitarristas como Trinitario Huertas, quien con una técnica clásica seguía cultivando los rasgueados y referencias a los bailes españoles y andaluces, abriendo nuevos mercados entre el público extranjero[51].

A pesar de la dicotomía existente entre ambas formas de entender o ejecutar la guitarra, las influencias entre ambas escuelas son notables, principalmente en el repertorio, dado que irrumpen con fuerza formas como

[47] También denominado "*toque a lo barbero*".
[48] Según José Luis Romanillos estos cambios fueron liderados por la escuela andaluza de guitarreros entre los que destacan Francisco Sanguino, José Pagés, Joshep Benecid y Francisco Pérez, quienes influirían considerablemente en el modelo actual establecido por Antonio de Torres, en L. ROMANILLOS, José, *Antonio de Torres: Guitarrero, su Vida y Obra*, 3ra Edición, Instituto de Estudios Almerienses. 2020
[49] Que culminaría a principios del XIX con la guitarra clásico-romántica de seis cuerdas simples.
[50] TORRES, Norberto, *De lo Popular a lo Flamenco: Aspectos Musicológicos y Culturales de la Guitarra Flamenca*, Tesis Doctoral, 2009.
[51] Principalmente Estados Unidos.

el fandango o la jota (ambas venidas del ámbito popular). Según Norberto Torres, es en el fandango (documentado desde 1705) donde encontramos el fundamento armónico del toque flamenco: la armonización de la cadencia andaluza, manteniendo también la cultura compositiva de cortas variaciones sobre motivos populares. La propia organización de la guitarra en cinco órdenes, así como las fuentes musicales, permiten afirmar que el llamado "toque por medio" (en A Frigio) aparece primero en la historia del toque asociado al fandango dieciochesco[52]. Poco después, a principios del siglo XIX y propiciado por la adición del sexto orden a la guitarra, aparece el "toque por arriba" (en E Frigio), presente en la solea, malagueña, verdiales o abandolaos tan característicos del toque flamenco.

Hay que esperar al siglo XVIII para encontrar el rastro de los primeros profesionales flamencos[53]. La historia se aclara a partir de "El Planeta", cantaor de gaditano que desarrolló su carrera cantando *tonás* y *seguiriyas* en el barrio sevillano de Triana. Siempre en el triángulo Sevilla-Jerez-Cádiz, van apareciendo nombres como "El Fillo" -discípulo de "El Planeta"-, Juan de Dios, Paco la Luz, "La Andonda", Curro Durse, al cante; "La Candelaria", "La Perla", "El Jerezano", "Miracielos", al baile; y "Colirón", a la guitarra.

3.1.3 – Siglo XIX

Desde el punto de vista organológico, la primera mitad del siglo XIX, verá la paulatina y definitiva consolidación de la guitarra de seis cuerdas simples, con la afinación que sigue hoy vigente[54]. La predilección por los aires folclóricos autóctonos de sonoridad exótica y oriental que caracterizó al espíritu del Romanticismo nos ayuda en gran medida a comprender la situación de la guitarra a finales del siglo XIX. Sin duda la irrupción del nacionalismo musical[55] contribuyó a la aparición de un corpus de obras con una clara voluntad de *identidad española*[56].

En el siglo XIX destacan guitarristas clásico-flamencos como Trinitario Huertas, Antonio Marín, Juan Valencia, Bernardo Troncoso, Juan Parga o Julián Arcas. Estos poseían una técnica clásica pero no

[52] TORRES, Norberto, *La Evolución de los Toques Flamencos: Desde el Fandango Dieciochesco "Por Medio", Hasta los Toques Mineros del Siglo XX*, Revista de Investigación sobre Flamenco, 2010.
[53] Periodo que culmina en la denominada "Edad de Oro del Cante", entre los años 1860-1910.
[54] TORRES, Norberto, *La Evolución de los Toques Flamencos: Desde el Fandango Dieciochesco "Por Medio", Hasta los Toques Mineros del Siglo XX*, Revista de Investigación sobre Flamenco, 2010.
[55] Felipe Pedrell (1841-1922) se considera el padre del nacionalismo musical, quien a su vez inspiró a compositores como Isaac Albéniz (1860-1909), Enrique Granados (1867-1916), Joaquín Turina (1882-1949) o Manuel de Falla (1876-1946).
[56] ÁNGEL CALAHORRO ARJONA, Manuel, *La Metodología Tradicional de Enseñanza en los Tratados de Guitarra Flamenca del Siglo XX*, Música oral del sur, número 14, 2017

renunciaron a los referentes populares, y se prodigaron en la reelaboración de piezas del repertorio tradicional andaluz. Esto contribuyó a que la guitarra rasgueada adquiriera mayor virtuosismo y una técnica más depurada asociada a la práctica del estilo punteado. Hemos de tener en cuenta que la utilización de la guitarra flamenca como instrumento solista no tuvo lugar hasta la última parte del siglo XIX. Asimismo, el término "flamenco" para definir una forma de arte determinada, no se generalizó hasta el último cuarto del siglo XIX. La guitarra flamenca era un instrumento que se empleaba principalmente para acompañar al cantaor o cantaora. A este respecto, el legendario maestro Patiño pensaba que la guitarra estaba hecha "*pa acompañá ar cantaó*". Lo mismo afirmaba Fernando de Triana, quien nos informa que "*en el primer tercio del siglo pasado, los pocos guitarristas flamencos que había eran muy cortos tocando*". Este último afirma que el primer guitarrista flamenco que empleo la guitarra flamenca como instrumento solista fue Paco el Barbero[57]. Por su parte, Blas Vega situó la aparición de la guitarra flamenca como instrumento solista de la mano del maestro José Patiño, en el año 1865[58]. Entre los guitarristas flamencos locales de acompañamiento destacan las figuras de Francisco Rodríguez "El Murciano", Francisco Sánchez "El Jerezano"[59] o Francisco Díaz Fernández "Paco de Lucena" entre otros.

En este sentido, Eusebio Rioja[60] establece tres etapas de la figura del guitarrista flamenco del siglo XIX:

- La primera de ellas culminaría hacia el año 1864, en la que aparece un guitarrista totalmente sumiso al cante con su labor de acompañamiento.
- Una segunda etapa englobaría a la figura de los cantaores que se acompañaban ellos mismos.
- Finalmente, a finales del siglo el guitarrista de acompañamiento iría adquiriendo paulatinamente una mayor importancia hasta convertirse en guitarrista solista o de concierto.

Es importante recordar que difícilmente podremos hallar, en la difusión de la guitarra flamenca del siglo XIX, su inclusión en el sistema de transmisión escrito mediante la impresión de música: recordemos que la tradición oral de la guitarra flamenca decimonónica limita el campo de aprendizaje y las posibles influencias en el repertorio de aquellos primeros guitarristas acompañantes del cante y del baile[61].

---

[57] L. ROMANILLOS, José, *Antonio de Torres: Guitarrero, su Vida y Obra*, 3ra Edición, Instituto de Estudios Almerienses. 2020, p128

[58] VEGA BLAS, José, *El Maestro Patiño*…op. Cit. Pp-144-145.

[59] Los datos que se disponen del guitarrista Francisco Sánchez "El Jerezano" (Jerez, s. XIX) se limitan principalmente a los programas de las obras que interpretó en los años 80 del siglo XIX, tanto en el Café del Centro de Jerez como en el Centro Filarmónico de Córdoba, de CASTRO MARTÍN, María Jesús, 2014. *La guitarra flamenca en el siglo XIX. Seis obras originales para cuarteto de guitarras flamencas*, p. 9-10. Madrid: RGB Arte Visual

[60] VÁZQUEZ RIOJA, Eusebio, *La Emancipación del Guitarrista*. En NAVARRO GARCÍA, José Luis y ROPERO NÚÑEZ, José Miguel, *Historia del Flamenco*. Vol. II, Sevilla: Tartessos, 1995, pp.35-36.

[61] CASTRO MARTÍN, María Jesús, 2014. *La guitarra flamenca en el siglo XIX. Seis obras originales para cuarteto de guitarras flamencas*, p. 9-10. Madrid: RGB Arte Visual

Se ha sugerido que Antonio de Torres fue el responsable del desarrollo de la guitarra flamenca y hay un elemento de verdad en esta afirmación. No hay duda de que la influencia de Torres fue un factor determinante en la posterior evolución de la guitarra flamenca como un instrumento solista independiente. Esto no está directamente relacionado con la diferencia de sonido con respecto a la guitarra clásica, sino más bien a los precios más bajos para lograr un mercado más amplio y al empleo de materiales más baratos que determinaban que, en general, el instrumento resultante fuese más humilde. La guitarra flamenca evolucionó a partir de ese instrumento más barato, que era diferente a la guitarra "fina" o de concierto, incorporando las innovaciones que se introdujeron en este último[62].

La proliferación del flamenco y la guitarra flamenca se acelera a finales del siglo XIX con la aparición de los *cafés cantantes*[63], espacios y bares de ocio pertenecientes al ámbito más popular, en los que se alternaban representaciones zarzuelísticas junto a eventos flamencos, entre otros, según el gusto de las clases populares. Es muy larga la lista de *cafés cantantes* que ofrecieron flamenco entre finales del siglo XIX y principios del XX en las principales capitales españolas. Además de Silverio Franconetti, que llegó a tener uno de los cafés más populares, hicieron carrera en estos *tablaos* del siglo XIX Antonio Chacón, Manuel Torre, La Serneta, Concha la Carbonera, El Canario, Juan Breva, Niño de Escacena, Malena, una joven Niña de los Peines y muchos más.

3.1.4 – Siglo XX

Es en el siglo XX cuando la guitarra flamenca da el salto definitivo al ámbito solista y alcanza las cotas de virtuosismo y perfeccionamiento técnico que conocemos hoy día. Coincide con una época en la que se produce un nuevo proceso de comercialización y difusión del flamenco por parte de los medios de comunicación masivos entre el público ajeno a la cultura musical flamenca. Esto generó la aparición de un mercado musical discográfico[64] y el incremento de ediciones musicales, la ampliación del público y del repertorio, así como el desarrollo de nuevos contextos interpretativos. Asimismo, se estabilizan tanto los toques como los cantes flamencos[65] y aparecen las grandes figuras de la guitarra que llevarán este arte a todos los rincones del planeta. Uno de los cambios fundamentales del flamenco de la primera mitad del

[62] L. ROMANILLOS, José, *Antonio de Torres: Guitarrero, su Vida y Obra*, 3ra Edición, Instituto de Estudios Almerienses. 2020, p 128
[63] En Sevilla por ejemplo destacaron El Café del Burrero, el Café de Novedades, el Café del Arenal, el Café Filarmónico y el Kursaal Central Café entre otros.
[64] Es durante las tres primeras décadas del siglo XX cuando aparecen los primeros registros sonoros.
[65] Se establecen en esta época los cánones que darían forma definitiva al denominado "Flamenco Clásico".

siglo XX es la creciente importancia de la instrumentación, especialmente de la guitarra como instrumento solista, hasta ahora dependiente de las necesidades del cante y del baile. Se consolida así la guitarra flamenca de concierto.

Se considera que el padre fundador de la guitarra flamenca moderna fue Ramón Montoya (Madrid, 1879-1949), creador del material "clásico" de esta guitarra, quien, como señaló el transcriptor Alain Fauscher, "*llevó al punto culminante el resultado de los aportes de sus predecesores y con una técnica deslumbrante, abre la era del virtuosismo*"[66]. A este se le considera el primer guitarrista flamenco de concierto, pero, además, junto al cantaor Antonio Chacón, forjaron la nueva estética[67] del flamenco; senda que seguirían la mayoría de sus contemporáneos[68]. Con ellos, toman forma definitiva los cantes que hoy consideramos clásicos, y se ampliarían los tradicionales toques "por arriba" (Mi Frigio) y "por medio" (La Frigio) a otras formas hoy clásicas como el toque por granaínas (Si Frigio), toque por Levante (F# Frigio) o el toque por minera (G# Frigio). También explotó la afinación del laúd renacentista para proponer una *scordatura* y ampliar la cadencia andaluza con el toque por rondeña (C# Frigio) con la sexta en Re y tercera en F#.

La transición hacia la guitarra flamenca de concierto que aconteció en la primera mitad del siglo XX estuvo íntimamente relacionada con el extranjero, principalmente Francia[69], Estados Unidos y Latinoamérica. Este fenómeno se debió a la expansión de las compañías de baile, las cuales expandieron el flamenco autóctono y fomentaron nuevos mercados extranjeros. Entre ellas destacan las figuras de La Argentina o Carmen Amaya. La guitarra flamenca de concierto se beneficiaría de este hecho y encontró nuevas oportunidades de desarrollo en dichos mercados. En Estados Unidos, por ejemplo, destacan las figuras de Carlos Montoya, Mario Escudero o Sabicas, y en Latinoamérica Esteban de Sanlúcar. Gracias a la intensa actividad de estos artistas, la guitarra flamenca experimentó una ampliación en su repertorio de concierto, el cual hasta la fecha estaba relacionado con estilos asociados al cante. Guitarristas como Niño Ricardo, Manolo de Huelva, Manolo de Badajoz, Juan Habichuela y Melchor de Marchena son ejemplos de guitarristas que siguieron vinculados al acompañamiento al cante con una limitada expansión internacional. No hay que olvidar que al mismo tiempo que tenía lugar esta expansión internacional y consolidación de la guitarra flamenca, en

[66] TORRES, Norberto, *Historia de la Guitarra Flamenca: El Surco, el Ritmo y el Compás*, Editorial Almuzara, Segunda Edición, 2010.
[67] Establecimiento y ordenamiento de las reglas estéticas que andaban dispersas hasta el momento.
[68] Guitarristas como Luis Maravilla, Luis Yance, Pepe Martínez, los hermanos Manolo, Pepe y Ernesto de Badajoz, Paquito Simón, hasta el propio Sabicas.
[69] Como fue el caso de guitarristas como Amalio Cuenca, Miguel Borrull padre, Miguel Borrull hijo o la bailaora Julia Borrull, quienes ya se prodigaban desde finales del XIX.

España los cafés cantantes dieron paso a la época conocida como *ópera flamenca*[70] (1910-1955), en la que la guitarra flamenca seguía teniendo un papel secundario de acompañamiento al baile y al cante. De hecho, la incursión de la guitarra solista en estos escenarios se reducía a que el guitarrista hacía un solo de guitarra entre las diversas actuaciones principales. A partir de los años cincuenta vuelven a tomar protagonismo los palos jondos de la mano de una nueva generación de artistas que dan lugar al "Renacimiento del Flamenco"[71].

Sin embargo, fue en los años setenta, década que confluyó en el tiempo con profundos cambios a nivel político y social en España, cuando surgieron artistas flamencos que revolucionarían este arte a través de la incursión de elementos de músicas que dominaban la escena internacional, principalmente en Europa y Estados Unidos. Los cantaores que mejor reflejaron este espíritu fueron José Monje Cruz "Camarón de la Isla" y Enrique Morente. Por su parte en el ámbito de la guitarra flamenca, la herencia que fraguaron a mediados del S. XX maestros como Ramón Montoya, Melchor de Marchena, Niño Ricardo o Sabicas adquirió una dimensión internacional y contemporánea en las manos de quien está considerado como el gran renovador del Flamenco del S. XX y XXI. Estamos refiriéndonos al algecireño Francisco Sánchez de nombre artístico "Paco de Lucía" (1947 – 2014).

Dotado de una técnica prodigiosa y una musicalidad arrolladora, tras una primera etapa acompañando a grandes figuras del cante y baile (entre los que destacan Antonio Gades, Fosforito o el propio Camarón), iniciaría en la década de los setenta una carrera como solista reinventando la guitarra flamenca en sus conciertos y grabaciones[72]. Fue quizá el disco de *Fuente y Caudal* grabado en 1973, el que representó el salto a la popularidad de Paco de Lucía. La proyección nacional e internacional de Paco de Lucía se hace realidad con la edición de este disco, debido a la popularidad alcanzada por la rumba Entre dos Aguas, que incorpora elementos del jazz como la improvisación.

La andadura de Paco de Lucía con el jazz dio lugar a una colaboración que ese extendería a casi dos décadas, dando lugar a tres grabaciones históricas: *Friday Night in San Francisco*[73], *Passion Grace and Fire* (1983) y *The Guitar Trio* (1996). En ellas, Paco se impregna del lenguaje armónico del jazz y de las técnicas de

[70] En esta época destacaron grandes figuras como Manuel Torre, Antonio Chacón, Pepe Marchena, la Niña de los Peines o Manolo Caracol.
[71] Es la época en que los Cafés dan paso a las Peñas y a los tablaos, con verdaderas personalidades del baile, que alternan sus actuaciones no sólo en los tablaos, sino en teatros, festivales y otros escenarios de tofo el mundo. Destacan cantaores tales como Juan Talega, Antonio Mairena, Fernanda y Bernarda de Utrera o El Chocolate entre otros.
[72] Siendo los primeros *La Fabulosa Guitarra de Paco de Lucia* (1969), *El duende Flamenco* (1972), *Fuente y caudal* (1973), *Almoraima* (1976).
[73] grabado en el Warfiel Theatre, California en 1980.

composición contemporáneas que posteriormente transformarían su vocabulario musical. Cinco años después de *Almoraima* (1976), tras de su experiencia con Falla y tras sus recientes flirteos con Chick Corea, McLaughlin, Di Meola y Coryell, aparece *Solo Quiero Caminar* (1981). Es el primer álbum en el que participa el Sexteto con el que Paco de Lucía definiría un sonido nuevo para la música flamenca. Otra aportación al flamenco que llegó con este disco es el cajón peruano, instrumento que recogió Paco en una de sus giras. Rubem Dantas (percusionista de Paco en la época) añadió, con su toque de cajón, un estilo que es ya universalmente flamenco. Igualmente ocurre con el sonido y el estilo de Carles Benavent en lo que al bajo flamenco se refiere, y asimismo con el personal estilo de Jorge Pardo en la flauta o el saxo. El sexteto marca un nuevo ciclo en la obra de Paco de Lucía en particular y en la de la música flamenca en general. Todo un manifiesto donde se proponen nuevas pautas a seguir para las jóvenes generaciones flamencas.

Con *Siroco* (1987), abandona por un momento el sonido del sexteto para marcar con ocho piezas la nueva vanguardia de la creación flamenca. La armonía que utiliza en Mi Niño Curro, El Pañuelo o Callejón del Muro son la muestra de un vocabulario flamenco renovado, aquel que trasciende a la cadencia andaluza y emplea los modos y técnicas que aprendió de sus colegas americanos. Este proceso se ve culminado en *Zyryab* (1990) y *Luzia* (1998). En el álbum *Cositas Buenas* (2004) también se hace plausible un elaborado lenguaje armónico fruto del uso de los modos napolitanos, sintéticos y armónicos. En su disco póstumo *Canción Andaluza* (2014), Paco hizo el mismo proceso de renovación, pero en este caso aplicado a la copla. Las múltiples actuaciones y colaboraciones que Paco de Lucía realizó con músicos del jazz contemporáneo posibilitó que este diera un paso de gigante en todos los parámetros de la música flamenca (rítmicos, melódicos, armónicos o formales), situándose para siempre a la misma altura de uno de los más grandes autores e intérpretes de la música española del S. XX.

El fenómeno de las afinaciones alternativas o *scordaturas* se hace también plausible a lo largo del siglo XX y llega a su culminación en las últimas dos décadas del mismo. La primera *scordatura* que apareció en la guitarra flamenca es la afinación en D: la sexta cuerda se baja un tono entero, por lo que ahora el instrumento tiene dos cuerdas al aire en D[74] (cuarta y sexta). Esta afinación se utilizó por primera vez para tocar en D Jónico/Eólico con un acorde D abierto en la primera posición. Posteriormente, lo vemos utilizado para tocar en A frigio (por medio) con carácter modal, en las "Seguiriyas en D" de Sabicas. Sin embargo, la afinación alternativa más famosa y funcional es la que se utiliza en la rondeña, que se popularizó cuando el maestro Ramón Montoya la grabó, primero en 1923 y luego en 1936. En este caso, bajó la sexta cuerda un tono y la

[74] Podemos encontrar esta afinación en el método de la guitarra flamenca de Rafael Marín (1902) y más tarde en las primeras guajiras de Ramón Montoya y el "Zapateado en Re" de Sabicas.

tercera cuerda un semitono: DADF#BE, siendo la tonalidad C # Frigio. Otra afinación alternativa interesante es la que utilizó Esteban de Sanlúcar en su famosa composición, "Mantilla de Feria". Se introdujo una afinación en G (tomada de la guitarra clásica) afinando la guitarra en DGDGBE (de bajo a agudo).

Desde la década de los 80, ha existido una auténtica fiebre entre los guitarristas flamencos por buscar nuevas afinaciones, sobre todo a principios de los noventa. Estas nuevas afinaciones dieron un sonido más disonante al flamenco, al facilitar el uso de diferentes cuerdas al aire, y propiciaron el desarrollo de la guitarra flamenca contemporánea. Algunos ejemplos de estas nuevas afinaciones son las siguientes:
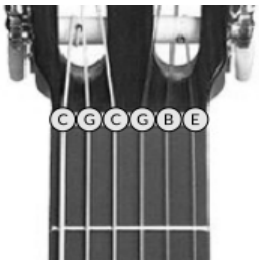
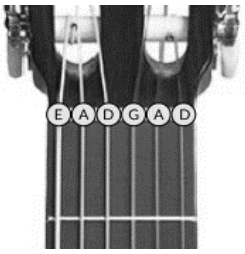
Bulerías (Paco de Lucía)	**Taranta (Tomatito)**	**Seguiriya (Gerardo Núñez)**
		
Ilustración 5. Afinación por bulerías de Paco de Lucía	**Ilustración 6. Afinación por taranta de Tomatito**	**Ilustración 7. Afinación por seguiriya de Gerardo Núñez**
Bulerías (Gerardo Núñez)	**Bulerías (Rafael Riqueni)**	**Solea por Bulerías (Yago Santos)**
		
Ilustración 8. Afinación por bulerias de Gerardo Núñez	**Ilustración 9. Afinación por bulerías de Rafael Riqueni**	**Ilustración 10. Afinación por solea por bulerías de Yago Santos**

Tabla 1. Afinaciones alternativas, Flamenco Guitar: Technique, Theory and Etudes, Yago Santos

En cuanto al análisis tratadístico, es en el siglo XX cuando aparecen los tratados más importantes de guitarra flamenca, que no solo recogen falsetas u obras completas de guitarra flamenca, sino que a su vez ofrecen reflexiones sobre la naturaleza de la guitarra flamenca e incluyen apuntes de cómo debe integrarse este instrumento como un componente fundamental de la música flamenca. Los tratados más reseñables en este sentido son el *Método de guitarra. Por Música y Cifra, Aires Andaluces* de Rafael Marín (Madrid, 1902), el *Método de Guitarra Flamenca en Serio* de Lucio Delgado (Palencia, 1906), el *Manual Flamenco* de Andrés Batista (Madrid, 1985) y *La Guitarra. Historia, Estudios y Aportaciones al Arte Flamenco* (Córdoba, 1986) de Manuel Cano.

3.2 – El Toque Flamenco

Los parámetros que definen el toque flamenco son el ritmo (basado en el concepto de compás), armonía y melodía. En el presente apartado desarrollaremos en profundidad cada uno de ellos.

3.2.1 – Compás

Uno de los principales obstáculos que encontramos a la hora de comprender la música flamenca es el compás, la métrica sobre la que se realizan los diferentes palos[75]. El flamenco cubre con creces el sistema métrico de la música tradicional hispana poniéndola a su servicio para construir una música de carácter universal[76]. Así el flamenco, mide su música en compás ternario, binario y el característico de amalgama (combinación de compás binario y ternario). Otros estilos o palos por su parte, se han configurado en una rítmica que no adopta un compás determinado; los llamados *estilos libres*, como por ejemplo las malagueñas, tarantas, granaínas o cartageneras. Dentro de este último grupo encontramos a su vez los palos que se ejecutan sin acompañamiento de guitarra, los denominados *a palo seco* (tonas, martinete, cantes de trilla etc.)

Los estilos que han llegado a integrarse en el flamenco y que proceden directamente del repertorio tradicional andaluz suelen realizarse sobre el compás ternario propio de la música popular española; fandangos, jotas y seguidillas son aprovechados al máximo en sus posibilidades expresivas.

[75] Término empleado para referirse a los diferentes estilos que conforman el género flamenco.
[76] https://flamencopolis.com

3.2.1.1 – Compás Ternario

La música popular española (principalmente andaluza) suele estar en compás ternario (conjuntos de tres tiempos), como el clásico 3/4. Los principales palos que se derivan de esta categoría son los fandangos de Huelva, fandangos abandolaos y sevillanas.

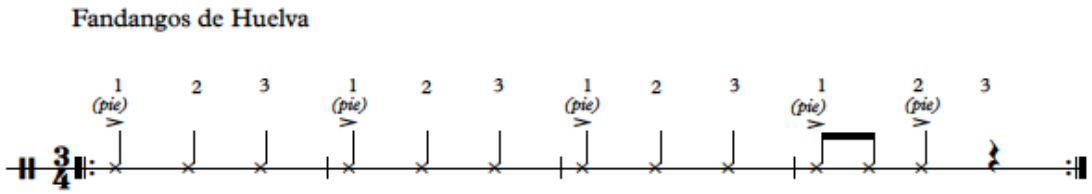


Ilustración 11. Esquema rítmico del compás por fandangos de Huelva

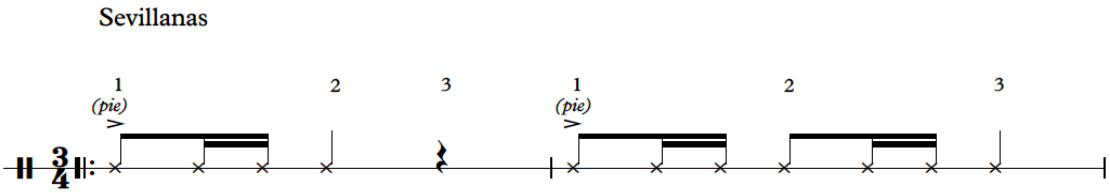


Ilustración 12. Esquema rítmico del compás por sevillanas

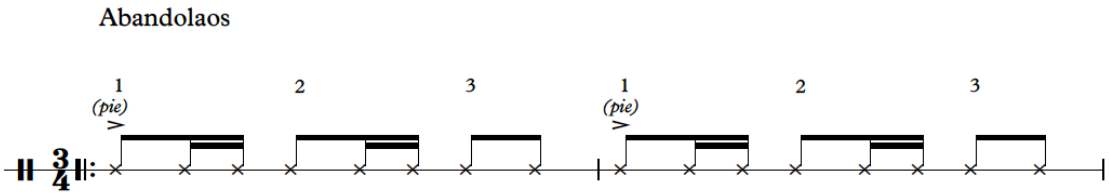


Ilustración 13. Esquema rítmico del compás por abandolaos

3.2.1.2 – Compás Binario

Hay muchos palos que se ejecutan en compás binario, tanto en 2/4 como en 4/4. En el flamenco, el compás binario se originó del patrón de la habanera. Es típico de los tangos y muchas variaciones del mismo, como los tientos, rumba, farruca, garrotín, mariana, zambra y taranto. Al igual que ocurre con la soleá o la seguiriya, posee un comienza acéfalo.

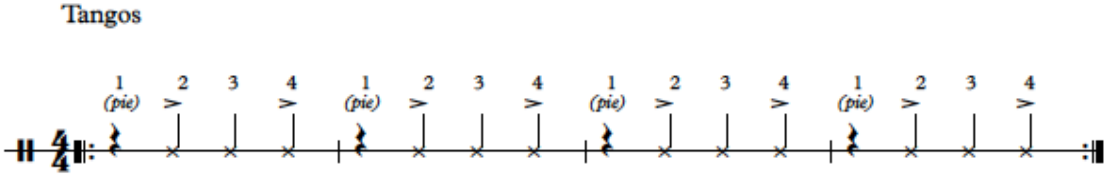


Ilustración 14. Esquema rítmico del compás por tangos

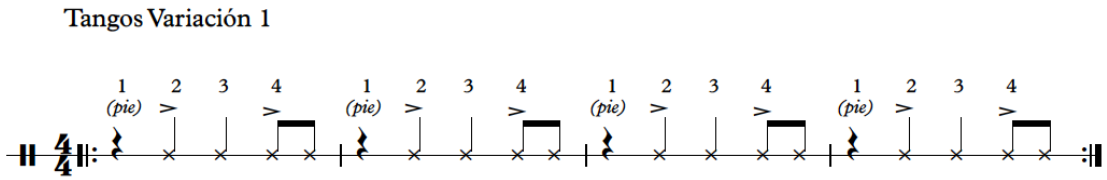


Ilustración 15. Variación 1 del esquema rítmico del compás por tangos

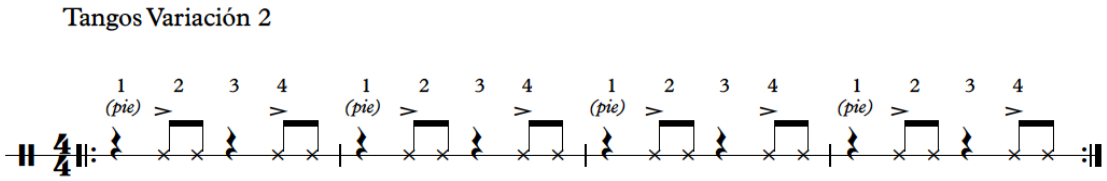


Ilustración 16. Variación 2 del esquema rítmico del compás por tangos

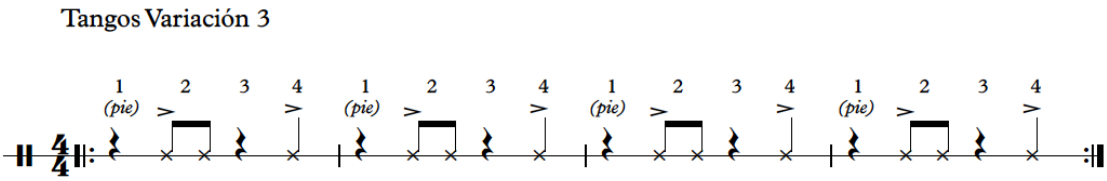


Ilustración 17. Variación 3 del esquema rítmico del compás por tangos

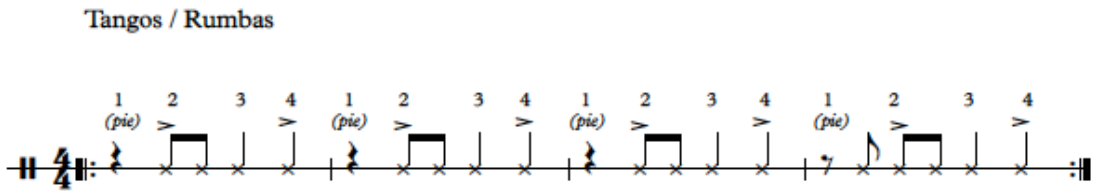


Ilustración 18. Esquema rítmico del compás por tango / rumba

3.2.1.3 – Compás de Amalgama

El compás de amalgama es el patrón más genuino y característico de la música flamenca, y cada palo tiene un patrón característico empleando este compás. El compás de amalgama se basa en la alternancia de una medida binaria anotada en 6/8 con una medida ternaria en 3/4. Combinados, estos dos compases incluyen doce subdivisiones de corcheas.

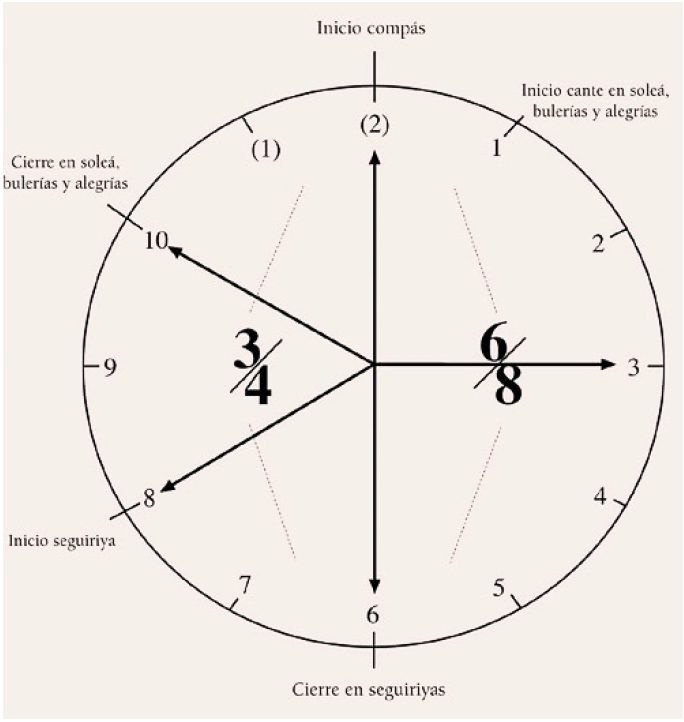


Ilustración 19. Reloj flamenco de Faustino Núñez

Los bailaores flamencos desarrollaron una forma única de contar el compás de doce tiempos, cambiando el nombre de los tiempos 1 y 2 por los de 2 y 1, y cambiando el nombre de los tiempos 11 y 12 por los de 10 y 1.

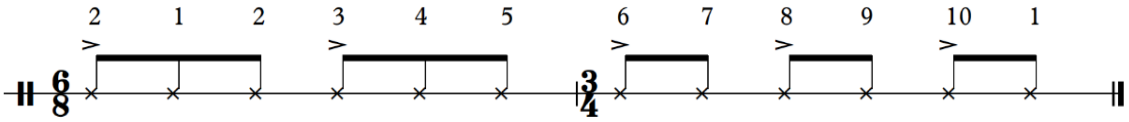


Ilustración 20. Esquema rítmico del compás de amalgama

Dentro de este grupo se encuentran los patrones de hemiola utilizados en varios palos flamencos. El patrón de la figura 21 se utiliza en las alegrías y soleá por bulerías. Este mismo patrón también se usa en soleá, pero más lento. Las figuras 22, 23 y 24 corresponden a diferentes patrones por bulerías.

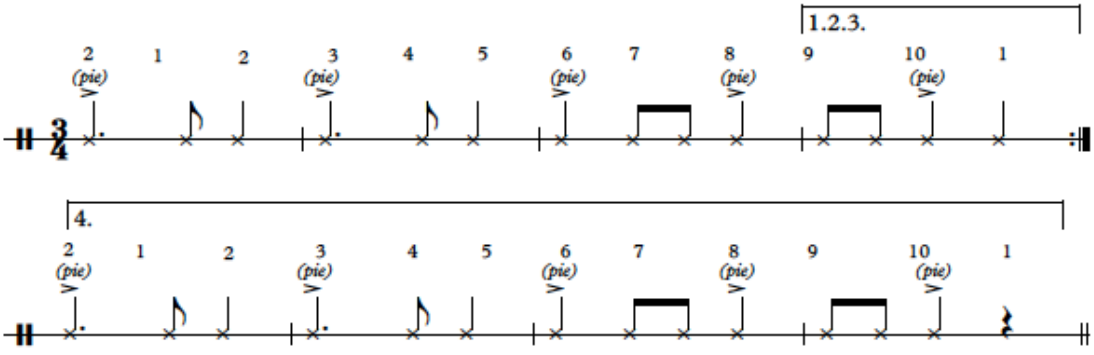


Ilustración 21. Esquema rítmico de los compases por alegrías y solea por bulerías

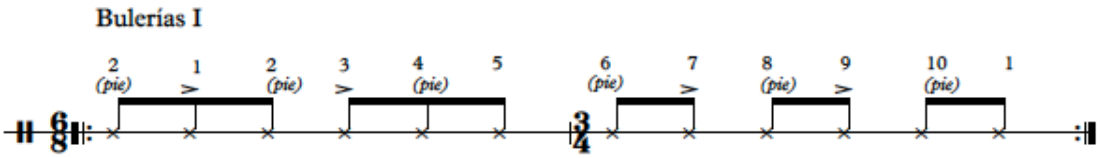


Ilustración 22. Variación 1 del esquema rítmico por bulerías

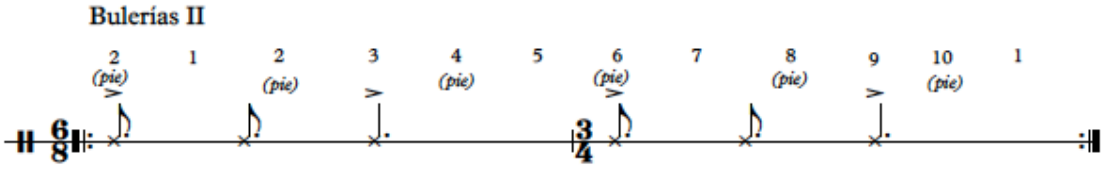


Ilustración 23. Variación 2 del esquema rítmico por bulerías

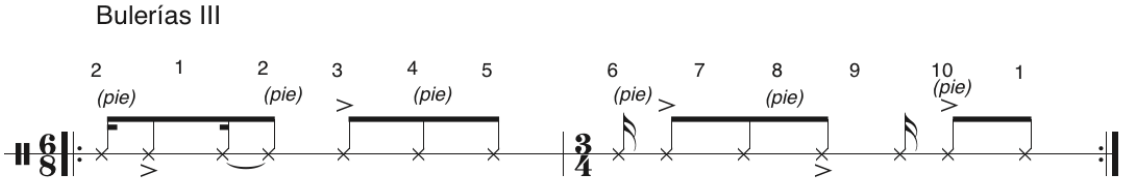


Ilustración 24. Variación 3 del esquema rítmico por bulerías

En el palo de la seguiriya, esta estructura de doce tiempos es la misma que el patrón utilizado en soleá o bulerías, pero comenzando a partir del tiempo 8 y acentuando los tiempos **8** 9 **10** 11 **12** 1 2 **3** 4 5 **6** 7.

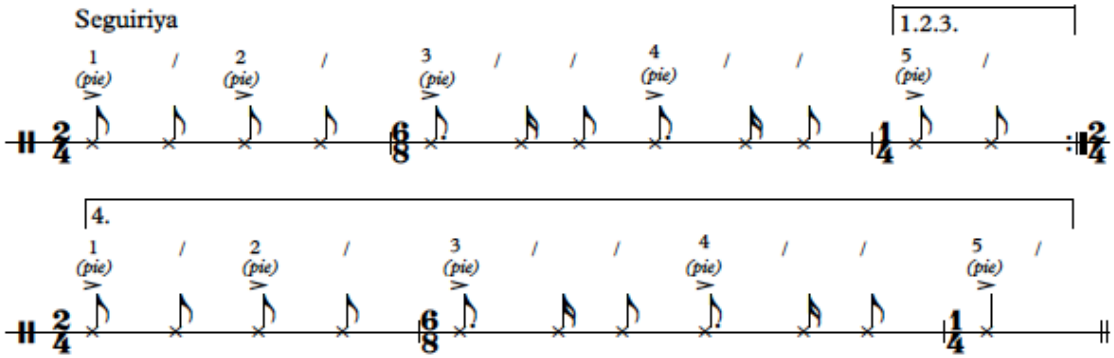


Ilustración 25. Esquema rítmico por seguiriyas

3.2.1.4 – Estilos libres

Los estilos libres se refieren a las formas musicales flamencas en las que no hay un compás reconocible. Sin embargo, la mayoría de los estilos libres pertenecen a la familia de los fandangos, por lo que tienen una sensación o pulso interno ternario.

A continuación, se muestra una tabla con los palos flamencos clasificados por su estructura rítmica:

Estilos Binarios	**Estilos Ternarios**	**Estilos que emplean la amalgama**	**Estilos libres**
Tangos	Fandango de Huelva	Solea	Tonás
Tientos	Sevillana	Solea por bulerias	Deblas
Tarantos	Abandolaos	Bulerias	Martinetes
Farruca	Rondeña	Alegrias	Granaína
Garrotín	Jabegote	Caña	Media Granaína
Colombiana	Jaleos	Polo	Malagueña
Mariana	Campanilleros	Cantiña	Taranta
Rumba	Alboreá	Mirabrás	Cartagenera
Milonga	Villancicos	Caracoles	Murciana
Vidalita	Verdiales	Seguiriya	Carcelera
Tanguillo	Bambera	Serrana	Saeta
Zapateado	Bambera	Liviana	Levantica
Zambra		Bambera	Taranto
		Guajira	Minera
		Cabales	Pregones
		Petenera	Carcelera
			Romances
			Cantes Camperos

Tabla 2. Clasificación de los palos flamencos en función de su estructura rítmica

3.2.2. – Armonía

El Flamenco está configurado en un entorno tonal y modal simultáneamente y cada *palo* es generalmente interpretado en una armadura y tonalidad determinada[77]. De los siete modos diatónicos, la música flamenca únicamente emplea los modos jónico, eólico y frigio en área de tónica, siendo los cuatro modos restantes *modos auxiliares* de estos primeros. En el universo musical flamenco, existen palos con un marcado carácter tonal (*Alegrías, Guajiras, Garrotín*…), otros de carácter modal (*Seguiriyas, Tonás*…) y *palos* que combinan ambos aspectos (*Soleá, Soleá por Bulerías*, *Tangos*…).

Palo	Tonalidad	Compás	Cadencia característica	BPM
Soleá	E Frigio	Compás de 12 tiempos	E7alt F E7alt	90
Fandangos de Huelva	E Frigio	3/4	E7alt Amin G7 F E7alt	140
Guajira	A Jónico	Compás de 12 tiempos	E7 A	175
Bulerías	A Frigio	Compás de 12 tiempos	A7alt Bb A7alt	120
Alegrías	C, A, o E Jónico	Compás de 12 tiempos	G7 C B7 E E7 A	150
Tangos	A Frigio	4/4	Bb A7alt	145
Rumbas	A Eólico	4/4	Amin G7 F E7alt	190
Soleá por Bulerías	A Frigio	Compás de 12 tiempos	A7alt Bb A7alt	140
Granaína	B Frigio	n/a	Emi7 D7 C7 B7alt	n/a
Minera	G# Frigio	n/a	G#7alt A7b5 G#7alt	n/a
Taranta	F# Frigio	n/a	F#7alt G7 F#7alt	n/a
Seguiriya	A Frigio	Compás de 12 tiempos	Dmin C7 Bb A7alt	125

Tabla 3. Clasificación de los palos flamencos en función de sus estructuras armónicas

Para comprender el fenómeno tonal empleado en el Flamenco, debemos comprender los principios que rigen la tonalidad y, por ende, la armonía funcional. La tonalidad es un sistema de organización en la que el grado I actúa como tónica y los demás acordes cumplen una función específica en torno a la misma.

[77] Este inciso hace referencia al toque flamenco tradicional. El flamenco moderno incorpora a la tradición armaduras y tonalidades diferentes a las empleadas hasta el momento. Véase el caso de las Alegrías en D o el G, las Bulerías en C# Frigio, Soleá en Eb Frigio o Seguiriyas en D Frigio entre otros.

Los palos flamencos en modo jónico y eólico se rigen por el sistema tonal, por el cual durante la ejecución musical surgen diversos cambios de tensión, resultantes de diversos recursos centralizadores y descentralizadores[78]. Al igual que los compositores clásicos, los músicos flamencos logran diferentes niveles de tensión a través de estas fuerzas centralizadoras y descentralizadoras haciendo uso de las "funciones armónicas" de los acordes que componen las progresiones flamencas fundamentales. La armonía funcional se rige por cuatro principios básicos:

1) Existencia de una tónica o tonalidad que actúa como centro gravitatorio.
2) Empleo del modo jónico o eólico como grado I (tónica).
3) Empleo de la armonía funcional. Todos los acordes cumplen una función en relación al grado en el que se encuentran emplazados dentro de la escala. Cada acorde aporta un grado de tensión determinado a la progresión armónica, lo cual dota a la música de un mayor dinamismo y movimiento. Las regiones armónicas principales son el área de tónica, área de subdominante y área de dominante. El área de dominante tiende a resolver al área de tónica, y el área de subdominante tiende a resolver en área de dominante. El área de tónica se mantiene en reposo y no tiene necesidad de resolución.
4) Cada área o región armónica se compone de una acorde principal y sus respectivos acordes relativos[79] (primario y/o secundario).

La numeración de los acordes en el caso de trabajar en modo jónico (Alegrías, Guajira, Colombianas etc.), se corresponde a la numeración con respecto a la armadura, ya que comparten el mismo eje. Si estamos trabajando en C jónico, la numeración con respecto a la armadura y a la tonalidad será la siguiente.

Numeración con respecto a la armadura y tonalidad

Cmaj7 / Dm7 / Em7 / Fm7 / G7 / Am7 / Bm7b5						
I	II	III	IV	V	VI	VII

Tabla 4. Numeración del modo jónico con respecto a la armadura

[78] La centralización es una herramienta musical por la cual un tono, un intervalo o un acorde puede convertirse en un centro para el oyente durante la escucha, es decir, el tono/intervalo/acorde más importante, al que se dirige toda la música, en el que se produce una sensación de estabilizada armónica. Este acorde central es el acorde de tónica mencionado anteriormente (grado I). (Principles and Rules of the Tonal Harmony, Febrero 2020, **Eva Ferkova, Academy of music and Arts Bratislava)**

[79] Un acorde relativo es aquel que contiene el 75% de otro acorde y/o su tónica, y cumple la misma función tonal que este último. En función de que contenga o no su tónica, los relativos se clasifican en relativo primario o relativo secundario.

Los acordes se clasifican por tanto en función del área o región armónica que ocupan, siendo el grado I el acorde principal en área de tónica, el acorde IV en área de subdominante y el acorde V en área de dominante. Los demás acordes son relativos de estos primeros.

Acordes en Área de Tónica	Acordes en Área de Subdominante	Acordes en Área de Dominante
I, III, VI	**IV**, II	**V**, VII

Tabla 5. Clasificación de las regiones armónicas tomando el modo jónico como eje

En el caso de tocar unas alegrías en C Jónico, por ejemplo, la clasificación de los acordes por áreas armónicas sería la siguiente:

Acordes en Área de Tónica	Acordes en Área de Subdominante	Acordes en Área de Dominante
Cmaj7, Am7, Em7	**Dm7**, Fmaj7	**G7**, Bm7b5

Tabla 6. Clasificación de las áreas armónicas por alegrías

La cadencia característica de los palos flamencos en modo jónico es la cadencia perfecta (**V7/I)** y (**I/V7/I**), que supone el fundamento tanto de la composición como del acompañamiento al cante y al baile. Veamos a continuación una escobilla por Alegrías en tonalidad de E Jónico en la que se emplea la cadencia perfecta como módulo armónico principal.

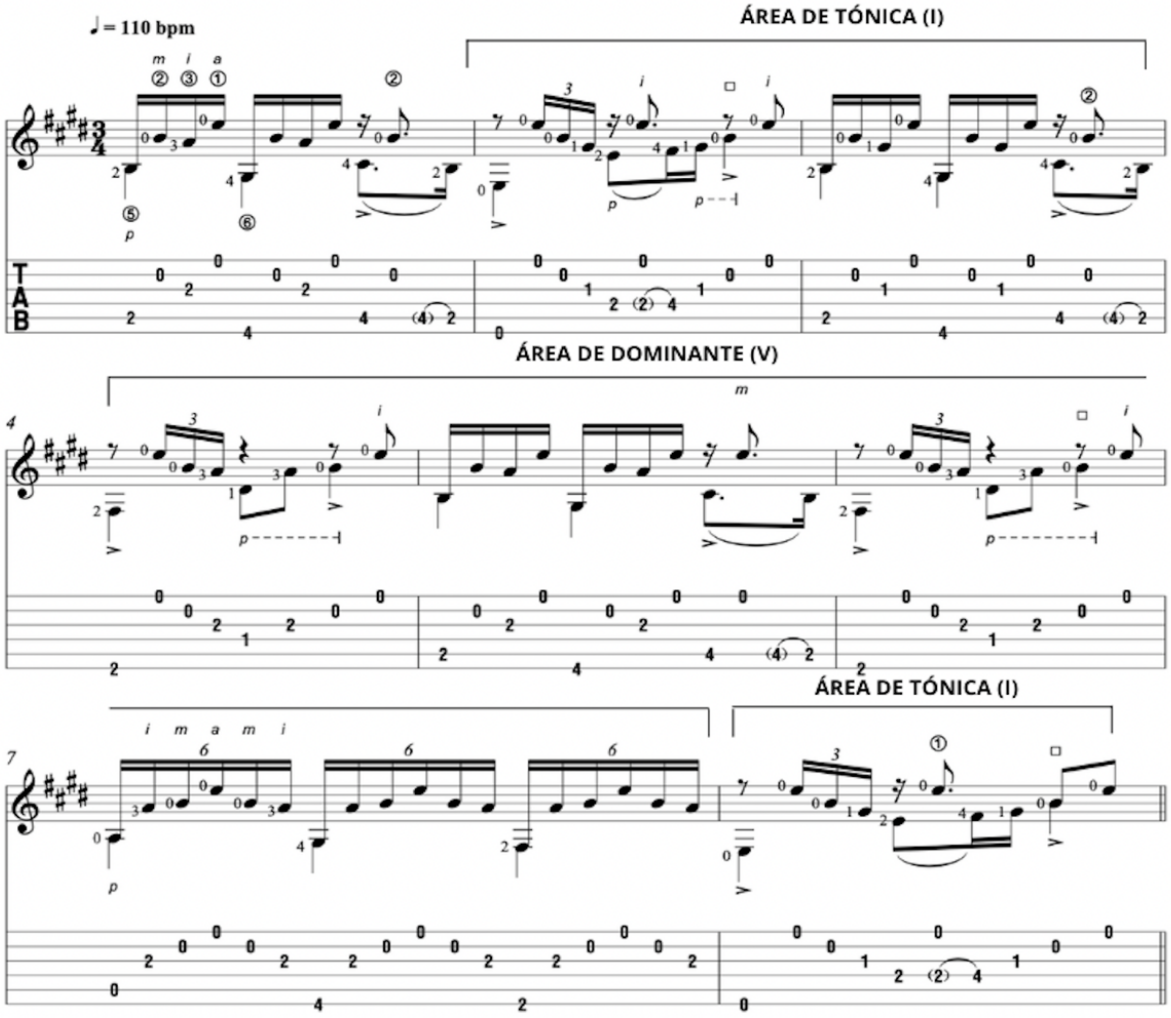


Ilustración 26. Falseta por alegrías en E jónico

Además de esta, es habitual introducir el acorde principal en área de subdominante, tanto en progresiones (**I / IV / V7 / I**) como (**IV / I / V7 / I**). Veamos un ejemplo de este último módulo armónico en unas Alegrías en armadura de C.

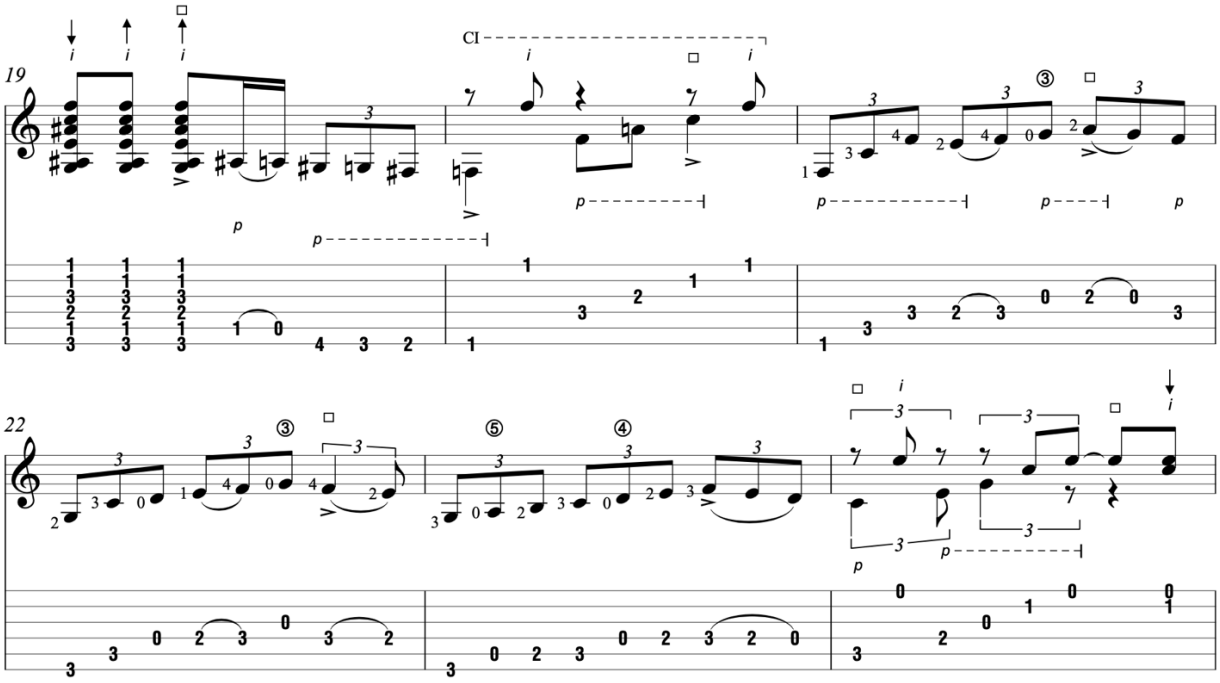


Ilustración 27. Falseta por alegrías en C jónico

En este contexto armónico, es práctica habitual el empleo de semicadencias a través del empleo de las dominantes secundarias que nos aparecen en el quinto grado de cada uno de los modos, distintos al jónico. Las más habituales son la dominante del IV y del V grado de la escala.

I / **I7** / IV / **II7** / V/ V7 / I

V7/ IV V7/ V

En cuanto a la construcción de acordes, en el flamenco tradicional han predominado los acordes triada y los acordes de séptima (para el acorde dominante en el V grado). Sin embargo, el flamenco moderno hace uso de extensiones más allá de la séptima del acorde, tales como la novena, la oncena y/o la trecena.

Sin embargo, en los palos flamencos en modo eólico, la numeración con respecto a la armadura cambia, ya que el eje tonal se establece en el sexto grado de la misma.

Numeración con respecto a la armadura

Cmaj7 / Dm7 / Em7 / Fm7 / G7 / **Am7** / Bm7b5						
I	II	III	IV	V	**VI**	VII

Tabla 7. Numeración con respecto a la armadura tomando el modo eólico como eje

Numeración con respecto a la tonalidad

Am7 / Bm7b5 / Cmaj7 / Dm7 / Em7 / Fmaj7 / G7						
I	II	bIII	IV	V	bVI	bVII

Tabla 8. Numeración con respecto a la tonalidad tomando el modo eólico como eje

La clasificación de los grados de la escala por áreas armónicas es la siguiente:

Acordes en Área de Tónica	Acordes en Área de Subdominante	Acordes en Área de Dominante
I, bIII	**IV**, II, bVI	**V**, bVII

Tabla 9. Clasificación de las áreas armónicas en modo eólico

En el caso de tocar una farruca en A eólico, por ejemplo, la clasificación de los acordes por áreas armónicas sería la siguiente:

Acordes en Área de Tónica	Acordes en Área de Subdominante	Acordes en Área de Dominante
Am7, Cmaj7	**Bm7b5**, Dm7, Fmaj7	**E7**(alt), G7

Tabla 10. Clasificación de las áreas armónicas en A eólico

Al igual que en los palos en modo jónico, los palos en modo eólico se rigen por la cadencia perfecta (V7(alt)/Im). La diferencia es que en este caso estamos tratando con un acorde menor en área de tónica y con una dominante alterada como quinto grado, cuya escala principal es la frigia mayor (grado V de la menor armónica). Veamos un ejemplo por bulerías en A eólico en el que se cumple dicho fenómeno.

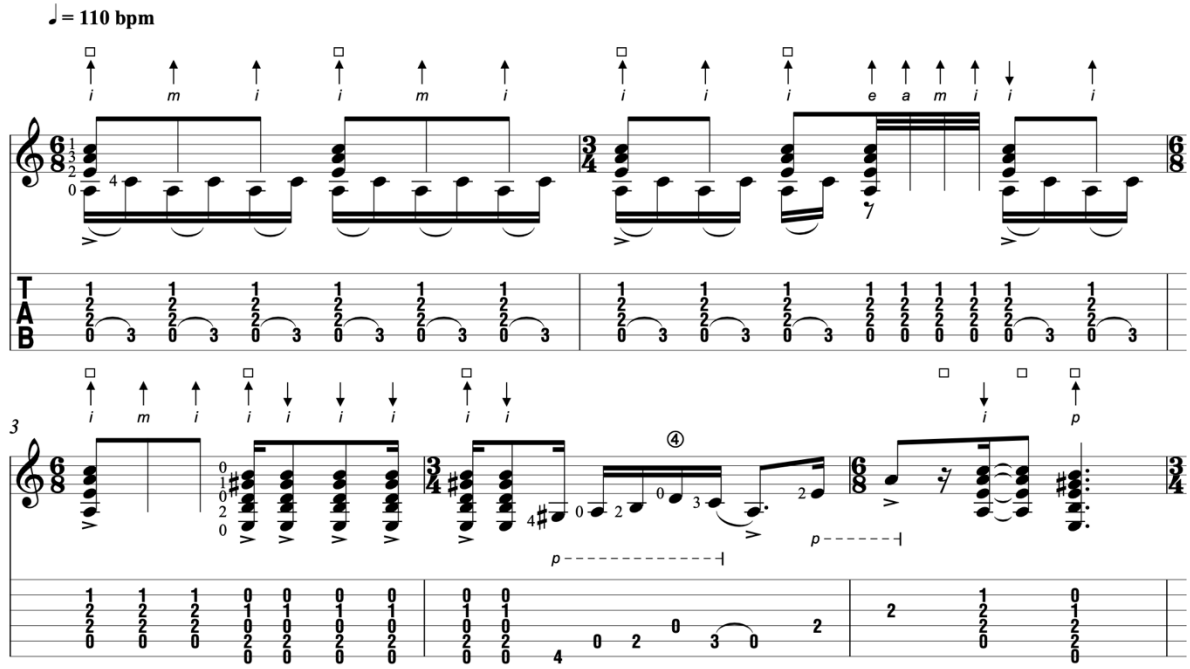


Ilustración 28. Falseta por bulerías en A eólico

Además de esta es habitual la cadencia IVm / Im / V7(alt) / Im, la cual introduce el acorde principal del área de subdominante. Este fenómeno lo vemos en palos como la farruca o los tangos de málaga, por ejemplo. En el siguiente ejemplo por bulerías observamos dicha cadencia.
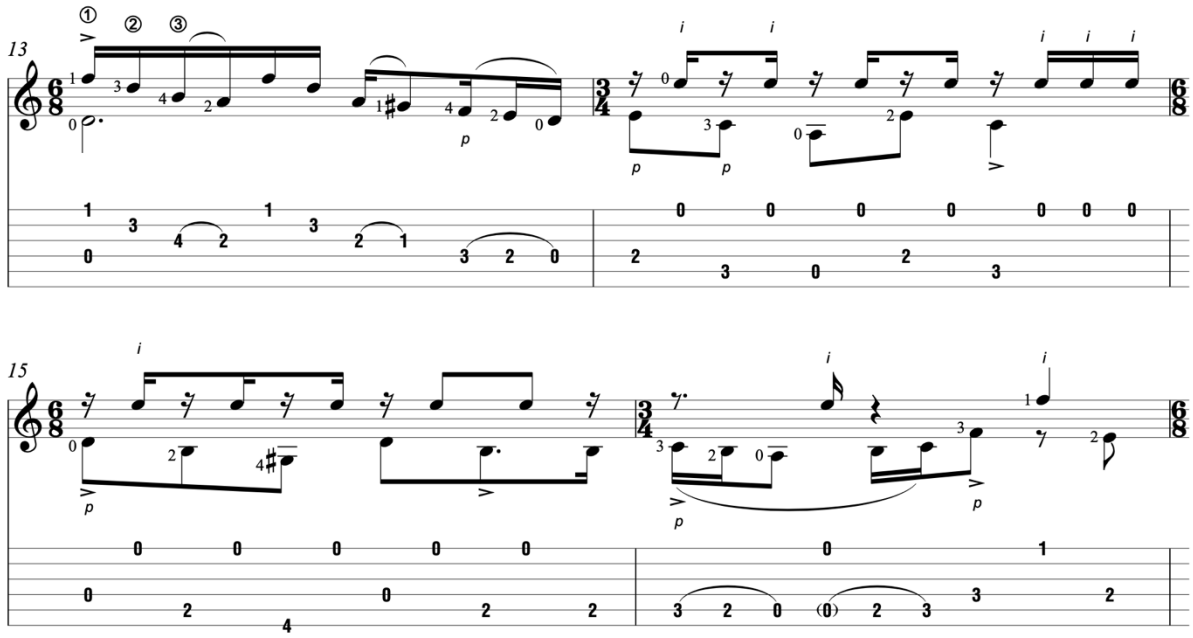


Ilustración 29. Falseta por bulerías en A eólico

El empleo de semicadencias también es práctica habitual en la armonía flamenca en modo eólico. Las más habituales son la dominante del IV y del V grado de la escala.

Por último, los palos en modo frigio son los más característicos del flamenco. Las escalas fundamentales de estos palos son la escala frigia (grado III de la armadura) y la frigia mayor (grado V de la menor armónica), y sus cadencias básicas se rigen por los principios de la armonía modal y tonal. La armonía modal está presente en las cadencias primitivas y fundamentales de cada palo (principalmente bII / I, I / bII / bIII/ bII / I y IV / bIII / bII / I), y la armonía tonal en las resoluciones V/ I y II / V / I que se introducen tanto en el acompañamiento al cante como en los toques solistas. Es por ello que podemos afirmar que ningún palo flamenco que implique el acompañamiento de guitarra es puramente modal, sino que únicamente los denominados cantes a palo seco albergan esta consideración.

La armonía modal se rige por los siguientes principios básicos:

1) Existencia de una tónica modal que actúa como centro gravitatorio.
2) Empleo de todos los modos como grado I.
3) No hay Armonía funcional. En la música modal no existe el concepto de armonía funcional, puesto que los acordes no cumplen una función concreta dentro de una progresión de acordes más allá de establecer o dar el color del modo. En el flamenco, sin embargo, encontramos numerosas cadencias V / I y II / V / I en los toques solistas y de acompañamiento al cante que contradicen los principios de la música puramente modal.
4) Empleo de notas características y acordes determinantes que nos determinan el modo en el que estamos. En el modo frigio la nota característica es la bII, que se puede encontrar en los acordes triada bII, Vdim bVII y en los acordes tetrada bIIMaj7, bVIIm7, bIII7 y Vm7b5 del modo frigio. El grado bII corresponde al modo lidio, que genera triadas mayores y tetradas mayores con séptima mayor. El grado bVII corresponde al modo dórico, que genera triadas menores y menores con séptima menor. El modo bIII corresponde al modo mixolidio, que genera triadas mayores y tetradas mayores de séptima menor. Por último, el grado V corresponde al modo locrio, que genera triadas disminuidas y tetradas semidisminuidas o m7b5. El grado bII tiene más fuerza que los grados restantes en establecer la tónica modal en el modo frigio, dado que la nota característica se encuentra emplazada en su tónica.
5) En el caso del flamenco, los acordes determinantes más empleados son la bII (Lidio) y la bVII (Dórico), como sustituto de este. Los acordes bIII, bIII7, Vdim y Vm7b5 se consideran acordes a

evitar según la teoría de la música modal por sus implicaciones hacia el modo mayor relativo. Sin embargo, el acorde bIII es de frecuente uso en el flamenco en las cadencias frigias expresadas anteriormente. A su vez, el acorde Vm7b5 se emplea con asiduidad con resolución hacia el acorde bII.

Numeración con respecto a la Tónica Modal

Em7 /	Fmaj7 /	G7 /	Am7 /	Bm7b5 /	Cmaj7 /	Dm7
I	bII	bIII	IV	V	bVI	bVII
T	C					C

Ilustración 30. Numeración con respecto a la tonalidad tomando el modo frigio como eje

Es frecuente que un palo que establezca su tónica modal en el modo frigio, albergue pasajes en modo eólico como grado I, lo cual puede ser considerado una modulación intra-tonal a otro modo de la armadura. En estos casos el modo frigio (generalmente transformado en frigio mayor) actúa como dominante del mismo. Este es un fenómeno recurrente en la composición flamenca, que nos ilustra de nuevo el carácter modal y tonal de la misma, asociado a este grupo de palos.

En cuanto a los acordes, los palos en modo frigio se caracterizan por emplear estructuras armónicas que contienen la b9. Estos acordes suelen ser triadas mayores con novena bemol adicional, acordes de séptima con novena bemol y acordes sus 4 con novena bemol adicional. En el siguiente ejemplo se ilustran dichos acordes tanto por arriba como por medio.

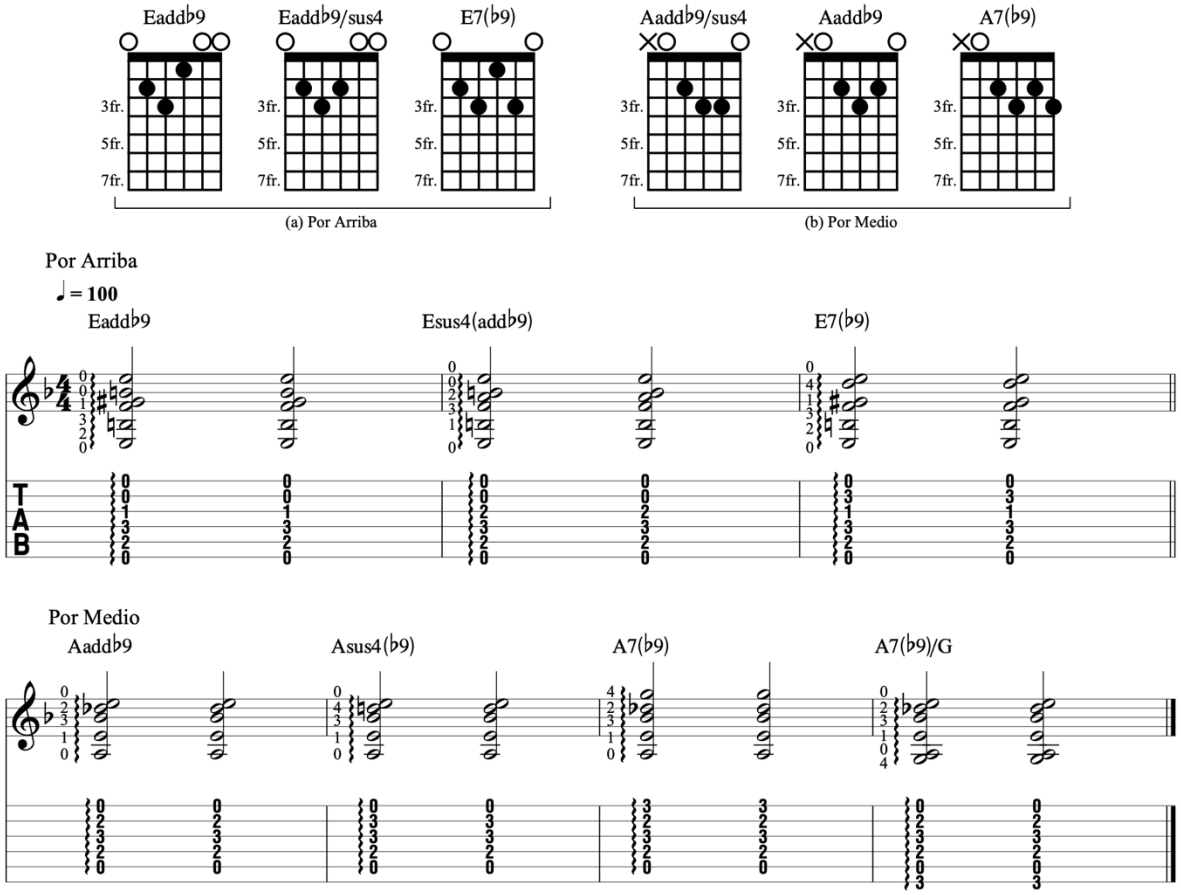


Ilustración 31. Acordes flamencos

Las escalas básicas que se emplean para dichos acordes son la frigia y la frigia mayor. Las cadencias flamencas tales como la cadencia andaluza o derivadas, son cadencias frigias, es decir, establecen el grado I en el tercer grado de la armadura. La frigia mayor se emplea como intercambio modal en el grado I. Como veremos más adelante, la cadencia andaluza también puede constituir una cadencia eólica, siempre que este modo actúe como grado I en algún pasaje o falseta del palo en cuestión.

En su forma más primitiva, la cadencia flamenca en modo frigio se define como bII / I, en la cual tocaríamos dos triadas básicas; una triada mayor en el grado bII (Lidio) y una triada mayor o de novena bemol adicional en el grado I (Frigio / Frigio Mayor).

Sin embargo, la música flamenca añade dos características propias a estas cadencias frigias, una de ellas con connotaciones armónicas, y otra con connotaciones melódicas:

1) Mientras que los modos que rodean al modo frigio se basan en acordes de la armadura, el acorde I se extrae tanto de la escala frigia como de la escala frigia mayor. Recordemos que el modo frigio no genera acordes mayores, aunque sí acordes addb9(sus4) y 7(addb9/sus4). El resto de los acordes

modales que conforman las cadencias básicas (tales como bII, bIII, IV o bVII) provienen, como ya se ha dicho, de la armadura. La escala frigia mayor por su parte es el quinto grado de la escala menor armónica, y genera triadas mayores, dominantes 7, addb9, 7(addb9/sus4), 7(b9), 7(#5) y addb9(sus4), que son los más comúnmente empleados en el flamenco.

2) Sobre estos acordes extraídos de la frigia mayor, el flamenco utiliza indistintamente la escala frigia y la frigia mayor. La frigia menor es un modo menor, pero se emplea sobre un acorde mayor o dominante. ¿Esto por qué es así? La respuesta es sencilla, aunque en ocasiones ha sido obviada por los teóricos. El motivo fundamental es porque la escala frigia genera tensiones alteradas sobre un acorde mayor o dominante.

Para ilustrar mejor este concepto cojamos el acorde de E, e introduzcamos la escala de E Frigio sobre este:

E mayor – E / G# / B
E Frigio – E F G A B C D

Como se observa, si tomamos la raíz en E, la nota de F es su b9ª, G su #9ª, A su 4ª, B su 5ª, C su ª5# y D su b7ª. De esto extraemos la conclusión de que una escala frigia menor sobre un acorde mayor, o dominante, genera tensiones del tipo 7, b9ª, #9ª y #5ª. Es decir, le da al acorde mayor la sensación de dominante alterada.

Podemos apreciar este fenómeno en *palos* como la *Soleá*, *Malagueñas, Verdiales, Serrana, Fandangos de Huelva, Caña, Polo, Jabera, Jabegote* o *Rondeña*, en los que el primer grado (tónica modal) es E, grado III de la armadura de C transformado en acorde mayor o dominante.

Si estamos tocando en E Frigio (por arriba), la progresión resultante sería F / E. Si, en lugar de triadas tocamos acordes tetrada, estas serían las opciones más comúnmente empleadas en el flamenco tradicional.

bIIMaj7 / Iaddb9 – Fmaj7(b5) / Eaddb9
bIIMaj7(b5) / I7(b9) – Fmaj7(b5) / E7
bIIMaj7 / Iaddb9(sus4) – FMaj7 / Eaddb9(sus4)

Además de la cadencia bII / I, también es habitual encontrarnos con la cadencia I / bII / bIII / bII / I.

La cadencia andaluza es quizás la cadencia más característica del flamenco. Esta se configura a través de los grados IV / bIII / bII / I, o I / bVII / bVI / V, dependiendo si la tónica de la falseta o pasaje se encuentra emplazada en el modo frigio o eólico. Además de las cadencias con tensiones añadidas, es habitual la introducción de dominantes secundarias de los acordes principales, tales como:

IV / **V7/bIII** / bIII / **V7/bII** / **V7/ I** / I.

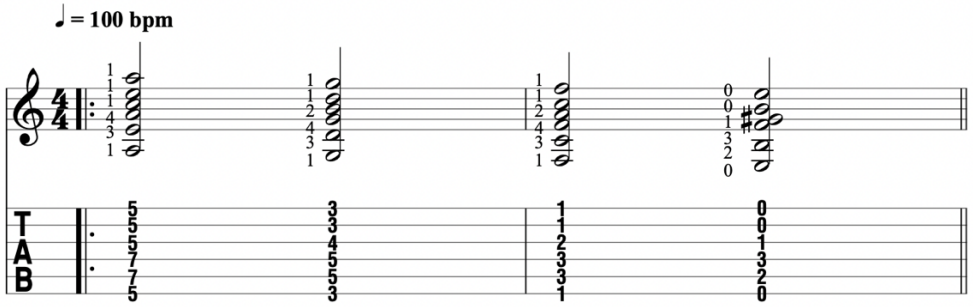


Ilustración 32. Cadencia andaluza por arriba

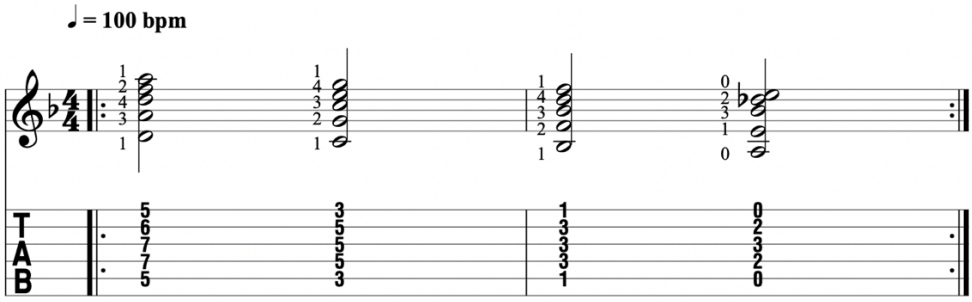


Ilustración 33. Cadencia andaluza por medio
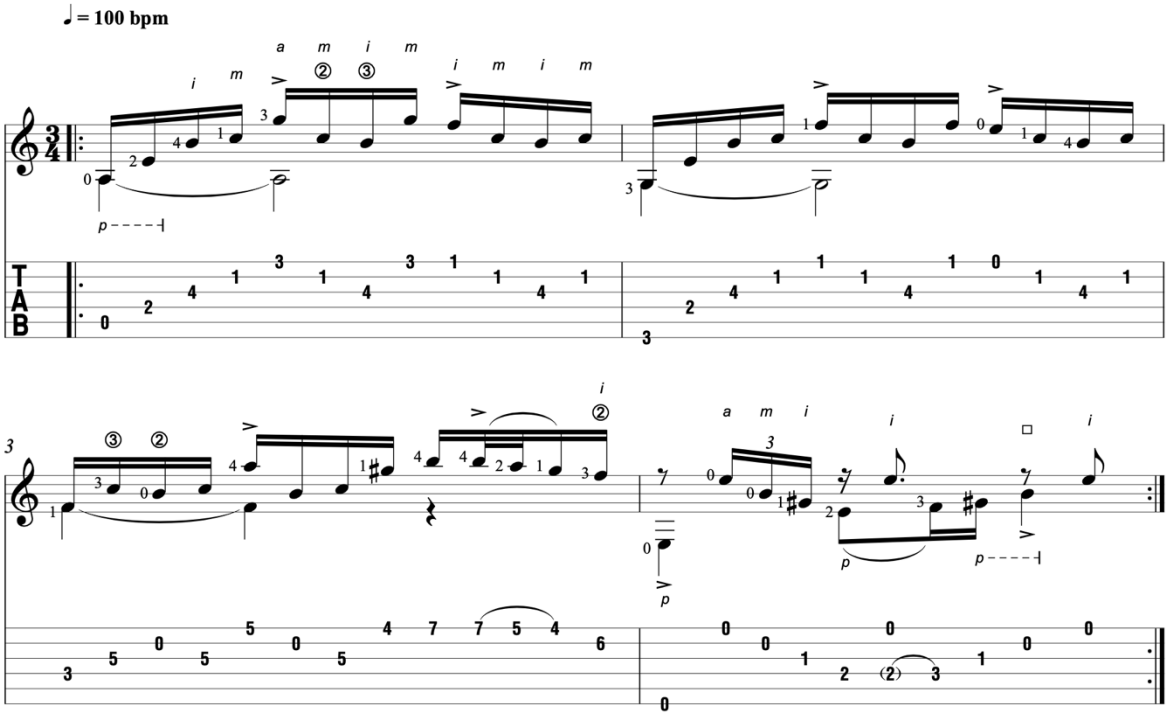


Ilustración 34. Falseta por solea

Durante la primera mitad del siglo XX, el maestro Ramón Montoya introdujo la cadencia andaluza en si (granaína), fa # (taranta) y sol # (minera) frigio. Siguiendo este camino, la generación liderada por Paco de Lucía, Manolo Sanlúcar y Serranito introdujo las tonalidades frigias de C #, D y D #.

Resulta interesante observar que, si nos referimos exclusivamente a las triadas, la novena bemol es empleada tanto sobre acordes mayores como sobre acordes de cuarta suspendida (sus4). El acorde addb9/sus4 es muy habitual como acorde de tónica en los palos mineros.

Esto implica que cuando tocamos modalmente sobre el acorde de tónica (I), podremos intercambiar y sustituir todas las escalas y acordes que contienen la mencionada novena bemol. Estas escalas y acordes derivan de los *Modos Diatónicos, Modos Armónicos, Modos Melódicos, Modos Napolitanos, Modos Mixtos* y *Modos Sintéticos*. En concreto, la escala Frigia (modos diatónicos), Frigia Mayor (modos armónicos), Frigia de VI y Alterada (modos melódicos), Napolitana Menor y Napolitana Mayor (modos napolitanos), Frigia de bIV y Mixolidia de bIX (modos mixtos) y la octófona de ½ tono o half step diminished (modos sintéticos). Esto son los "modos flamencos" que, a lo largo de la historia se han ido introduciendo paulatinamente en la tradición musical flamenca. De hecho, para encontrar el uso de los modos mixtos, melódicos y sintéticos, debemos irnos a las obras de los maestros del flamenco contemporáneo tales como Paco de Lucía, Rafael Riqueni, Gerardo Núñez o Juan Manual Cañizares entre otros.

La escala *Napolitana Mayor* introduce la dominante genuina de E7alt, que es B7. En su tritono (F), aparece la dominante sustituta sin alterar (F7), definida como acorde de *sexta napolitana* por la música clásica de corte occidental. En el flamenco, el acorde de sexta napolitana suele aparecer en tercera inversión que resuelve en un intervalo de segunda menor ascendente hacia el acorde de tónica (dominante alterada).

De esta forma, es habitual encontrarnos con el siguiente movimiento; bII7 / I7alt, en los palos fundamentados en el modo Frigio como la *Soleá, Bulerías, Seguiriya* o *Tientos*. Si consideramos por ejemplo la armadura F, y tocamos por *Seguiriyas* en A Frigio, la progresión resultante sería la siguiente; Bb7 / A7alt, en cualquiera de sus inversiones. En este caso, Bb7 es la dominante sustituta de E7alt, y por ello actúa en área de dominante.

Con objeto de reforzar esta resolución de novena bemol descendente tan característica, los compositores flamencos introducen el grado bIII7 y el IVm7 respectivamente. Si continuamos con el ejemplo anterior la progresión resultante sería: Dm7 / C7 / Bb7 / A7alt – IVm7 / bIII7 / bII7 / I7alt.

Como se ha explicado anteriormente, este módulo armónico más comúnmente conocido como *Cadencia Andaluza* supone la síntesis de la estética del Flamenco y la música española, tanto en el plano folclórico como académico.

3.2.3 - Melodía

Formalmente, el concepto de melodía puede definirse como una sucesión de sonidos que es percibida como una sola entidad. Se desenvuelve en una secuencia lineal, es decir a lo largo del tiempo, y tiene una identidad y significado propio dentro de un entorno sonoro particular (Schoenberg, 1974).

Al hacer referencia a la melodía en relación con la guitarra flamenca, tenemos que aclarar que la melodía hace alusión a la línea melódica de las diversas variaciones y falsetas que se puedan realizar, tanto en la guitarra de concierto como en la guitarra de acompañamiento. Esta línea melódica está integrada dentro de un conjunto de frases y semifrases, que nos daría como conjunto una variación o falseta, o incluso una composición de guitarra[80].

[80] MORALES PEINADO, Inma, *Aspectos Evolutivos de la Guitarra Flamenca en el Siglo XX: Interacción con el Cante y el Baile*, tesis doctoral, Universidad de Sevilla, 2017

Hasta el primer cuarto del siglo XX, las melodías flamencas tienen un carácter improvisado que se unen en forma de variaciones o falsetas. Todas ellas tienen una clara influencia del cante, y no será hasta mitad de siglo cuando estas adquieran una sensación de unidad unas con otras.

Las diversas melodías que se realizan en las variaciones de principio siglo, en las falsetas de los años 50-60 y más tarde, en las composiciones de finales de siglo, creemos que la melodía tiene diversas funciones que son las siguientes:

• **Cinética**. Las diversas melodías que se realizan con la guitarra tienen una función de unión, pues sirven de enlacen entre los diversos cantes.

• **Musical**. Entendido como la composición puramente instrumental, una frase o sección melódica que tiene independencia por sí sola o que está englobada dentro de un conjunto de melodías o motivos melódicos que tienen relación entre ellos.

• **Estética**. La melodía producida por la guitarra puede transmitir un diálogo entre el cante y la guitarra. Dicho diálogo puede entenderse como pregunta respuesta o cómo la repetición melódica de una sección del cante para incidir o recordar dicho cante. Esta repetición de parte de la melodía produce que el oyente neófito, asimile y establezca vínculos entre el cante y la guitarra. Esta función estética parece ser una característica de la mayoría de las composiciones para guitarra de finales de siglo XX y principios del XXI, pero ya desde la época de Manolo de Huelva y niño Ricardo, se utilizan melodías del cante como falseta introductoria a dichos cantes. Paco de Lucía será el continuador de esta generación, haciendo que la melodía cobre un protagonismo imperante a lo largo de todas sus composiciones.

El concepto de estructura aparece en la década de los años 70, con guitarristas como Paco de Lucía, quien comienza a estructurar sus composiciones a partir del desarrollo melódico. Este proceso viene propiciado por las influencias musicales venidas del rock, pop o el jazz, y que impregnan a su vez la música flamenca.

Así las composiciones flamencas a partir de los años 70 presentan una estructura que tiene un carácter re-expositivo de uno o varios de los motivos melódicos iniciales o principales de la composición. Las falsetas están mucho más elaboradas, con una extensión motívica mayor y con pasajes modulantes mucho más

amplios que en la época anterior. El tema o compás es el que sirve de enlace entre las diferentes secciones o falsetas de la composición y ayuda a estructurar la misma[81].

3.3 – Guitarra flamenca VS Guitarra clásica

La guitarra clásica y la flamenca hoy en día son instrumentos claramente diferenciados desde el punto de vista sociológico, organológico y del repertorio. No siempre fue así, hasta el punto de que durante la primera mitad del siglo XIX solo existían sutiles diferencias entre ambos instrumentos[82].

Algunos estudios atribuyen a Torres tanto la estabilización de la guitarra flamenca como de la guitarra clásica[83] en los años 1850. En cuanto a las diferencias entre ambas, Antonio Torres, comentaba que: "*En esencia, son guitarras españolas sin distinción, salvo por el precio, que era demasiado alto para el bolsillo del comprador*. […]"[84] "*El cuerpo es un poco más fino que el equivalente clásico. Las dos características más importantes de la guitarra típica de flamenco, sin embargo, son el uso de ciprés español para el fondo y los lados y la extrema ligereza de la construcción. […] El uso de ciprés muy fino y ligero en los lados y en el fondo ayuda a dar a la guitarra de flamenco su sonido característico. […] La construcción interna es más simple que en la guitarra clásica. Torres, por ejemplo, usaba un sistema de cinco varillas en abanico en lugar del de siete que usó normalmente en sus guitarras de palo de rosa*"[85].

Al margen de los comentarios de Torres, lo cierto que es que la guitarra flamenca y la clásica tienen muchos aspectos en común. Ambos comparten la misma forma, un mueble y tamaño similar, mismo número de trastes, cuerdas y afinación (E, A, D, G, B, E); por eso se parecen tanto a primera vista. Sin embargo, los instrumentos se diferencian principalmente en los siguientes aspectos: en la forma en la que están construidos, en los materiales utilizados para construirlos, en la acción y facilidad de ejecución de las cuerdas, en las técnicas de ejecución que emplean sus intérpretes, el repertorio y en el sonido / tono que producen.

[81] MORALES PEINADO, Inma, *Aspectos Evolutivos de la Guitarra Flamenca en el Siglo XX: Interacción con el Cante y el Baile*, tesis doctoral, Universidad de Sevilla, 2017
[82] PEDROSA PARRA, Ginés, *La Influencia de la Guitarra Flamenca en la Clásica*, Sinfonía Virtual, 2015.
[83] LUIS FERRER MOLINA, Juan, *Heterodoxias de la Guitarra desde 1960 hasta 2015: Patrones de Usos y de Proyectos Propios*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.
[84] EVANS, Tom y EVANS, Mary Anne, *Guitars. Music, History, Construction and Players from the Renaissance to Rock*, Hampshire: Paddington Press LTD, 1977, p. 181.
[85] EVANS, Tom y EVANS, Mary Anne, Guitars. Music, *History, Construction and Players from the Renaissance to Rock*, Hampshire: Paddington Press LTD, 1977, p. 182.

La guitarra flamenca suele fabricarse con madera de ciprés, lo que contribuye a su sonoridad, muy diferente a la de la guitarra clásica. Sus cuerdas son de nylon o carbono, estando las tres graves entorchadas. La altura[86] de las cuerdas también es más baja en la guitarra flamenca. Hay que puntualizar que cuando hablamos de alturas de cuerda, nos referimos a la distancia de separación entre la cuerda y el traste doce y entre la cuerda y la tapa en la zona del puente (acción inferior). Una menor distancia en ambos lados contribuye a una mayor comodidad y facilidad de ejecución. La configuración del puente inferior de la guitarra flamenca también hace que la respuesta sea más rápida y que el tono de esta sea más brillante.

El cuerpo y el mástil de la guitarra flamenca son ligeramente más delgados y estrechos que aquellos empleados en la guitarra clásica. Las cuerdas también están más cerca del diapasón (acción superior), lo que facilita los rápidos cambios de acordes, así como los rápidos fragmentos de ligados y picados de mano izquierda. Además, a medida que las cuerdas están más cerca de los trastes, existe una mayor posibilidad de chasqueo, algo que se considera parte del carácter percusivo del sonido de la guitarra flamenca.

Por otro lado, las guitarras clásicas están construidas con un cuerpo y un mástil ligeramente más anchos y gruesos, y una acción más alta en el puente. Esto evita el chasqueo y permite un sonido más limpio. La guitarra flamenca tiene una caja de resonancia de menor tamaño y, por lo tanto, los aros de ésta son de menor profundidad. Esto es debido a que el guitarrista flamenco necesita que el sonido salga con mucha fuerza y se apague con rapidez.

Los materiales utilizados en una guitarra flamenca tienden a ser más delgados. Esto contribuye a una sensación de ligereza en todas sus partes, lo cual enfatiza el ataque. El abeto es la madera más utilizada en la tapa de una guitarra flamenca tradicional (por lo general el abeto alemán). El abeto aporta un tono potente, brillante y directo que mantiene su claridad al tocar fuertes rajeos y alzapúas.

El ciprés español es la madera más común para el fondo y los aros de la mayoría de las guitarras flamencas tradicionales. Este tipo de guitarra se denomina "blanca" en el argot flamenco. El ciprés crea un sonido brillante y realza el volumen de la guitarra, lo cual es idóneo para acompañar al cante y el baile. Además, es mucho más económico que el palo santo (habitual en las guitarras clásicas).

[86] Lo más normal que la altura de una guitarra flamenca oscile entre los 2,5 y los 3,2 mm de altura en el traste 12 y entre los 7 y 10 mm en el puente.

Una guitarra clásica, por el contrario, está construida con maderas mucho más pesadas y gruesas. El cedro es la madera principal utilizada para la tapa.

Para el fondo y los lados, el palo santo, el arce y la caoba son las maderas más utilizadas en la guitarra clásica. A diferencia del brillo y la ligereza del ciprés, los componentes más gruesos hechos de estas maderas más densas producen un sonido profundo, fuerte y resonante que realzan el *sustain* de la guitarra. También hay un tipo de guitarra flamenca que utiliza el palosanto para el fondo y los aros. Estas guitarras se llaman "negras" y tienen un sonido más profundo que las blancas. Las blancas son más adecuadas para el acompañamiento al cante y al baile, y las negras se utilizan principalmente en concierto en un formato solista.

La característica física más significativa de una guitarra flamenca es el golpeador, que casi invariablemente está presente en forma de una lámina de plástico transparente o blanca fijada a la tapa armónica. Los golpeadores están hechos de hueso fino o material sintético y protegen la superficie de la tapa de los golpes percusivos del guitarrista flamenco (ejecutados con yema y uña de los dedos medio o anular de la mano derecha).

Los guitarristas flamencos generalmente usan una cejilla en su interpretación, la cual cumple dos funciones principalmente. Primero, hace que la guitarra suene más nítida y más percusiva. Esto se debe a que el uso de la misma acorta las longitudes de las cuerdas y, por lo tanto, la cuerda vibra en un porcentaje menor. La cejilla aplica presión a las cuerdas. Esta presión más alta y una longitud de cuerda más corta reducen la acción, lo que hace que la respuesta sea más rápida.

El segundo uso de la cejilla es el de permitir al guitarrista adaptarse a la tesitura vocal del cantaor. Los guitarristas flamencos utilizan la cejilla como herramienta de trasposición porque permite retener la sonoridad de las tonalidades tradicionales (por arriba y por medio) sin tener que cambiar las posiciones tradicionales de acordes (posturas) y escalas. Antes de que los guitarristas flamencos comenzaran a usar cejillas, los cantaores tenían que adaptar sus voces a las tonalidades limitadas de los guitarristas flamencos.

En cuanto a las técnicas, principalmente de mano derecha[87], que le son propias a la guitarra flamenca destacamos la alzapúa, el golpe, el rajeo, el picado y pulgar apoyando y el trémolo con la digitación i/a/m/i

[87] La mano derecha es la mano encargada del ritmo y de la pulsación, es la que en última instancia genera el sonido característico tanto flamenco como clásico.

(la guitarra clásica emplea un trémolo de tres dedos a/m/i). Las técnicas de rajeo, golpe y alzapúa son las que confieren a la guitarra flamenca esa tímbrica y carácter rítmico y percusivo que la diferencian de la guitarra clásica. Estas técnicas permiten a los guitarristas flamencos mantener un ritmo fluido y presente, carente del ritmo rubato presente en la guitarra clásica. La técnica presente en ambas guitarras es el arpegio, pero la flamenca tiene por ejemplo la técnica de arrastre, no presente en el clásico. Además, a diferencia del tirando clásico, donde las cuerdas se tiran paralelas a la caja de resonancia, en el apoyando flamenco, las cuerdas se golpean hacia la caja de resonancia de tal manera que el dedo que golpea queda sostenido en la siguiente cuerda, que sirve como apoyo.

Otra característica interesante son las clavijas de afinación de madera utilizadas en las guitarras flamencas antiguas, a diferencia de las clavijas de afinación mecánicas utilizadas en las guitarras clásicas. Sin embargo, la mayoría de las guitarras flamencas modernas también tienen clavijas de afinación mecánicas.

El repertorio de la guitarra flamenca y clásica se va diferenciando progresivamente a partir del siglo XX. Durante los siglos XVIII y XIX asistimos a la figura de los compositores clásico-flamencos y guitarristas híbridos cuyas composiciones aúnan características de ambos géneros. Entre las composiciones que destacan en este periodo nombraremos la malagueña-rondeña de El Murciano (Granada, 1795 – Granada, 1848), el Fandango Nacional de Trinidad Huertas (Orihuela, 1800 – Paris, 1875) y la rondeña (1860) y la solea (1867) de Julián Arcas[8889].

Otro fenómeno importante de hibridación entre ambas músicas aparece con el Nacionalismo Español en los siglos XIX y XX. En el caso de los compositores decimonónicos, ninguno fue guitarrista, pero casi con toda probabilidad pensó en la música tocada por este instrumento a la hora de inspirarse para escribir notas que evocaran el nuevo género andaluz, calificado como "flamenco" desde 1847 (Núñez, 2012), nombre que acabará por imponerse para describir esta nueva música.

El caso más claro de influencia de la música flamenca hacia la clásica durante el siglo XIX se da en la figura del pianista Isaac Albéniz (1860 – 1909), y en concreto en su obra *Asturias* (1892), ampliamente versionada por guitarristas flamencos. A finales del XIX y principios del XX aparecen compositores como Joaquín Turina (1882 – 1949) con obras originales para guitarra, y Manuel de Falla (1876 – 1946) con obras orquestales cuyas transcripciones son clásicos en la discografía de la guitarra tanto clásica como flamenca.

[88] PEDROSA PARRA, Ginés, *La Influencia de la Guitarra Flamenca en la Clásica*, Sinfonía Virtual, 2015.
[89] A este grupo de guitarristas caben destacar otros guitarristas coetáneos que no se dedicaron en gran medida al concertismo, como Paco el Barbero o el maestro Patiño.

Ya en el siglo XX destacan los compositores Joaquín Rodrigo (1901 – 1999) y Federico Moreno Torroba (1891 – 1982) en cuyas obras se escuchan giros melódicos y armónicos comunes en el flamenco, como la cadencia andaluza.

A partir de la primera mitad del siglo XX guitarristas como Ramón Montoya estandarizan la forma y estructura de los palos flamencos y es a partir de entonces cuando el repertorio de ambos géneros se diferencia por completo[90]. Por otro lado, la figura del intérprete aparece en la guitarra clásica en el siglo XIX, mientras que en la guitarra flamenca existe de forma residual[91].

Finalmente, en cuanto al sonido, la interpretación de la guitarra clásica generalmente se basa en lograr un tono limpio, profundo, matizado, reverberante y suave. Por otro lado, la interpretación de la guitarra flamenca se caracteriza por producir un sonido más brillante, seco, contundente y más percusivo. Evans y Evans comparan el sonido de las guitarras clásica y flamenca con las siguientes palabras: "…*sonido más brillante que el de la clásica, que tiene frecuencias agudas enfatizadas y sostiene menos las notas. Mientras que el sonido de la guitarra clásica es redondo y dulce el de la flamenca es áspero y percusivo."* A esto hay que añadirle el característico chasqueo flamenco. La guitarra flamenca tiene un sonido menos claro y nítido que el de la guitarra clásica, debido a que sus cuerdas están más pegadas al diapasón de la guitarra y esto produce, que las cuerdas 5 y 6, en ocasiones produzcan un cerdeo, que también dependerá mucho de la fuerza de ejecución del guitarrista.

En cuanto a las diferencias en métodos de transmisión, la guitarra clásica se transmite a través de audiciones, ediciones impresas de transcripciones guitarrísticas; mientras que en el flamenco solo se hacía en las audiciones de conciertos, encuentros personales, como consecuencia de la trasmisión oral del toque flamenco. A estas diferencias habrá que añadirle las diferencias de postura y ejecución explicadas a continuación.

[90] Además del repertorio, el flamenco comienza a frecuentarse en lugares como los cafés cantantes, tablaos, peñas o colmaos. Este aspecto sociológico también lo diferencia de la guitarra clásica, la cual aparece en teatros, salas y lugares con un tinte "culto".

[91] Los guitarristas flamencos no tocan música de otros, sino que se centran componer y tocar su propia música (en este caso falsetas y toques).

3.4 – Postura y técnicas interpretativas de la guitarra flamenca

Los guitarristas flamencos de finales del siglo XIX y principios del XX colocaban la guitarra sobre su pierna derecha, sosteniéndola con su mano izquierda y con ambos pies en el suelo. Esta posición disminuye la movilidad de la mano izquierda, que ya cumple la función de sostener la guitarra. Los flamencos modernos (comenzando por Paco de Lucía) tienden a cruzar las piernas y sostener la guitarra sobre la pierna derecha, para ganar agilidad y capacidad de movimiento en la mano izquierda. Sostener la guitarra con la pierna derecha libera la mano izquierda para moverse por el diapasón y alcanzar todas las posiciones.

La guitarra flamenca se toca colocando la mano derecha entre la boca y el puente de la guitarra, con el fin de producir un sonido brillante y percusivo[92]. Los nudillos de la mano derecha se posicionan paralelos a las cuerdas, con el pulgar a la izquierda de los dedos (generalmente apoyado en la sexta cuerda). La mano izquierda emplea el pulgar como punto de apoyo en la parte trasera del mástil. Salvo el pulgar, los dedos restantes deben formar un arco sobre el diapasón, con objeto de no entorpecer la vibración de las cuerdas, y deben pisar éstas con la fuerza suficiente para que el sonido sea limpio, sin abusar en la presión, lo que ensuciaría el sonido (Rioja 2017, 65). Las yemas de los dedos se posicionan perpendiculares a las cuerdas, cerca de los trastes. El pulgar y la mano permanecen rectos, con un poco de espacio entre la palma y el mástil de la guitarra. Los guitarristas flamencos atacan las cuerdas con la yema y uña de los dedos de la mano derecha. Dos de las distintas formas en las que puede esgrimirse el ataque de las cuerdas, son *tirando* de ellas con los dedos y dejándolos libres o *al aire* para efectuar el siguiente ataque (más usada por guitarristas clásicos), o bien *apoyando* cada dedo en la cuerda inmediata superior, trás cada pulsación (Rioja 2017, 72-73).

El primer método de guitarra flamenca en la historia de la música andaluza es el de Rafael Marín publicado en 1902, cuyo título es *Método de Guitarra por Música y Cifra. Aires Andaluces*. En este método Marín habla de la ausencia de una "escuela de manos en el género andaluz". Comenta que cada guitarrista coloca las manos como ha podido o ha sabido y que es necesario tener una adecuada colocación de las manos y conocer los mecanismos de la guitarra. Se sabe por este método que la técnica de la época era muy básica

[92] Este sonido es posible debido a la tensión adicional de las cuerdas, más cercanas al puente (Santos 2021, 69).

y se limitaba a escalas con el pulgar, rasgueos en la mano derecha, pocos acordes en la mano izquierda y en muy pocas ocasiones la utilización de un trémolo de dos dedos y escasas fórmulas de arpegio[93].

Esto se debe en gran medida a que la guitarra flamenca estaba subordinada al cante, al baile y arrastraba una gran pobreza musical. De hecho, los primeros guitarristas eran cantaores que se acompañaban a sí mismos[94], debido a que en la época prácticamente no existían guitarristas flamencos independientes o solistas. El guitarrista más antiguo que se conoce es Francisco Rodríguez Murciano (Granada, 1795-1848). Ya a finales del siglo XIX los guitarristas flamencos se empiezan a preocupar por dirigirse a la guitarra flamenca solista, desarrollando así recursos técnicos y enriqueciendo musicalmente sus falsetas. A continuación, veremos las diferentes técnicas empleadas en la guitarra flamenca.

3.4.1 - Golpe

El golpe es uno de los elementos percusivos más característicos de la guitarra flamenca, y consiste en, como su nombre indica, golpear la tapa armónica con la uña o yema de los dedos de la mano derecha (con el dedo medio, anular y/o con los dos dedos a la vez). En el flamenco el golpe se ejecuta entre acorde y acorde, entre nota y nota o simultáneamente a la realización de los mismos. Asimismo, el golpe se emplea en el uso de la alzapúa o de distintos rasgueados de mano derecha.

La principal función del golpe es la de resaltar los acentos dentro de un pasaje musical determinado. También es de uso común para resaltar las partes fuertes dentro de un esquema rítmico o compás flamenco que así lo requiera. La guitarra flamenca moderna hace un uso algo distinto del golpe que aquella empleada en la escuela clásica o tradicional. Mientras la primera se limita a acentuar las partes fuertes del compás, ésta última realiza numerosos contratiempos y desplazamientos rítmicos con objeto de crear nuevos sentidos rítmicos y poli-ritmias dentro del compás. La notación de la técnica del golpe se suele realizar o bien con una x o con un cuadrado en la parte superior de aquel acorde o tiempo que se quiera acentuar.

Además del golpe percusivo en la tapa, también podemos encontrar otros tipos de golpes en el cuerpo de la guitarra generalmente en los aros o en la misma tapa con los nudillos para emular dentro de la misma

[93] RODRIGUEZ CASTILLO, Ramonet, *Técnicas de Ejecución de la Guitarra Flamenca: Historia, Desarrollo, Aporte y Mecanismos*, Universidad de Costa Rica, 2015
[94] Ejemplo de cantaores que se acompañaban a sí mismos son El Planeta, El Tío Abejorro y Juan Breva.

guitarra un instrumento de percusión como es el cajón. Es una técnica análoga al golpe o tambora de la guitarra clásica, aunque no es muy habitual.

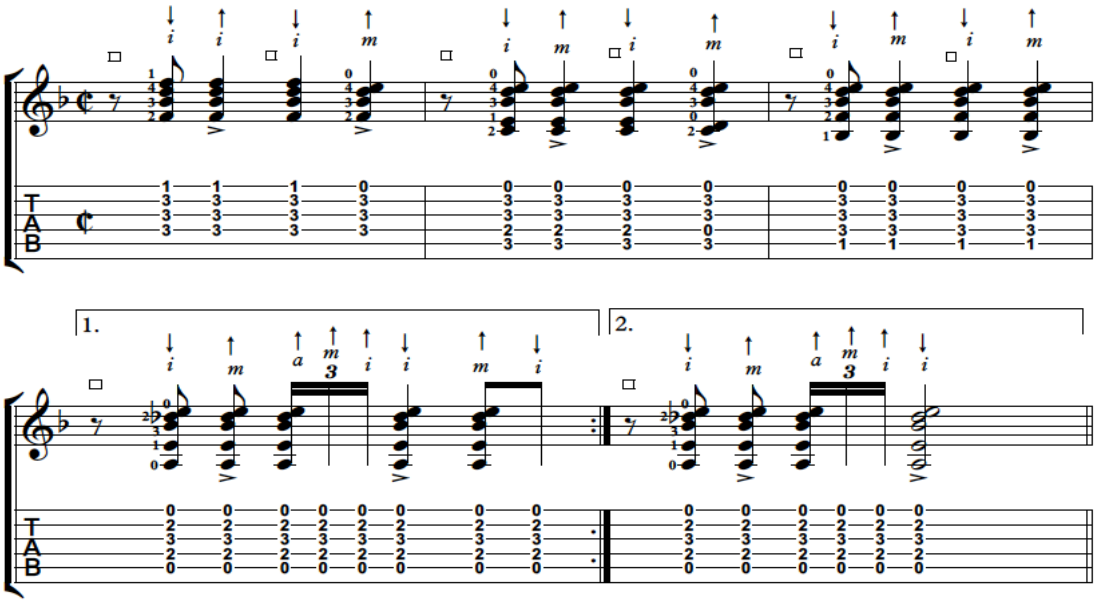


Ilustración 35. Golpe en la tapa por tangos

3.4.2 - Arpegio

La técnica de arpegio consiste en tocar las notas de un acorde en sucesión, una tras otra. Para ello se emplean los dedos de la mano derecha[95] sobre las diferentes cuerdas de la guitarra, existiendo numerosas posibilidades de combinación. Esta técnica consiste en tocar un bordón con el pulgar y sucesivamente la prima, segunda y tercera con el anular, corazón e índice[96]. El peso de la melodía lo lleva el pulgar, funcionando las triples como armonizaciones, aunque este esquema puede alterarse con total libertad (Rioja 2017, 77).

[95] La digitación de los dedos de la mano derecha se indica como sigue: p, pulgar, i, índice, m, medio, a, anular, e, meñique.
[96] Vid.: *La guitarra flamenca de Paco Serrano, op. cit.,* (pp. 29-34) y La *guitarra flamenca de Merengue de Córdoba, op. cit.,* _ejercicios 11,12 y 13 (p. 24).



Ilustración 36. Técnica de arpegio

El arpegio es una técnica fundamental en la guitarra flamenca, que también ocurre comúnmente en la guitarra clásica. Sin embargo, en el flamenco el arpegio emplea fórmulas no existentes dentro de la clásica como son los arpegios apoyando, tirando, los arrastres o los arpegios que combinan rápidas sucesiones de ligados de mano izquierda.

De ellos se vislumbra un enfoque y carácter eminentemente rítmico que hacen del arpegio una técnica esencial en la guitarra flamenca. Las digitaciones de mano derecha que se suelen emplear en el arpegio de la guitarra flamenca son las siguientes:

- **Arpegio pa´rriba**: Este arpegio consiste en realizar la digitación p / i / m / a comenzando el pulgar en uno de los tres bordones[97] y atacando de forma ascendente desde la tercera cuerda a la primera con los dedos índice, medio y anular.
- **Arpegio pa´bajo**: Este arpegio consiste en realizar la digitación p / a / m / i comenzando el pulgar en uno de los tres bordones y atacando de forma descendente desde la primera cuerda a la tercera con los dedos anular, medio e índice.
- **Arpegio doble**: Este arpegio consiste en realizar la digitación p / i / m / a / m / i comenzando el pulgar en uno de los tres bordones y atacando de forma ascendente y descendente desde la tercera cuerda a la primera con los dedos índice, medio y anular y posteriormente de forma descendente desde la primera cuerda a la tercera con los dedos anular, medio e índice.
- **Arpegio medio**: Este arpegio consiste en realizar la digitación p / m / i / a comenzando el pulgar en uno de los tres bordones y atacando primero la segunda cuerda con el dedo medio y posteriormente la primera y tercera cuerda con los dedos índice y anular respectivamente.
- **Arpegio medio doble**: Este arpegio consiste en realizar la digitación p / m / i / a / m / i comenzando el pulgar en uno de los tres bordones y combinando el arpegio medio y arpegio pa´bajo.
- **Horquilla**: Rafael Marín describía tres clases de horquilla: La primera, con el índice y el anular de la mano derecha, mientras el pulgar da su nota correspondiente en uno de los bordones. La

[97] En el flamenco se emplea el término “bordones” para denominar a las cuerdas sexta, quinta y cuarta. A las tres primeras cuerdas se les denomina “primas”.

segunda, con los dedos medio y anular juntos y el índice separado pulsando otra cuerda, lo mismo que el pulgar. La tercera, con los dedos índice y medio juntos y el anular separado, haciendo la advertencia que se llama horquilla por la forma que ponen los dedos al pulsar cuerdas que están separadas unas de otras; es decir, que siempre ha de existir intermedio de una a dos cuerdas que no se pulsan (Marín 1902, 22). La más común hoy es la primera, aunque en ocasiones se acuda a las otras dos[98].

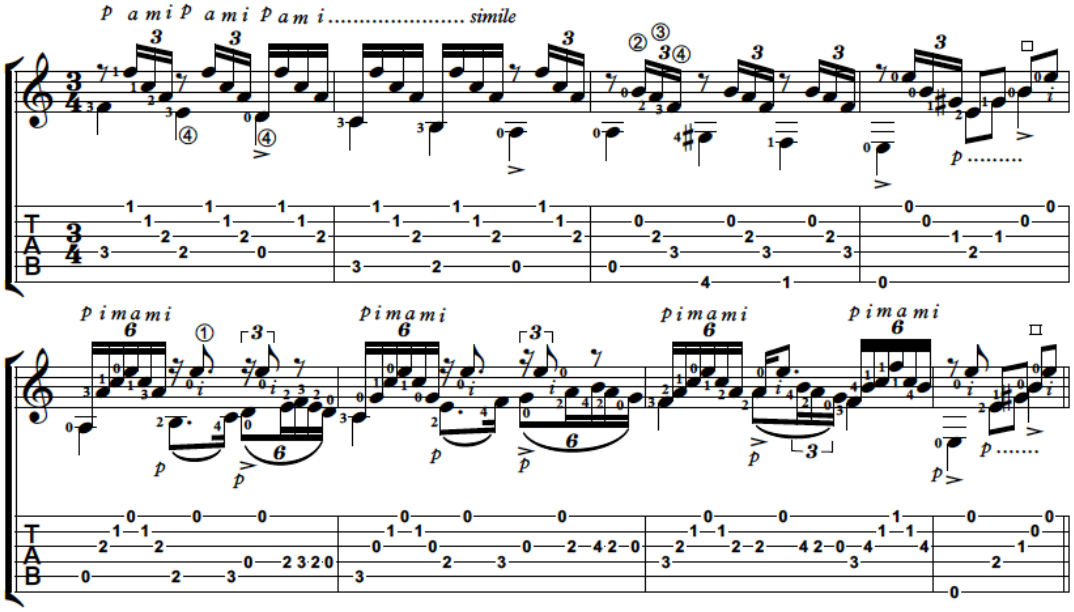


Ilustración 37. Arpegio por alegrías

3.4.3 - Pulgar

La técnica pulgar se usa para tocar cuerdas en secuencia, logrando una serie de notas ejecutadas individualmente que se pueden entrelazar con cualquier número de ligados. La ejecución de esta técnica se realiza, al igual que el picado, con una combinación de uña y yema. El movimiento proviene de la muñeca y, cuando se desarrolla adecuadamente, puede producir diversos efectos a nivel rítmico y melódico.

[98] Vid.: *La guitarra flamenca de Merengue de Córdoba, op. cit.,* ejercicio nº 109 (pp. 159-160).



Para ejecutar correctamente la técnica del pulgar, es necesario mantener el pulgar recto pero relajado y realizar un ataque de las cuerdas girando ligeramente la muñeca. Una vez tocada la nota en cuestión, es conveniente apoyar el pulgar en la siguiente cuerda (apoyando). Como estudio funcional de la técnica en sí, se debe apuntar el pulgar hacia arriba, en línea recta (como el signo de "ok") y luego girar la muñeca para que apunte hacia abajo.

Ilustración 38. Técnica de pulgar

Los dedos restantes deben mantenerse relajados. El movimiento debe ser relajado, y la cuerda debe ser atacada mitad y mitad con la uña y la yema del pulgar. De esta forma se consigue incorporar el elemento percusivo y más brillante de la uña y la suavidad de la yema. Esto genera ese sonido flamenco nítido y percusivo.

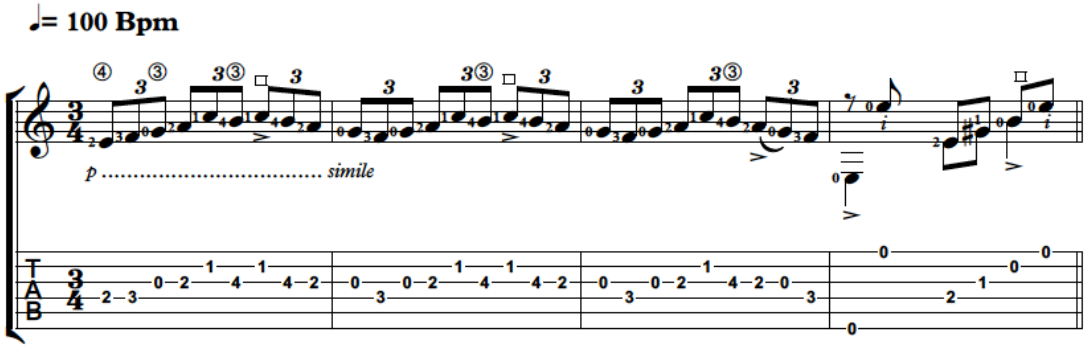


Ilustración 39. Pulgar por solea

3.4.4 - Picado

La técnica de picado, también conocida como punteado, se basa en la alternancia de los dedos índice y medio para realizar especialmente escalas o ejecutar melodías. Aunque también presente en la guitarra clásica, el picado flamenco ostenta unos matices y expresividad propias debido a la fuerza y rapidez con la que se ejecuta.



El guitarrista flamenco ataca las cuerdas muy cerca del puente con una combinación de la uña y yema, mitad y mitad, como en la técnica de pulgar. Asimismo, mantiene los dedos rectos y emprende el movimiento desde el nudillo, que es de donde proviene la fuerza de este ataque.

Ilustración 40. Técnica de picado

Se busca que el ataque vaya dirigido de manera perpendicular a la tapa de la guitarra y que el movimiento para el nuevo ataque sea lo más pequeño posible, como si se tratara de un pequeño rebote natural. Después de tocar una cuerda, es conveniente apoyar el dedo sobre la cuerda adyacente (apoyando, como con el pulgar). Los métodos alternativos de picado incluyen el uso del dedo índice y anular, o incluso el dedo medio y anular. Tan pronto como un dedo toca una nota, el dedo anterior reemplaza al otro dedo. En la guitarra flamenca no se permite, a priori, tocar dos veces sobre una cuerda con un mismo dedo (lo que popularmente se denomina “repetir dedo”). Se prioriza, por tanto, la alternancia de estos.

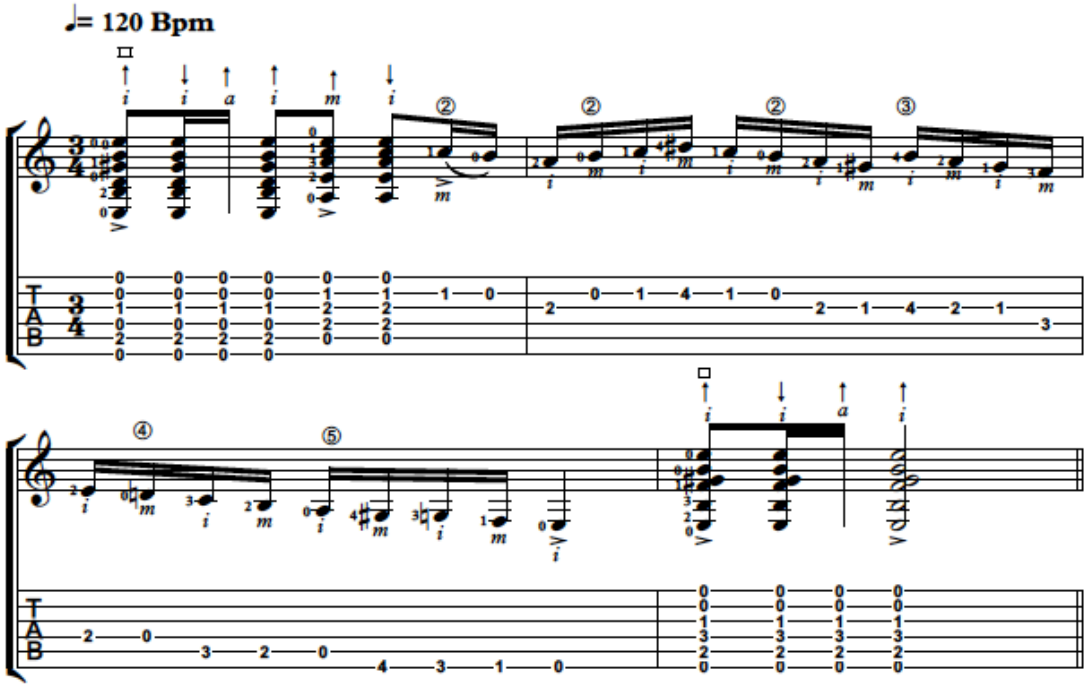


Ilustración 41. Picado por bulerías

3.4.5 - Alzapúa

La técnica de la alzapúa es una técnica característica de la guitarra flamenca, y raramente se encuentra en ninguna otra música concebida para guitarra. El término alzapúa proviene del verbo español "alzar", que significa "levantar" y el término "púa", de frecuente uso en la guitarra eléctrica.



Ilustración 42. Técnica de alzapúa

En esta técnica, el pulgar actúa como una púa. Esta técnica emplea movimientos ascendentes y descendentes con el pulgar, generalmente en tresillos o semicorcheas. Estos son los tres movimientos principales involucrados:

1. En el primer golpe, el pulgar toca la nota de bajo (normalmente colocada en la cuarta, quinta o sexta cuerda de la guitarra), usando un golpe hacia abajo y descansando sobre la siguiente cuerda (apoyando).

2. El segundo es un movimiento hacia abajo en el que el pulgar toca dos o tres cuerdas. Por lo general, este segundo movimiento se realiza con un golpe en la tapa de la guitarra con el dedo medio.

3. En el tercer movimiento, el pulgar sube, tocando las mismas cuerdas que en el segundo movimiento. Estos movimientos se articulan únicamente con la uña.

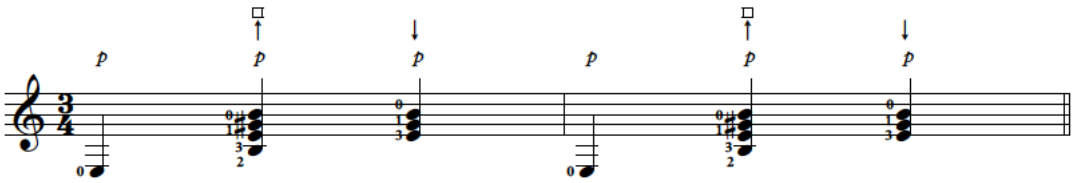


Ilustración 43. Mecanismo de la alzapúa

La colocación de la mano reside cerca del puente de la guitarra, un poco más lejos de la mitad entre la boca de la guitarra y el puente.

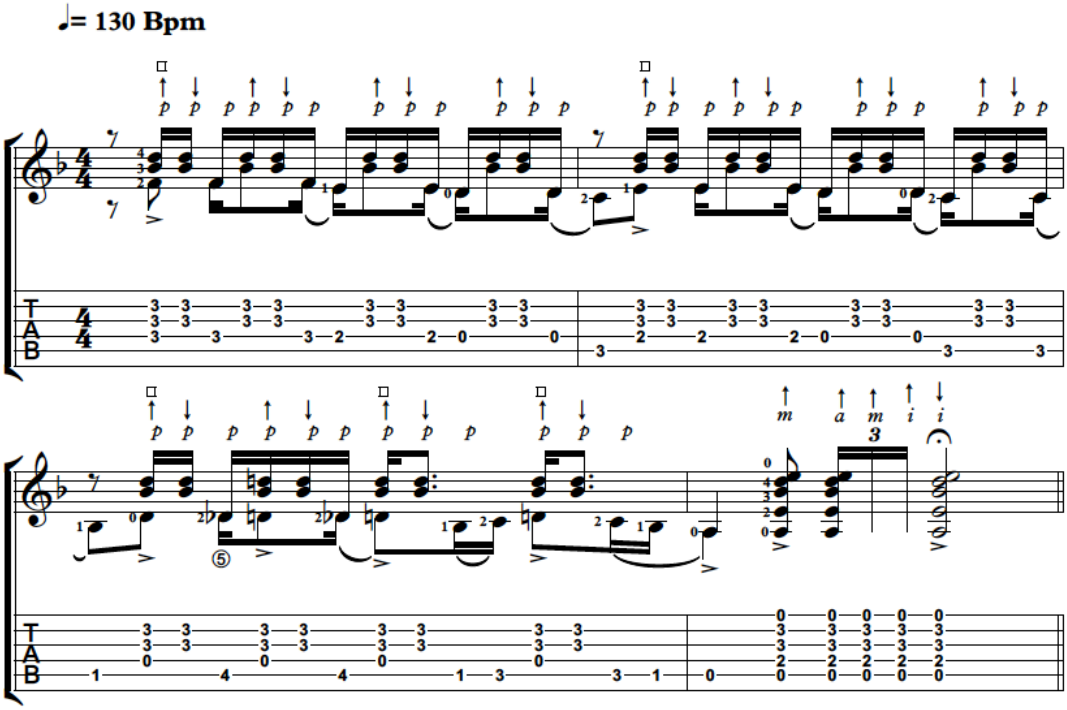


Ilustración 44. Alzapúa por tangos

3.4.6 - Pulgar/Índice

En combinación con el pulgar, la técnica pulgar-índice se refiere a tocar secuencialmente con el pulgar los bajos o *bordones* y con el índice las cuerdas agudas o *primas*.



Ilustración 45. Técnica de pulgar / índice

La primera nota se toca con el pulgar y el dedo índice completa la figura. Se pueden tocar las dos notas de forma simultánea o secuencial. Esta técnica es muy utilizada en todos los palos flamencos y, junto con el rajeo (o rasgueado), es una de las técnicas más características de la música flamenca.
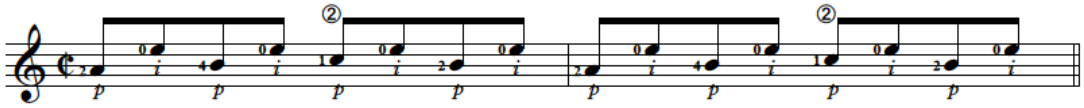


Ilustración 46. Mecanismo del pulgar / índice

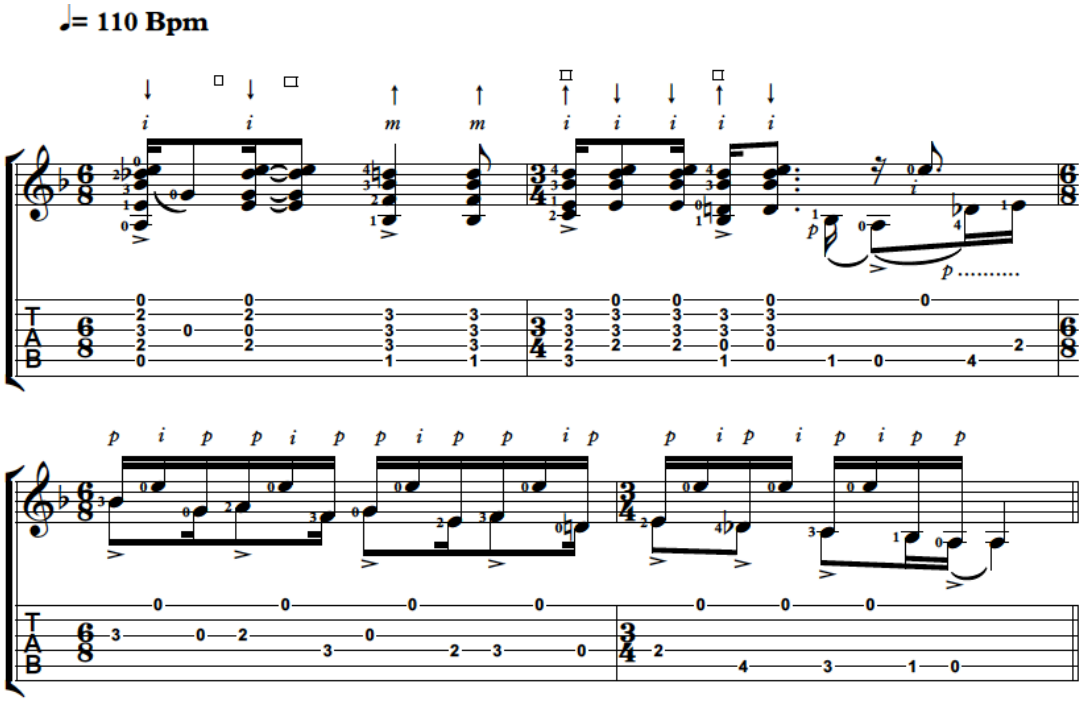


Ilustración 47. Pulgar / índice por bulerías

3.4.7 - Ligado

Ligado (ligado) es una técnica de la mano izquierda que consiste en martillar un dedo hacia abajo o tirarlo de una cuerda, lo que hace que suene una segunda nota después de que se golpee inicialmente. El ligado se indica mediante una ligadura por encima o por debajo de las notas que se van a ejecutar.

Los flamencos utilizan esta técnica para crear ejecuciones de notas en rápida sucesión, empleando tanto el pulgar como el picado en la mano derecha.

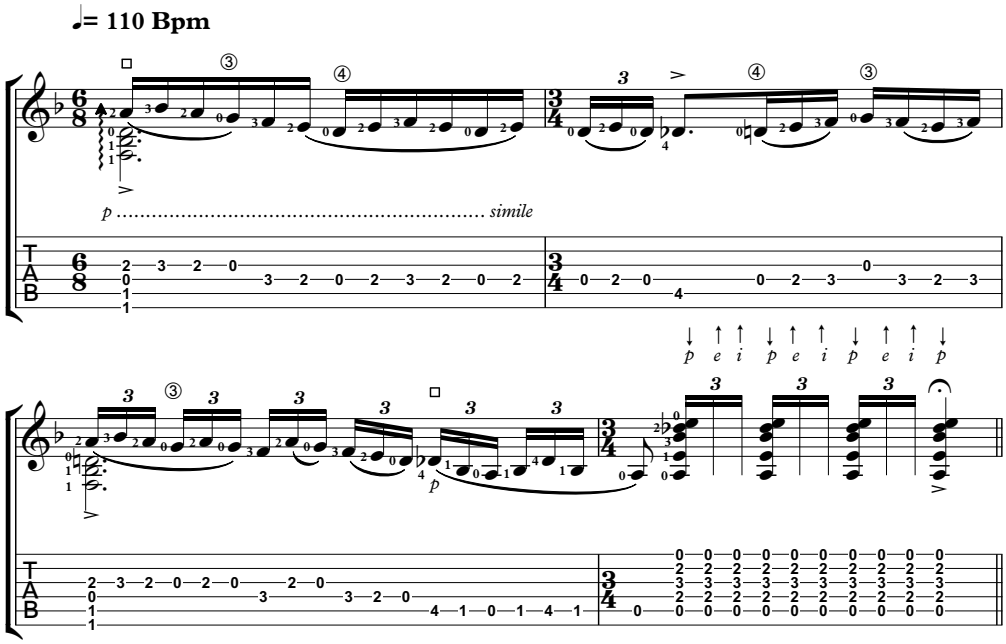


Ilustración 48. Ligado por bulerías

3.4.8 - Rajeo

La técnica del rajeo (o rasgueado) es un elemento de percusión que utilizan mucho los guitarristas flamencos. Consiste en mover los dedos a través de las cuerdas, hacia arriba o hacia abajo, ya sea individualmente o en rápida sucesión. Las figuras más empleadas en relación a esta técnica con las negras, corcheas, tresillos o semicorcheas.



Ilustración 49. Técnica de rajeo

Los rajeos son cruciales a la hora de tocar para bailar, porque nos ayudan a imitar las figuraciones rítmicas que los bailaores realizan con los pies. Es importante mantener siempre el tempo dentro del compás que se está trabajando.

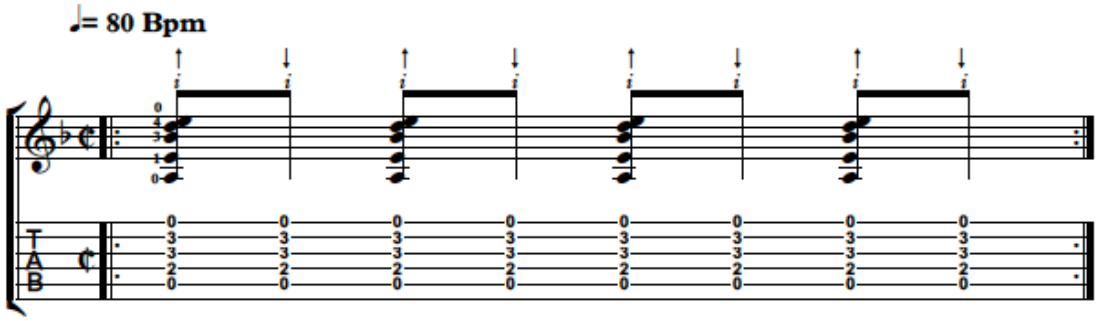


Ilustración 50. Mecanismo de rajeo 1

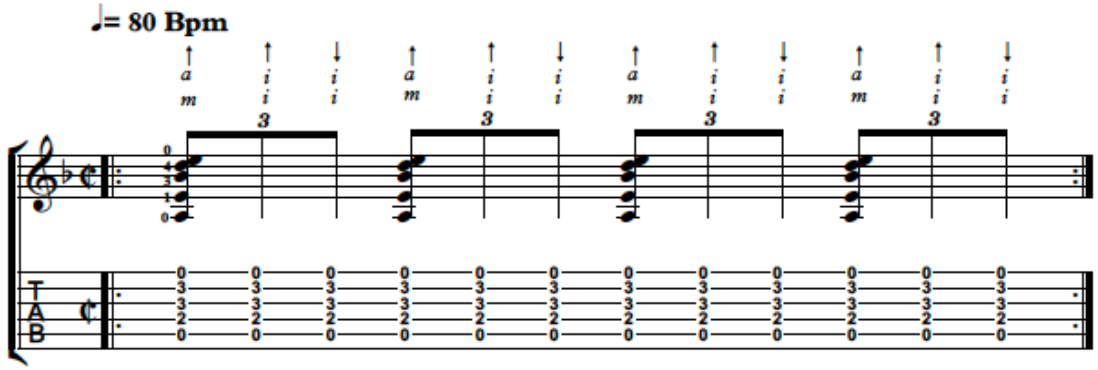


Ilustración 51. Mecanismo de rajeo 2

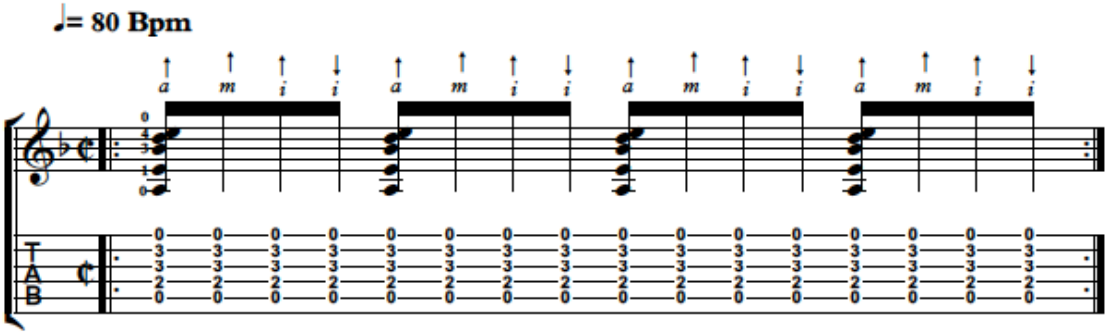


Ilustración 52. Mecanismo de rajeo 3

3.4.8.1 – Rajeo de Abanico

El rajeo de abanico es un tipo de rajeo que emplea el tresillo como su patrón rítmico fundamental. El patrón involucra movimientos ascendentes y descendentes, haciendo uso de las siguientes variaciones:



1. *p / m / p* (uña del pulgar hacia arriba, uña del medio hacia abajo, uña del dedo pulgar hacia abajo)
2. *p / a / i* (uña del pulgar hacia arriba, uña del anular hacia abajo, uña índice hacia abajo)
3. *p / e / i* (uña del pulgar hacia arriba, uña del meñique hacia abajo, uña del dedo índice hacia abajo)

Ilustración 53. Técnica de rajeo de abanico

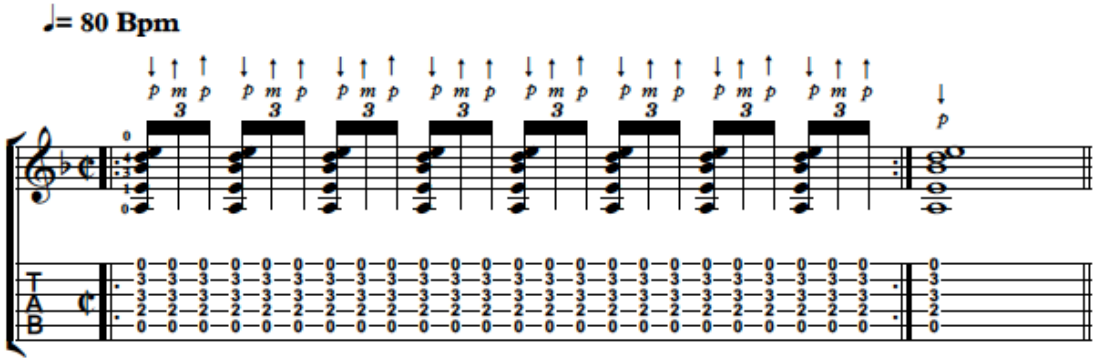


Ilustración 54. Mecanismo de rajeo de abanico

Tanto el rasgueado normal como el rasgueado de abanico se pueden realizar con las cuerdas abiertas o con las cuerdas tapadas. Estos sirven tanto como acompañamiento al baile y al cante o como de soporte rítmico para las piezas solistas.

3.4.9 - Trémolo

El trémolo flamenco es una sucesión rápida de cinco notas, interpretadas de la siguiente manera:

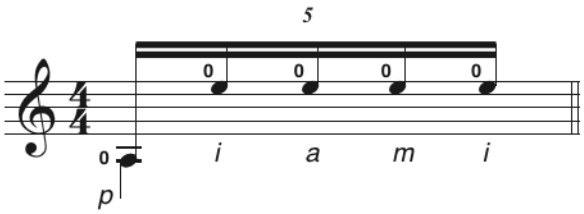


Ilustración 55. Mecanismo de trémolo



El trémolo flamenco tradicional se toca como un cinquillo. La secuencia es p-i-a-m-i, y el pulgar se coloca nuevamente en la cuerda adyacente (apoyando) después de hacer sonar el bajo. Tiene una nota más que el trémolo utilizado en la técnica de guitarra clásica, que utiliza una nota de bajo por cada tres notas superiores.

Ilustración 56. Técnica de trémolo

En el trémolo flamenco, para cada nota de bajo, tocamos cuatro notas en la voz superior, que se pueden interpretar en la primera, segunda o tercera cuerda. Los movimientos de los dedos provienen de los nudillos de la mano y no de los nudillos medios de los dedos.

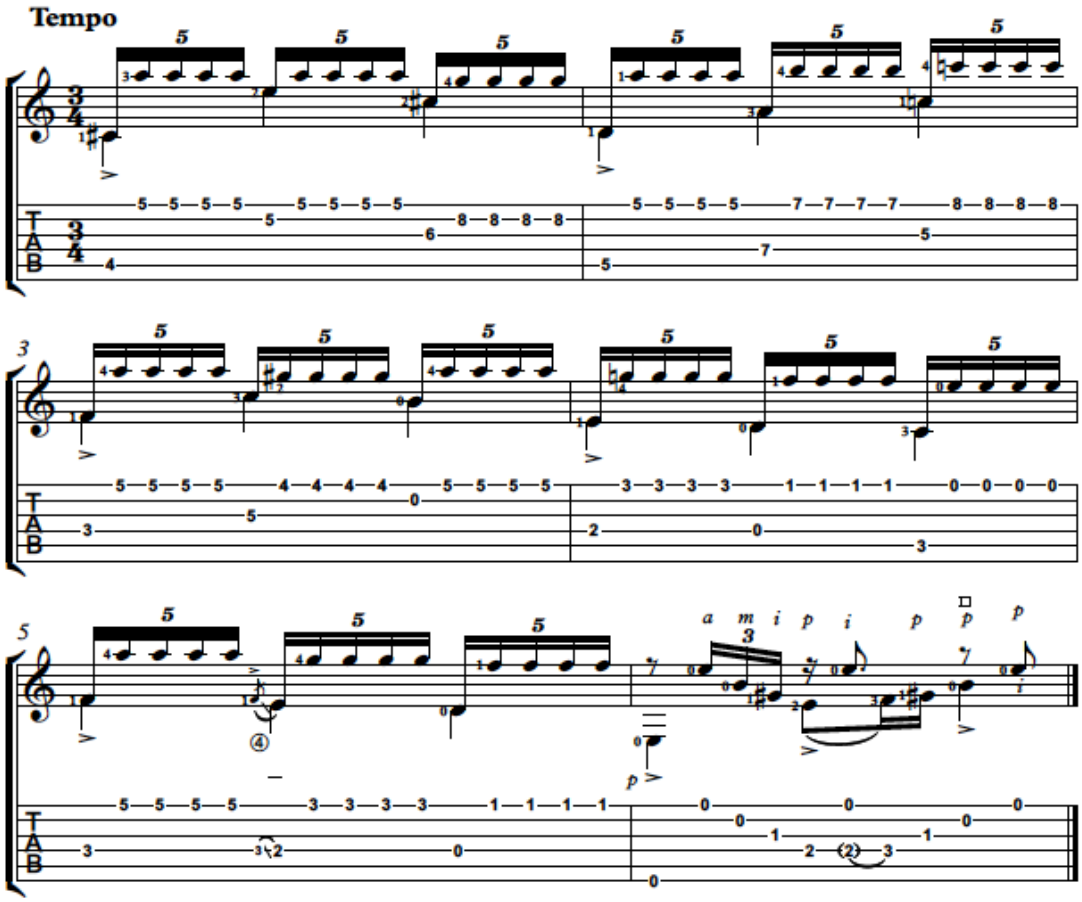


Ilustración 57. Trémolo por solea

3.5 – Áreas de estudio de la guitarra flamenca

Para convertirse en un guitarrista flamenco profesional (*tocaor*), se deben dominar las siguientes tres disciplinas: toque solista, acompañamiento al cante y acompañamiento de baile. En la presente sección veremos con detenimiento las características de cada una de ellas y los aspectos tanto teóricos como prácticos que debe trabajar el guitarrista en cada área.

3.5.1 – Toque solista

Toque es el término genérico utilizado en el argot flamenco para referirse al arte de tocar la guitarra flamenca. *Tocaor*, por ende, es el término que identifica al guitarrista flamenco. El término toque también se emplea cuando un palo flamenco (forma o estilo) se interpreta en solitario por un guitarrista. Este detalle resulta de gran importancia dado que un mismo palo (por ejemplo, la solea) cambia por completo si se interpreta como solista, acompañando a un cantaor o acompañando a un bailaor.

Los elementos principales de un toque son el ritmo, la armonía, la melodía y la composición o la forma (estructura y elementos internos que conforman un palo flamenco). El ritmo es el elemento más importante de un toque, y se basa en lo que los músicos flamencos llaman compás (que hace referencia a los diferentes ciclos rítmicos que se utilizan en la música flamenca). Cada toque tiene asociado un compás / ciclo rítmico específico, y existe una fuerte relación / identificación entre ellos.

La armonía de un toque se desarrolla en un entorno tonal y/o modal, basado principalmente en la armonización de la cadencia andaluza. Además, los palos flamencos que se ejecutan en tonalidades mayores[99] y menores[100] utilizan las cadencias perfectas e imperfectas tomadas de la música clásica occidental y en ocasiones de la música latinoamericana[101]. Las melodías de los toques flamencos intentan emular las melodías de la voz (cante), que tienen origen popular y se han transmitido oralmente entre los artistas y la comunidad flamenca. Se intenta con ello que la guitarra "cante" (expresión comúnmente empleada por los flamencos para definir una guitarra con un fuerte componente melódico). Las técnicas que

[99] De entre los modos mayores que conforman el diatonismo, el flamenco únicamente emplea el modo Jónico como Grado I. Los modos Lidio y Mixolidio actúan como modos auxiliares,

[100] De entre los modos menores que conforman el diatonismo, el flamenco únicamente emplea el modo Eólico y el modo Frigio (asociado a los palos puramente flamencos como la solea, los tientos y la seguiriya) como Grado I. El modo Dórico actúa como modo auxiliar.

[101] Al grupo de palos con influencia latino americana se les denomina cantes o toques de ida y vuelta, entre los cuales encontramos la guajira, la milonga o la colombiana.

utilizan los guitarristas flamencos para interpretar melodías son el picado (apoyando, para escalas); el pulgar, pulgar / índice o pulgar / dedo medio; trémolos de cuatro notas; y abundantes ligados de la mano inquieta.

Los guitarristas flamencos tienen un enfoque único en cuanto a la composición y la forma. En lugar de componer obras completas a partir de células motívicas o frases, como ocurre en la música clásica, interpretan una colección de lo que se conoce como *falsetas*, que constituyen el elemento compositivo principal de la guitarra flamenca. Una falseta es una variación corta o micro composición (de entre 30 a 60 segundos de duración aproximadamente) basada en un tema que originalmente tocaban los guitarristas flamencos entre versos cantados y secciones de baile, mientras que el cantaor respiraba o el bailaor realizaba marcajes lentos (movimientos de brazos y cuerpo) o zapateados más percusivos que reforzaban el ritmo de la falseta, en particular el final (cierre o remate). El tema se basa principalmente en la melodía del cante, y generalmente se introduce al comienzo de la falseta (uno o dos compases de duración).

Tras la presentación del tema, los guitarristas tocan un desarrollo corto o una variación de la melodía, seguido de un final poderoso (cierre), similar a cómo los músicos de jazz construyen sus solos. La armonía de una falseta se basa en los mismos principios armónicos del toque mencionados anteriormente. Tal y como ocurre en los toques, el compás es el elemento más importante de la falseta. Debido a la ausencia de una tradición pedagógica clara y escrita en la música flamenca, cada guitarrista flamenco ha desarrollado una forma única de componer sus propias falsetas y toques. La forma de aprenderlos y enseñarlos es mediante el contacto directo con otros guitarristas o maestros, y escuchando las distintas grabaciones disponibles. Uno escucha la falseta del otro, la aprende y potencialmente hace su propia versión de ella. Para convertirse en un solista solvente y exitoso, el guitarrista debe tener muchas falsetas propias en cada palo. Recordemos en este punto que la figura del intérprete es residual en la guitarra flamenca, por lo que los guitarristas flamencos están de alguna manera obligados a componer sus propias falsetas con objeto de crear su propia personalidad en el toque.

Como comentario final, diremos que antes de convertirse en solista, es muy importante aprender a acompañar bien para el cante y el baile. Esto es crucial para mejorar el compás / ritmo, el conocimiento de los cantes, así como de las estructuras básicas que rigen los distintos bailes flamencos (este es un proceso similar al que ocurre en el jazz, donde primero debes aprender los estándares para aprender el lenguaje correctamente).

Un toque solista, o pieza de guitarra solista, puede durar entre cuatro a siete minutos. La forma de construcción del mismo se basa en una colección de falsetas interpretadas una detrás de otra que juntas dan una sensación de unidad a la pieza. Las diferentes falsetas incluidas en un toque no están necesariamente conectadas melódicamente, pero todas deben compartir el mismo carácter del palo / toque.
A medida que nos adentramos en el flamenco moderno o contemporáneo del último tercio del siglo XX (con figuras como Paco de Lucía o Manolo Sanlúcar), los guitarristas flamencos han ido construyendo toques con motivos principales que aparecen en diferentes partes de la pieza empleando secciones contrastantes, emulando así de alguna manera la composición clásica.

3.5.2 – Toque para cante

El término *Cante* se utiliza entre los músicos flamencos para referirse a los distintos palos en los cuales la voz es el elemento principal. Como hemos visto en secciones anteriores, existen cantes que se interpretan con acompañamiento de guitarra o cantes que se interpretan únicamente con la voz (denominados *a palo seco*). Cada cante es una categoría amplia que incluye un gran número de letras que generalmente se clasifican por estilos, o subgéneros, según su origen regional (como Fandangos de Huelva) o el creador de ese estilo en particular (malagueña de Antonio Chacón, por ejemplo).

Las letras son tercios cantados que tienen origen popular y constituyen la parte literaria y poética de la música flamenca. Al igual que las falsetas, las letras se han transmitido de forma oral a través del contacto directo entre artistas y entre la comunidad flamenca. Las letras normalmente se ajustan a los tipos de estrofa que han sido parte de la literatura y la música folclórica española (y europea en general) durante siglos antes de que apareciera el flamenco. La siguiente tabla describe tres de las estrofas más comunes que se encuentran en la literatura flamenca.

Tipo de Estrofas	**Descripción**
Tercerilla	Tres versos octosílabos
Copla	Cuatro versos (*cuarteta*) octosílabos
Quintilla	Cinco versos octosílabos. Esta es la estrofa empleada en todos los tipos de fandango.

Tabla 11. Tipos de estrofas empleadas en la literatura flamenca

Por lo general, dentro de un cante, los cantaores flamencos mezclan y combinan letras y estilos dentro de un palo a su elección (y con diferentes temáticas), en el orden que quieran, en lugar de cantar una canción

completa donde los versos siguen un orden y tema particular. Además, la letra del flamenco no se suele cantar como se concibe. Los cantaores repiten con frecuencia versos, conectan el final de un verso con el siguiente, o repiten las palabras de un verso para adaptarlo a la música e inspiración del momento.

El papel del guitarrista que acompaña al cante es el de mantener el compás de forma fluida y continuada, armonizar la melodía vocal y dar respuestas (frases de llamada-respuesta) al cante. En ningún caso el guitarrista que acompaña debe centrarse en mostrar sus habilidades técnicas y de ejecución. De vez en cuando, entre letras, el guitarrista también puede tocar una falseta o un detalle (como un relleno), para inspirar al cantaor o para permitirle respirar. Para que una falseta sea adecuada para un cante, no debe ser demasiado larga y nunca eclipsar al cantaor.

A menudo, no hay un ensayo previo con el cantaor, por lo que el guitarrista ya debe tener una colección de falsetas y frases a modo de respuesta, y conocer la armonía subyacente asociada a los diferentes estilos de letras, para poder acompañar a los cantaores en tiempo real. El cantaor simplemente le indicará al guitarrista el palo que interpretarán, dónde poner la cejilla y si se tocará “por medio” o “por arriba” (con expresiones como “al cinco por arriba”, que significa que la cejilla está en el quinto traste y en tonalidad de E Frigio, o "al cuatro por medio", con la cejilla en el cuarto traste, en A Frigio). Tras una falseta de introducción y un cierre, el cantaor comenzará a cantar una colección de letras en diferentes estilos, indicando ocasionalmente (con un gesto) cuándo es el momento de la falseta.

El cantaor variará a menudo la melodía y la acentuación rítmica de una letra según su personalidad e inspiración del momento, por lo que los guitarristas deben adaptar su interpretación (dinámica, textura, fuerza…) a la personalidad y carácter de cada cantaor. Esto significa que el guitarrista debe observar en todo momento al cantaor y apoyarlo durante todo el cante, en lugar de tocar falsetas largas o intentar mostrar sus habilidades técnicas. La disciplina de tocar en solitario es un contexto más adecuado para eso.

Tal y como apuntaba el maestro Sabicas, para convertirte en un buen acompañante al cante, el guitarrista debe familiarizarse con los cantes, letras y estilos presentes en la música flamenca. También es recomendable que el guitarrista se acompañe a sí mismo y cante, solo a modo de estudio, lo cual le ayudará a meterse en la mentalidad del cantaor y a no molestarle mientras este canta.

Algunos de los máximos exponentes en este campo son Niño Ricardo, Melchor de Marchena Juan Habichuela o Diego del Gastor.

3.5.3 – Toque para baile

El término *Baile* se utiliza entre los músicos flamencos para referirse a los distintos palos en los cuales el baile es el elemento principal. Al acompañar a un bailaor o bailaora, el guitarrista flamenco debe estar familiarizado con los distintos estilos de letras que cantará el cantaor, y con todas las partes que conforman la estructura interna de los diferentes bailes.

A lo largo de los años los bailaores han desarrollado una terminología única para referirse a estas partes, así como una forma única de comunicárselas al cantaor y al guitarrista. A grandes rasgos, existen dos contextos o situaciones a las que se enfrenta el guitarrista flamenco cuando trabaja con un bailaor. Si actuamos con una gran compañía de baile, como la de Sara Baras, por ejemplo, todas las partes del baile serán cuidadosamente ensayadas y estructuradas antes del espectáculo. El guitarrista compone una música específica para el baile creado por el bailaor, donde además de los cortes, falsetas y remates específicos, también se tiene en cuenta la iluminación o la escenografía del espectáculo.

Por otro lado, cuando se actúa en un tablao o una peña, (bares tradicionales que cuentan con actuaciones de flamenco), no hay ensayos previos con el bailaor, por lo que el guitarrista debe estar preparado para reaccionar, acompañar e incluso improvisar con el bailaor a tiempo real. Esto requiere que el guitarrista, en el momento de la actuación, tenga listas una serie de falsetas que sean adecuadas para el baile, conozca el cante y las partes internas de cada baile, casi hasta el punto de poder cantarlas.

La improvisación en la música flamenca se basa básicamente en la forma y en los propios elementos internos que conforman la estructura de cada palo. No debemos confundirla con el concepto de improvisación empleado en el jazz, por ejemplo, donde se toca (por ejemplo) una forma AABA de 32 compases e improvisamos sobre una progresión de acordes dada. La forma en el flamenco se refiere al orden en el que aparecen los elementos del baile a lo largo de la actuación. El cantaor puede cantar una letra, el bailaor puede realizar una llamada o una escobilla y el guitarrista puede tocar una falseta. Los demás deben prestar atención y reaccionar en el momento. Para que esta fórmula tenga éxito, cada uno de los tres elementos (cante / baile / guitarra) deben estar totalmente compenetrados y mantener una conversación fluida, a fin de producir una simbiosis que optimice el resultado final.

Acompañar a un bailaor se considera el primer paso en la carrera de un guitarrista flamenco (en concreto en un tablao). La forma de aprender esta disciplina es tocando con los propios bailaores, si es posible a

diario. Esto aporta al guitarrista mucho “peso” tocando, le confiere un sentido rítmico muy sofisticado, mucha intuición y un excelente rajeo (técnica principal utilizada para acompañar los pies del bailaor).

Los guitarristas flamencos generalmente se especializan en una de estas tres disciplinas. Sin embargo, todo guitarrista flamenco debe de tener fluidez en todas ellas.

La estructura de los palos es bastante diferente cuando se toca para bailar. Cada palo está ahora coreografiado a través de un montaje, compuesto por varios elementos formales internos o pasajes que dan una coherencia estructural al palo / baile. La siguiente tabla describe las partes más comunes de un baile.

Partes de un Baile	Explicación
Salida	El momento donde el bailaor sale a escena y comienza a bailar.
Llamada	Parte del baile que le indica al cantaor que inicie el cante. También se usa para señalar otros cambios internos en el baile.
Marcaje	Una manera en la que la bailaora acompaña al cantaor y al guitarrista, acentuando las partes más importantes del cante o la falseta.
Zapateado	Pasos de baile (solo con los pies).
Escobilla	Conjunto específico de pasos de baile y melodías de guitarra utilizados en los bailes.
Subida	Sección en la que el bailaor va incrementando progresivamente el volumen y velocidad en los pies.
Cierre	Conclusión de una parte del baile, o incluso del final del mismo.
Desplante	Actitud o carácter que se le da a la pose final de un pasaje.
Remate	El final de una letra, falseta o paso de baile.
Coletilla	Letra que acompaña el final de un baile. Generalmente tiene una duración de cuatro compases.

Tabla 12. Partes más comunes de un baile flamenco

Algunas de estas partes se pueden encontrar en todos los bailes, como la salida, letras, falsetas y escobilla. Algunos bailes tienen algunas características únicas, como el silencio —un hermoso interludio de guitarra tocado en tono menor paralelo— que se usa en las alegrías, pero que rara vez se encuentra en ningún otro palo / baile.

Un baile generalmente comienza lento y va cada vez más rápido, pero también puede comenzar rápido, dependiendo la estructura que marque el bailaor. Normalmente, la escobilla llega a un clímax, donde o bien pasa a una subida, o señala el final con una llamada y termina con un remate o cierre.

Algunos de los grandes guitarristas para el baile incluyen nombres como Juan Maya Marote, Paco Jarana, Román Vicenti o Pedro Sierra.

4 - ACÚSTICA

La acústica [102] es una rama de la física encargada de estudiar la producción, transmisión, almacenamiento, percepción y reproducción del sonido; es decir, estudia de manera detallada las ondas sonoras que se propagan a través de una materia, las cuales pueden estar en estado gaseoso, líquido o sólido, debido a que el sonido no se propaga en el vacío. El sonido es el elemento primordial en la acústica, y consiste en ondas sonoras que se producen cuando las oscilaciones de la presión del aire son convertidas en ondas mecánicas. Por tanto, la acústica es la ciencia que estudia el comportamiento de las ondas sonoras.

4.1 – El color del sonido

El sonido consiste en la propagación de una perturbación en el aire[103], fruto de una compleja interacción entre un objeto vibrante, un medio transmisor el oído, y el cerebro[104]. El sonido constituye un transporte de energía en forma de vibración, y su velocidad dependerá de la densidad del medio y de la temperatura del aire. Los instrumentos musicales generan una onda sonora por alguna fuente vibratoria, se propaga a través de un medio como una serie de compresiones y rarefacciones, y finalmente es recibido por nuestros oídos y cerebro. El medio en el que se propaga una onda sonora debe tener elasticidad (ser capaz de sufrir deformaciones reversibles por fuerzas externas), inercia (puede permanecer en reposo) y masa (cantidad de materia). El sonido puede propagarse mediante ondas o mediante partículas. El medio de propagación más común es el aire, donde el sonido viaja a unos 343m/s; pero también puede propagarse por medios líquidos como el agua (1493 m/s) o sólidos como el aluminio (5100 m/s)[105].

La velocidad de propagación depende de diferentes variables según el medio en el que se esté propagando; cuanto más denso sea nuestro medio mayor su velocidad de propagación, mientras que cuanto más

[102] Le dio el nombre el físico francés José Sauveur (1653-1716), quien fue a su vez uno de los creadores de esta ciencia.
[103] CABRERA IRTIZ, Juan Gabriel, *Acústica y Fundamentos del Sonido*, Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Bogotá, 2010
[104] JORDA PUIG, Sergi, *Audio Digital y MIDI*, Guías Monográficas Anaya Multimedia, Madrid, 1997
[105] BUSTINS MOLINA, Denis, *Estudio Cuantitativo de la Calidad Sonora de la Guitarra Española*, Universidad Politécnica de Barcelona, 2017

compresible sea menor será su velocidad de propagación. Asimismo, en medios sólidos mayor velocidad de propagación y en medios gases menor.

El tono o altura es la cualidad que nos permite diferenciar un sonido agudo de uno grave. La altura está directamente relacionada con la frecuencia de la oscilación[106]. La frecuencia del sonido hace referencia a la cantidad de veces que vibra el aire que trasmite ese sonido en un segundo.[107] La frecuencia se mide por el número de ciclos de compresión / rarefacción que ocurren por segundo. Estos ciclos de movimiento a su vez crean ciclos de compresión y rarefacción en el aire que se repiten en la misma tasa (frecuencia)[108].

Cuanto mayor sea la frecuencia a la que oscila una onda, más agudo será el sonido que emite, mientras que contra más grave sea un sonido menor será la frecuencia a la que oscila la onda. La medición de ciclos por segundo, o *cps*, también se denomina hercios, o *Hz*, en honor al físico alemán Heinrich Hertz[109]. Esta tasa se puede determinar observando la forma de la onda en relación a la cantidad de tiempo que tarda la onda de sonido en completar un ciclo de compresión-rarefacción. Esta medida se llama período, que se define como el tiempo transcurrido entre una perturbación y la siguiente. Se mide en segundos (s) o milisegundos (ms), es decir la milésima parte de un segundo. El periodo de los sonidos audibles para el ser humano varía entre los 0,05 ms (sonidos muy agudos) y los 50 ms (sonidos muy graves)[110]. La letra "T" representará el período.

Por su parte, el oído humano es capaz de percibir frecuencias sonoras de entre 20 Hz (sonidos graves) y 20.000 Hz (sonidos agudos)[111]. Las frecuencias graves corresponden al rango de frecuencias más bajas, que cubre el conjunto de 20 a 220 Hz, dividido en:

Subgrave	Grave Profundo	Grave Medio	Grave Alto
18 o 20 – 27,5 Hz	27,5 – 55 Hz	55 – 110 Hz	110 – 220 Hz

Tabla 13. División de las frecuencias graves

[106] Para que un sonido posea o no una altura clara, es necesario que este sea aproximadamente periódico, es decir, que su frecuencia de oscilación no varíe (o varíe poco) dentro de un determinado lapso de tiempo, para que lleguemos a percibir una altura.
[107] VILANOVA ÁNGELES, Santiago, *Análisis de Audio*, Universitat Oberta de Catalunya,
[108] HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, Universidad de California, Northridge, Editorial Routledge
[109] Científico del siglo XIX que descubrió las ondas de radio.
[110] CABRERA IRTIZ, Juan Gabriel, *Acústica y Fundamentos del Sonido*, Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Bogotá, 2010
[111] Las frecuencias por debajo de los 20 Hz se denominan infrasonidos y las superiores a 20.000 Hz ultrasonidos.

Las frecuencias medias corresponden al rango de frecuencias que cubre el conjunto de 220 a 1760 Hz, dividido en:

Medio Bajo	Medios Centrales	Medios Altos
220 – 440 Hz	440 - 880 Hz	880 - 1760 Hz

Tabla 14. División de las frecuencias medias

Las frecuencias agudas corresponden al rango de frecuencias más altas, que cubre el conjunto de 1760 a 20000 Hz, dividido en:

Agudo Bajo	Agudo Medio	Agudo Alto	Ultra Agudo
1760 - 3520 Hz	3520 – 7040 Hz	7040 - 14080 Hz	14080 Hz en adelante

Tabla 15. División de las frecuencias agudas

En la notación musical occidental, se toma como referencia la frecuencia de 440 Hz, que es asignada a la nota A4[112]. Entre una nota y otra y su octava superior, que es el doble de frecuencia[113], hay doce subdivisiones o semitonos. Este sistema de subdivisión de la escala musical en doce tonos se denomina temperamento igual.

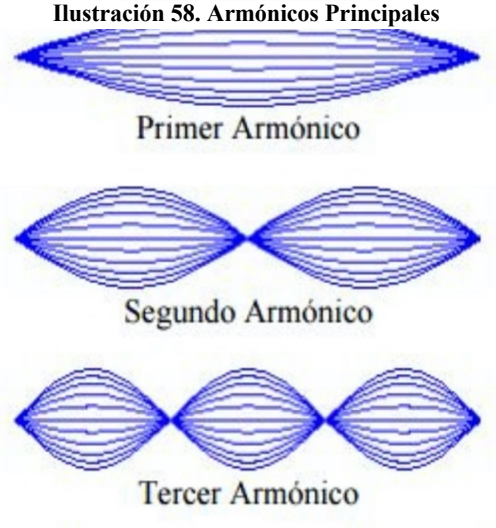
Cualquier fuente de sonido (la voz humana, los instrumentos musicales …) no genera tonos puros (para eso están los diapasones, los osciladores y los audiómetros), sino que genera una frecuencia base llamada frecuencia fundamental a la que se añaden por definición unos armónicos que son frecuencias múltiplos enteros de esa fundamental.

La mayoría de osciladores pasivos, como las cuerdas de la guitarra, oscilan de modo natural a diferentes frecuencias simultáneas, conocidas como parciales. Estos parciales se corresponden a los diferentes posibles

[112] La de la cuarta octava.

[113] Si escuchamos dos sonidos cuyas frecuencias guardan una relación de 2:1 (por ejemplo 400 Hz y 200 Hz), nos sonarán muy cercanos. El motivo es que entre los dos dista exactamente una octava. Dado que cada vez que se dobla la frecuencia se sube una octava, un sonido de 880 Hz estará dos octavas por encima de uno de 220 Hz. Esta idea de octava se repite en casi todas las culturas, a lo largo de la historia. Lo que sí varía enormemente de una cultura a otra es el número de subdivisiones que se aplican a la octava.

Ilustración 58. Armónicos Principales



modos[114] en los que la cuerda puede vibrar, conocidos como modos de vibración[115]. Cuando el oscilador es largo y fino, como una cuerda de guitarra, la mayoría de los parciales son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental; estos parciales se denominan armónicos[116]. Al conectar una cuerda a un medio (una placa de sonido) capaz de responder a la cuerda vibrante, se generan ondas de sonido. El sonido escuchado está dominado por el modo fundamental, "coloreado" por las contribuciones de los armónicos, como explica la teoría clásica de la vibración[117]. El oído humano no percibe los armónicos como notas separadas, sino que lo percibe como un sonido único, cuya calidad o timbre es el resultado de la amplitud relativa de cada una de las frecuencias armónicas (modos de vibración). Una cuerda de guitarra vibra en superposición de varios modos o formas, que incluyen: modo fundamental (1º), 2º, 3º y modos de nivel superior[118].

El modo fundamental produce el tono más bajo. El segundo modo (1 tono) y, en consecuencia, los modos más altos están alineados con las frecuencias más altas. El primer armónico está al doble de la frecuencia de la fundamental y, en términos musicales, se denomina "una octava más alta".

La intensidad es la propiedad que mide el volumen; la amplitud de la presión de un sonido. La amplitud se define como el máximo valor que alcanza una oscilación en un ciclo[119]. Es el grado de movimiento de las moléculas de aire en la onda, y corresponde a la intensidad de la expansión y la compresión atmosférica

[114] Los modos se clasifican mediante un sistema de recuento de regiones antinodales, primero en dirección horizontal y luego en dirección vertical. El conocimiento acerca de la ubicación de las líneas nodales y las regiones antinodales puede ser muy revelador, dado que muestran por qué algunas cuerdas interactúan fuertemente con un cierto modo de vibración.
[115] Los modos de resonancia de la guitarra generan grandes vibraciones y, por lo tanto, irradian el sonido de manera eficiente. Esto tiene un efecto directo sobre la respuesta espectral acústica. La mayoría de las guitarras tienden a tener tres resonancias fuertes en la región de 100-200 Hz. Los modos de frecuencia más alta no se muestran como resonancias fuertes (es decir, son radiadores menos eficientes) pero aún agregan características espectrales ('color') a las frecuencias más altas. En Fletcher, N. and Rossing, T, *The Physics of Musical Instruments,* 2nd ed.,1998, Springer-Verlag New York Inc.
[116] La rigidez de la cuerda introduce dispersión en la misma y hace que las frecuencias de los modos naturales se estiren de sus valores armónicos, introduciendo así inarmonicidad en la cuerda. Por lo tanto, los componentes de la cuerda se denominan parciales en lugar de armónicos (Kinsler et al. 2000). En H. ROBERTS, William, *Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2015.
[117] J. LEWIS, Wanda and R. SMITH, James, *The Effect of String Tensions Variation on the Tonal Response of a Classical Guitar*, The Warwick Research Journal, University of Warwick. 2014.
[118] J. LEWIS, Wanda and R. SMITH, James, *The Effect of String Tensions Variation on the Tonal Response of a Classical Guitar*, The Warwick Research Journal, University of Warwick. 2014.
[119] CABRERA IRTIZ, Juan Gabriel, *Acústica y Fundamentos del Sonido*, Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Bogotá, 2010

que la acompañan. Cuanto más elevada es la amplitud de la onda, más intensamente golpean las moléculas el tímpano y más fuerte es el sonido percibido.[120]

La amplitud está determinada por cuan desviada está la presión del aire en una compresión o rarefacción con respecto a la presión de aire normal. En el caso de un instrumento de cuerda, cuanto más fuerte pulsemos una cuerda, la cuerda se alejará más de la posición original por lo que esto generará una mayor desviación en la presión de aire con respecto a la norma en una compresión o rarefacción. La amplitud se expresa en relación a un valor de referencia que nos expresa un nivel de presión sonora determinado. La unidad que mide la amplitud es el decibelio (dB). El oído humano es capaz de escuchar de entre 0-120 dB.

La amplitud de un sonido no es necesariamente constante, sino que puede variar en el tiempo. De hecho, la mayor parte de los sonidos reales tienen amplitud variable. Se define la envolvente sonora de un sonido como la forma que se obtiene uniendo las amplitudes de los ciclos sucesivos. Consiste en una manera de definir la evolución temporal en amplitud de cualquier sonido, en términos del ataque, decaimiento, sostenimiento y relajación del mismo.

1. **Ataque**: Es el tiempo transcurrido desde que se inicia el sonido hasta que se alcanza su máximo valor.
2. **Decaimiento**: El tiempo del primer descenso, tras el golpe inicial y que deja al sonido en su valor típico.
3. **Sostenido**: El tiempo durante el cual el sonido se muestra con una amplitud bastante uniforme.
4. **Extinción**: Es el tiempo que tarda en extinguirse totalmente el sonido.

Otro de los aspectos fundamentales del sonido es el timbre, que se refiere a la propiedad física de la forma de la onda sonora. Esta forma de la onda sonora es lo que diferencia, primero al ruido de la música (dado que la onda sonora del ruido se caracteriza por no tener una forma lineal) y segundo lo que nos permite distinguir dos sonidos distintos de igual tono y amplitud. El timbre de una nota está determinado en parte por las frecuencias que están presentes en un sonido. y cuántos de ellos están presentes (sus amplitudes relativas). El timbre se puede manipular a través del tono o la ecualización (EQ) de los equipos de sonido de nuestro estudio de grabación. A menudo, los equipos de sonido tienen controles de graves y agudos, o controles de graves, medios y agudos. Para cada una de estas bandas de frecuencia, puede cortarlas (reducir la amplitud), dejar ellos solos (plano), o realzarlos (aumentar la amplitud). El timbre de un sonido está caracterizado por dos de sus representaciones. Su espectro sonoro y su envolvente.

[120] VILANOVA ÁNGELES, Santiago, *Análisis de Audio*, Universitat Oberta de Catalunya.

El espectro sonoro es una representación del sonido que nos da información acerca de qué frecuencias integran un sonido y cuáles son sus respectivas amplitudes o fase. El rango dinámico por su parte, se refiere a la diferencia entre los valores mínimos y máximos en dB, que un sistema o instrumento musical puede producir.

La articulación de la propiedad perceptiva se refiere a cómo cambia el volumen del sonido. Por ejemplo, el volumen de una nota acentuada aumenta más rápidamente desde el silencio y a un volumen máximo más alto que una nota que no está acentuada. Una nota que es staccato tendrá una subida rápida y una caída rápida al final.

La duración del sonido se refiere al espacio temporal que ocupa un sonido desde su aparición hasta su extinción. Con la combinación de sonidos de distintas duraciones produciremos diferentes ritmos[121].

Dentro del dominio digital, los datos se almacenan en formato binario y con una resolución determinada por las capacidades de memoria y poder de computación de los procesadores. La conversión de las vibraciones sonoras del mundo real, de "resolución infinita", en valores digitales comprensibles por un microprocesador se hacen gracias a un conjunto de componentes y microcontroladores electrónicos llamados convertidores analógico-digitales (en inglés *analog to digital converters*, ADC).[122] Mediante transductores electroacústicos (micrófonos), se convierten las vibraciones en datos de audio analógico (cambios de voltaje), y los ADC se encargan de traducir estos valores de voltaje en señales binarias procesables por los ordenadores.

En el caso inverso, el de los convertidores digital-analógicos (en inglés *digital to analog converters*, DAC), se convierten datos digitales en valores de voltaje que, cuando se aplican a un sistema de amplificación tales como unos altavoces, provocan el movimiento de las membranas de estos últimos, que a su vez provocan el movimiento del aire en frecuencias audibles.

La frecuencia de muestreo (*sample rate* en inglés), normalmente medida en hercios (valores por segundo), es la resolución en el dominio temporal del que se compone una determinada muestra de audio. Cuanto más alta sea la frecuencia de muestreo, más valores de amplitud por segundo tendrá la muestra y, por tanto, más

[121] El ritmo es una propiedad perceptiva cuya contraparte física es compleja, porque el ritmo es realmente una meta propiedad que consta de múltiples notas o sonidos.
[122] VILANOVA ÁNGELES, Santiago, *Análisis de Audio*, Universitat Oberta de Catalunya.

resolución. La frecuencia de muestreo de una música comercial distribuida en CD o MP3 suele ser de 44.100 Hz.

La profundidad de bits (*bit depth* en inglés) es la resolución de captura de una señal de audio en relación a la amplitud (volumen). La profundidad de bits determina el rango dinámico de una señal de audio, es decir, determina el máximo y mínimo de decibeles que una señal puede tener al ser grabada. Cada uno de los valores de amplitud (volumen) de una muestra de audio se entrega con un número entre –1 y 1, siendo 0 el valor neutro. Así pues, estamos hablando de números decimales. Dependiendo de la profundidad de bits, estos números decimales entre –1 y 1 serán más o menos precisos. El estándar actual está fijado en 16 bits para las grabaciones de audio en CD o MP3. Las grabaciones de audio profesional suelen hacerse a 24 o 32 bits. Así pues, la profundidad de bits define la resolución de los números decimales de los valores de amplitud de una onda sonora.

4.2 - Fenómenos acústicos que intervienen en la guitarra

Cuando el oído humano percibe el sonido de la guitarra, esto se debe principalmente a la caja de resonancia. La cuerda es simplemente un medio de transporte de esa energía entre nuestro dedo y la caja de resonancia. Una vez la energía se transmite a la caja, todos los fenómenos acústicos ocurren dentro de ella[123]. A continuación, analizaremos los fenómenos acústicos que intervienen directamente en el sonido de la guitarra.

- **Radiación del sonido**

La radiación del sonido es el proceso de crear ondas de sonido y dejarlas propagarse sobre cualquier superficie. El sonido irradiado por la guitarra es el resultado de un componente vibratorio y acústico. El comportamiento vibratorio describe la transferencia de energía de las cuerdas a la caja de resonancia, y el comportamiento acústico describe el sonido irradiado por el movimiento de la caja de resonancia[124]. Las características vibro-acústicas de una guitarra involucran la interacción de todas sus partes, y dependiendo del rango de frecuencia, algunas partes tienen más influencia que otras en el sonido radiado. Una guitarra

[123] BUSTINS MOLINA, Denis, *Estudio Cuantitativo de la Calidad Sonora de una Guitarra Española*, Grado de Ingeniería Mecánica, Universidad Politécnica de Catalunya de Barcelona, 2017
[124] PERRY Ian, *Sound Radiation Measurements on Guitars and Other Stringed Musical Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2014.

tiene dos fuentes de radiación, la tapa armónica y la boca. La tapa genera mucho más sonido que la boca, ya que esta última tiene una función meramente estructural. Cuando hablamos de una fuente de radiación de sonido, se habla de cuantos polos de radiación tiene.

1. Un monopolo, es un tipo de radiación en el que desde un punto concreto se emite radiación por igual en todas las direcciones. Un monopolo genera ondas esféricas uniformes que viajan hacia afuera desde la fuente (Morse, 1948). La boca de la guitarra actúa siempre como un monopolo.
2. Un dipolo[125] es un conjunto de dos polos magnéticos o eléctricos de igual magnitud y fase opuesta separados por una distancia. A diferencia de los monopolos, la radiación sonora de los dipolos no es esférica.[126]
3. Un cuadrupolo es un conjunto de dos dipolos separados por una distancia. En comparación a los dipolos y los monopolos, los cuadrupolos no generan una cantidad de presión tan considerable en la guitarra (Hill et al., 2004).[127]

La primera y segunda resonancias de la guitarra, corresponden a un acoplamiento: la resonancia del pistón de aire en la boca, y la primera resonancia de la tapa (el monopolo)[128].

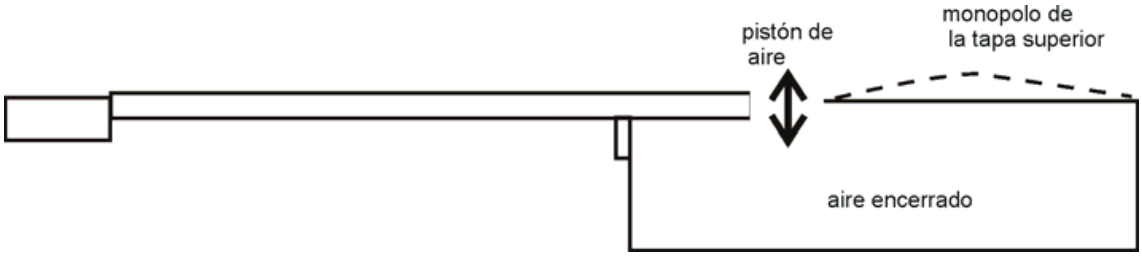


Ilustración 59. Modos de vibración de la guitarra

En las bajas frecuencias, el sonido irradiado por los modos de vibración es monopolo en la naturaleza y los modos de vibración se pueden describir como osciladores armónicos simples amortiguados con características de radiación monopolar (Christensen, 1984)[129].

[125] La inclusión de la radiación dipolo fue posible siguiendo el trabajo de Weinreich y Arnold (1980).
[126] PERRY Ian, *Sound Radiation Measurements on Guitars and Other Stringed Musical Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2014.
[127] PERRY Ian, *Sound Radiation Measurements on Guitars and Other Stringed Musical Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2014.
[128] TORRES TORRES, Jesús Alejandro, *El Puente, Modos de Vibración y Radiación Sonora en Frecuencias Medias de la Guitarra Clásica*, Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
[129] Meyer (1972) también mostró que a bajas frecuencias los instrumentos de cuerda producen campos sonoros de características monopolares.

La siguiente resonancia de la guitarra no es un radiador muy eficiente, debido a que la tapa superior presenta dos polos divididos por el eje de simetría de la tapa. Esta configuración geométrica provoca un efecto de cancelación dipolar en la radiación sonora, especialmente notorio justo frente a la tapa. La siguiente resonancia presenta otra configuración dipolar[130].

Con el incremento de la frecuencia, la tapa superior adquiere gran importancia en la calidad del sonido. Su comportamiento presenta modos de vibración multipolar (4 o más polos) con frecuencias de resonancia tan cercanas, que su interacción y acoplamiento los vuelve difíciles de medir, modelar, y analizar. En este rango de frecuencia, cada diseño de la tapa superior de una guitarra, funciona de una manera diferente[131].

Asimismo, la radiación acústica del cuerpo de la guitarra está condicionada por las formas modales de la placa vibrante. En la guitarra estas placas vibrantes las encontramos principalmente en la parte inferior del puente, ya que es la región que menos restricciones mecánicas tiene y tiene la suficiente movilidad como para ser un radiador de sonido eficaz a bajas frecuencias.

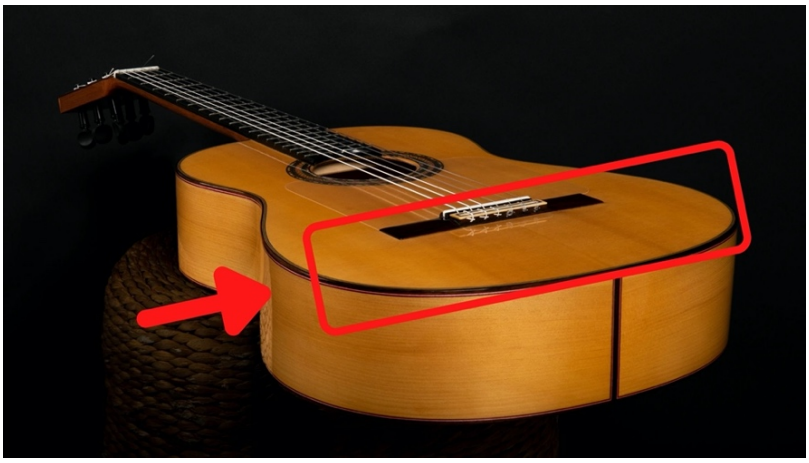


Ilustración 60. Parte inferior de la guitarra

- **Absorción**

Llamamos absorción del sonido, a la propiedad de los materiales, estructuras y objetos, de convertir energía sonora en calor[132]. El efecto de absorción de un sonido es debido a que los sólidos contra los que rebotan

[130] A medida que aumenta la contribución del dipolo a la potencia de salida, la eficiencia de radiación del instrumento disminuye. En PERRY Ian, *Sound Radiation Measurements on Guitars and Other Stringed Musical Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2014.
[131] TORRES TORRES, Jesús Alejandro, *El Puente, Modos de Vibración y Radiación Sonora en Frecuencias Medias de la Guitarra Clásica*, Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
[132] CABRERA IRTIZ, Juan Gabriel, *Acústica y Fundamentos del Sonido*, Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Bogotá, 2010

las ondas no son perfectamente rígidos, sino que tienen una cierta deformación al ser impactados por el sonido. Esto produce que absorban parte de la energía de la onda, devolviendo una energía menor a la que se ha emitido. El parámetro para definir este fenómeno es el coeficiente de absorción.

Como sabemos, la madera de la que está constituida la guitarra es un material poroso, y por tanto es un material que absorbe tanto la energía como la humedad[133]. Existe un término muy significativo en este apartado, el de *damping* (amortiguamiento). El damping es debido a las pérdidas de energía que tenemos debidas a la radiación del sonido y del material (madera), y reduce la amplitud de la vibración y, en consecuencia, la tensión cae, al igual que la frecuencia[134]. Existen tres mecanismos principales de amortiguación en la guitarra:

1. Amortiguación interna: explica la pérdida de calor debido a procesos internos a medida que la cuerda se dobla. Esta forma de amortiguación afecta más a los parciales de orden superior que a los inferiores.
2. Amortiguación de aire debido a la fricción entre la cuerda y el aire circundante a medida que la cuerda se mueve por el aire. Este mecanismo de amortiguación afecta más a los parciales de orden inferior que a los de orden superior.
3. Pérdidas en el cuerpo del instrumento; esto es responsable de la generación de sonido a medida que la vibración del cuerpo mueve el aire circundante y parte de esta energía se pierde a través de la amortiguación interna del cuerpo[135].

El damping es una función directamente proporcional a la velocidad del sonido y produce un sustain del sonido hasta apagarse del todo[136].

- **Reflexión**

La reflexión es un fenómeno que ocurre en todo tipo de ondas como la luz o el sonido entre otros. Ocurre cuando una onda rebota contra un cuerpo con un cierto ángulo de incidencia, generando un ángulo de

[133] Variaciones pequeñas en la humedad relativa afectan las amplitudes y frecuencias de los diferentes modos de vibración de la tapa armónica de la guitarra.
[134] J. LEWIS, Wanda and R. SMITH, James, *The Effect of String Tensions Variation on the Tonal Response of a Classical Guitar*, The Warwick Research Journal, University of Warwick. 2014.
[135] H. ROBERTS, William, Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments, Thesis, University of Cardiff, 2015
[136] Existen algunos modelos para explicar el efecto proporcional del damping, por ejemplo, el modelo de dos grados de libertad, los cuales nos dan una idea de cómo se comportan la interacción material cuerda en el amortiguamiento de sonido.

reflexión. La reflexión de una onda sonora depende de la longitud de onda de la onda incidente y de la densidad del material reflector[137]. Siempre se cumple que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Cuando un sonido tropieza con un obstáculo, lo que hace la mayor parte de energía de la onda es cambiar de fase y volver por el mismo camino por el que ha llegado, pero en sentido contrario[138]. Estas ondas reflejadas, pueden interferir con otras ondas incidentes, produciendo patrones de interferencia constructiva o destructiva[139].

Esto comporta que cuando una onda reflejada se suma a una onda incidente, la intensidad de sonido (amplitud) resultante es el doble en una zona cercana a la superficie. Esta duplicación de la presión da un incremente de 6 dB de la señal captada por un aparato receptor.

La reflexión de un sonido provoca fenómenos muy conocidos como el eco. Para que el oído humano pueda distinguir el sonido emitido y el sonido reflejado debe tener una distancia mínima de 17 m entre la fuente de sonido y el objeto contra el que rebota. Otro fenómeno asociado a la reflexión es la reverberación, que se conoce como la prolongación del sonido percibido desde la sala una vez la fuente sonora haya dejado de emitir sonido. Es resultado de múltiples reflexiones no simultáneas sobre los planos de las diferentes paredes.

Cuando un guitarrista pulsa una cuerda se produce una transmisión de energía entre el dedo y la cuerda que pasa por el puente de la guitarra al fondo, aros y tapa de la guitarra. Las vibraciones del cuerpo de la guitarra mueven a las partículas de aire, las cuales oscilan entre 82,5 y 990 Hz, que corresponde a la extensión interválica de tres octavas y media. La fuente de energía en la guitarra la constituye cualquier cuerda que sea pulsada o excitada, con la uña o con la yema del dedo. Esto genera una vibración transitoria que genera la alteración del equilibrio molecular en todas sus partes. La frecuencia de sonido que emite una cuerda al vibrar está en razón inversa a su longitud y espesor. El tipo de vibración de las diferentes cuerdas viene definida por la longitud, grosor, espesor, densidad y tensión a la que están sometidas.

Debemos tener en cuenta que el sonido que escuchamos de un instrumento de cuerda como la guitarra, procede casi completamente del cuerpo o caja de resonancia del instrumento y no de la cuerda. Esto lo podemos demostrar con el área en contacto entre la cuerda o caja de resonancia y el aire:

[137] Los materiales más duros son los que ofrecen un índice de reflexión mayor.
[138] MERINO DE LA FUENTE, Jose Mariano, *Las Vibraciones de la Música*, ECU, Editorial Club Universitario, Alicante.
[139] Este es un fenómeno a evitar en las salas de audición puesto que enturbian la pureza de la pieza musical que se esté oyendo en el momento.

- Área de la cuerda en contacto con el aire: 0,0024 $m2$
- Área de la caja de resonancia en contacto con el aire: 0.36 $m2$

Vemos que el área en contacto con el aire de la caja de resonancia es 150 veces mayor al de la cuerda. Esto nos da una idea de la importancia en el sonido de la cuerda y de la caja. La cuerda tiene muy baja capacidad de perturbar el aire.

1. Al pulsar la cuerda de la guitarra se producen simultáneamente dos ondas en la misma dirección, pero sentidos opuestos, de valores ξ·(x-vt) y ξ(x+vt). Estas ondas se irán reflejando desde el traste pulsado hasta al puente hasta que la energía vaya disminuyendo y la cuerda deje de vibrar. Este fenómeno se produce gracias a la transmisión de energía que hay entre la cuerda y la caja de resonancia.

El coeficiente de reflexión se define como la relación entre las amplitudes incidentes y reflejadas. Está relacionado directamente con el número de reflexiones que se producen en una onda de la siguiente manera:

$$\xi r = RN \cdot \xi i$$

Siendo I la amplitud (r: reflejada, i: incidente) y N el número de reflexiones.

- **Refracción**

Al igual que la reflexión, la refracción es un fenómeno que ocurre con todo tipo de ondas. Es el fenómeno que ocurre cuando una onda cambia de dirección y de velocidad al pasar de un medio a otro. Solo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación y si estos tienen índices de refracción distintos. En la refracción intervienen tres elementos: el rayo incidente, la línea perpendicular a la superficie y el rayo refractado. Si la onda pasa de un medio a otro en el que la onda viaja más rápido, el rayo refractado se acerca a la línea normal, mientras que, si pasa de un medio a otro en el que la onda viaja más lenta, el rayo se aleja a la normal. La refracción produce un cambio de fase al traspasar la superficie contra la que incide la onda sonora. Este desfase depende de la frecuencia de la onda incidente y del tipo de células unitarias que componen la superficie.

- **Difracción**

La difracción[140] es un fenómeno que afecta a la propagación del sonido. Hablamos de difracción cuando el sonido en lugar de seguir en dirección normal, se dispersa en una continua dirección. La difracción puede ocurrir o bien porque una onda sonora encuentra a su paso un pequeño obstáculo y lo rodea; o porque una onda sonora topa con un pequeño agujero y lo atraviesa. Este último hecho hace que la abertura se convierta en un nuevo foco emisor de la onda. La magnitud de este fenómeno depende de la relación que existe entre la longitud de la onda y el tamaño de la abertura. Si la abertura es grande en comparación con la longitud de onda el efecto de la difracción es imperceptible; pero si el tamaño de la abertura es semejante a la longitud de onda, los efectos de la difracción son grandes y la onda no se propaga solamente en la dirección de los rayos rectilíneos, sino que se dispersa como si procediese de una fuente puntual localizada en el centro de abertura.

La difracción es uno de los fenómenos acústicos más importantes en la guitarra. Como hemos dicho, cualquier sonido emitido por una guitarra no amplificada empieza con la energía cinética provocada por la oscilación de la cuerda. Una oscilación de 1 o 2 mm genera un sonido apropiado para la guitarra. Esa vibración es transmitida al puente y como consecuencia a la placa superior de la guitarra, que emite esa energía hacia su interior, reflejando las ondas y amplificándolas al salir por el agujero. De esta manera el agujero trabaja como una nueva fuente de sonido. La potencia de esta fuente de sonido depende de la frecuencia a la que sea expuesta.

La diferencia de la radiación de sonido entre altas y bajas frecuencias viene dada por el tamaño del radiador de sonido. El radiador puede ser una superficie que vibra o bien la boca de la guitarra. Esto es debido a que el comportamiento del sonido depende de la longitud de onda comparada con la dimensión del radiador. Si la longitud de onda es pequeña comparada con el radiador, el sonido viaja en una dirección concreta, rectilínea. Pero si la longitud de onda es grande comparada con el radiador, el sonido se dispersa en todas las direcciones de forma esférica. Si la longitud de onda es similar a la del radiador, la propagación será un punto intermedio entre unidireccional y esférica.

La longitud de onda depende de la velocidad del sonido y de su frecuencia mediante la siguiente fórmula:

[140] La explicación se encuentra en el *Principio de Huygens*, por el cual cuando una onda incide sobre una abertura o un obstáculo que impide su propagación, todos los puntos de su plano se convierten en fuentes secundarias de ondas, emitiendo nuevas ondas, denominadas ondas difractadas.

$$\lambda = c\ f$$

La velocidad del sonido en el aire es aproximadamente 341 m/s. Entonces solo necesitamos conocer la frecuencia de un sonido para determinar su longitud de onda.

La frecuencia de un Mi de la última cuerda de una guitarra es f=82,4 Hz, por lo que su longitud de onda será 4,14 m. La frecuencia de un Mi de la primera cuerda en el 12 traste es 659 Hz, por lo que su longitud de onda será de 518 mm.

Conociendo la fórmula de la longitud de onda podemos calcular la frecuencia a partir de la cual consideramos altas o bajas frecuencias en la guitarra dependiendo del tamaño de la boca. El umbral que distingue altas o bajas frecuencias es aquel en el que la longitud de onda de dicha frecuencia coincida con la longitud de la boca de la guitarra. El diámetro del agujero de una guitarra española estándar es aproximadamente de unos 88 cm.

Fret	String 6	String 5	String 4	String 3	String 2	String 1
nut	82.400	110.00	146.80	196.00	246.90	329.60
1	87.300	116.54	155.53	207.65	261.58	349.20
2	92.491	123.47	164.78	220.00	277.14	369.96
3	97.991	130.81	174.58	233.08	293.61	391.93
4	103.82	138.59	184.96	246.94	311.07	415.27
5	109.99	146.83	195.95	261.63	329.57	439.96
6	116.53	155.56	207.61	277.19	349.17	466.12
7	123.46	164.81	219.95	293.67	369.93	493.84
8	130.80	174.61	233.03	311.13	391.93	523.21
9	138.58	185.00	246.89	329.63	415.23	554.32
10	146.82	196.00	261.57	349.23	439.93	587.28
11	155.55	207.65	277.12	370.00	466.09	622.20
12	164.80	220.00	293.60	392.00	493.80	659.20
13	174.60	233.08	311.06	415.31	523.16	698.40
14	184.98	246.94	329.55	440.00	554.27	739.93
15	195.98	261.63	349.15	466.17	587.23	783.93
16	207.63	277.18	369.91	493.89	622.15	830.54
17	219.98	293.66	391.91	523.26	659.14	879.93
18	233.06	311.13	415.21	554.37	698.34	932.25
19	246.92	329.63	439.90	587.34	739.86	987.68
20	261.60	349.23	466.06	622.26	783.86	1046.4
21	277.16	369.99	493.77	659.26	830.47	1108.6
22	293.64	392.00	523.14	698.46	879.85	1174.6
23	311.10	415.30	554.24	740.00	932.17	1244.4
24	329.60	440.00	587.20	784.00	987.60	1318.4

Ilustración 61. Frecuencias fundamentales en una guitarra en función de la cuerda y el traste

Esta tabla nos indica las frecuencias en una guitarra en función de la cuerda y del traste que pisemos. Observamos que nuestra frecuencia 387,5 Hz corresponde entre otras a la primera cuerda entre los trastes

2 y 3. Esta frecuencia no corresponde a una nota en concreto, sería una nota entre el Fa# y el Sol. Podemos comprobar mediante un experimento que la vibración de la placa vibrante de la guitarra es nula cuando tocamos notas superiores al Fa#, ya que en este caso la dirección de la onda es rectilínea.

4.3 – El timbre de la guitarra flamenca

Dionisio Aguado se refirió a la guitarra como "*una orquesta en miniatura*", y la verdad es que a pesar de las peculiaridades tímbricas y la sorprendente panorámica que pueda ofrecer la orquesta, ninguno de sus instrumentos posee la cualidad equiparable que nos ofrece la magia, sonoridad y la paleta tímbrica de una guitarra[141].

En relación al timbre y características de la guitarra flamenca, el maestro Paco de Lucia explicaba: *"El flamenco es un desgarramiento y ese desgarramiento-guitarra lo he vivido en mis manos muchas veces a través de las guitarras. […] Y es que para desgarrar el sonido a una guitarra hay que darle alma, magia o arte, en definitiva, y eso es lo que hace un artista, porque solo un artista sabe crear un cuerpo a ese arte, un cuerpo que inunde con fuerza de color y forma… El sentirse cómodo en la vida se encuentra como condición esencial, primero para ser y segundo para dar, tengo que identificarme primero para luego transmitir. Mi comodidad con mi guitarra es mi todo, como flamenco en mi caso, ese todo desmesurado es a la vez belleza, equilibrio, armonía y fuerza."*[142]

La guitarra flamenca maneja un rango de frecuencias que va desde los 80Hz hasta los 3.500Hz, esto quiere decir, que lo que se modifique fuera de este rango no afectara el sonido del instrumento[143].

El tono tradicional o "Timbre Flamenco" se caracteriza por ser un sonido fuerte, rajado, brillante, percusivo, con un ataque rápido en la vibración de la tapa armónica y con un amplio rango dinámico. Los guitarristas flamencos pulsan las cuerdas muy cerca del puente y con las uñas; estos dos hechos generan la aparición de armónicos superiores en detrimento de los inferiores[144]. Tocar progresivamente cerca del puente, cambia el tono al poner más energía en los armónicos (Taylor 1978). El efecto es un sonido mucho más agudo y

[141] JAVIER RUZ MATA, Francisco, *Análisis Didáctico del Sonido y de la Tímbrica de la Guitarra*, Córdoba
[142] Téllez, J. J. *Paco de Lucía: Retrato de Familia con Guitarra*. Quasyeditorial. Sevilla, 1994.
Poren, D. E. *Paco de Lucía y familia: El Plan Maestro.* Sociedad de Estudios Españoles. Madrid, 1992.
[143] Con la tecnología actual es posible lograr sonidos más graves o agudos, usando octavadores o armonizadores se logra aumentar el rango, pero al hacer esto debemos que tener presente que el amplificador pueda cubrir este rango de frecuencias.
[144] MERINO DE LA FUENTE, Jose Mariano, *Las Vibraciones de la Música*, ECU, Editorial Club Universitario, Alicante.

fino, ya que la fundamental se debilita y los armónicos se fortalecen[145]. A su vez, el sonido de la guitarra flamenca se caracteriza por un alto volumen en las frecuencias medias y casi ningún bajo profundo, pero si con un sonido nítido.

A su vez, la guitarra flamenca se caracteriza por ser una guitarra ligera y cómoda, que, a pesar de tener un ataque corto, tiene un decaimiento muy rápido. Esto se explica porque en el pasado, el guitarrista flamenco siempre ha tenido problemas con el volumen de su instrumento. Originalmente, la guitarra flamenca se utilizaba exclusivamente como un instrumento de acompañamiento al cante y al baile. En comparación con los fuertes taconeos de las bailaoras y bailaores y las voces de los cantaores, algunos de los cuales eran bastante potentes, la guitarra se quedaba siempre en segundo plano o apenas se oía. Es por eso que se le pidió al guitarrero que construyera un instrumento de mayor volumen y se esperaba que el guitarrista tocara de manera que todos pudieran oírle.

Los guitarreros resolvieron este problema mediante la construcción de instrumentos con notas brillantes, fuertes, a un alto volumen en las frecuencias medias, casi sin graves y un tono que tenía un ataque muy corto, pero también un corto "sustain". La guitarra flamenca responde al instante, ya que es muy ligera. El fondo y los aros de la caja de resonancia son mucho más delgados que los de una guitarra de concierto. Con los años, los guitarristas adoptaron un toque potente y muy fuerte, que todavía está en uso hoy en día, a pesar de que la amplificación electrónica es ahora bastante común en el flamenco.

Otro aspecto que caracteriza al sonido flamenco es el “chasqueo” o “cerdeo” que se genera fruto de que las cuerdas suelen estar muy pegadas al puente (para ganar comodidad en la mano derecha). Y es que casi todas las técnicas de la guitarra flamenca, ya sea el rasgueo, picado, arpegio o trémolo, se tocan posicionando la mano derecha cerca del puente, generando un sonido brillante y seco.

En relación a los demás instrumentos, el sonido de la guitarra flamenca se caracteriza por los siguientes rasgos:

- ***El ataque rápido:*** En una buena guitarra flamenca el sonido ataca con rapidez. Después de pulsar la cuerda, la tapa vibra muy rápidamente y alcanza su pico de volumen en unos pocos mili segundos. Esto se debe a que el flamenco es una música muy racial, pasional y expresiva.

[145] J. LEWIS, Wanda and R. SMITH, James, *The Effect of String Tensions Variation on the Tonal Response of a Classical Guitar*, The Warwick Research Journal, University of Warwick. 2014.

Incluso en un instrumento armónico/melódico como la guitarra, la rítmica (el compás) y la percusión son parte fundamental del carácter de esta música. La mayoría de estilos flamencos tienen tempos rápidos, por eso el músico necesita que el instrumento produzca notas con rapidez.

- ***Caída y sostenimiento cortos:*** El volumen de la nota pulsada tiende a caer también rápidamente y además se mantiene poco en el tiempo. Este concepto de decay y sustain es lo que llanamente se denomina como "guitarra seca", y cuanto más corta es la duración de la nota, más rápido se desvanece, más "seca" se dice que es la guitarra. Estos parámetros varían mucho dentro de las guitarras, no existe una medida única, y depende mucho de las preferencias del músico. La norma en el flamenco tradicional era que la guitarra fuera más "seca", y hoy en día la tendencia en concierto es tocar con guitarras con un poco más de sostenimiento, y más armónicos, por ende.

- ***Balance de frecuencias:*** La guitarra flamenca tiene la particularidad de que produce menos energía en la zona de graves para a la vez reforzar la zona de medios-agudos. Existe la creencia generalizada de la guitarra flamenca "suena más aguda" que la clásica. Este es uno de los errores más comunes entre los guitarristas. En primer lugar, el concepto de más agudo o menos, no tiene nada que ver con eso, sino con la altura de las notas, y por tanto cualquier nota en la guitarra flamenca es "igual de aguda" o "igual de grave" que en una clásica (o que, en un piano, o que en una trompeta). El origen del error está en la percepción del conjunto del instrumento, porque lo que si es cierto es que la guitarra flamenca genera menos "energía" en los graves y esto hace que el instrumento aparentemente suene más "brillante", con más "claridad". Las técnicas propias del toque flamenco (sumado al hecho de que es un instrumento nacido para el acompañamiento del cante y del baile), hacen que el balance de frecuencias sea óptimo para su correcta ejecución y audición. En este sentido, para las técnicas tradicionales del flamenco como el rasgueado, los golpes o la alzapúa, la claridad en el sonido es fundamental[146]. Por eso la guitarra clásica de concierto, con su energía total por cuerda y su largo sostenimiento, no funciona bien con estas técnicas.

- ***Amplio rango dinámico:*** Para ecualizar con éxito una guitarra flamenca hay que conocer muy bien el instrumento, sus técnicas y saber qué maderas usa y como es su sonido. Esto nos ayudará

[146] Generalmente, estas técnicas generan unas pelotas indeseadas de las frecuencias graves que emborronan el sonido, haciéndolo menos claro y limpio.

a que la guitarra flamenca suene más natural. Asimismo, hay que buscar el espacio o sala con el tratamiento acústico adecuado para evitar frecuencias poco deseadas que generalmente las tenemos en los graves.

De cuantos materiales se utilizan en la construcción de una guitarra flamenca, la madera forma parte principal y casi única[147]. Debido a este hecho, la elección de una madera u otra (y el grosor de las mismas) determina en gran medida su timbre y por ende su sonido. Y es que cada pieza de la guitarra flamenca tiene una función diferente en el sonido final y requiere un tipo distinto de madera sonora. Los árboles que con su sonoridad han contribuido al arte del maestro son principalmente: el ciprés mediterráneo, el pino abeto alemán, el ébano, el cedro amargo y el cedro rojo, el palosanto de Río y el palosanto de la India.
El ciprés[148] mediterráneo (*Cupressus sempervirens*) proporciona una madera acústica de color claro con la que se fabrica el fondo y los aros de la guitarra flamenca, la pieza que recibe las ondas sonoras y las refleja hacia fuera. La madera, como la de la mayoría de las coníferas, se considera ligera y blanda, pero es muy resistente y con una fragancia intensa y tenaz. Para el toque, es blanda, cómoda de tocar, y su sonido es brillante, cristalino, percusivo.

Las guitarras de ciprés (fondo y aros), llamadas por los flamencos «guitarras blancas», han sido las tradicionales entre los guitarristas flamencos hasta que Paco de Lucía cambió la tradición. Una de las razones es que el volumen de la caja resonante es muy apropiado para salas pequeñas, los escenarios propios donde se acompaña al cante y al baile. Por otra parte, el ciprés es una madera más barata porque el árbol se cultiva en España, aunque parece que hoy en día se importa de Alemania, Rumanía y Grecia.

El pino abeto[149] alemán (*Picea abies*) es también una conífera europea. Se conoce por diversos nombres: abeto rojo, falso abeto, pícea europea y árbol de Navidad. Esta madera, que es de color claro, en la guitarra flamenca se usa para la "tapa armónica", una pieza clave de este instrumento. Las cualidades sonoras de la madera del pino abeto alemán son sobresalientes. La condición de árbol de montaña les da estructura, estabilidad y homogeneidad a las aptitudes tonales. El guitarrero almeriense Antonio de Torres[150] (1817-

[147] CHACÓN TENLLADO, José Ángel, *La Guitarra en la Luthería*.
[148] El árbol ciprés forma parte del paisaje cultural de la región mediterránea, donde es nativo y se cultiva desde muy antiguo.
[149] El abeto rojo es un gran árbol de la familia de los pinos que llega a los 55 metros de altura, tiene porte de árbol navideño y es natural del norte y centro de Europa. Vive en la alta montaña, en ambientes fríos.
[150] Entre los guitarreros es conocido el hecho protagonizado por Antonio de Torres Jurado al construir una guitarra de cartón con la tapa de abeto. Sin duda alguna, el creador del prototipo que da origen a la guitarra moderna quiso demostrar de forma irrefutable la importancia que él atribuía a esta parte del instrumento. En CHACÓN TENLLADO, José Ángel, *La Guitarra en la Luthería*.

1892), incorporó el pino abeto alemán para la tapa armónica y desde entonces se usa con asiduidad en la guitarra flamenca.

El cedro rojo de Canadá (*Thuja plicata*) es conocido también como tuya gigante, árbol de la vida o cedro rojo del Pacífico. La madera de color marrón posee magníficas propiedades acústicas. Su uso es reciente para tapa armónica de guitarras, en las flamencas se usa poco, es más frecuente en las clásicas. Esta tuya gigante es un gran árbol de hasta 60 metros de la familia de los cipreses (no es un verdadero cedro), nativo de la región costera del oeste de Norteamérica (EEUU y Canadá). Para los indígenas de esa franja costera era un verdadero árbol de la vida del que extraían infinidad de productos, incluyendo sus tótems espirituales y sus canoas. La madera tiene intenso olor aromático semejante al del cedro, es ligera, muy estable y resistente. Paco de Lucía tuvo algunas guitarras con tapas de esta madera.

El ébano (*Dyospiros ebenum*) tiene una madera de un atractivo color negro, de las más duras y pesadas del mundo, se hunde en el agua. Con ella se construye el diapasón de la guitarra, la pieza alargada y estrecha sobre la que se presionan las cuerdas a la hora de tocar, que debe resistir una fuerte presión. El ébano es un árbol mediano de los bosques secos de la India, pero está en peligro de extinción y prohibida su exportación. Actualmente se importa de plantaciones de países africanos como Nigeria o Camerún. Las excepcionales cualidades sonoras de la madera de ébano la hacen indispensable para instrumentos de viento como oboes y clarinetes, así como para piezas varias de instrumentos de cuerda y para las teclas negras de pianos. En la guitarra flamenca, el diapasón de ébano produce sonidos brillantes y agudos.

El cedro español o cedro amargo (*Cedrela odorata*), de la familia de las Meliáceas, no es un cedro ni un árbol sonoro. Su madera color marrón rosado se emplea para fabricar el mástil de la guitarra, pues pesa poco y a la vez es resistente, aguantando bien la presión que ejercen las cuerdas. El diapasón de ébano sobre el mástil de cedro amargo forma un mango muy rígido que no se comba. Oriundo de las regiones tropicales de América, llega a los 40 metros de altura con su tronco cilíndrico y copa redondeada. Los Mayas y los primeros colonizadores usaban esta madera para todo tipo de usos. El aroma intenso de la madera (al que debe su nombre común) junto a la resistencia al ataque de polillas hace de este árbol una de las especies madereras más importantes del mundo.

El palosanto de India (*Dalbergia latifolia*), debido al aroma floral de su madera, es conocido en inglés como *Indian Rosewood* o madera rosa de la India. La madera es oscura, pesada, resistente y durable. Como la del ciprés, es idónea para el fondo y los aros de la guitarra. El palosanto o palisandro indio es una

leguminosa de tronco recto que llega hasta 40 metros de altura. Nativo de los bosques indios tropicales del monzón, gran parte de la madera proviene hoy de la fecunda región de Kerala. El crecimiento lento de este árbol aporta a la madera dureza y una estructura homogénea. La madera es muy valorada por el color (de marrón hasta púrpura e incluso más oscuro), durabilidad, resistencia y fuerza. Acústicamente, es muy resonante, fiable, de alta calidad constante y produce un sonido profundo.

Hay otros palosantos sonoros, como el palosanto de Río (*Dalbergia nigra*), árbol de las selvas brasileñas de la región entre Bahía y Río de Janeiro que fue estimadísimo para el fondo de guitarra hasta mitad de los años 60, por la belleza de la madera muy oscura y la excelencia de su sonido. Pero la especie llegó a estar en peligro de extinción o casi extinguida debido a la desaparición de su hábitat natural a causa de la deforestación para tierras agrícolas. Desde 1968, la exportación de troncos enteros está prohibida y, desde 1992, la comercialización de la madera está restringida por la CITES (Convención Internacional de Especies Amenazadas de Flora y fauna Silvestre). Así fue cómo el palosanto de India, por su mayor disponibilidad y sostenibilidad, se convirtió en el sustituto del palosanto de Río para la fabricación de guitarras.

Esta madera es empleada en las "guitarras negras", denominación adquirida por el color oscuro de la madera, en oposición al claro del ciprés. La guitarra flamenca negra se diferencia de la flamenca blanca por las maderas empleadas en la construcción del cuerpo. El fondo y los aros de una guitarra flamenca negra están fabricados con maderas más densas, como el Palosanto. El objetivo es conseguir una mayor proyección del sonido y un mayor volumen. Estas guitarras son ideales para concertistas de flamenco, y para todo aquel que quiera disfrutar de una guitarra versátil con una acción de cuerdas más baja.

4.4 – Partes constitutivas de la guitarra flamenca: Descripción y función acústica

La guitarra flamenca se compone principalmente por tres elementos: la caja de resonancia, el mástil y la cabeza. Cada elemento está compuesto por diferentes objetos, cada uno con una función específica[151]. Veamos a continuación las partes de la guitarra flamenca:

[151] La función de cada una de las partes, así como la interacción entre cada una de ellas es importante a la hora de comprender como se genera e irradia el sonido por el instrumento. En H. ROBERTS, William, *Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2015.

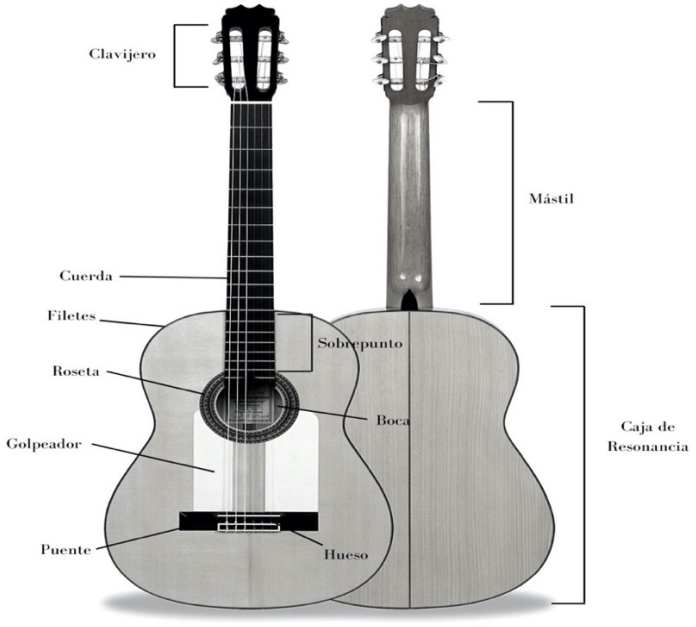


Ilustración 62. Partes de una guitarra (Imagen 1)

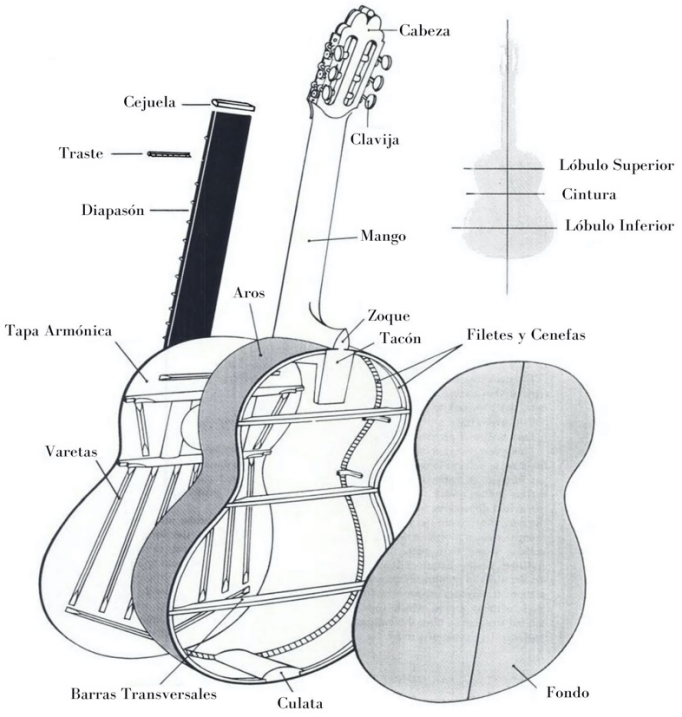


Ilustración 63. Partes de una guitarra (Imagen 2)

Los elementos de una guitarra pueden tener tres funciones:

- **Estructural**: Todos aquellos elementos cuyo objetivo principal sea garantizar un correcto comportamiento estático y dinámico. Son aquellos que resisten fuerzas y esfuerzos producidos por la tensión de las cuerdas o por la propia estructura de la guitarra[152].
- **No estructural**: Son elementos no estructurales aquellos que tienen la función de emitir un sonido de calidad y característico de la propia guitarra.
- **Mixtos:** Se refiere a aquellos elementos que tienen ambas funciones.

4.4.1 - Caja de resonancia

La caja de resonancia tiene la función de amplificar las ondas sonoras producidas como consecuencia de las vibraciones que genera la excitación de las cuerdas en la tapa armónica, dejándolas salir por la boca. Es por tanto una cámara de sonido que influye de manera definitiva en el volumen del sonido y donde se crea el efecto acústico. La caja de resonancia no irradia el sonido de cada componente de la cuerda vibrante en la misma cantidad; irradiará algunos componentes con más fuerza que otros, por lo que tendrá una gran influencia sobre la calidad del tono general del instrumento. El detalle o la forma de este aparente "filtro" de la caja de resonancia es complejo y se rige por los modos vibratorios del mismo. Estos modos se hacen mucho más complejos a medida que interactúan con la tapa armónica, la cavidad de aire, el fondo y los aros de la guitarra[153].

La caja de resonancia está formada por dos tapas exactamente iguales en cuanto a forma del perfil exterior y por dos tiras de madera que siguen el contorno de las tapas, que se cierran por ambos extremos. Estos elementos generan un volumen de aire en su interior provocados por las cuerdas al vibrar[154]. La boca por su parte es un agujero u orificio a modo de apertura en el centro de la tapa armónica del cuerpo de la guitarra. A través de esta zona es por donde entra y sale el aire, proyectándose así hacia fuera el sonido que se produce por las vibraciones del aire existente en el interior de la caja. La caja de resonancia es por tanto uno de los elementos clave de la producción del sonido de la guitarra flamenca.

[152] BUSTINS MOLINA, Denis, *Estudio Cuantitativo de la Calidad Sonora de una Guitarra Española*, Universidad Politécnica de Catalunya, 2017.
[153] H. ROBERTS, William, Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments, Thesis, University of Cardiff, 2015
[154] MELENCHÓN SÁNCHEZ, Sebastián, *Curso de Luthería de Guitarra Española*

4.4.2 - Puente

El puente es el elemento que (junto a las cuerdas) une acústicamente el mástil y la caja de resonancia. Consiste en una pieza de madera encolada sobre la tapa armónica y sobre ella están ancladas directamente las cuerdas. La tensión total que las seis cuerdas ejercen sobre el puente es el equivalente al peso de un cuerpo de 42 Kg[155] (aunque dependiendo del tipo de tensión el peso puede oscilar entre 30 y 50 Kg). La ubicación del puente depende de la longitud y posición del mástil. Se debe cumplir el requisito de que la longitud de las cuerdas, desde el puente hasta la cabeza del mástil, sea de 65cm. Su objetivo es que se transmita toda la energía de las cuerdas hasta la tapa.

El punto de contacto entre la cuerda y el puente es a lo que se denomina "montura". Consiste en una pieza esbelta de marfil que posee un alto coeficiente de reflexión con el objetivo de que las ondas se transfieran de manera óptima a la tapa armónica. El puente es el que soporta toda la tensión de las cuerdas es por ello que se construye de manera aparte de la guitarra para poder ser sustituido en caso de desgaste o grieta.

La función del puente es completamente acústica, dado que además de reforzar la tapa armónica, también afecta a las vibraciones de la misma[156]. Según se reportó en una revista internacional (Torres & Boullosa 2009), la rigidez del puente afecta considerablemente a la respuesta vibratoria de la tapa[157] (se vio por ejemplo que en las guitarras de mala calidad la rigidez del puente disminuye gran parte de la respuesta de la guitarra[158]). Los cambios en el comportamiento vibratorio de la tapa traen como consecuencia cambios en el patrón de radiación sonora de la guitarra[159]. Kasha (1982) también publicó en diversos estudios que el puente además de servir como punto terminal de las cuerdas, también es el transmisor de la energía vibracional de la cuerda a la tapa, y es recomendable poner atención especial en la impedancia mecánica del puente y en su dependencia en frecuencia.

Otra función del puente es la de mantener una adecuada altura de las cuerdas respecto del diapasón con el objetivo de tener cierta ergonomía a la hora de pisar una cuerda en el diapasón. La altura de la cuerda debe ser idónea con tal de que no sea demasiado alta (dado que esto dificulta pisar las cuerdas con rapidez por lo

[155] MERINO DE LA FUENTE, José Mariano, *Las Vibraciones de la Música*, ECU, Editorial Club Universitario, Alicante.
[156] D. ROSSING, Thomas, *The Science of String Instruments*, Stanford University, Stanford, 2010.
[157] Esto sucede notoriamente después de las tres resonancias más bajas de la guitarra, en las que el puente prácticamente permanece rígido.
[158] TORRES TORRES, Jesús Alejandro, *El Puente, Modos de Vibración y Radiación Sonora en Frecuencias Medias de la Guitarra Clásica*, Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
[159] TORRES TORRES, Jesús Alejandro, *El Puente, Modos de Vibración y Radiación Sonora en Frecuencias Medias de la Guitarra Clásica*, Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.

que se requiere más fuerza en los dedos) ni demasiado baja. En el caso de la guitarra flamenca la altura de las cuerdas suele ser más baja que en la guitarra clásica dado que esto favorece la comodidad a la hora de ejecutar las diversas técnicas de la mano derecha. Con una altura más baja también se consigue que la cuerda roce de manera sucinta algún traste para producir el característico "ceceo" flamenco en las técnicas principalmente de rasgueado.

4.4.3 - Tapa armónica

Las características del sonido generado por una guitarra dependen, además de la técnica del ejecutante, de la respuesta vibratoria de todo el instrumento a la excitación de las cuerdas y de la perturbación que esto produce en el aire para llegar a nuestros oídos. De todas las partes que constituyen una guitarra, la que influye más en esta interacción es la tapa armónica[160]. Por lo tanto, la tapa armónica es la parte más importante del instrumento[161].

La tapa armónica es la tabla que trasmite sus vibraciones a toda la caja de resonancia y soporta directamente la tensión de las cuerdas, a través del puente encolado en su superficie; superficie reducida, con respecto al fondo por el hueco de la boca[162]. Una vez excitadas las cuerdas, estas transmiten a la tapa armónica todas las vibraciones mediante el puente y obligan a hacer vibrar la tapa a la misma frecuencia que las cuerdas. El hecho de que la tapa vibre provoca que se mueva el aire contenido en la caja y amplifica esas ondas sonoras dejándolas salir por la boca.

Al igual que la vibración compleja de la cuerda, la vibración de la tapa se puede dividir en muchas vibraciones más simples; estos son los modos de resonancia. Esto implica que toda guitarra al vibrar genera un tono que varía de una guitarra a otra. El estudio de las formas de estos modos ayuda a comprender la interacción entre las cuerdas y el cuerpo del instrumento y también la forma en que el instrumento se comunica con el aire circundante (Christensen and Vistisen, 1980)[163]. El primer modo de resonancia parte esencialmente de la tapa armónica y condiciona el consecuente proceso de vibración de todas y cada una de las partes del instrumento, incluido el aire contenido en la caja.

[160] ALEJANDRO TORRES, Jesús y RUIZ BOULLOSA, Ricardo, *Identificación a Simple Vista de Patrones de Vibración de una Tapa de Guitarra*, Universidad Autónoma de México, 2008
[161] CHACÓN TENLLADO, José Ángel, *La Guitarra en la Luthería,* Consejería de Turismo y Comercio de la Junta de Andalucía, 2012
[162] CHACÓN TENLLADO, José Ángel, *La Guitarra en la Luthería*.
[163] H. ROBERTS, William, *Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2015.

El comportamiento vibratorio de la estructura de la guitarra puede compararse con el proceso resultante de la pulsación de una cuerda del instrumento, cuyo sonido queda definido por la presencia de los parciales y los armónicos que cooperan en dar cuerpo al sonido fundamental, o primer armónico, de toda nota musical.[164] Fletcher y Rossing (1991) afirman que el lóbulo superior de la tapa armónica y el puente proporcionan la respuesta de altas frecuencias y la cavidad de aire, el fondo y el lóbulo inferior de la tapa proporcionan la respuesta de frecuencias más bajas.[165]

El grosor de la tapa armónica no suele ser constante, sino que presenta diferencias a lo largo de la misma[166]. De modo general suele rebajarse el grosor de las tapas en los extremos de la parte inferior y dejarlos más gruesos a la altura del puente, donde la tensión es mayor, al igual que en los hombros superiores donde también la tapa es más gruesa y necesita resistencia frente a las torsiones del mástil[167]. Con objeto de mejorar la calidad del sonido irradiado por el instrumento, el guitarrero busca una alta rigidez y baja densidad de la tapa (Richardson 1994)[168]. La tapa armónica está compuesta de dos mitades en el sentido longitudinal de la veta de la madera, y suele estar construida de madera de pino abeto ya que es la madera que mejores prestaciones tiene respecto la relación densidad- rigidez. El sentido de las vetas es muy importante ya que ofrecen una distinta resistencia a la velocidad del sonido.

En la configuración de la tapa de la guitarra encontraremos diferentes tipos de barras y varetas que forman parte del diseño tradicional establecido por Torres. Las varetas parten de la boca en forma de abanico, exactamente por debajo de la barra inferior, y ayudan a la configuración y a la ordenación de las vibraciones de la tapa armónica. Su función es por tanto la de "*disciplinar el movimiento de su superficie*"[169] (Sloane, 1974). Asimismo, tienen como objetivo aumentar la masa de la tapa para conseguir que esta entre en resonancia con las frecuencias que emitirán las cuerdas al vibrar. Las barras transversales por su parte cumplen una función estructural para proporcionar resistencia a la caja y tapa armónica.

[164] L. ROMANILLOS, José, *Antonio de Torres: Guitarrero, su Vida y Obra*, 3ra Edición, Instituto de Estudios Almerienses. 2020, p134
[165] PERRY, Ian, *Sound Radiation Measurements on Guitars and Other Stringed Musical Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2014.
[166] Los espesores de esta tapa, sea de abeto o cedro rojo del Canadá, dependiendo de su densidad y calculados con criterios tradicionales empíricos, oscila entre 2 y 2,5 m/m aproximadamente.
[167] FUENTES CUESTA, José María, *Introducción al Varetaje de la Guitarra Moderna en la Segunda Mitad del Siglo XX*
[168] H. ROBERTS, William, Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments, Thesis, University of Cardiff, 2015
[169] FUENTES CUESTA, José María, *Introducción al Varetaje de la Guitarra Moderna en la Segunda Mitad del Siglo XX*

4.4.4 - Aros

Los aros son dos tiras de la misma madera[170] que aquella empleada en el fondo, y tienen la función de cerrar la caja de resonancia. Su anchura es de 8-11 mm y miden unos 80cm de largo. Los aros no tienen influencia en la calidad sonora[171].

4.4.5 - Fondo

El fondo de la guitarra tiene la misma forma que la tapa armónica. Su función es básicamente estructural, aunque influye en el hecho de amplificar las ondas y contener el volumen de aire. El hecho de que la tapa armónica, los aros y el fondo sean piezas distintas, ayuda en el hecho de que el fondo vibre también y eso siempre nos aporta mejor calidad sonora y mejor amplificación. El fondo, al igual que la tapa, está formado por dos mitades exactamente iguales que nos garantizan cierta simetría y contiene unas varillas de madera adheridas por la parte interior, que nos garantizan un equilibrio estructural en nuestra guitarra cuando se encuentra en un régimen dinámico, aportando mucha rigidez. Dependiendo del guitarrero, podemos encontrar guitarras con tres varillas transversales en el fondo o con dos.

4.4.6 - Mástil

El mástil es la parte que une la caja de resonancia y la cabeza con su clavijero. Consiste en una pieza de madera con gran esbeltez (larga y estrecha) en la que irá alojado el diapasón en la parte frontal. Debido a la tensión de las cuerdas, se necesita una madera de gran estabilidad dimensional (que no sufra deformaciones) que pese poco (de baja densidad) y que cumpla con la belleza que se le espera. La madera que mejor cumple con estas condiciones es el cedro centroamericano.
Se refuerza de dos maneras:

- Con un alma de aluminio: Ayuda a ajustar la curvatura para compensar le tensión ejercida por las cuerdas.

[170] Generalmente el ciprés para guitarras blancas y palosanto para guitarras negras.
[171] BUSTINS MOLINA, Denis, *Estudio Cuantitativo de la Calidad Sonora de una Guitarra Española*, Universidad Politécnica de Catalunya, 2017.

- Con un listón de madera colocado en el sentido de la fibra de la madera con una inclinación perpendicular a la superficie del diapasón. De esta manera aumentamos su momento de inercia y nos garantiza la rectitud del mástil.

En el caso de muchas guitarras clásicas o flamencas que no tienen alma, la tira de madera colocada en el mástil debe garantizar totalmente la rectitud del mástil. En muchos casos solemos encontrar el alma en el interior de la caja de la guitarra, junto al lado de la boca.

4.4.7 - Diapasón

El diapasón es la pieza de madera estrecha y alargada que cubre la parte frontal del mástil. Es donde presionaremos las cuerdas a la hora de tocar. La característica mecánica que requiere un traste es principalmente la dureza, ya que el hecho de presionar la cuerda con los dedos sobre el diapasón y el roce constante de la cuerda produce huellas que a medida que pasa el tiempo son cada vez más profundas. La madera que mejor cumple con estas características es el ébano de Guinea (madera que no tiene vetas). El diapasón está dividido por unas barras metálicas que llamamos trastes. Cada espacio entre barras corresponde a una nota de la escala musical. A medida que nos alejamos del clavijero, los trastes son cada vez más cortos, concretamente corresponde a una relación exponencial. Esta distribución está ligada a la relación entre frecuencias de la escala armónica.

4.4.8 - Cabeza

La cabeza o pala es la parte superior de la guitarra, dónde se tensan las cuerdas gracias al clavijero. Consiste en una pieza de cedro chapada de palisandro que va unida al mástil en la parte superior. Tiene cierta inclinación para asegurar que las cuerdas se apoyen en la cejilla del mástil definiendo así la longitud efectiva de las mismas, y se va ensanchando hasta rematar el instrumento. Su función es totalmente estructural, la calidad sonora de una guitarra no depende del clavijero. Soporta parte de la tensión de las cuerdas, ya que gran parte la absorbe la cejilla en sentido perpendicular al diapasón, donde van apoyadas. Contiene dos ranurados de unos 3,5 cm de ancho dispuestos simétricamente respecto el eje de simetría de la guitarra. La función de estas perforaciones es la poder atar la cuerda a los clavijeros y tensarlas.

Dependiendo del fabricante la terminación de la cabeza puede tener distintas formas, en la que cada uno la personaliza a su manera y expone su sello propio (su marca). Si hacemos una sección longitudinal de la cabeza encontramos 3 agujeros en cada lado de 10 mm de diámetro en el que introduciremos los clavijeros. Los clavijeros son el mecanismo que nos ayuda a afinar (tensar) las cuerdas de la guitarra. Consta de un sistema de tornillo sin fin-cremallera que al darle vueltas a la oreja se va enrollando aumentando o disminuyendo su tensión. Se denomina clavija a cada una de las piezas giratorias de pequeño tamaño situadas a cada lado de la cabeza que nos permiten modificar la tensión de las cuerdas a través del giro de un tornillo. Por su parte el clavijero es la parte de la guitarra donde se localizan encajadas las clavijas que permiten afinar las cuerdas variando su tensión hasta lograr la altura del sonido deseada.

4.4.9 - Cuerdas

Las cuerdas son los elementos principales de las guitarras. En ellas empieza la propagación de sonido. La cuerda de una guitarra es un elemento vibratorio[172] que genera un sonido que puede variar dependiendo de la frecuencia y amplitud. Consisten en segmentos formados por un material flexible que permanecen en tensión al ser apoyados por dos puntos (cejilla apoyada, puente amarrado) que pueden vibrar libremente. Las cuerdas pulsadas generan energía, pero irradian solo una pequeña cantidad de sonido directamente dado que no mueven un gran volumen de aire al vibrar[173]. Estas transmiten energía vibratoria a la tapa armónica y al puente, que, a su vez, comparten esta energía con el fondo, los aros y la caja de resonancia. El sonido es irradiado a través de la boca[174].

Las vibraciones de las cuerdas y la caja de resonancia de la guitarra se influencian mutuamente; esto significa que la vibración de la caja de resonancia afectará a las vibraciones de la cuerda y viceversa[175].

En toda guitarra existe un grado de excursión, o recorrido de la cuerda al ser pulsada, que varía de guitarra en guitarra, y que de no ser controlado puede dar como resultado una pulsación demasiado blanda o, por el

[172] Cuando la cuerda vibra, ejerce una fuerza que tiene componentes tanto transversales como longitudinales. Los pulsos de fuerza longitudinales ocurren al doble de la frecuencia de la cuerda vibrante y tienen formas de onda esencialmente triangulares en comparación con la forma de onda rectangular de los pulsos transversales. En D. ROSSING, Thomas, *The Science of String Instruments*, Stanford University, Stanford, 2010.
[173] El cuerpo del instrumento tiene la función de comunicar las vibraciones de la cuerda al aire circundante para que podamos escucharlas con claridad.
[174] D. ROSSING, Thomas, *The Science of String Instruments*, Stanford University, Stanford, 2010.
[175] H. ROBERTS, William, Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments, Thesis, University of Cardiff, 2015

contrario, una pulsación dura, que impide una digitación adecuada. Este factor depende de la frecuencia de la resonancia fundamental del instrumento.[176]

Un guitarrista puede alterar la formación de los parciales (y por ende el tono) de una guitarra ajustando el ángulo, la posición y las diferentes partes del dedo (o uña) a través de los cuales pulsa la cuerda (Fletcher y Rossing 1998). Cuando la cuerda se pulsa perpendicular a la tapa armónica, se obtiene un tono fuerte pero que decae rápidamente. Cuando la cuerda se pulsa en paralelo a la tapa, por otro lado, resulta en un tono más débil pero más largo[177].

Las seis cuerdas de la guitarra se afinan como sigue; E_2, A_2, D_3, G_3, B_3 y E_4, que corresponden a las siguientes frecuencias: 82 Hz, 110 Hz, 147 Hz, 196 Hz, 247 Hz y 330 Hz. Las tres cuerdas más agudas son de nylon, mientras que las otras tres suelen tener el núcleo de nylon, pero se le añade un recubrimiento de bronce para dotar de unas propiedades acústicas y dinámicas distintas[178]. En el argot flamenco a estas tres cuerdas más agudas se les llama *primas* y a las tres graves se les llama *bordones*. La frecuencia a la que vibra una cuerda depende de diversos factores tales como su masa o densidad, los modos de vibración, el material con el que estén construidas, la longitud de las mismas y de la tensión a la que está sometida su longitud[179]; cuanto más corta sea la cuerda, más alta será la frecuencia y viceversa. El estado de resonancia en el que existe una perfecta conjunción entre la tensión de las cuerdas y la estructura de la guitarra es aquella en la que las cuerdas tras ser pulsadas regresan a su posición inicial de reposo, desde donde vuelven otra vez a iniciar su recorrido vibratorio.

4.4.10 - Golpeador

En el caso de la guitarra flamenca, el golpeador es una parte importante de la misma y puede ser de color blanco o transparente. Se adhiere sobre la tapa armónica, y aunque no tiene efecto alguno en el sonido, previene posibles daños ocasionados por los golpes de carácter rítmico que realizan los guitarristas flamencos o bien con las uñas o con la yema del dedo medio o anular de la mano derecha.

[176] L. ROMANILLOS, José, *Antonio de Torres: Guitarrero, su Vida y Obra*, 3ra Edición, Instituto de Estudios Almerienses. 2020, p134
[177] D. ROSSING, Thomas, *The Science of String Instruments*, Stanford University, Stanford, 2010.
[178] Recubrir las cuerdas inferiores con bronce aumenta la masa de las cuerdas, lo que resulta en una frecuencia más baja. En Perry Ian, *Sound Radiation Measurements on Guitars and Other Stringed Musical Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2014.
[179] WOLFE, Joe, *How does the Guitar Work*, Music Acoustics, University of New South Wales, Sidney,

5 – SÍNTESIS DE SONIDO: TÉCNICAS DE SÍNTESIS Y SAMPLING

En este capítulo estudiaremos las diferentes técnicas de fabricación de sample packs e instrumentos virtuales, con objeto de dilucidar cual es la más apropiada a la hora de desarrollar nuestros productos. Para la construcción o creación de instrumentos virtuales y sample packs se utilizan básicamente dos técnicas diferentes: técnicas de síntesis de sonido y sampling o técnica de muestreo.

5.1 – Síntesis de Sonido

Llamamos síntesis de sonido (*Sound Synthesis*) al proceso de producir y obtener sonidos a partir de medios no acústicos. En el año 2003, el Chambers 21st Century Dictionary definió la palabra "*síntesis*" como "*construir; poner juntos; hacer un todo a partir de partes*". A través de esta técnica podemos procesar y manipular sonidos preexistentes o generar nuevos sonidos tanto electrónica como mecánicamente. El autor estadounidense Martin Russ describe este proceso como una combinación de arte y ciencia. Un proceso a través del cual podemos generar sonidos simples y complejos, así como una inmensa variedad de timbres llenos de emotividad en los cuales la imaginación se presenta como el único límite[180].

Existen diversas técnicas de síntesis[181]. Las más empleadas hoy en día son aquellas que emplean el modelo "*source and modifier*", por el cual una fuente sonora (como por ejemplo un oscilador[182]) genera un sonido básico sin procesar que a posteriori puede ser modificado para crear un sonido o timbre final diferente a este. La idea de fuente sonora y modificador está presente en casi todas las técnicas de síntesis, pero como veremos a continuación presenta algunas limitaciones a la hora de aplicarlo a un instrumento cordófono como la guitarra.

Este modelo se basa en la idea de que los instrumentos convencionales o acústicos pueden ser divididos en tres partes principales: la fuente sonora, un modificador (que procesa la salida de la fuente sonora) y algunos controladores (que actúan como la interfaz entre el ejecutante y el instrumento)[183].

[180] RUSS, Martin, *Sound Synthesis and Sampling*, Third Edition, 2009.
[181] Max V. Mathews es considerado el padre indiscutible de la síntesis digital, dado que fue el primero en generar sonidos producidos por ordenador, en los laboratorios IBM, en 1957.
[182] Un oscilador El oscilador es un circuito electrónico que genera una forma de onda en la frecuencia o tono deseado
[183] RUSS, Martin, *Sound Synthesis and Sampling*, Third Edition, 2009.

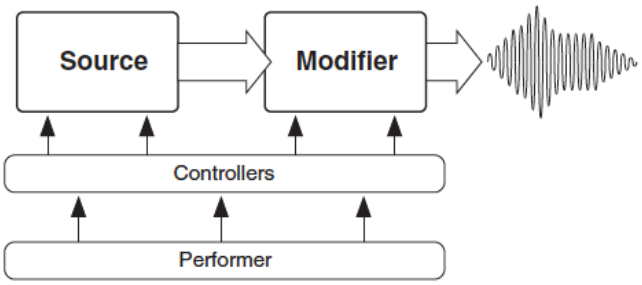


Ilustración 64. Modelo "*Source and Modifier*"

Este modelo resulta válido al analizar, por ejemplo, instrumentos de viento en los cuales la lengüeta actúa como fuente sonora, el cuerpo del instrumento actúa como modificador (el cual se comporta como una serie de filtros resonantes) y los controladores corresponderían a cada una de las notas que pulsa el intérprete. Sin embargo, en un instrumento como la guitarra flamenca (el que nos ocupa en este trabajo) resulta más difícil de aplicar, dado que la fuente sonora (la cuerda pulsada) y el modificador (el cuerpo de la guitarra) no se pueden dividir en partes independientes. La cuerda no puede tocarse aisladamente de la misma manera que la lengüeta de un instrumento de viento, y todas las resonancias del cuerpo de la guitarra no pueden ser determinadas sin que la vibración de las cuerdas esté presente en todo momento. A pesar de esto, este modelo es susceptible de producir una amplia gama de timbres sintéticos e imitativos.

Las técnicas de síntesis se clasifican en dos grupos: técnicas de síntesis analógica (dentro de las cuales se encuentran la síntesis aditiva, síntesis sustractiva y síntesis por tabla de ondas) y las técnicas de síntesis digital (dentro de las cuales se encuentran la síntesis granular, FM o modelado físico entre otras).

En cualquier ámbito, lo analógico se diferencia de lo digital por la *continuidad*. La palabra "analógico" significa que un rango de valores se presenta en forma continua, en lugar de una manera discreta como ocurre en lo “digital”. “Continuo” implica hacer mediciones todo el tiempo, con una resolución infinita. “Discreto” significa que utiliza valores de muestra finitos individuales tomados en intervalos regulares en lugar de medir todo el tiempo, con la suposición de que las muestras son una buena representación de la señal original. La síntesis digital utiliza estos valores discretos. En los sistemas digitales los cambios son drásticos debido al sistema binario, compuesto en exclusiva de unos y ceros. En los analógicos, los cambios son progresivos y graduales, manteniendo la continuidad en todo momento[184].

[184] https://www.sound-pixel.com/blog/musica-analogica-vs-digital-diferencias

Un sintetizador analógico suele definirse como aquel que utiliza voltajes (VCO[185]), corrientes eléctricas, filtros (VCF[186]) y amplificadores (VCA[187]) para representar directamente tanto las señales de audio como cualquier señal de control que se utiliza para manipular esas señales de audio. Éste "sintetiza" los sonidos electrónicamente, transformando la electricidad en sonido. De esta forma, el generador envía formas de onda sin procesar a través de un circuito en las diferentes formas posibles, tales como la senoidal, diente de sierra, cuadrado o triangular.

Onda Sinusoidal

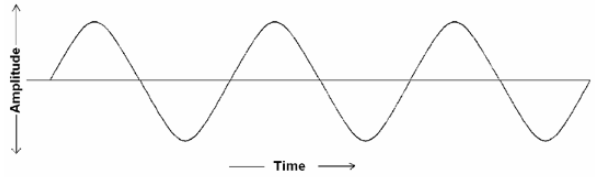


Ilustración 66. Onda Sinusoidal

Audio

Onda Triangular

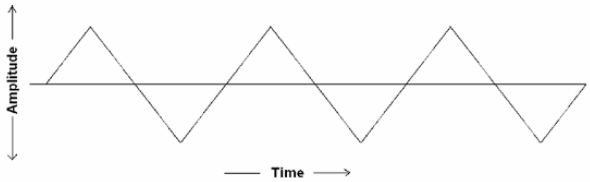


Ilustración 65. Onda Triangular

Audio

Onda de Diente se Sierra

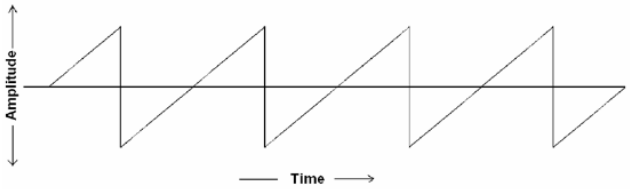


Ilustración 67. Onda Diente de Sierra

Audio

Onda Cuadrada

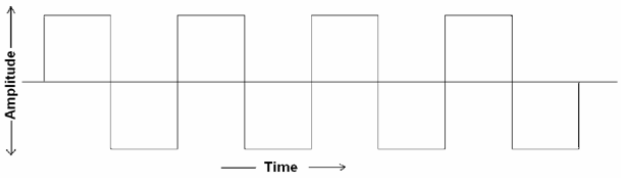


Ilustración 68. Onda Cuadrada

Audio

[185] Acrónimo de *Voltage-Controlled Oscillators*.
[186] Acrónimo de *Voltage-Controlled Filters*.
[187] Acrónimo de *Voltage-Controlled Amplifiers*.

Cada una de estas formas de onda tienen un timbre sonoro diferente. Una vez generada la señal básica, el resto del trabajo que se realiza en este tipo de sintetizadores corresponde a la modificación de estas formas de onda sin procesar (ajustando los filtros de corte y resonancia, ajustando la duración de las notas mediante el ataque, el decay, la liberación y el sustain etc). Los principales parámetros que se emplean a este efecto son los filtros y las envolventes[188].

Los sintetizadores analógicos suelen considerarse apropiados producir sonidos "*cliche*" de sintetizadores, pero no se consideran muy buena opción para simular sonidos reales[189], dado el carácter sintético del sonido que generan[190]. Por el contrario, los sintetizadores digitales utilizan tecnología digital para generar sonido, generalmente a través de DCOs[191]. Todo el proceso se realiza mediante secuencias numéricas, que al final se convierten en una señal analógica mediante un circuito electrónico llamado DAC - *Digital-to-Analog Converter* -, que es la señal que se envía al amplificador y luego a los altavoces[192]. Dada su mayor precisión y fiabilidad, los sintetizadores digitales son capaces de reproducir muestras de instrumentos reales con una fidelidad muy alta. A su vez tienden a ser mucho más precisos y predecibles, eliminando así la incertidumbre inherente de la tecnología de los sintetizadores analógicos[193].

5.2 – Técnicas de Síntesis Analógica

5.2.1 – Técnica de Síntesis Aditiva

La síntesis aditiva parte de la idea contenida en el teorema de Fourier[194], según la cual todo sonido periódico, por complejo que sea, es el resultante de la suma de ondas sinusoidales sencillas de frecuencias múltiplo de una frecuencia base (Puig 1997, 104).

[188] https://www.digitalpianoreviewguide.com/analog-synthesizer-vs-digital-synthesizer-which-is-better/
[189] Aquellos generados por instrumentos acústicos.
[190] Algunos de los sintetizadores analógicos más vendidos y que aún están disponibles en la actualidad incluyen el Yamaha Montage 6, Korg Minilogue XD, Roland JUNO-DS61 y el Behringer Poly D.
[191] Acrónimo de *Digitally-Controlled Oscillators*.
[192] MARTÍNEZ-ZORRILLA, David, *Synthetizers: A Brief Introduction*, Research Gate, 2008.
[193] RUSS, Martin, *Sound Synthesis abd Sampling*, Third Edition, 2009.
[194] Joseph Fourier, matemático y físico francés del siglo XVIII que descubrió que una señal periódica puede descomponerse como una suma ponderada de señales trigonométricas simples (senos y cosenos), de UNED, *MIDI y Síntesis de Audio Tecnología de los Contenidos Multimedia*, Máster en Comunicaciones, Redes y Gestión de Contenidos

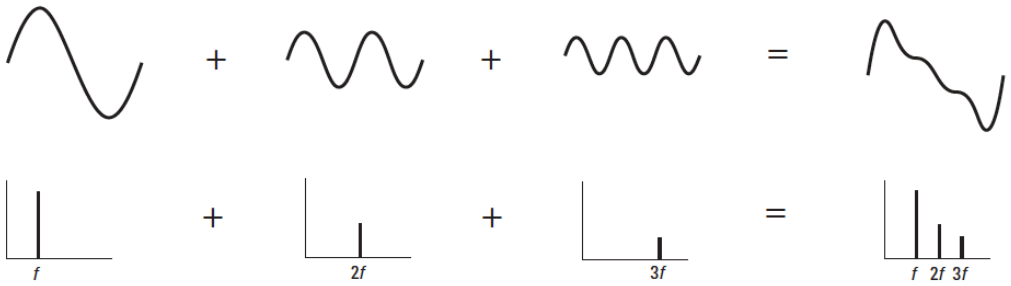


Ilustración 69. Ilustración del teorema de Fourier

Con el fin de construir un espectro complejo que conste de muchos parciales, cada uno con su propia frecuencia y amplitud, un sintetizador aditivo utiliza una onda sinusoidal para cada uno de los parciales y luego suma todas ellas. El espectro resultante tendrá todos los parciales deseados con las frecuencias y amplitudes correctas[195]. La síntesis aditiva fue el primer método empleado para crear señales a medida, dada su simplicidad conceptual y su amplio desarrollo. Sin embargo, son varios los problemas que han provocado su práctica desaparición de los sistemas actuales de síntesis, especialmente en los que se pretende una imitación de los instrumentos acústicos convencionales.

Los principales inconvenientes de esta técnica son la gran cantidad de datos y osciladores necesarios para producir un sonido con un amplio contenido armónico. En teoría, la síntesis aditiva puede recrear perfectamente cualquier sonido periódico para el cual tengamos todos los datos necesarios sobre cada uno de sus parciales. En la práctica eso supone una enorme cantidad de datos. No sólo variará la amplitud, frecuencia y envolvente sonora de cada parcial durante el transcurso de una nota, sino que cada parcial puede comenzar con una fase diferente con respecto a los otros parciales. Para recrear perfectamente un sonido, el sintetizador tendría que tener todos esos datos para cada parcial de una nota en cada uno de sus puntos durante un periodo de tiempo determinado.

Si además se desean obtener sonidos variables en el tiempo (de forma que la nota no suene igual al principio que al final[196]), se deberá controlar individualmente y de forma continua la evolución de cada una de estas amplitudes.[197] A esto habría que añadirle el hecho de que los sonidos exclusivamente periódicos resultan excesivamente monótonos y aburridos, de hecho, en la naturaleza o en los instrumentos musicales no se produce esta situación.[198]

[195] HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, California State University, 2011
[196] A este fenómeno se le denomina *evolución temporal* de la onda sonora.
[197] FUOC, *Síntesis Digital de Sonido*, Música y Sistemas Acústicos: Módulo 4.
[198] UNED, *MIDI y Síntesis de Audio Tecnología de los Contenidos Multimedia*, Máster en Comunicaciones, Redes y Gestión de Contenidos

Además del problema de necesitar enormes cantidades de datos, la síntesis aditiva también es computacionalmente intensiva. Puede requerir docenas de osciladores que produzcan ondas sinusoidales para crear el espectro generado por un oscilador de tabla de ondas. Sin embargo, el lado positivo de esta técnica reside en que puede generar nuevos timbres que cambien de manera interesante a lo largo del tiempo[199].

Debido a la gran cantidad de datos necesarios y a la potencia computacional requerida, la síntesis aditiva no ha sido una técnica de síntesis común en los equipos de hardware comercial o sintetizadores de software en los últimos años. El Spectra de Kjaerhus Audio, el Kawai K3, K5, K5000, el Fairlight o en Synclavier son algunos de los sintetizadores que emplean esta técnica de síntesis.

5.2.2 – Técnica de Síntesis Sustractiva

La síntesis sustractiva se basa en el mismo principio fundamental que la síntesis aditiva pero su realización la hace de forma inversa; si la síntesis aditiva parte del principio de que cualquier sonido complejo se puede constituir a partir de la suma de múltiples sonidos simples, la síntesis sustractiva produce sonido sustrayéndole frecuencias a un sonido con un espectro rico en armónicos[200]. Este proceso se consigue con el empleo de filtros[201]. A grandes rasgos existen cuatro tipos de filtros:

1) **Filtro de paso bajo** (Low-pass): Mantiene las bandas de frecuencia por debajo de la frecuencia de corte del filtro.

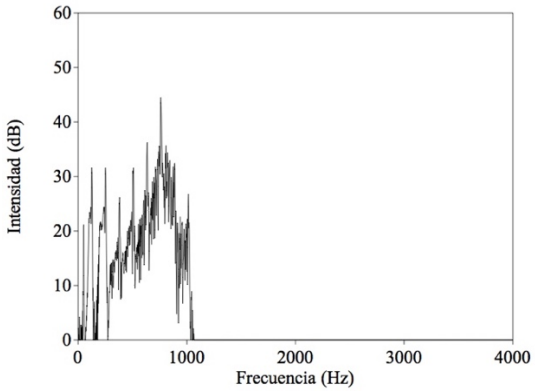


Ilustración 70. Filtro de paso bajo

[199] HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, California State University, 2011
[200] Un espectro rico en armónicos significa que existen muchos parciales en la onda inicial.
[201] Un *filtro* es un dispositivo, que proporciona a su salida una versión de la señal de entrada a la que se le ha alterado la proporción de las distintas componentes frecuenciales.

2) **Filtro de paso alto** (High-pass): Mantiene las bandas de frecuencia por encima de la frecuencia de corte del filtro.

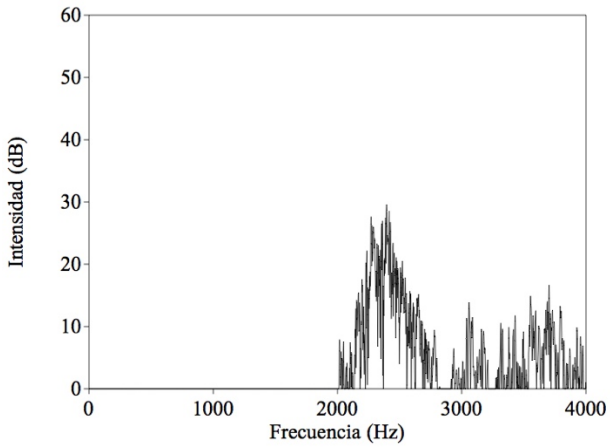


Ilustración 71. Filtro de paso alto

3) **Filtro de paso de banda** (Band-pass): Elimina las bandas de frecuencia que no coinciden con la banda de frecuencia del filtro.

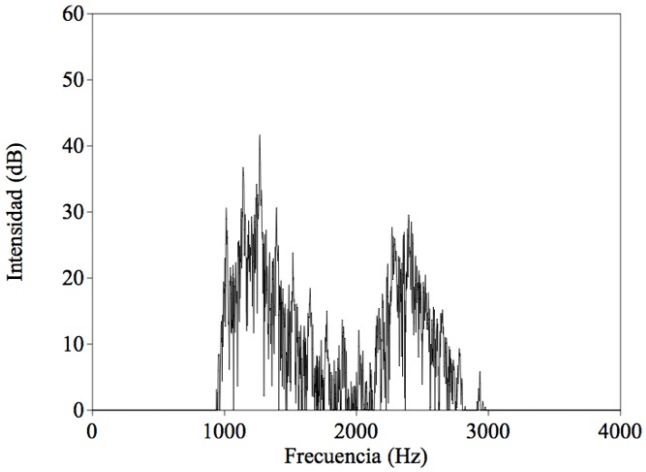


Ilustración 72. Filtro de paso banda

4) **Filtro de rechazo de banda (**Band-stop): Elimina las bandas de frecuencia que coinciden con la banda de frecuencia del filtro.

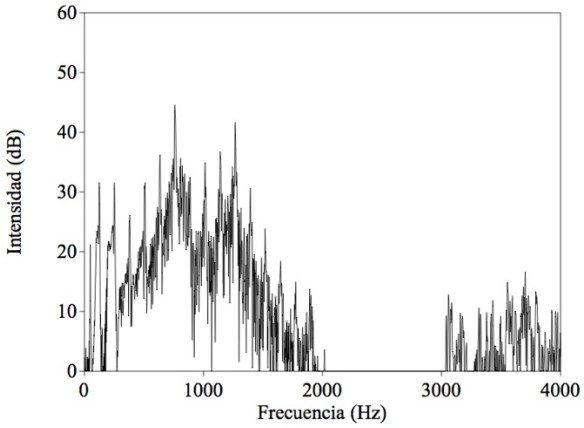


Ilustración 73. Filtro de rechazo de banda

La síntesis sustractiva se basa en el modelo *source and modifier* explicado anteriormente, en el cual la fuente sonora produce un sonido rico en armónicos, mientras que el modificador se usa para filtrar cualquier armónico no deseado y para dar forma a la envolvente de volumen del sonido final. De esta forma, el filtro así resta o sustrae los armónicos no requeridos o deseados; de ahí el nombre de la síntesis.

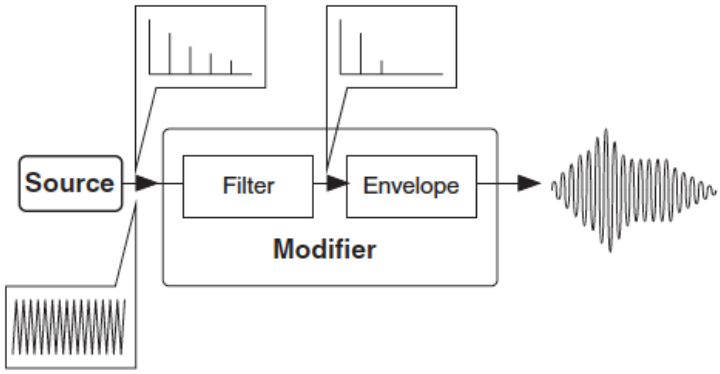


Ilustración 74. Modelo "*Source and Modifier*"

Además del oscilador, los filtros y las envolventes[202], este modelo emplea un amplificador y los denominados LFO (*Low Frecuency Oscillator*) para procesar y modificar el sonido. El LFO suele ser un elemento que se puede enrutar a uno o más elementos del modelo (el filtro, el oscilador o el amplificador) para manipularlos cíclicamente.

[202] Las cuales se controlan a partir de ADSR (attack, decay, sustain y release).

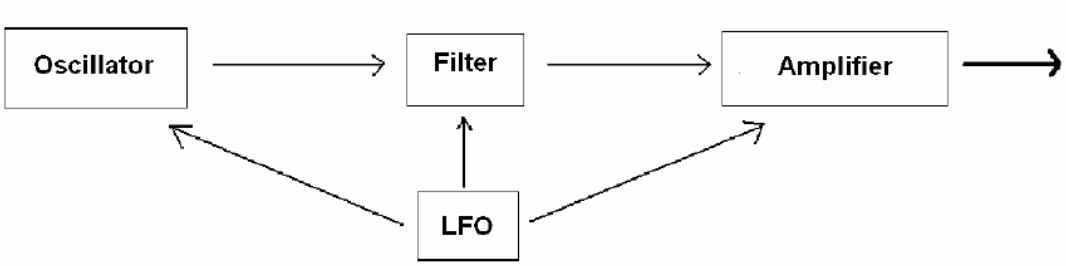


Ilustración 75. Interacción del LFO en el modelo "*Source and Modifier*"

Las fuentes sonoras utilizadas en los sintetizadores sustractivos analógicos tienden a estar basadas en principios matemáticos. Hay dos tipos básicos de fuentes sonoras: formas de onda y aleatorias. Las formas de onda generalmente reciben el nombre de la onda simple que genera. Estas son las más fáciles de describir matemáticamente y de producir electrónicamente. Por otro lado, las formas de onda aleatorias producen ruido, que contiene una mezcla en constante cambio de todas las frecuencias. También se debe tener en cuenta que, en general, las fuentes producen salidas continuas y, por ende, monótonas. Se necesita usar un modificador para alterar el timbre o aplicar una envolvente al sonido primario[203].

La síntesis sustractiva necesita menos osciladores que la síntesis aditiva, ya que en principio bastaría con una única forma de onda rica en armónicos y un conjunto de filtros. Por este motivo, es la que se implementó en los primeros sintetizadores analógicos durante la década de los sesenta. Este método de síntesis genera un sonido muy "vintage" y sintético, con lo cual no es apto para emular instrumentos acústicos.

Algunos de los sintetizadores que emplean este tipo de síntesis son los Moog, ARP, Oberheim, Prophet, EMS, Roland, los KORG PS, MS, Polysix, Poly 61, Mono/Poly, Poly 800, DW, Kawai K4, K11, 100F, Spectral Audio Protone; Doepfer A100, Waldorf Q y Pulse, Yamaha CS o el SY85 entre otros.

5.2.3 – Técnica de Modelado por Tabla de Ondas

Desarrollado en los años setenta por Wolfgang Palm para su compañía PPG, la síntesis por tabla de ondas (*wavetable synthesis*) amplía la idea de la síntesis analógica al proporcionar mayor cantidad y sofisticación de formas de onda sin procesar como punto de partida para su posterior filtrado y modelado. Una tabla de ondas es por tanto una colección de formas de onda o esencialmente muestras de audio, que se reproducen en un bucle (loop) para producir una forma de onda periódica o un sonido o tono continuo. En lugar de usar osciladores que generan formas de onda simples, usan un circuito electrónico que

[203] RUSS, Martin, *Sound Synthesis and Sampling*, Third Edition, 2009.

reproduce ciertas muestras de sonido digitalizadas, a diferentes frecuencias dependiendo de las notas que toquemos[204].

Las tablas de ondas pueden almacenar un único ciclo de una forma de onda, o una colección de los mismos, en lo que se denomina *lookup table* (al que podemos acceder desde el panel de control). Esto nos permitirá acceder, seleccionar o realizar fades entre las distintas formas de onda de forma dinámica en tiempo real. Estos cambios generalmente se logran cambiando manualmente la posición de la tabla de ondas en el sintetizador, a través de controladores MIDI o usando un LFO para automatizar un poco más el proceso. Debido a que la fuente de sonido sin procesar se almacena y reproduce en lugar de generarse desde cero, la síntesis de tabla de ondas suele consumir mucha menos memoria y CPU, al tiempo que logra el mismo efecto que las técnicas de síntesis más complejas.

Uno de los aspectos negativos de esta tecnología reside en que el sonido que produce puede resultar estático y artificial. Esto se debe a que, mientras un sonido generado por un instrumento acústico tiene un timbre y capacidades expresivas enormes (dependiendo de la técnica e intensidad con la que toquemos), una muestra digitalizada es simplemente una grabación que siempre suena de la misma forma de principio a fin. Por otro lado, en relación a las demás técnicas de síntesis analógicas, observamos que una forma de onda digitalizada es mucho más difícil de manipular que la señal de un oscilador simple, ya que se necesitan capacidades de cálculo mucho mayores. Por esa razón, algunos modelos tempranos de síntesis de tabla de ondas tenían estructuras de síntesis muy simples que no eran capaces de alterar el sonido de forma o cantidad significativa, a diferencia de los sintetizadores analógicos o digitales basados en síntesis sustractiva.

Posteriormente, gracias al aumento de velocidad y capacidad de los microprocesadores y componentes digitales en general, se agregaron todos los elementos habituales de la síntesis sustractiva (filtros, LFOs, múltiples osciladores simultáneos, etc.), por lo que hoy en día los sintetizadores de tabla de ondas pueden verse como la evolución natural de los sintetizadores de síntesis sustractiva que le preceden, en los que la diferencia más relevante es la capacidad de utilizar varios cientos o incluso miles de formas de onda complejas en lugar de un pequeño conjunto de formas de onda básicas[205].

[204] MARTÍNEZ-ZORRILLA, David, *Synthetizers: A Brief Introduction*, Research Gate, 2008.
[205] MARTÍNEZ-ZORRILLA, David, *Synthetizers: A Brief Introduction*, Research Gate, 2008.

Por todo ello, este método de síntesis está destinado a crear ruidos de sonido digital, por lo que no se usa muy a menudo para la emulación de instrumentos acústicos. Sintetizadores que emplean esta técnica de síntesis son Massive de Native Instruments o Serum de Xfer Records entre otros.

5.3 – Técnicas de Síntesis Digital

5.3.1 – Técnica de Síntesis por Modulación de Frecuencia (FM)

Introducida en el año 1973 por John Chowning[206] de la universidad de Stanford, la síntesis de sonido por modulación de frecuencia (FM) abrió nuevas posibilidades dado que permitió con un coste asequible una riqueza sonora desconocida hasta el momento. Esta emplea una técnica similar a la tecnología de radio y transmisión de ondas, y se lleva a cabo por la alteración de la frecuencia instantánea de una función (seno, coseno u otra función periódica más compleja), según el comportamiento instantáneo de otra función periódica de frecuencia y amplitud dadas.

FM esencialmente significa tomar el *output* o frecuencia generada por un oscilador y emplearla para controlar (modular) la frecuencia de otro oscilador. Es decir, la frecuencia de una onda sinusoidal portadora es controlada o modulada por una onda sinusoidal moduladora[207].

En el caso más sencillo, la síntesis FM necesita tan sólo dos osciladores: la señal portadora y la señal modulante. Los efectos sobre el timbre se hacen especialmente notorios cuando la frecuencia del oscilador modulante supera los 20 Hz.[208] FM tiene sus raíces en matemáticas y se preocupa por producir formas de onda con complicados espectros de formas de onda mucho más simples mediante un proceso que puede compararse con la multiplicación. Las formas de onda más simples son las ondas sinusoidales, y FM es fácil de entender si se utilizan ondas sinusoidales para las explicaciones iniciales. De hecho, a diferencia de los sintetizadores analógicos, donde las formas de onda son a menudo el foco principal de los controles del usuario, la FM está mucho más preocupada por los armónicos, los parciales y el espectro de la sonar[209].

[206] Los resultados posteriores de John Chowning en este terreno fueron tenidos en cuenta por Yamaha, que de forma parcial y con limitación de prestaciones, se basó en ellos para la construcción de la larga serie de sintetizadores digitales iniciada con el popular DX7 en 1983.
[207] OLAND, Anders y DANNENBERG B., Roger, *FM Synthesis*, Carnegie Mellon University.
[208] FUOC, *Síntesis Digital de Sonido*, Música y Sistemas Acústicos: Módulo 4.
[209] RUSS, Martin, *Sound Synthesis and Sampling*, Third Edition, 2009.

Los sonidos producidos por FM pueden ser bastante brillantes y van desde armónicos hasta muy inarmónicos[210]. Este fenómeno no tiene una equivalencia en la naturaleza y, aunque permite generar sonidos de gran riqueza, es difícil programarlo para obtener sonidos imitativos, por lo que hoy en día ha quedado un tanto desbancado (Puig 1997, 105). Ejemplos de sintetizadores que emplean esta técnica son el FM8 de Native Instruments o los Yamaha SY77, SY99 y TG77.

5.3.2 – Técnica de Modelado Físico

El modelado físico implementa y resuelve en tiempo real modelos matemáticos que describen las propiedades físicas y el comportamiento de los instrumentos acústicos convencionales. Un modelo matemático de un instrumento musical normalmente toma la forma de un conjunto de ecuaciones diferenciales que describen los diversos componentes del instrumento, como una cuerda vibrante, una columna de aire o un resonador. Los componentes se describen mediante ecuaciones en el sentido de que siempre se observa que su movimiento obedece a las ecuaciones diferenciales. Como resultado, dadas las condiciones iniciales (posiciones y velocidades iniciales), las condiciones de contorno (restricciones que describen las conexiones con otros componentes) y conociendo todas las fuerzas externas a lo largo del tiempo (``condiciones de contorno variables en el tiempo''), es posible simular matemáticamente el movimiento del sistema real con gran precisión[211].

Todas estas ecuaciones y fórmulas (realizadas con una computadora[212]) consideran también la geometría del instrumento, el material con el que está fabricado, las condiciones ambientales y todo lo referente a sus propiedades físicas. El resultado sonoro y su semejanza con el instrumento acústico que se está modelando depende exclusivamente del nivel de detalle del modelo empleado[213].

Una de las diferencias más notables entre el enfoque de modelado físico y otras técnicas de síntesis es que este último intenta imitar (modelar) las propiedades y comportamiento de la fuente sonora, mientras que las otras se centran en las propiedades de la señal de sonido emitidas por la misma. Esto genera un potencial para obtener resultados más naturales y realistas, aunque también podemos construir sonidos sintéticos y

[210] Viendo sus posibilidades sonoras, la compañía Yamaha licenció, de la Universidad de Stanford, esta técnica que aplicaría en su DX7. HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, California State University, 2011.
[211] https://ccrma.stanford.edu/~jos/jnmr/Physical_Models_Musical_Instruments.html
[212] VALIMAKI, Vesa and TAKALA, Tapio, *Virtual Musical Instruments; Natural Sound Using Physical Models*, Organised Sound 1(02):75-86, 1996.
[213] BAKOGIANNIS, Konatantinos, POLYCHRONOPOULOS, Spyros, MARINI, Dimitra, KOUROUPETROGLOU, Georgios, *Audio Enhancement of Physical Models of Musical Instruments Using Optimal Correction Factors: The Recorded Case*, MDPI, 2021.

mixtos a través de esta técnica. Las principales pegas de este método de síntesis son su alto coste de diseño[214] y alto coste computacional[215]. Es por ello, que hasta mediados de los años noventa no se desarrolló esta técnica en equipos profesionales.

Algo importante a resaltar en esta técnica, es que, sumado a la capacidad de modelar el comportamiento acústico del instrumento, también nos permite modelar las diferentes técnicas de ejecución. En el caso de la guitarra, por ejemplo, nos ofrece la posibilidad de modelar las técnicas de mano izquierda y derecha. En este sentido, la guitarra clásica ha sido un área en el que el modelado físico ha conseguido importantes avances. El comportamiento de la cuerda pulsada se comprende relativamente bien[216], aunque solo se ha avanzado moderadamente en el modelado del comportamiento del resonador[217]. Esto se debe a que es muy difícil modelar completamente el comportamiento oscilatorio de una guitarra en todo su rango sonoro, ya que la interacción entre los picos resonantes de las cuerdas y del cuerpo de la guitarra son difíciles de modelar, particularmente en frecuencias más altas (Cuzzucoli & Lombardo, 1999). Por otro lado, además del trabajo rudimentario realizado por Jaffe y Smith en 1983, se ha avanzado muy poco en el modelado de las técnicas de mano izquierda como los ligados y los *slides*. Por todo ello, a pesar del gran trabajo que se ha hecho sobre el terreno, aún falta mucho para que lleguemos a un punto en el que un instrumento como la guitarra (y sus técnicas) pueda ser sintetizado de forma realista a través de esta técnica[218].

Uno de los mejores ejemplos de un instrumento acústico modelado a través de esta técnica lo encontramos en el piano Pianoteq de la compañía Modartt. El sintetizador de Apple Sculpture emplea modelado físico.

5.4 – Técnica de Sampling

El método de sampling es el que más eficacia y éxito ha demostrado en la emulación de instrumentos acústicos y ha llevado al sampler a una evolución y un desarrollo tecnológico solo posibles cuando este se ha convertido en un programa dentro del ordenador, gracias a la implementación de tecnologías como el *disk streaming* o a la programación avanzada en la reproducción de muestras (Cuadrado 2017, 3).

[214] La fase previa de estudio del instrumento que se quiere modelar es muy costosa y este estudio no es válido para otro instrumento distinto.
[215] El coste computacional se refiere al amplio número de ecuaciones de gran complejidad que el modelo debe resolver a tiempo real.
[216] Gracias a los trabajos, entre otros, de Traube y Smith (2000), o Tolonen y Valimaki (1997).
[217] McKAY, Cory, *A Survey of Physical Modelling Techniques for Synthesizing the Classical Guitar*, McGill University.
[218] McKAY, Cory, *A Survey of Physical Modelling Techniques for Synthesizing the Classical Guitar*, McGill University.

La palabra "muestreo" es el equivalente del término inglés *sampling,* y se utiliza para indicar la acción de tomar muestras a intervalos de tiempo regulares (Puig 1997, 18). Estas muestras se refieren a sonidos independientes (notas y acordes generalmente) pregrabados en diferentes contextos (Smith 2010 ,5), empleando todas las técnicas y articulaciones del mismo con objeto de plasmar una "fotografía" que refleje las capacidades sonoras, acústicas y tímbricas del instrumento.

Al grabar una muestra de un instrumento acústico, la forma de onda muestreada cambia a lo largo del ataque, sostenimiento, decaimiento y relajación del evento, lo cual produce un sonido rico y variable en el tiempo. Es por ello que la emulación por la técnica de muestreo suele ser mucho más convincente que la síntesis de sonido, pero requiere de un gran número de muestras, de un alto presupuesto[219] y del almacenamiento de una gran cantidad de datos y por ende de memoria RAM.

6 – ESTUDIO DE DIFERENTES SAMPLE PACKS E INSTRUMENTOS VIRTUALES DE GUITARRA FLAMENCA Y CLÁSICA EXISTENTES EN EL MERCADO

6.1 - ¿Qué es un Sample Pack?

Una de las empresas líderes en fabricación y comercialización de sample packs, Splice, ofrece la siguiente definición de lo que es un sample pack; "*Un sample pack o librería de muestras es una colección de sonidos que consta de loops (bucles) y one-shots que están especialmente diseñados para que los productores los utilicen como componentes básicos en sus producciones*."[220] Por lo general, un sample pack incluye sonidos independientes de oscilan entre 2, 4, 8, 16 y hasta 32 compases. El productor puede combinarlos, superponerlos, editarlos y variarlos a su libre creatividad con objeto de componer temas completos, secciones o crear sonidos únicos y personales a partir de ellos. Los sample packs pueden incluir entre otros efectos, MIDI, sonidos de fondo, presets de sintetizadores, loops[221] y one shots[222]. En la siguiente sección analizaremos ocho de los principales sample packs de guitarra flamenca existentes en el mercado.

[219] Destinado a las horas de grabación en un estudio profesional y sus posteriores horas de edición, mezcla y masterización. También se deberá considerar el coste derivado de la contratación, en su caso, de uno o varios programadores.
[220] https://splice.com/blog/tips-for-creating-your-own-sample-pack/
[221] Un loop o bucle es una composición creada con el propósito de repetirse para crear un patrón deseado.
[222] Un one-shot es una sola nota, acorde o efecto de sonido. A diferencia de los bucles, que son continuos, los one-shots son muestras individuales que no tienden a repetirse de forma continuada. Crean la dirección general de la música con respecto a su naturaleza repetitiva.

6.2 – Samples Packs de Guitarra Flamenca

6.2.1 – Flamenco Sounds - Zero-G

Con un precio de 18,71€, este es el único sample pack que hemos analizado en el que sí se adjunta un dossier en pdf a modo explicativo de los samples que incluye, indicando el Bpm y la tonalidad de manera muy clara. Por otra parte, esto se explica porque la nomenclatura de los samples una vez descargados son del tipo "46a01gta165g", "46e05gta201" y similares. Para saber qué contiene cada sample es imprescindible tener el dossier delante en todo momento.

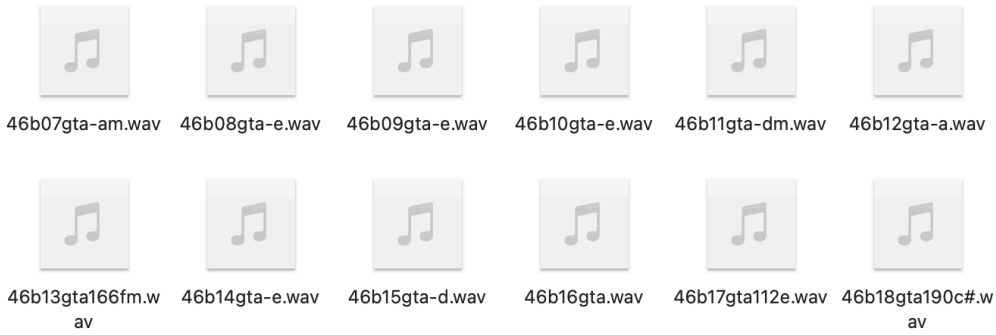


Ilustración 76. Visualización de los archivos de audio

En este aspecto, como usuarios de este sample pack, hubiéramos agradecido una nomenclatura más clara, acorde con la información que aparece en el dossier. Además de la información de los samples, el dossier también incluye el nombre y una pequeña biografía de los músicos que han participado en la grabación de los mismos, entre los que se encuentran músicos y grupos de renombre en el mundo del flamenco tales como Tino Di Geraldo o Ketama. Un punto importante es que en el dossier se nos avisa de que todo el sample pack ha sido grabado sin una referencia rítmica por lo que el Bpm de los samples es aproximado. Esto explica que empleen valores como 175, 174, 176 o 177 Bpm entre otros.

Tango 1	175	C
Tango 2	174	C
Tango 3	176	C
Tango 4	177	C

Ilustración 77. Indicación del Bpm

Asimismo, se nos advierte de que muchos de los samples contienen ruidos de fondo como risas, pasos o respiraciones. La compañía ha preferido no eliminarlos para mantener la "autenticidad" y "características propias del flamenco".

Los samples de guitarra vienen organizados en trece carpetas que hacen referencia o bien al palo en el que están interpretados o a la técnica que emplean, con nombres como Alegrías, Bulerías, Arpegio, Remates de Pulgar y similares.



Ilustración 78. Organización del sample pack

La carpeta Duende FX contiene algunos rajeos tapados y la carpeta Frase contiene fragmentos y frases cortas en distintos palos. Estas frases, a las que en el dossier se les asocia una tonalidad determinada, no contienen información del compás que emplean ni del palo, por lo que a menos de que seas un entendido del género te resultará difícil saber a qué palo pertenecen. Lo mismo ocurre con los samples de picado y remates de pulgar.

Los problemas de edición se hacen plausibles en estos samples de guitarra dado que en muchos de ellos se escuchan unas percusiones de fondo y otros ruidos no deseados. Esto supone un trabajo añadido de edición para limpiar el final de algunos de los samples, y otros directamente no podrán ser utilizados en producciones profesionales en las que necesitemos una toma limpia de guitarra.

Sample por Tangos

Sample por Solea por Bulerias

Sample Frase

Sample Arpegio

Sample por Alegrias 1

Sample por Alegrias 2

Los samples por alegrías son cinco y todos comienzan de la misma forma, con un rajeo en E y emulan la armonía de una escobilla con ligeras variaciones y cierres. Nos encontramos con ocho samples por tangos, todos ellos a un Bpm diferente. Resulta difícil hacer un loop con cualquiera de ellos sin editarlos previamente. Observamos que muchos de estos samples son comienzos o trozos de falsetas que son algo inconexas unas con otras. Cada sample podríamos emplearlo de forma aislada en una maqueta para que aparezca la guitarra, pero no para crear un tema entero, por ejemplo, por tangos.

La carpeta de trémolos nos ofrece diez samples en ocho tonalidades, donde resulta difícil atisbar el Bpm en el que han sido grabados. De hecho, en el dossier no aparece el Bpm indicado en cuatro de los samples. Como inciso diremos que los 37 remates de pulgar, 51 picados y 33 frases carecen de Bpm en el dossier. De nuevo esto denota que los samples podrán ser empleados de forma independiente como detalles esporádicos en un tema pero que resulta difícil darles una coherencia a los mismos.

Las indicaciones armónicas emplean el cifrado americano con letras como A, B, Am, E6 y similares. Existe una falta de homogeneidad entre ellos, dado que en ocasiones hacen referencia a una tonalidad (por ejemplo, Am), otras veces a un acorde (E6 por ejemplo), y otras veces, para decir que estamos tocando en A Frigio con la cejilla al uno, emplean el nombre de Bb. En ocasiones hacen referencia a la armadura en la que está el sample (se dice B cuando el sample está en D# frigio, por ejemplo).

El sonido de la guitarra es bastante bueno, con un equilibrio de frecuencias bien trabajado y con un sonido bastante flamenco. El problema de que no se hayan grabado con un metrónomo o una referencia rítmica reside en que cuando utilizamos un sample de guitarra sobre uno de percusión a un mismo Bpm existen ligeros desajustes rítmicos.

6.2.2 – Flamenco Guitars Vol. 1&2 – Blackwood Samples

Estos dos packs desarrollados por la compañía Blackwood samples tienen un precio de 9 dólares cada uno. El primer volumen consta de 20 loops y 20 one shots, mientras que el segundo consta de 31 loops, todos ellos de guitarra flamenca libres de derechos de autor (*Royalty Free*).

Los loops del primer volumen están todos a 100 Bpm y en Am Eólico, mientras que el segundo volumen incluye una mayor variedad de Bpm, yendo desde los 90, 94, 98, 100 a 140 Bpm. La organización interna de los samples es diferente en ambos sample packs; mientras el primero

contiene dos carpetas (denominadas “loops” y “one shots”), el segundo (consta únicamente de loops) contiene dos carpetas nombradas “dry” (contiene los loops sin procesar) y “wet” (contiene los loops procesados).



Ilustración 80. Blackwood Samples Vol.1



Ilustración 79. Blackwood Samples Vol. 2

En términos estructurales, el primer volumen resulta bastante limitado dado que solo contiene un Bpm. Si queremos modificar manualmente el tempo en nuestro DAW (a través de la técnica conocida como *time stretching*) observamos una perdida considerable de calidad de sonido y suena más robótico, menos creíble. Por otro lado, el hecho de que solo contenga un palo flamenco en una sola tonalidad nos brinda una imagen limitada de lo que es este género[223]. Además de ello, existe un pequeño desequilibrio entre las muestras del primer volumen dado que solo nos ofrece tres samples de acompañamiento con rasgueo, tres bases de acompañamiento con arpegio y trece samples con picados. A este desequilibrio hay que añadirle la escasa funcionalidad del mismo, ya que cuando juntamos dos samples que están a 100 Bpm, el tempo no va del todo bien, hay un ligero desajuste de tempo entre ellos. Entre las técnicas de mano derecha incluidas en ambos volúmenes, encontramos rajeos a modo de acompañamiento, picados, y arpegios, todos ellos por rumbas y grabados en estéreo.

Cada loop viene nombrado con el Bpm y la tonalidad correspondiente. Sin embargo, no viene especificada la técnica o finalidad de cada loop, por lo que hemos pasado un poco de tiempo organizándolos por categorías.

02-Flamenco-Guitar_100bpm_G
07-Flamenco-Guitar_100bpm_G.
17-Flamenco-Guitar_100bpm_Am
18-Flamenco-Guitar_100bpm_Am
05-Flamenco-Guitar_100bpm_Am
19-Flamenco-Guitar_100bpm_D

[223] Esta observación es aplicable a ambos volúmenes.

Algunos de los picados tienen errores de ejecución y se escuchan demasiados ruidos de fondo indeseados por lo que la toma no suena limpia.

Sample de Picado 1 **Sample de Picado 2.** **Sample de Picado 3**

Los one shots presentan problemas de edición dado que resulta evidente que han sido extraídos directamente de los loops. Las notas o los acordes se cortan demasiado rápido.

One Shot 1 **One Shot 2** **One Shot 3**

En cuanto al volumen 2, el primer aspecto a resaltar es que a excepción de uno de los samples, todos ellos dejan alrededor de uno o dos compases antes de que comience el loop. Esto implica que a la hora de reproducirlos en bucle el usuario debe de hacer el trabajo de edición previo para que las muestras "loopeen" correctamente, dado que según los introducimos en nuestro DAW e intentamos loopearlos, ninguno de ellos loopean bien.

Compases de Espera

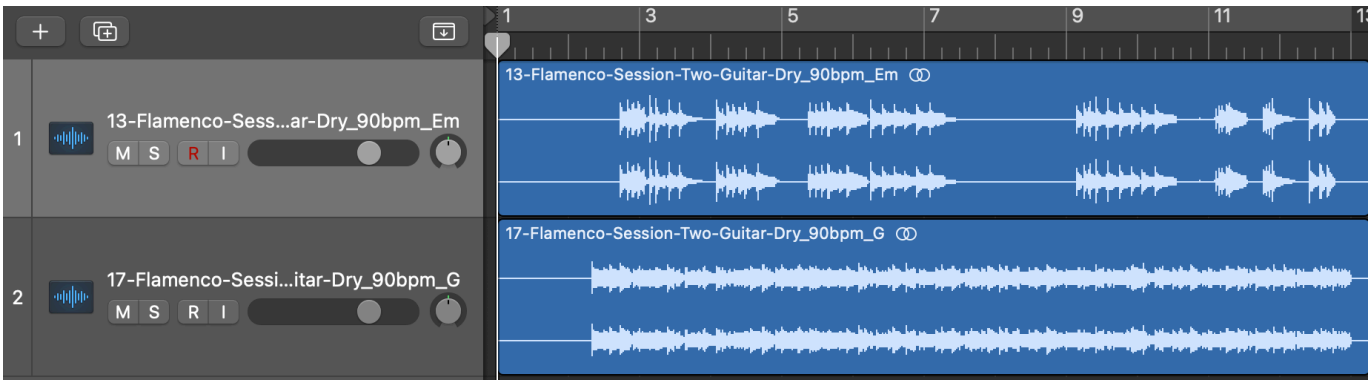


Ilustración 81. Inicios de compás de los loops

Lo curioso es que durante estos compases de espera se escucha perfectamente el sonido del metrónomo.



Sample de Picado

Esto sigue sucediendo a lo largo de todos los samples; donde quiera que hay un silencio se escucha el metrónomo de fondo, bien al principio, mitad o al final de la muestra. Esto se debe a que a la hora de grabar los samples, el guitarrista ha tenido puesto los cascos, pero el metrónomo estaba a un volumen tal que se les ha colado en la grabación. En las muestras "wet", al tener un mayor volumen, los problemas de sonido del metrónomo y ruidos de fondo se acentúan. Este error de grabación condiciona la funcionalidad del producto, ya que solo será útil en maquetas, pero no en producciones profesionales. Además de ello, si juntamos dos loops que están a un mismo Bpm y tonalidad, por ejemplo, a 140 Bpm en Em, vemos que ambos no comienzan en el mismo sitio dado que tienen tiempos de espera distintos.

La nomenclatura en ambos volúmenes está basada en el cifrado armónico americano. A pesar de que todos los samples están en tonalidad de Am Eólico algunos samples vienen nombrados con la letra Em, G y D, lo cual nos podría llevar a pensar que estamos en E Eólico, G Jónico o D Jónico respectivamente. Esto resulta bastante confuso. Al no venir explicado en ningún archivo adjunto al producto, en un principio no se comprende porque algunas de las muestras se llaman Em, G o D cuando en realidad todas están en Am Eólico. Consideramos que hubiera sido más acertado mantener una nomenclatura homogénea entre las muestras, y en caso contrario, que ésta hubiera hecho referencia a la progresión armónica empleada (ya que la tonalidad es el denominador común en todas ellas).

Por último, el sonido de ambos samples suena demasiado procesado, con una ecualización muy agresiva en las frecuencias agudas y una reverb y delay artificial excesivos. La guitarra carece de presencia en el rango medio-grave y grave, lo cual hace que ésta suene metálica y con poco cuerpo.

Sample “Guitar wet” 1

Sample “Guitar wet” 2

6.2.3 – Flamenco Guitars – Organic Loops

Con un precio de 15,05€, este sample pack de la compañía Organic Loops contiene 311 loops de guitarra flamenca a 90, 100, 115 y 124 Bpm. La organización de este pack es bastante buena dado que cuando lo abrimos nos aparecen los loops organizados en carpetas independientes por Bpm y tonalidad. Las tonalidades que se trabajan son A, B, D y E menor Eólico. Dentro de cada carpeta, los samples vienen nombrados bajo el nombre de *hooks* y *leads*.

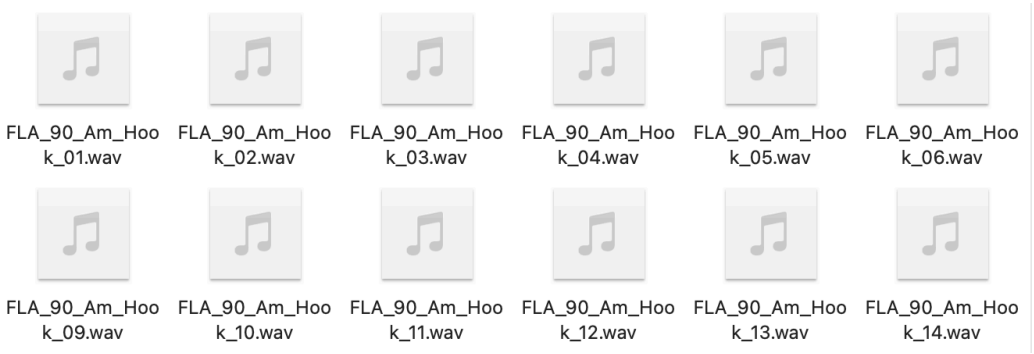


Ilustración 82. Visualización de los archivos de audio

Los hooks hacen referencia a bases de acompañamiento de rajeo y arpegio, y los leads a punteos o frases melódicas en el Bpm y tonalidad empleados. Todos ellos están en compás de 4/4, y además de por rumbas, su carácter los hace aptos para otros estilos como el Hip Hop, House o Downtempo. Las cadencias que se emplean en este pack tienden a resolver sobre el modo Eólico. No hay ninguna que resuelva en modo Frigio, que es el modo característico del flamenco. En este sentido, se intuye que la finalidad de este sample pack no es crear un flamenco puro sino emplear algunas de sus técnicas en otros géneros como los anteriormente mencionados. También observamos que en el acompañamiento no hay apenas rajeos, sino que se emplea en su mayoría arpegios con sentidos rítmicos más latinos que flamencos.



Sample Arpegio 1



Sample Arpegio 2

Cuando loopeamos las secciones de acompañamiento, éstas loopean bien y en este sentido tienen una edición correcta. Sin embargo, cuando combinamos un hook con un lead a un mismo tempo encontramos dificultades para que tengan una coherencia sonora y musical. Debemos de hacer un trabajo extra para descubrir qué hooks van bien con qué leads.

Al igual que ocurre en otros packs, se oyen muchos ruidos de fondo a lo largo de cada toma. Si bien es verdad que algunos ruidos son normales, en este caso excede bastante, llegando a ser algo poco agradable. Consideramos que este tipo de errores deberían de haber sido subsanados o atendidos previo al lanzamiento del producto.

6.2.4 – Alma Flamenco – Big Fish Audio

Con un total de 529 samples y un precio de 59,95 dólares y publicado por la compañía japonesa Big Fish Audio, Alma Flamenco es una colección de loops, samples y one shots grabados en un estudio de Madrid con el objetivo de recrear un cuadro o grupo flamenco completo[224]. Los 158 samples y loops de guitarras flamencas fueron grabadas por los guitarristas Pepe Núñez y José Losada y consisten en diversas pistas de acompañamiento, rasgueos tapados (mute) y abiertos, picados, intros, arpegios y frases cortas en distintos palos como la solea, seguiriya, sevillanas, bulerías y rumba.

La mayor parte del sample pack está pensado para construir temas por rumbas, quizás el palo más popular entre los oyentes y productores extranjeros, así como el más demandado en la industria de música para medios audiovisuales. Los rasgueos tapados tienen un sonido muy brillante y percusivo, sobre el cual podemos poner acompañamientos y picados que tengan el mismo bpm y tonalidad. A la hora de construir loops con ellos resulta muy sencillo porque el bpm está claramente indicado (van de 80-125 Bpm) y las pistas loopean perfectamente. En este sentido hay una buena edición de los samples.

[224] Además de guitarras, el sample pack incluye bongos, cajón, castañuelas, palmas, taconeo, palillos y coves masculinas y femeninas.

El sonido de los samples es bueno, aunque quizás un poco “embotado”, es decir, demasiado enfocado en el rango medio (muy “mediosa”). Esta guitarra sonaría bien en un entorno donde haya más instrumentos, pero sonando en un entorno solista carece de un poco de profundidad y sentido espacial. En la mezcla le han incluido un poco de reverb. Algunos de los samples de acompañamiento con acordes están grabados con dos guitarras y con un paning de derecha a izquierda. Los acompañamientos con acordes también loopean bien. Al combinar una pista de rajeo tapado con otra de acordes a un mismo Bpm conseguimos un loop creíble. El problema es que no todos los Bpms coinciden, es decir, en los rajeos tapados hay Bpms que no encontramos en las pistas de acordes. En general las pistas loopean bien, pero encontramos algunos problemas de edición en los finales en algunos de ellos dado que cortan el fade out demasiado rápido, lo cual hace el loop sea menos creíble. En algunos de los samples que incluyen cierres también encontramos ese problema.

En cuanto a los palos restantes como son la solea, sevillana, bulerías y seguiriya, los cuales aparecen de un modo más residual, una de las cosas a resaltar es la amplia variedad de Bpm con los que cuenta. Esto tiene un lado positivo por la versatilidad en el tempo en cuanto al número de proyectos en los que podemos usar los samples. Sin embargo, si queremos construir temas, por solea, por ejemplo, nos encontramos con que solo dos de los nueve samples por solea tienen el mismo tempo. Resulta difícil construir algo creíble en este palo cuando tenemos tan poco material en un mismo tempo. Tenemos que variar el tempo de los samples en nuestro DAW y esto tiene un efecto artificial en el sonido. Lo mismo ocurre con los palos minoritarios que presenta el sample pack como son las sevillanas, bulerias y seguriyas. El tempo que se indica en la solea y en la seguiriya es muy ad libitum, es decir, cuando ponemos el metrónomo nos percatamos de que no sigue el click. Esto es práctica habitual en el toque de acompañamiento al cante cuando solo existe el cantaor y guitarrista (compás chicle), pero cuando queremos incorporar estas pistas a un tema cuyo tempo es más rígido nos complicará mucho. Existen errores de nomenclatura ya que algunos samples que vienen nombrados como “rumba lenta” son en realidad bulerías. En estas existen desajustes de tempo importantes dado que están fuera de compás.



Sample “Gt Rasgueo rumba lenta_02_074.8”.



Gt Rasgueo rumba lenta_03_069.4

En general, observo que el final de muchos de los samples no está bien editado dado que no se les ha incorporado el fade out correspondiente.

Sample de Rajeo 1

Sample de Rajeo 2

Si queremos usarlos de forma independiente como frases sueltas en un tema quizás no tendremos problemas, pero si queremos hacer loops con ellos resulta difícil unirlos de una forma creible dado que se nota demasiado este error de edición. El lado negativo de la nomenclatura de los samples es que no están indicados los acordes o la armonía de las pistas de acompañamiento. Dado que el producto tampoco tiene un dossier con información detallada sobre los samples, se hace un poco complicado utilizar las frases melódicas sobre los acordes. Esto conlleva un poco de tiempo en asociar cada pista melódica con su respectivo acompañamiento. La nomenclatura a su vez resulta algo confusa dado que no se nos explica el método que siguen, y algunas de las pistas rítmicas no llevan Bpm.

En cuanto a los one shots, encontramos notas tocadas individualmente y algunas frases cortas en diferentes palos. Entre las mejores muestras de la biblioteca se encuentran los 22 extractos cortos de falsetas de estilo tradicional (variaciones de guitarra solista). Representan ejemplos bien interpretados de varias falsetas. Lástima que no estén identificados: eso impide que los músicos no flamencos los unan correctamente con las frases de acompañamiento de la primera parte del sample pack.

6.2.5 – Essential Flamenco Guitars – Prime Loops

Con un precio de 24,05€, este pack contiene 279 loops de guitarra y 69 one shots grabados en estéreo. El pack viene organizado en tres carpetas nombradas con los nombres 125 Bpm, 130 Bpm y Single notes.

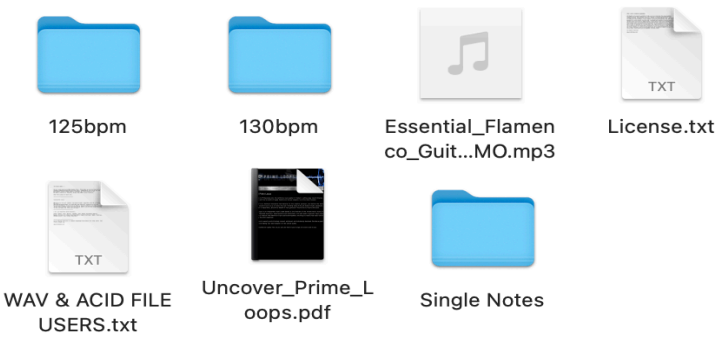


Ilustración 83. Organización del sample pack

La carpeta de single notes contiene las notas individuales de la guitarra grabadas cromáticamente desde el E (en la sexta cuerda al aire) y subiendo tres octavas y media. En esta primera carpeta, la edición es muy mejorable dado que los fade outs no están bien trabajados y al final se oyen ruidos no deseados.



Sample Single Note 1



Sample Single Note 2

Resulta curioso que en un producto comercial no se hayan cuidado esos detalles, los cuales llaman bastante la atención. Para poder utilizar estas single notes deberemos de reeditar los samples, eliminando dichos ruidos de fondo y realizando un fade out que resulte creíble.

Las carpetas que vienen nombradas con el Bpm vienen a su vez organizas en tres tonalidades, Amin, Dmin y Emin, todos ellos por rumbas. Los samples contienen arpegios y rajeos de acompañamiento y diversos licks que sirven como melodías o solos a aplicar sobre las pistas de acompañamiento. Los loops loopean bastante bien, pero de nuevo nos encontramos con importantes problemas de edición, dado que se escucha el metrónomo en gran parte de ellos donde quiera que hay un silencio. Esto hace que estos loops sean útiles en una maqueta, pero no en un proyecto profesional.



Sample Picado en Am



Samples Acordes en Em



Sample Picado en Dm

La duración de los samples de acompañamiento va desde los cuatro a los dieciséis compases. Sin embargo, los licks duran como mucho cuatro compases lo cual resulta muy repetitivo si los combinamos sobre una pista de acompañamiento que dura cuatro veces más. La distribución de los mismos también está un poco desequilibrada. Por ejemplo, en los samples en 125 Bpm y Amin solo tenemos siete samples melódicos para 21 samples de acompañamiento donde además la armonía resulta bastante redundante, ofreciendo poca variedad de colores y técnicas. Los loops a 130 en Amin ofrecen 24 loops de los cuales 22 son frases melódicas y dos acordes a modo de final. Estas frases melódicas no tienen un acompañamiento definido por lo que para darles utilidad habría que utilizar los samples en 125, cambiándoles a estos la velocidad con la pérdida de calidad que eso conlleva. De nuevo el ruido del metrónomo se hace muy evidente en estos samples.

De los 73 loops que tenemos a 130 y en Dm solo hay tres loops de acompañamiento con rajeo, siendo la gran mayoría frases sueltas que a priori nos cuesta casarlos con el acompañamiento, dado que la armonía no está definida en la nomenclatura y nos percatamos de que existen desajustes de tempo importantes entre ellos. La armonía de los samples gravita continuamente sobre el grado I (en este caso eólico), lo cual resulta un poco repetitivo si queremos construir un tema con estos samples que tenga una sección contrastante. Lo mismo ocurre con los samples en Em.

La nomenclatura de los samples resulta algo confusa, ya que emplean nombres como Licks, Missed, Magic, Tiny, TTT, Small, Some, Usel y similares. Al no incluir un dossier explicativo de a qué se refieren, nos resulta difícil saber a priori lo que contiene cada sample. El sonido de los samples tiene demasiada presencia en el rango medio y agudo y pocos graves lo cual resulta en una guitarra metálica y con poco cuerpo. Esto se debe al tipo de ecualización que han empleado en la mezcla.

En general el objetivo de este sample es el de generar rumbas bastante sencillas y repetitivas.

6.2.6 – Flamenco Essentials vol. 1&2 – Gio Israel

Con un precio de 15€ cada uno, estos dos packs fabricados por Gio Israel y que están a la venta en Splice, contienen 289 y 336 samples y loops respectivamente. Ambos han sido grabados en Córdoba con músicos como José "Petete" Fernández, Miguel "El Cheyen" Rodriguez o José "El Pirata" Cortés entre otros. Los packs vienen organizados en dos carpetas, Loops y One Shots, adentro de las cuales podemos encontrar subcarpetas organizadas por instrumentos como guitarra, voces, percusión y palmas. Todos los samples están grabados en estéreo.

Los One Shots de guitarra del primer volumen contienen fragmentos o *riffs* cortos que vienen nombrados con los nombres de *alzapúa* o *abanico* (haciendo referencia a la técnica de mano derecha que emplean), y la tonalidad en la que están ejecutados. Los One Shots del segundo contienen *riffs* por granaína y rondeña, incluyendo frases tradicionales en cada palo en las que predominan las técnicas de arpegio, ligado y trémolo. La nomenclatura armónica resulta confusa ya que se emplean nombres como "diminished_Fmaj" para un rajeo que toca el acorde de C9, o "Dmin" para un acorde rajeado que en realidad es Daddb9.

GIO_FEVO_guitar_riff_abanico_fast_Dmin **GIO_FEVO_guitar_riff_abanico_diminished_Fmaj**

Decimos esto porque “Dmin” no representa el acorde de Daddb9, el cual contiene una triada mayor con una novena bemol adicional. El sonido de los one shots es bueno pero los finales podrían haber tenido un fade out más largo ya que la señal de audio se corta demasiado rápido, quitándole naturalidad. Además de unos ruidos leves al final de las pistas que deberemos de editar.



One Shot Alzapua 1



One Shot Alzapua 2

Los loops de guitarra vienen nombrados con el palo en el que están ejecutados, el tempo, la tonalidad y una o dos palabras a modo de descripción de los mismos. Los Bpm van desde los 80, 90, 105, 120 a 140. De nuevo las indicaciones armónicas tienen el mismo problema que las de los One Shots. Encontramos una variedad interesante de palos flamencos, en la que a cada uno de ellos se les asigna el Bpm. Por ejmplo a 80 Bpm, tenemos el taranto, solea, alegrías, bulerías, tangos y los fandangos; a 90 la seguiriya, a 105 la rumba, los tientos, de nuevo solea y bulerias; a 120 los tanguillos y a 140 la farruca y las sevillanas. La gran variedad de palos flamencos que nos ofrecen estos dos volúmenes es un aspecto positivo a resaltar. Los loops loopean perfectamente, aunque hemos observado que algunos loops tienen un fade-in demasiado largo y un fade-out demasiado agresivo. Este fade-in se debe a que el loop se ha extraído de una interpretación más larga y con objeto de que no se meta la nota inmediatamente anterior. Observamos que en ocasiones se cuelan dos o tres notas del fragmento inmediatamente anterior. Esto se debe a que se han extraído manualmente de una grabación más larga o un toque completo. Estos dos aspectos tienen como consecuencia que cuando loopeamos esa sección no resulta muy creíble porque cada vez que aparece ese silencio rompe por completo la dinámica del loop.



Sample Arpegio 1

El equilibrio del volumen no está bien trabajado ya que algunos simples suenas significativamente más altos que otros.



Sample Rajeo (más bajo)



Sample Arpegio (más alto)



Sample por Seguirya 1 (más bajo)



Sample por Seguiriya 2 (más alto)

El sonido de estos samples es bastante bueno. Cuentan con un filtro de paso alto y un realce en el rango agudo de frecuencias, lo cual aporta brillantez a la vez que elimina las conocidas como "pelotas de graves", que se refiere a las frecuencias problemáticas que se suelen almacenar a menos de 250Hz. En algunos samples hemos detectado que se cuela el sonido del metrónomo.



Sample de Arpegio 1

A su vez, en los samples de acompañamiento se cuela la voz de fondo.



Sample de acompañamiento al cante

La idea de estos dos packs es la de unir unos samples con otros para crear toques relativamente compactos en los diferentes palos que se presentan. A diferencia de otros packs que presentan cuatro o cinco acompañamientos más o menos iguales con diversas líneas melódicas con las que construir uno o dos palos, este pack ofrece la posibilidad de construir diferentes palos flamencos con una guitarra, tanto con frases tradicionales como falsetas. Otro aspecto interesante de estos packs es que además de una guitarra en primer plano, nos ofrecen samples de acompañamiento al cante, por ejemplo, por solea, interpretando los acordes que perfectamente podrían acompañar a un cantaor/a por solea de Alcalá. Este aspecto no lo hemos visto en ningún otro sample hasta el momento.

6.3 – ¿Qué es un Instrumento Virtual?

En el año 2018, la compañía Vienna Symphonic Library ofreció la siguiente definición y descripción de lo que es un instrumento virtual: "*Un instrumento virtual es una aplicación de software que permite al usuario producir o reproducir sonidos en una computadora…. Hay dos tipos de instrumentos virtuales. El primer tipo genera sonidos mediante la creación y modulación de formas de onda, similar a sintetizadores tradicionales basados en hardware. El segundo tipo está basado en frases, loops y audios grabados por músicos. Estas "muestras" se editan y ensamblan para su uso en una biblioteca de muestras, a la que se puede acceder en tiempo real mediante el instrumento de software… Las notas individuales y secuencias de tonos (frases) se graban con diversas expresiones, tempos y articulaciones. Estas variaciones cubren las capacidades de cada instrumento en su conjunto. Finalmente, las grabaciones son editadas en el estudio y procesadas para su uso en una biblioteca de muestras o instrumento virtual*."[225]

Los instrumentos virtuales tienen una amplia variedad de usos y van desde la digitalización de muestras de audio de instrumentos reales hasta la recreación de nuevos instrumentos virtuales que no existen. Por regla general, estos instrumentos virtuales no son programas independientes, sino que suelen distribuirse como "*plugins*"[226] que requieren de una aplicación o programa anfitrión. Este programa anfitrión le proporciona las notas a generar y recoge la señal de audio digital que genera el instrumento virtual. Posteriormente, será este programa anfitrión el que manipule la señal de audio de la forma que requiera el usuario y por último la enviará a la salida de audio de la tarjeta de sonido. Los instrumentos virtuales emplean el *protocolo MIDI*[227] como sistema de conexión y trasmisión de datos entre ellos y los ordenadores o controladores en los que se van a tocar. A pesar de que muchos instrumentos virtuales se emplean en la música mainstream, la gran mayoría son empleados en el contexto de música para medios audiovisuales como el cine, televisión o los videojuegos. La utilidad de los mismos se basa en combinarlos con instrumentos reales para conseguir un mayor cuerpo, facilitar el proceso de composición, rellenar secciones y en ocasiones realizar ajustes de orquestación. También suelen ser empleados por los compositores para realizar demos o maquetas que

[225] SALMI, Juho, *Using Sample-Based Virtual Instruments to Produce Orchestral Strings in Film Music*, Thesis, 2018.
[226] Módulo que añade funcionalidades adicionales a uno o varios programas o a un sistema completo y que no tiene utilidad por sí mismo.
[227] Acrónimo de *Musical Instrument Digital Interface*. Desarrollado en 1983, El protocolo MIDI es un sistema de comunicación entre dispositivos basado en el lenguaje binario propio de los sistemas informáticos que ilustran parámetros musicales como el tono, la dinámica y el tempo. Como regla general, MIDI convierte las notas musicales en datos digitales que pueden ser procesados por programas de computadora o dispositivos electrónicos. Cuando se reproducen los datos, se activa el sonido de la nota musical.

mostrarán al director para que éste se haga una idea de cómo encaja la música con la imagen y si ostenta el carácter narrativo deseado.

7 – PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA, CONTENIDO Y DESARROLLO DE NUESTRO SAMPLE PACK DE GUITARRA FLAMENCA

7.1 – Planificación y Estructura

A la hora de desarrollar un sample pack, existen diversos puntos que han de ser tenidos en cuenta previo a la grabación y fabricación del mismo. Lo más importante es que el sample pack cuente con un concepto que refleje su razón de ser así como la necesidad que va a cubrir y a qué público objetivo o nicho de mercado se va a dirigir. El concepto y razón de ser de nuestro sample pack vendrá especificado en el Plan de Marketing. Además de ello, la etapa de planificación debe atender los aspectos que se refieren al género, instrumentación, contenido, formato, número de samples, tipos de archivos, organización interna, nombre, portada y demo del sample pack.

En cuanto al género, los recientes índices de ventas indican que los géneros más demandados dentro del mundo de los sample packs son el Hip-Hop, EDM, Pop, Lo-fi, Trap, Dubstep, Techno, Minimal y el Cinematic. A pesar de ser los más populares, también son los géneros que tienen una saturación de oferta más alta en el mercado. Es por ello que, a este respecto, la empresa Symphonic recomienda centrarse en aquellos géneros emergentes que sean susceptibles de obtener mayor atención por parte de los distribuidores y posibles compradores. Entre ellos se encuentran géneros como el Afrobeats, Tropical o Latin, dentro del cual está el Flamenco. Sea cual sea el género que escojamos, apunta Symphonic, la calidad debe de ser nuestra seña de identidad por encima de la cantidad y cualquier otro aspecto. En sus palabras, "*La creación de un sample pack debe de ser tratado de la misma manera que se crea música original, con cariño, esfuerzo y calidad*". En este sentido, el popular productor rumano de música electrónica Ain Dimitriu afirma que "*Las muestras deben ser de primer nivel desde todos los puntos de vista, incluida la calidad del sonido y la producción de las demos. Es importante evaluar si cada sonido o loop será útil para otros productores de música*"[228].

Lo interesante del flamenco en este tipo de mercado reside en que no hay una gran oferta de este tipo de productos. Al mismo tiempo, tal y como hemos verificado a través de nuestro análisis en el capítulo 6, los

[228] https://articles.roland.com/the-science-of-sample-packs/

productos semejantes al nuestro presentan imperfecciones y aspectos importantes a mejorar. La mejora de dichos aspectos será la base que conformará nuestra ventaja competitiva, lo cual nos ofrecerá una posición favorable con respecto a los productos creados por la competencia. Por esta serie de motivos nos centraremos en el flamenco como género principal de nuestro sample pack.

La instrumentación se refiere al tipo de instrumentos empleados en la grabación del sample pack. Si bien es verdad que muchos productos semejantes incluyen voz, palmas, cajón o bajo, nuestro pack se centrará exclusivamente en la guitarra flamenca tanto en primer como en segundo plano. Pretendemos alcanzar una alta especialización con nuestro producto, plasmando todos los colores y técnicas de este instrumento.

En relación al número de samples que contendrá el sample pack, está decisión depende al cien por cien de cada productor o fabricante y del tipo de sample pack que se quiera crear. Por lo general existen sample packs pequeños que incluyen de entre 50 – 150 samples y otros más grandes que pueden ir desde 300 a los 1000 samples. El tener mayor cantidad de samples no es sinónimo de que el sample pack sea mejor ni mucho menos. Todo dependerá de la calidad y funcionalidad del mismo. En el caso de los samples de guitarra flamenca, estos suelen oscilar entre los 50 – 350 samples aproximadamente, dependiendo del número de palos y técnicas que se quieran abarcar. En nuestro caso hemos decidido que nuestro pack albergue 444 samples, lo cual nos da la posibilidad de abarcar más palos flamencos y dotar de una mayor variedad a nuestro producto.

En cuanto a los formatos, los sample packs estándar se venden y distribuyen a través de uno de los siguientes formatos, o la combinación de todos ellos[229]:

1) .mp3 (44.1 kHz / 24 bit)
2) .wav (44.1 kHz / 24 bit)
3) .aiff (44.1 kHz / 24 bit)
4) MIDI
5) Acid
6) Apple Loops
7) REX files
8) Maschine Kits
9) Ableton Templates
10) Logic Channel Strip Templates
11) Kontakt Sampler Banks
12) EXS Sampler Banks
13) Software Synthesizer Presets

[229] Symphonic Sample Pack Creation Guide, https://symphonic.com/wpcontent/uploads/2021/09/Sample-Pack-Creation-Guide-7.24.2020.pdf

14) Hardware Synthesizer Presets

En nuestro caso será en formato wav porque en relación a los archivos de audio, es el que mayor calidad ofrece. Por otra parte, la nomenclatura de los samples es otro aspecto a tener en cuenta. El nombre de cada uno de los samples debe incluir la siguiente información:

1) **Iniciales del nombre del sample pack**: Muchos sample packs incluyen en su nomenclatura las iniciales del nombre del producto o de la compañía distribuidora. Este es un aspecto opcional que estará supeditado a la manera de proceder y a la política interna de cada compañía.
2) **Nº de Sample / Track**: Los samples deben ir organizados por número y en orden ascendente.
3) **Bpm**: Indicación del tempo al que ha sido grabado el sample. Indicar el Bpm resulta de gran utilidad para saber qué samples se pueden combinar entre sí (siempre que tengan una misma tonalidad). También resulta útil para aquellos usuarios que no disponen de un DAW que automáticamente nos indica e incluso nos edita el archivo al tempo correcto. Por lo general los one shots no tienen un Bpm (por ejemplo, los one shots que interpretan cada nota de la guitarra de forma independiente), pero siempre que el one shot consista en una frase rítmica reconocible, será recomendable incluirlo.
4) **Tonalidad**: Indicación de la tonalidad en la que está interpretada el sample. Esto resulta muy útil cuando tenemos por ejemplo un sample de acompañamiento y otro de punteo (*lead*). Sabiendo a priori cuales comparten la misma tonalidad será más fácil combinarlos y superponerlos, sobre todo para aquellos usuarios que no tengan una formación musical académica ni conocimientos de armonía previos.
5) **Palo**: Cada sample deberá incluir el nombre del palo flamenco correspondiente (por ejemplo, solea, bulerías o alegrías).
6) **Breve Descripción**: El sample debe incluir una o dos palabras a modo de descripción del mismo. Dado que se suelen grabar diversas versiones o tomas de un mismo sample (por ejemplo, podemos encontrarnos con múltiples *leads*, efectos, o samples de acompañamiento) es recomendable indicar al usuario qué estamos ofreciendo en cada sample y cómo se diferencian unos de otros. Una descripción más larga y detallada de cada sample puede ofrecerse en el dossier de venta del producto.

Ejemplo de nomenclatura: AFG_2_100_E Phrygian_Solea_arpeggio_escobilla

La organización interna de un sample pack se realiza a través de carpetas. De nuevo, cada compañía lo hace de manera diferente, pero lo cierto es que el objetivo de este punto debe ser el de facilitarle el proceso de

búsqueda al usuario. Para ello, se recomienda que los archivos semejantes sean incluidos en una misma carpeta (por ejemplo, si hemos grabado 50 loops de acompañamiento por tangos, todos ellos deberán estar en una carpeta). Las carpetas deben seguir una jerarquía clara de acuerdo al instrumento, palo o finalidad de las mismas. En nuestro caso hemos estructurado el sample pack en dos carpetas principales: Loops y One Shots.



Ilustración 84. Organización de nuestro sample pack

La carpeta de Loops está organizada en doce subcarpetas, cada una nombrada con el palo y el Bpm en el que están interpretados los samples.
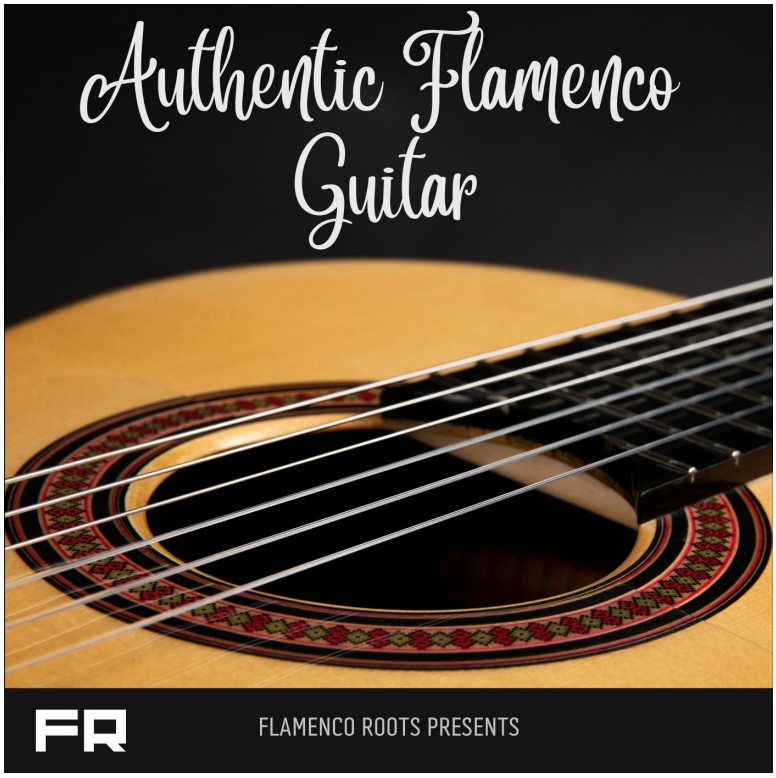


Ilustración 85. Organización interna de la carpeta "Loops"

La carpeta de One Shots por su parte está organizada en tres subcarpetas las cuales hacen referencia a la tipología de los samples que contienen, diferenciando entre Acordes Golpeados, Acordes Arpegiados y Detalles.



Ilustración 86. Organización interna de la carpeta "One shots"

En cuanto al nombre del sample pack hemos decidido que ***AUTHENTIC FLAMENCO GUITAR*** es el nombre que mejor refleja el contenido del mismo.



La portada del sample pack es lo que crea la primera impresión sobre el producto en el usuario. Además de llamar su atención, la portada debe reflejar el contenido del producto, su misión, y adecuarse a su público objetivo. En nuestro caso hemos optado por utilizar una imagen de una guitarra artesanal de ciprés y pino abeto como fondo de portada, a la cual le hemos añadido el título y en la parte inferior el sello *(label)* que hemos creado para su comercialización. La razón de este sello será explicada debidamente en el capítulo de futuros trabajos.

Ilustración 87. Portada de nuestro sample pack

Mientras que la portada es la que llama la atención del cliente, la demo es lo que realmente determinará si el usuario finalmente termina comprando el producto. La demo no es más que una somera, pero acertada demostración de lo que contiene el sample pack. La demo debe contener variedad y movimiento. Debe, a su vez, estar masterizada y sonar efectivamente como un producto final. Los samples deben estar grabados (en el caso de wav o aiff) a 44.1 kHz / 24 bit y normalizados a 0db-s. Por lo general, las compañías del sector trabajan con demos de un mínimo de dos minutos, aunque existen empresas (como por ejemplo Loopmasters) que trabajan con demos de treinta segundos. Hemos hecho dos demos, una de 30 segundos y otra de 3 minutos que contiene 30 samples. De esta manera podremos presentar nuestro producto a distintos clientes, adecuándonos a sus directrices de envío.

Demo 30 segundos

Demo 30 Samples

La carpeta de One Shots por su parte está organizada en tres subcarpetas las cuales hacen referencia a la tipología de los samples que contienen, diferenciando entre Acordes Golpeados, Acordes Arpegiados y Detalles.

Además, hemos hecho un video promocional para YouTube y redes sociales. En la parte inferior izquierda del video aparece el palo y la técnica que se está realizando.

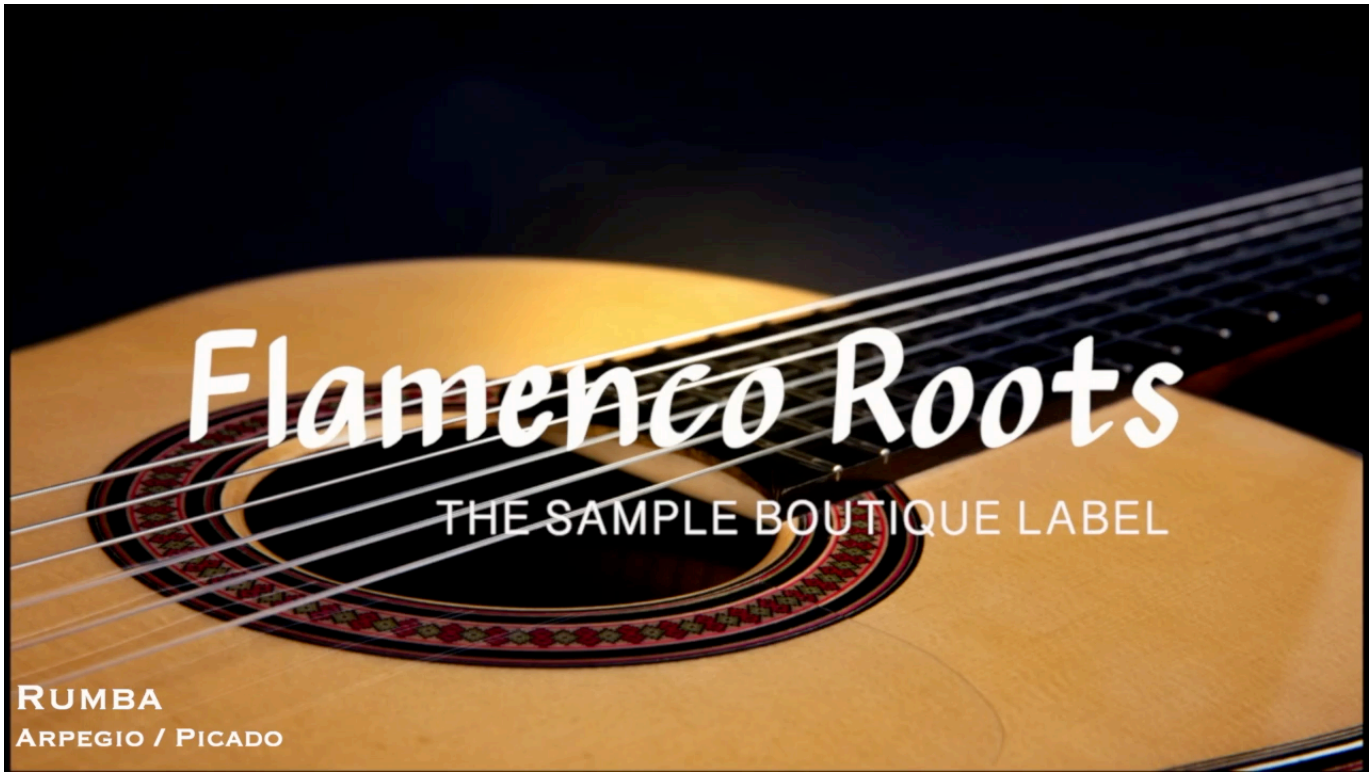


Ilustración 88. Video promocional de nuestro sample pack

7.1.1 – Contenido de nuestro Sample pack

Nuestro sample pack contiene un total de 444 samples, organizados en dos carpetas principales: *loops* y *one shots*. La carpeta de loops contiene 377 samples organizados en doce subcarpetas en relación a los palos, tonalidad y Bpm que contienen. En la siguiente tabla se expone el contenido de dichas subcarpetas:

Palo	Tonalidad	Bpm	Nº de Samples
Solea	E Frigio	100	37
Solea por bulerias	C Frigio	120	29
Tangos	C Frigio	140	29
Seguiriya	C Frigio	130	30

Rumba	D Eólico	120	45
Rumba	E Eólico	110	61
Rumba	A Eólico	100	11
Guajira	C Jónico	100	11
Fandangos de Huelva	F# Frigio	150	37
Bulerias	C Frigio	115	40
Bulerias	A Frigio	110	25
Alegrias	Eb Jónico	150	22

Tabla 16. Samples incluidos de la carpeta "Loops"

Los loops por solea, solea por bulerías, tangos, seguiriya, guajira y alegrías están grabados a una guitarra, con la idea de que el productor construya falsetas o frases largas en dichos palos en un contexto de guitarra solista o en primer plano. Por otra parte, los loops por rumba, fandangos de Huelva y bulerías están grabados a dos guitarras, con la posibilidad de combinar bases o ruedas de acordes con solos de guitarra compuestos para los mismos.

Los one shots por su parte contienen 67 samples divididos en acordes arpegiados (14 samples), acordes golpeados (22 samples) y detalles cortos (31 samples). Los acordes arpegiados incluyen acordes en el rango de una octava, de E2 a E3, ejecutados con la técnica de arpegio ascendente y descendente simultáneamente. Los acordes golpeados incluyen acordes addb9(sus4) en el rango de una octava, de E2 a E3, ejecutados con un golpe de uña en la tapa. Asimismo, incluyen los acordes de E, A, D, C, F y G jónico, y A, D y E eólico. Los detalles cortos son frases cortas por malagueña, granaína, minera y taranta. Los one shots no llevan indicación de Bpm dado que están interpretados ad libitum.

One Shots	Tonalidad	Palo	Nº de Samples
Acordes Arpegiados	E2 a E3 Frigio	X	14
Acordes Golpedos	E2 a E3 Frigio E, A, D, C, F y G Jónico A, D y E Eólico	X	22
Detalles	E Frigio F# Frigio B Frigio G# Frigio	Malagueña Taranta Granaína Minera	31

Tabla 17. Samples incluidos en la carpeta "One shots"

7.2 – Medios empleados para la grabación

En la presente sección vamos a concretar los medios que vamos a emplear para la grabación de nuestro sample pack. En concreto hablaremos del tipo de guitarras y cuerdas que utilizaremos, así como la microfonía, tarjeta de sonido, previos, DAW y la sala donde realizaremos la grabación. Para la elección del material hemos entrevistado al guitarrero Jesús de Jiménez, al fabricante de cuerdas Gilles Baudu, y a los ingenieros de sonido Caco Refojo, Luis Villa, Eduardo Joya, Lauren Serrano y Mario G. Alberni. Todos ellos tienen un amplio conocimiento y experiencia en la guitarra flamenca y su punto de vista interdisciplinar nos ha servido de guía en todo momento.

7.2.1 – Guitarras y cuerdas

Para la grabación de nuestra librería hemos optado por emplear una guitarra artesana de ciprés y pino abeto alemán fabricada por el prestigioso guitarrero sevillano Jesús de Jiménez, cuyas guitarras han sonado en manos de artistas de renombre como Paco de Lucía o Vicente Amigo entre otros. En relación a la diferencia entre una guitarra artesana y otra hecha en fábrica, Jesús apunta que "*Una guitarra artesana construida a mano tiene una calidad de madera escogida una a una, secado a tiempo natural que podrían ser décadas, el proceso del calibrado, encolado y lacado de las piezas están realizados con un mimo y cariño fuera de lo normal como el que hace una obra de arte, y el barnizado se hace a muñequilla goma laca o (Pulido francés) como se le llama en otros lugares. En cambio, la guitarra de fábrica lleva un proceso más rápido trabajando las personas en cadena, cada uno tiene su misión, lo cual conlleva que una guitarra puede pasar por muchas manos diferentes. Las maderas no son de una calidad extrema y casi todo lo que se usa hoy día es maderas chapada, no maciza, y el barnizadlo se hace con acrílicos y otros barnices a pistolas. Para tocar flamenco se pueden usar las dos, pero es incomparable en comodidad, calidad, alturas de cuerdas, y volumen que ofrecen las guitarras artesanas en oposición a las de fábrica*".

Para la construcción de sus guitarras Jesús emplea maderas de la más alta calidad y un depurado proceso de selección buscando la máxima curación y la textura idónea, repercutiendo todo ello de forma favorable en la búsqueda de ese sonido añejo y de antaño que caracterizan a los instrumentos de la firma, cogiendo de la mano la belleza que se deja entrever en sus excelentes acabados. A continuación, se detallan las características de la guitarra que emplearemos para la grabación.



Aros y fondo	**Tapa armónica**
Ciprés real español	Pino-abeto alemán
Mástil	**Diapasón**
Cedro de Honduras	Ébano
Puente y pala	**Fileteado**
Palosanto	Palosanto
Tiro	**Barniz**
655mm.	Goma-Laca
Acabado	**Clavijero**
Goma laca a muñequilla	Mecánico

Ilustración 89. Guitarra empleada para la grabación

En cuanto a las cuerdas, usaremos cuerdas Knobloch Strings de carbono y tensión alta, en concreto el modelo Knobloch Strings 500 ADC Double Silver CX Carbon.



Ilustración 90. Cuerdas empleadas para la grabación

Este modelo de cuerdas para guitarra de concierto ofrece un sonido estable, lleno de dinámica y potencia. Combinan los sonidos de unos graves brillantes y claros con unos agudos plenos y sonoros.

El resultado es un sonido nítido y definido con mucha proyección y un vibrato importante.

Personalmente como guitarrista tengo una pulsación bastante fuerte y me vienen bien cuerdas más duras y con tensión. Las cuerdas de tensión media o baja se me quedan blandas a la hora de la ejecución. Asimismo, debido al sonido brillante con mucha resonancia y un tono equilibrado, la gama de aplicaciones de estas se extiende desde actuaciones en directo hasta grabaciones de estudio.

La elección de este tipo de guitarra y modelo de cuerdas se basa en gran parte en mi experiencia personal. Durante más de una década he tenido la oportunidad de tocar guitarras hechas a mano por algunos de los más reputados guitarreros de nuestro país y de probar prácticamente todos los modelos de cuerdas que

existen a día de hoy en el mercado. Esta es siempre una decisión personal que depende de las características de cada artista, y en mi caso estas son las que mejor se adecúan a mis características como guitarrista flamenco.

7.2.2 – Microfonía

La elección de los micrófonos que emplearemos en la grabación viene determinada por el tipo de instrumento que queremos grabar y la sala en la que se va a realizar la grabación.

7.2.2.1 – Tipos de micrófonos

Existe una variedad de opiniones en torno a los tipos de micrófonos que se deben emplear para grabar una guitarra flamenca. Por una parte, los que se decantan por los micrófonos de condensador, como es el caso del ingeniero de sonido Eduardo Ruiz Joya; *"Los micrófonos de condensador son los que mejor funcionan para mí en la grabación de la guitarra flamenca, porque el margen de frecuencia es muchísimo más amplio que en los dinámicos.*" y Caco Refojo, *"Me gustan los micrófonos de condensador. Una combinación de diafragma grande y pequeño suele funcionar muy bien."*

Por otro lado, los que prefieren una combinación de micrófono de cinta y condensador, como es el caso de Luis Villa *"Realmente no existe el micrófono perfecto para casi ninguna aplicación, pero en mi caso personal me gusta usar una mezcla un de micrófono de cinta tipo Blumlein y otro micrófono de condensador de gran diafragma. La guitarra flamenca es un instrumento con un carácter, de por sí, con muchos medios y en ocasiones bastante agudo, rozando la estridencia, así que el micrófono de cinta le viene bien para obtener un sonido más natural y más "opaco", pero lo complemento con el detalle y el brillo de un micrófono de condensador para añadirle justo lo que necesite en cuanto a definición y presencia, dependiendo de la tesitura y el estilo del tema en cuestión."* y *Lauren Serrano, "La elección depende de la estética que busquemos. La opción más utilizada es la de condensador ya que tiene muy buena respuesta de frecuencia y la respuesta a los transitorios (la capacidad de reacción del micrófono frente a los cambios rápidos de presión sonora) es muy buena. Un aspecto que muy poca gente tiene en cuenta en los micrófonos de condensador son los patrones polares. La mayoría usa "cardoide" cuando no es siempre la mejor opción. El uso de un patrón "omnidireccional" da más naturalidad y viveza al instrumento y elimina el*

problema del "efecto proximidad" que tienen todos los "cardioides". Se suelen utilizar los micrófonos de cinta en combinación con los de condensador para conseguir un sonido más opaco (cálido)."

Tras diversa pruebas y test ciegos, hemos optado por utilizar tres micrófonos siguiendo las directrices de Caco Refojo, es decir, la combinación de un micrófono de condensador de diafragma pequeño[230] (*Small Diaphragm Condenser, SDC*) y dos micrófonos de diafragma grande[231] (*Large Diaphragm Condenser, LDC*), que se detallan a continuación:

Neuman KM 184 (*Small Diaphragm Condenser*)



Ilustración 91. Micrófono Km 184

El KM 184 es un micrófono de condensador de vanguardia de diafragma pequeño con un patrón polar cardioide uniforme e independiente de frecuencia. Su sonido es muy natural, transparente, y con un nivel de ruido muy bajo. Todo ello, junto a su alta capacidad de presión sonora (SPL) han convertido al KM 184 en un estándar de la grabación de guitarras flamencas tanto en directo como en estudio.[232]

Este micrófono es ideal para grabar guitarras flamencas porque no ofrece ningún tipo de coloración y genera un ruido inherente muy bajo (13 dB-A). A su vez, ofrece una respuesta de frecuencia lineal con un ligero realce de agudos (en 9 kHz), lo cual añade esa brillantez necesaria a la guitarra flamenca (la cual genera la gran parte de sus frecuencias en el rango medio). El resultado, es un balance tonal más fresco y vivo.

[230] Los SDC cuales se caracterizan por tener una gran respuesta a los transitorios, un rango alto extenso y patrones de directividad consistentes.
[231] Los LDC son micrófonos versátiles con grandes cualidades sonoras ideales suaves o fuentes sonoras extremadamente dinámicas, como es el caso de la guitarra flamenca.
[232] https://es-es.neumann.com/km-184

Neuman TLM 103 (*Large Diaphragm Condenser*)



Ilustración 92.
Micrófono Tlm 103

El TLM 103 es un micrófono cardioide con una gran cápsula condensadora de diafragma derivado de la clásica cápsula K67 / 87 del legendario Neumann U87. Sin embargo, el TLM 103 tiene una sonorización un poco más moderna con un amplio aumento de presencia para frecuencias superiores a 5 kHz. Su sonido muy directo pero refinado es perfecto para voces e instrumentos solistas como la guitarra flamenca de concierto.[233]

Su amplia respuesta en el rango medio y la profundidad que ofrece en los bajos lo hace ideal para captar el sonido de la guitarra flamenca. Su alta sensibilidad (23mV/Pa) así como su capacidad de manejar enormes niveles de presión sonora (hasta 138 dB) nos permitirán interpretar con libertad todas las técnicas de la guitarra flamenca (desde las más sutiles como el arpegio a las más agresivas como el golpe o el rajeo) sin necesidad de atenuación previa. Su amplio rango dinámico de 131 dB nos permitirá capturar todos los sonidos y efectos emitidos por la guitarra al detalle. Con este micrófono obtendremos un sonido directo, balanceado, limpio y con una definición sorprendente y ruido increíblemente bajo (7dB-A).

Neuman U87 (*Large Diaphragm Condenser*)



Ilustración 93.
Micrófono U87

El Neumann U87 se ha convertido, durante los últimos cincuenta años, en un standard en los estudios de grabación de todo el mundo. Utiliza el mismo diseño de cápsula condensadora de doble diafragma con tres patrones direccionales[234] que su predecesor (U67 de principios de la década de 1960) y a diferencia de éste, su amplificador se acciona mediante un circuito FET único con una ruta de señal mínima y una salida balanceada por transformador, lo que garantiza una máxima integridad de la señal.[235]

[233] https://es-es.neumann.com/tlm-103
[234] Omnidireccional, cardioide y bidireccional.
[235] https://es-es.neumann.com/u-87-ai

El resultado es un micrófono de estudio versátil, con un ruido inherente muy bajo, frecuencia balanceada y un sonido de una claridad incomparable. Para mitigar los cambios bruscos en la señal de audio producidas por las técnicas como el golpe o el rajeo, el U87 posee un atenuador de 10dB en la parte trasera. Esta atenuación previa no supone un problema dado que este micrófono puede soportar niveles de presión sonora de hasta 127dB sin distorsión. También incorpora un filtro de bajas frecuencias para compensar el efecto proximidad. Combina de forma única linealidad y carácter, ejerciendo cierto carisma o personalidad en cada toma. Su sonido natural, sólida presencia de bajos y excelente detalle de rango medio hacen del U87 el micrófono para guitarra flamenca perfecto.

7.2.2.2 – Colocación y Técnicas de grabación

La guitarra flamenca es en ocasiones problemática y difícil de grabar. Caco Refojo nos advierte de que *"Hay que tener cuidado en la zona de medios graves para que no haga bola y en la zona brillante para que no suene plasticosa y fina. Para solucionarlo en la mezcla, sería apropiado usar la ecualización vigilando esas zonas, aunque lo suyo es controlarlo en la grabación escogiendo una buena situación de la microfonía. Si es una guitarra solista, una toma Stereo funciona muy bien y hace que ocupe su espacio como instrumento principal sonando grande. Lo recomendable es emplear la técnica A/B (Spaced Pair) colocando un micrófono en la zona del puente, otro en la zona de la unión de la caja y el mástil y otro a modo de ambiente, alejado de estos últimos."*

El U87 actuará como micrófono principal y lo posicionaremos a la atura del puente, para ocuparse de las frecuencias graves y medias de la guitarra. Este micrófono será el que le dará la mayor parte del cuerpo y carácter a la guitarra, dado que su rango de frecuencias es el más importante en la guitarra. Deberemos tener cuidado de no apuntar éste a la boca, para evitar las pelotas de graves y acumulación de frecuencias indeseadas en ese rango que luego son difíciles de tratar en la mezcla.

El KM 184, posicionado en la zona de unión de la caja y el mástil, se encargará de recoger las frecuencias más agudas de la misma, así como los deslizamientos de la mano izquierda a la largo del diapasón y la dinámica de las cuerdas. El Tlm 103 actuará como micrófono de ambiente, captando el sonido de sala.

En cuanto a la distancia de los micrófonos, Luis Villa nos indicó que "*Establecer una distancia adecuada de los micrófonos con respecto a la fuente sonora es fundamental para evitar posibles distorsiones, un*

sonido estridente y la acumulación de frecuencias indeseadas. Los micrófonos actúan como tímpanos y estos necesitan una tolerancia para que la presión sonora que recibe la membrana sea correcta y agradable al oído. Con la cercanía se recogen más graves, con la lejanía se recogen más agudos. Por último, cuanto más cerca está el micrófono de la fuente, más estrecha será la imagen estéreo; cuanto más alejado esté el micrófono de la fuente, más amplia será la imagen estéreo."

Tras realizar diversas pruebas a distancias que van desde los 15 cm a los 60 cm, optamos por una distancia de 30cm que separaría los dos micrófonos principales de la fuente sonora. Esta distancia nos proporcionó la presencia, cuerpo e imagen estéreo óptima. Con distancias más cortas percibíamos un exceso de frecuencias graves y además corríamos el peligro de que saturasen los micrófonos en las técnicas agresivas como el rajeo o el golpe; y en distancias más largas la guitarra quedaba demasiado lejana, aguda y "pequeña", especialmente en las técnicas como el arpegio o el trémolo.

La distancia entre los dos micrófonos, y entre ambos micrófonos y la fuente de sonido debe seguir la regla 3:1. Así, la distancia del par de micrófonos hasta la fuente debe ser tres veces la distancia entre ambos micrófonos. Esta regla previene los problemas de cancelación de fase, y deja al ingeniero bastante margen para desarrollar su creatividad. Por último, el micrófono de ambiente lo colocamos a 170cm del suelo y a 130cm de la fuente sonora.

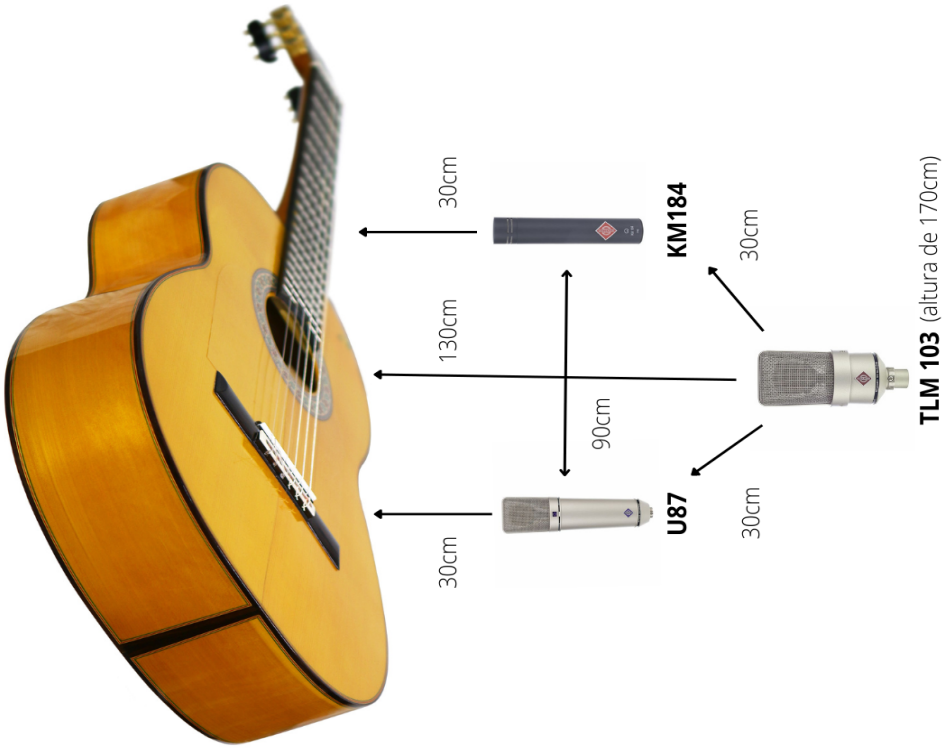


Ilustración 94. Colocación de los micrófonos y sus distancias con respecto a la fuente sonora

7.2.3 – DAW, Tarjeta, previos, compresor, monitores, cableado y cascos

La grabación de nuestra librería la realizaremos en la DAW Studio One 5, la cual nos proporciona la producción de audio de mayor resolución de cualquier DAW del mercado. Con la versión 5, Studio One ahora admite la grabación en formato WAV de 64 bits de coma flotante, el formato de grabación recomendado para las interfaces de audio con una resolución de 32 bits. Con esta opción de formato, la máxima precisión de grabación y procesamiento alcanza ahora los 64 bits/384 kHz, lo que convierte a Studio One en el software de producción y masterización de audio de mayor resolución. Este es el software que llevo utilizando en los últimos años y lo conozco muy bien. A partir de aquí, el ingeniero Luis Villa nos ha asesorado en la elección de la tarjeta, previo, compresor, monitores, cableado y auriculares.

Universal Audio Apollo 8p QUAD Thunderbolt Audio Interface es una interfaz profesional de 16 x 20 con convertidores A/D y D/A de última generación, ocho preamplificadores de micrófono de alta calidad con tecnología Unison.



Es una interface de audio profesional de alta resolución que ofrece el sonido y la calidez de una grabación analógica.

Ilustración 95. Tarjeta Universal Audio Apollo 8p

A pesar de contar con previos de gran calidad, e incluso de ofrecer la posibilidad de emular previos a través de su tecnología Unison, hemos optado por hacernos con un previo externo diferente a los que incluye la tarjeta, en concreto el previo Kahayan 12K72. Se trata de un previo hecho a mano que emula al Neve 1272.



El 12k72 es un preamplificador de clase alta que contiene un "módulo" por canal.

Ilustración 96. Previo Kahayan 12K72

La característica principal de estos "módulos" es un sonido completamente claro y transparente, con graves profundos y unos agudos extremadamente naturales. Este previo contiene dos entradas y preamplificadores

independientes de micrófono, lo cual se adecúa a la perfección al tipo de grabación estéreo que queremos realizar. En él conectaremos nuestros dos micrófonos principales, el U87 y el KM 184. El TLM 103 irá directamente a la tarjeta y empleará el previo interno de la misma.

Con estos dos módulos nos aseguramos de que la toma de nuestra guitarra será limpia, directa y nítida. Sin embargo, necesitamos un compresor hardware para controlar las transientes agresivas que se derivan del empleo de técnicas de carácter percusivo como el rajeo, golpe o la alzapúa. La guitarra flamenca tiene un rango dinámico muy amplio y va desde niveles muy suaves a muy fuertes en muy poco tiempo. El compresor nos ayudará a controlar esos ataques y cambios bruscos de dinámica, a homogeneizar la señal de audio y en definitiva a tocar con una mayor libertad. En conversaciones con el ingeniero de sonido Luis Villa, éste me ha recomendado el compresor Elysia Qube.



El compresor Elysia es un compresor VCA (*Voltage Controlled Amplifier*) que combina una gran potencia con un sonido y tecnología de clase A completo y detallado. Su gran tono y flexibilidad lo convierten en una excelente opción para grabar y mezclar, mientras que sus notables características especiales lo llevan mucho más allá de los límites de lo que pueden hacer los compresores de otros fabricantes.

Ilustración 97. Compresor Elysia

Este compresor de fabricación alemana cuenta con un rango dinámico de 20Hz-22kHz y un ruido ponderado de -79dBu. Es muy sensible a las pequeñas dinámicas y transientes, por lo que tiende a actuar muy rápido en las frecuencias no deseadas. Destacan por ser muy versátiles y por no colorear el sonido aún en niveles considerables de compresión, lo cual es muy importante para que la guitarra suene natural y no demasiado procesada. Cuenta con multitud de parámetros, lo cual nos permitirá ser mucho más precisos y técnicos ajustando los niveles de cada uno en relación al sonido y tipo de compresión que queramos conseguir. Tiene dos entradas de línea XLR, lo cual nos permitirá conectar nuestros dos micrófonos principales. Cuenta con una función denominada Auto-rápido que nos permite una semi-automatización conmutable que siempre proporciona un ataque y una libración (*release*) perfectos.

En la entrevista con el reputado ingeniero de sonido Caco Refojo, éste nos insistió que la calidad de sonido que obtendremos en la grabación vendrá determinada por el peor elemento de la cadena, es decir, de nada

nos servirá tener un micrófono, previo o tarjeta de alta calidad si los cables que utilizamos para conectarlos son de calidad media o baja. Es por ello, que apostamos por mantener el estándar de calidad e ir a por los mejores cables del mercado, los cables Vovox link protect.



Cable balanceado de gama alta con extraordinaria calidad de sonido. Emplean conectores Neutrik. Son cables blindados que nos garantizan una gran durabilidad y los emplearemos tanto para conectar los micrófonos al previo y a la tarjeta, como para conectar los diferentes módulos hardware con los que trabajemos.

Ilustración 98. Cables Vovox link protect

El proceso de ruteo de los cables lo hicimos con la ayuda del ingeniero Luis Villa, quien nos asesoró en la manera más fácil y efectiva de organizar el cableado en nuestro estudio. En este sentido, conectamos el micrófono al previo, la salida del previo a la entrada del compresor y la salida del compresor a la entrada de la tarjeta. A la hora de grabar en un estudio de forma profesional, es imprescindible tener una escucha fiel y con respuesta plana. Dentro de esta categoría hemos optado por unos monitores de campo cercano Genelec 8050 BPM y unos auriculares Beyerdynamic DT 1779 PRO.



Los monitores Genelec 8050 BPM son unos monitores activos de alta resolución de dos vías para situaciones de monitorización de campo cercano en estudio tanto para grabación, mezcla y masterización. De fabricación finlandesa, estos monitores combinan una monitorización potente y de banda ancha con imágenes precisas, muy baja distorsión y un amplio rango de graves con alta definición.

Ilustración 99. Monitores Genelec 8050 BPM

Estos monitores nos ofrecen una imagen estéreo precisa y estable y una respuesta plana muy fiel al sonido de los graves, medios y agudos, lo cual es fundamental para obtener una imagen realista de la guitarra que estamos grabando. Por otra parte, la conducción optimizada del sonido permite una radiación equilibrada y una amplia zona de escucha, y sus filtros conmutables nos permitirán adaptar el altavoz al lugar de instalación y a la acústica de la sala en la que estemos grabando.



Ilustración 100. Auriculares Beyerdynamic DT 770 Pro

Los Beyerdynamic DT 770 Pro son auriculares HiFi cerrados de alta definición ideales para situaciones en estudio, tanto en monitorización, grabación, mezcla y masterización. De fabricación alemana, estos auriculares nos ofrecen un sonido rico y balanceado, que nos permite apreciar todas las tonalidades sonoras con el mismo peso y calidad. La calidad de construcción es muy buena y son cómodos, lo cual es importante en sesiones prolongadas de grabación.

7.2.4 – Sala, acondicionamiento acústico

El espacio o sala de grabación constituye uno de los aspectos más determinantes en la obtención de una óptima calidad de grabación. No basta con disponer de unos equipos sofisticados, si no tenemos una sala debidamente tratada acústicamente. En su libro "*The Art of Digital Audio Recording*", el autor Steve Savage indica que los tres factores a tener en cuenta en este sentido son el aislamiento acústico, la respuesta y balance de frecuencias de la sala y el tiempo de reverberación[236].

- **Aislamiento acústico**: Esto evita que los ruidos externos se transmitan al interior del estudio de grabación a través del aire, el suelo y paredes que conforman la estructura del edificio[237]. El aislamiento acústico también ayuda a que los sonidos generados en el interior del estudio no salgan o no se escuchen fuera del mismo.
- **Respuesta y balance de frecuencias**[238] **de una sala**: La respuesta de frecuencias de una sala se refiere a la forma en la que las diferentes frecuencias, de baja a alta, responden a las cualidades de absorción y reflexión de las superficies de la misma. Es preferible un balance de frecuencias uniforme en todo el espectro, y esto se puede lograr controlando la absorción y reflexión del sonido de la sala.

[236] SAVAGE, Steve, *The Art of Digital Audio Recording*, Oxford University Press, 2011.
[237] MILES HUBER, David, *Modern Recording Techniques*, 9th Edition, Routledge, 2018.
[238] La sala debe exhibir una respuesta de frecuencia relativamente plana en todo el rango de audio sin agregar ningún tipo de coloración. MILES HUBER, David, *Modern Recording Techniques*, 9th Edition, Routledge, 2018.

- **Tiempo de reverberación:** La reverberación es producida por las reflexiones del sonido en las superficies de la sala, que regresan con diversos grados de intensidad y retraso al oyente.

Asimismo, todos los ingenieros de sonido que hemos entrevistado coinciden en la importancia de una buena sala y en sus características. Luis Villa apunta "*La sala para mí es casi lo más importante junto al propio instrumento y por supuesto el intérprete. En una sala con buena acústica se puede conseguir un sonido brillante incluso con un micrófono mediocre, pero en una sala con mal sonido, reflexiones excesivas, etc. será difícil conseguir un buen sonido por muchos medios técnicos que tengamos. La sala debe ser, en mi opinión lo más seca posible y con poca reflexión, ya que la guitarra flamenca es un instrumento con muchísimos armónicos y bastante ataque, así que es fácil que le afecte negativamente una sala con reflexiones y reverberación."*

Eduardo Ruiz Joya por su parte opina que "*A nivel personal, prefiero que las salas donde se grabe las guitarras sean lo más secas posibles, porque si la sala no es buena, y hay reflexiones, al añadirle después la reverb, el sonido no queda limpio. Mientras que, si no hay reflexiones, puedo sumarle la reverb que más me guste y no interfiere en el sonido del propio instrumento."*

Lauren Serrano nos dice que "*La acústica es esencial a la hora que capturar el sonido ya que lo que percibimos es una mezcla de sonido directo del instrumento y las reflexiones de la sala. Actualmente se menosprecia ese apartado y se cree que cualquier sitio es válido para hacer una grabación ya que es fácil añadir luego procesos de corrección de ecualización y efectos, pero para lograr el verdadero sonido del instrumento necesitas una buena acústica. Mi punto de vista es ver la guitarra flamenca teniendo como referencia la guitarra clásica y es bien sabido en la música clásica que el entorno es esencial para el buen desarrollo del sonido de un instrumento. La sala debe de ser amplia con un mínimo de 30m2 para que las reflexiones primarias no interfieran con el sonido directo del instrumento. Hay que evitar el paralelismo entre paredes y techo-suelo para evitar ondas estacionarias y la reverberación de la sala debe de estar controlada. La reverberación para una sala de estudio debe de estar alrededor de 0.4 segundos."*

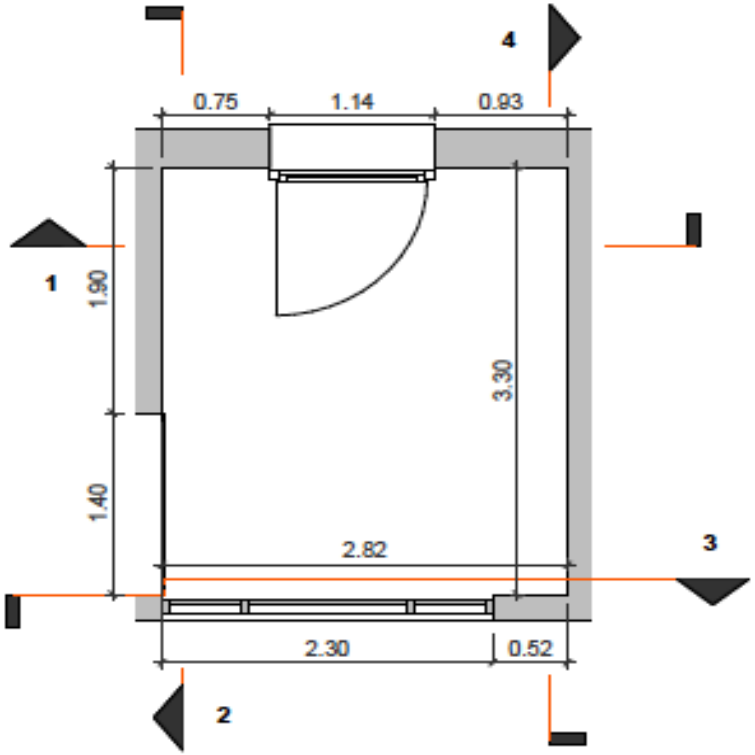
Por último, Caco Refojo opina que *"Personalmente me gusta una sala semiviva y que no tenga resonancias sobre todo en la zona de medios graves que hace que la guitarra suene turbia".*

Las características de nuestra sala se asemejan a la de la mayoría de home studios: una habitación de dimensiones reducidas en los cuales la sala de control y la sala de grabación constituyen el mismo espacio.

Según Lauren Serrano, las salas pequeñas suelen ser bastante problemáticas si no tienen el tratamiento acústico indicado. A este respecto indica que *"Las resonancias "molestas" de la propia sala suelen ser más predominantes cuando la sala es pequeña. La solución es adaptar acústicamente la sala añadiendo absorbentes y buscar el sitio en la sala donde se produzcan los menores puntos de resonancia (habitualmente suele ser a 1/3 de su longitud). Habitualmente estas frecuencias problemáticas debido a la sala están localizadas en las frecuencias graves."*

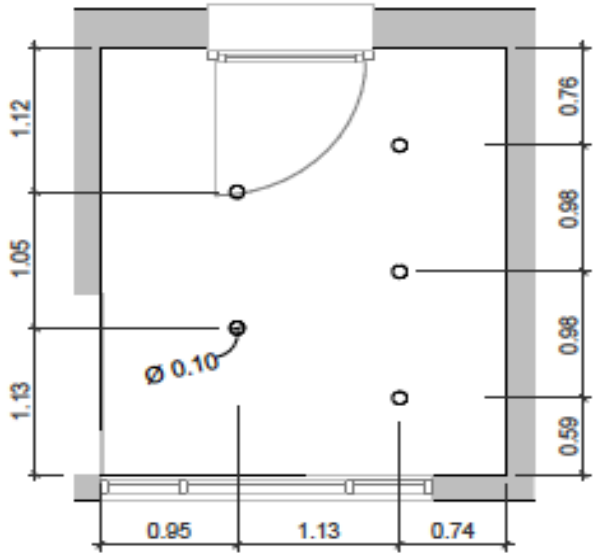
Tras realizar un análisis de nuestra sala junto con el ingeniero de sonido Luis Villa, constatamos que los principales problemas que tenía eran *"Un excesivo tiempo de reverberación y una acumulación de frecuencias graves."* Para solucionar este problema aplicamos un tratamiento acústico con el kit Project 2 de Auralex, el cual, según la compañía Massacoustics, *"Ha sido creado para solucionar los problemas más habituales de las salas de 7 a 12 m2, con una combinación adecuada de sus 24 paneles acústicos que trabajan muy bien en media y alta frecuencia y sus 8 trampas de graves, con valores muy buenos hasta los 100 Hz."*

Tras aplicarle el tratamiento acústico, conseguimos un tiempo de reverberación de 0,47 segundos y eliminamos en un 97% la acumulación de frecuencias graves.



PLANTA

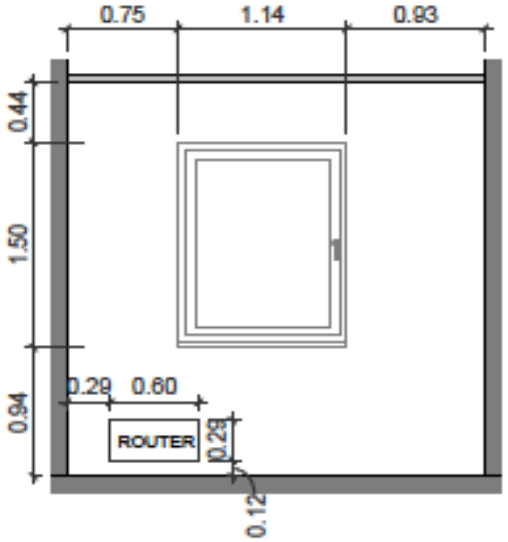
e= 1 : 50



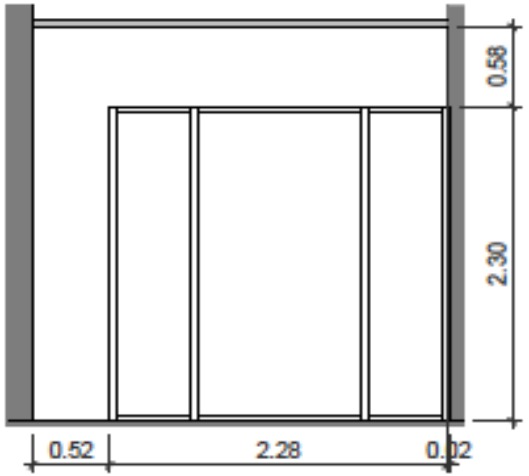
TECHO

e= 1 : 50

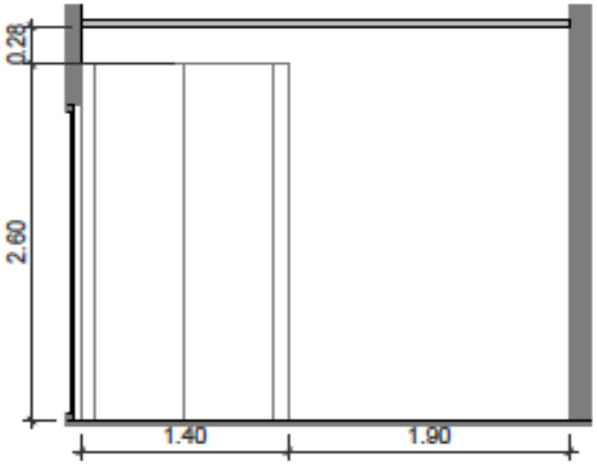
PLANTAS	Proyecto de Insonorización de local	13/04/2022



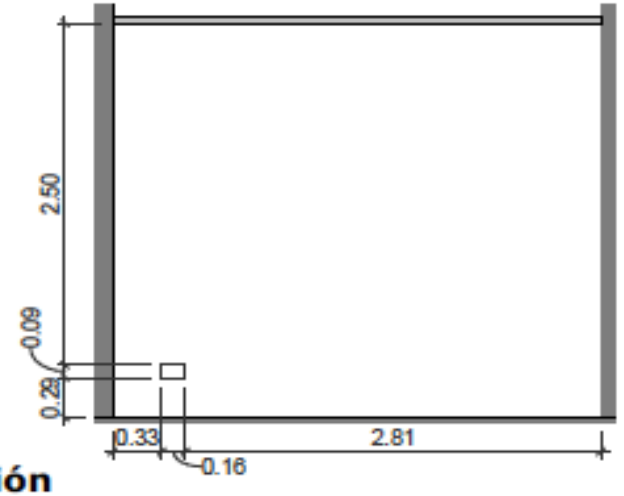
1 Sección
e= 1 : 50



3 Sección
e= 1 : 50



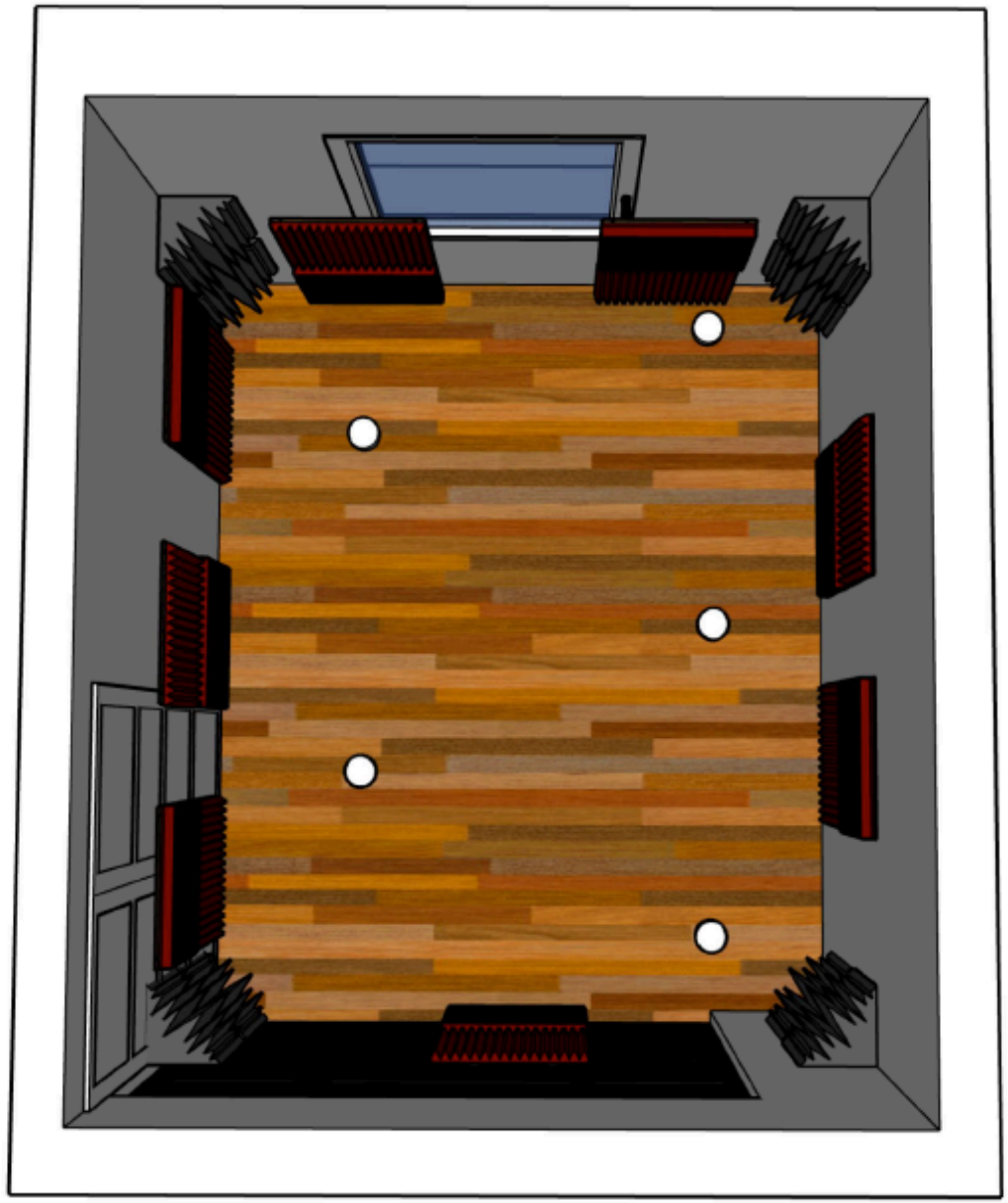
2 Sección 2
e= 1 : 50



4 Sección
e= 1 : 50

SECCIONES	Proyecto de Insonorización de local	04/13/22

3D con detalles para la instalación del tratamiento acústico propuesto



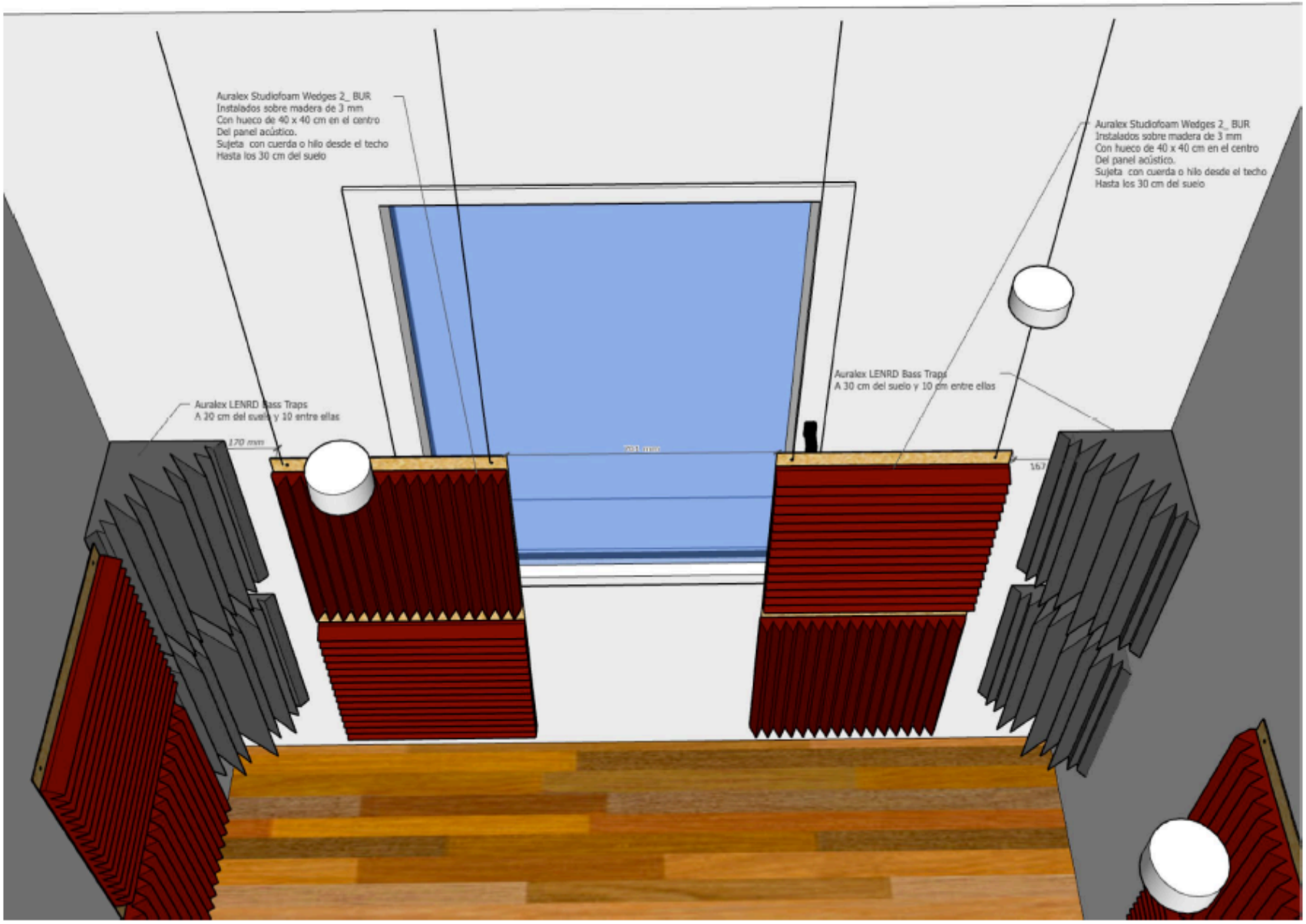
MAS ACOUSTICS BARCELONA S.L.
www.masacoustics.es
info@masacoustics.com
Tel. + 34 936 675 997
Tel. + 34 935 862 313

ISSUE
29.4.2022 (v0)
RE-ISSUE

CLIENT
Jagoba Santos Bengoechea
Bilbao
Vizcaya

PLANO

3D con detalles para la instalación del tratamiento acústico propuesto



MAS Acoustics

MAS ACOUSTICS BARCELONA S.L.
www.masacoustics.es
info@masacoustics.com
Tel. + 34 936 675 997
Tel. + 34 935 862 313

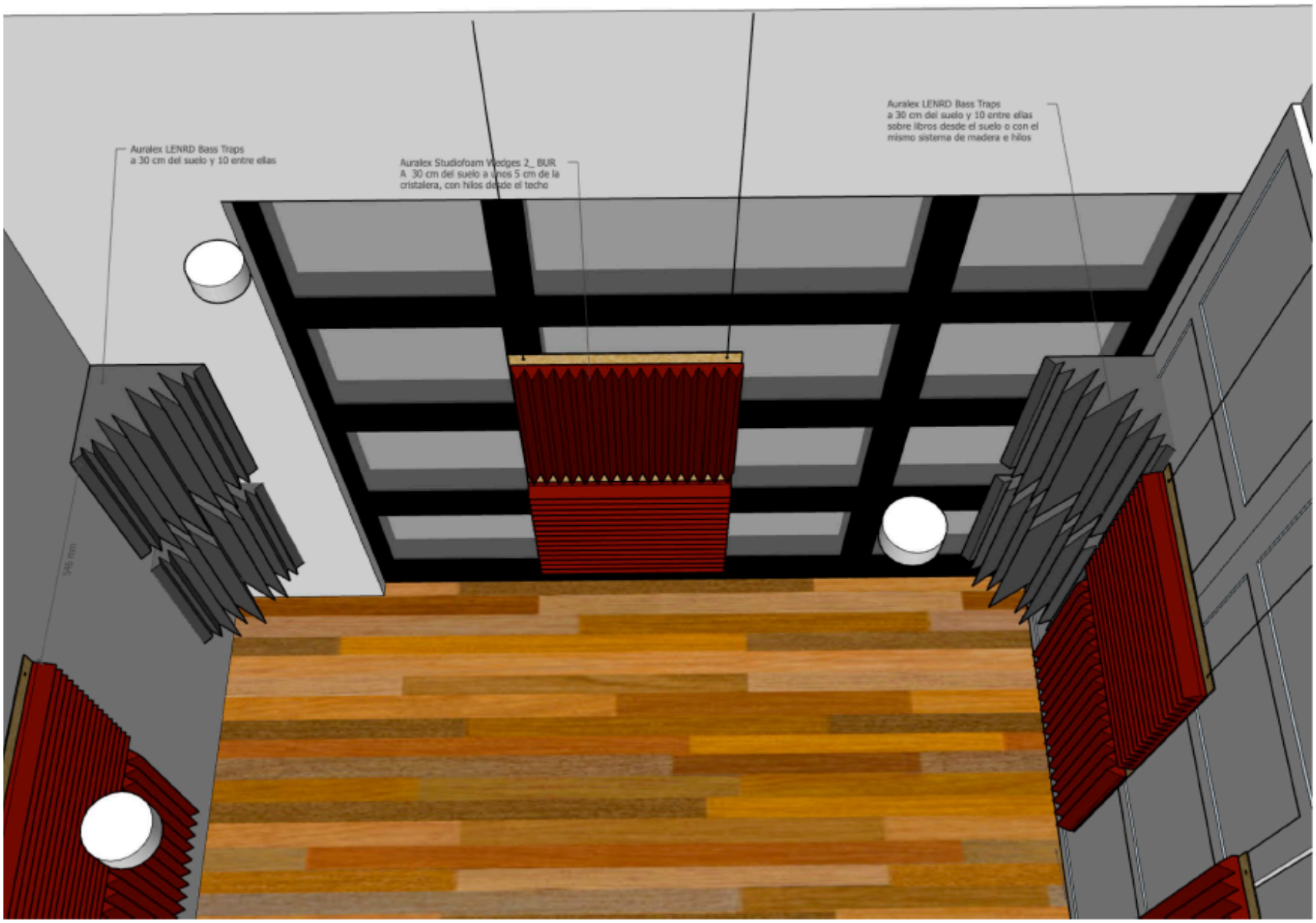
ISSUE
29.4.2022 (v0)
RE-ISSUE

CLIENT
Jagoba Santos Bengoechea
Bilbao
Vizcaya

PLANO

11

3D con detalles para la instalación del tratamiento acústico propuesto



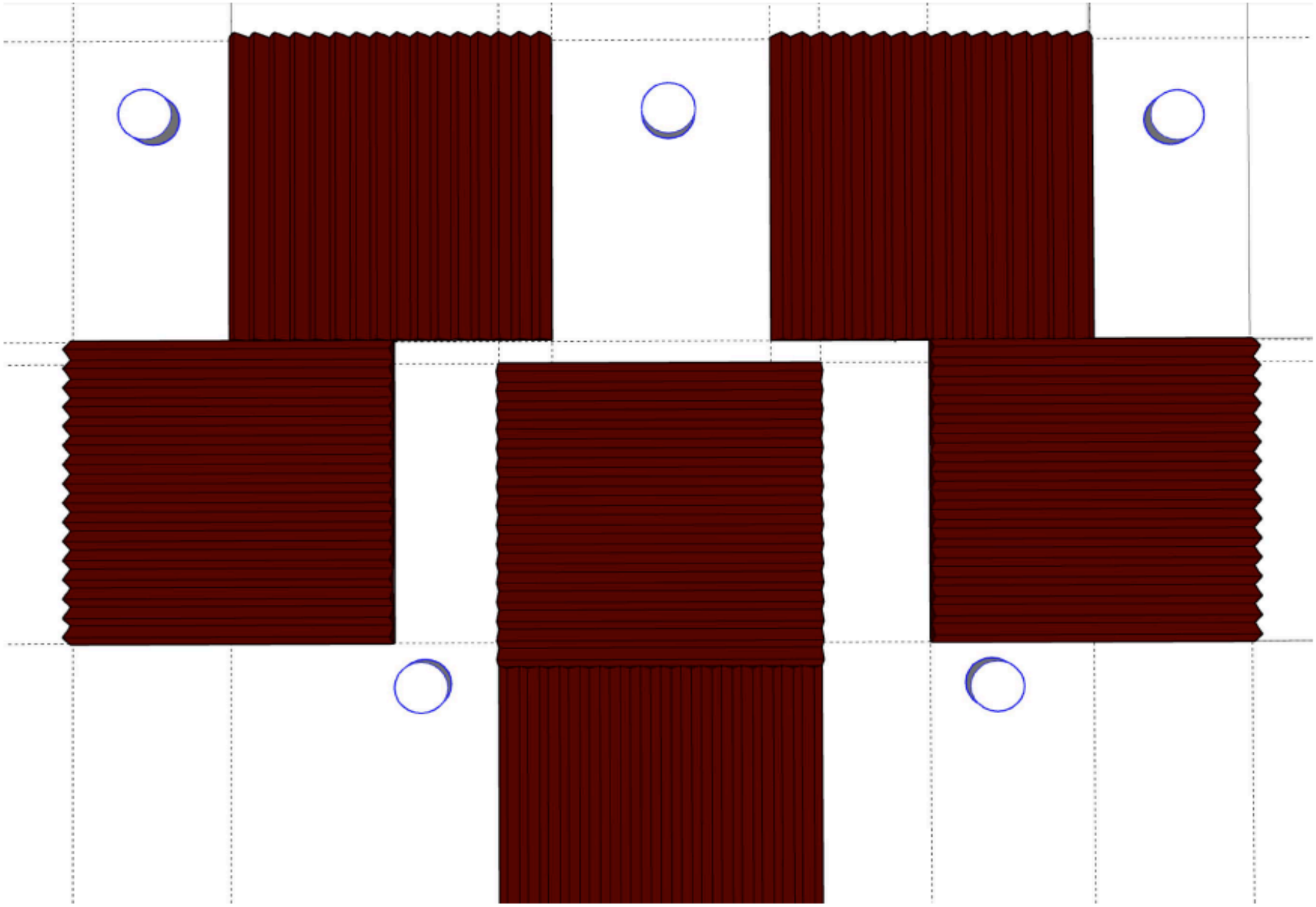
MAS Acoustics
MAS ACOUSTICS BARCELONA S.L.
www.masacoustics.es
info@masacoustics.com
Tel. + 34 936 675 997
Tel. + 34 935 862 313

ISSUE
29.4.2022 (v0)
RE-ISSUE

CLIENT
Jagoba Santos Bengoechea
Bilbao
Vizcaya

PLANO
14

3D con detalles para la Instalación del tratamiento acústico propuesto



MAS ACOUSTICS BARCELONA S.L.
www.masacoustics.es
info@masacoustics.com
Tel. + 34 936 675 997
Tel. + 34 935 862 313

ISSUE
29.4.2022 (v0)
RE-ISSUE

CLIENT
Jagoba Santos Bengoechea
Bilbao
Vizcaya

PLANO

16

7.3 – Proceso de Grabación

7.3.1 – Procesos preliminares: Gain Staging y ajustes del compresor

El primer paso antes de comenzar a grabar el sample pack es el de establecer los niveles de ganancia tanto en la tarjeta como en el previo. A este proceso se le denomina estructura de ganancia o "*gain staging",* y consiste en asegurarnos de que hay una señal de audio (*gain*) correcta en cada uno de los puntos (*stages*) del recorrido de la señal. Gracias a este proceso tendremos la certeza de que los niveles de audio son óptimos, que no distorsiona, y que el volumen, claridad y definición del mismo son los que buscamos. Queremos conseguir que la onda o señal de audio de los dos micrófonos principales sea homogénea, es decir, que capte la misma cantidad de información para que la guitarra no suene desequilibrada. La toma ambiente suena más baja por que el micrófono en cuestión está posicionado a una mayor distancia y altura de la fuente sonora. Esta etapa preliminar la realicé conjuntamente con el ingeniero Luis Villa. El primer paso fue poner en *bypass* el compresor, las pistas a 0dB y trabajar con los niveles de ganancia del previo (para los dos micrófonos principales), y la tarjeta (para el micrófono de ambiente). En esta etapa del *gain staging* "*Lo importante es que la señal no sature en el previo. Desactivando el compresor, la señal debe estar lejos de saturar. Debemos de dejar un espacio considerable, con el que a posteriori trabajaremos en la mezcla (insertando efectos, ecualizadores, etc.). A partir de ahí estableceremos el nivel del compresor."* Después subimos la ganancia El Km 184 lo pusimos a -45dB y el U87 a -35dB. El micro de la tarjeta a 38dB. Esta es la forma de onda resultante, previo a la aplicación del compresor. La primera pista corresponde al KM 184, la segunda al U87 y la tercera al TLM 103.

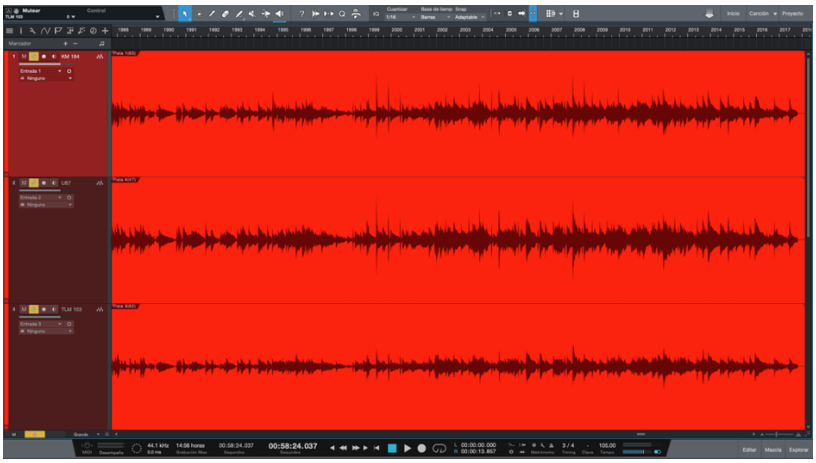


Ilustración 101. Forma de onda de audio previo al compresor

Como se observa, la señal de audio es bastante tenue, aunque limpia y correcta en cuanto a volumen y amplitud de onda. El siguiente paso es el de activar el compresor para conseguir un mayor volumen, al mismo tiempo que comprobaremos que la señal no satura y controlaremos de manera más efectiva el amplio rango dinámico de la guitarra flamenca.

Dada la naturaleza y técnicas de la guitarra flamenca (sobre todo las más agresivas tales como el golpe, alzapúa o el rajeo) es conveniente tener un ataque y release rápido en el compresor, para que éste capte y atenúe lo más rápido posible las transientes o picos problemáticos que puedan saturar, y vuelva rápidamente al inicio. Para conseguir un mejor resultado en este campo hemos activado la función de “Fast Attack” en el compresor. Asimismo, estableceremos un umbral (threshold) considerable y un ratio medio bajo (-2db-s) para que la guitarra respire, suene natural y el compresor no tenga que actuar en exceso, sino únicamente en aquellas zonas de la señal en las que sea necesario. Para conseguir un mayor volumen hemos subido el volumen o *gain* en 2db-s. Este incremento de volumen aporta mayor presencia a la guitarra

Tras poner los ajustes del compresor la señal nos queda de la siguiente forma.

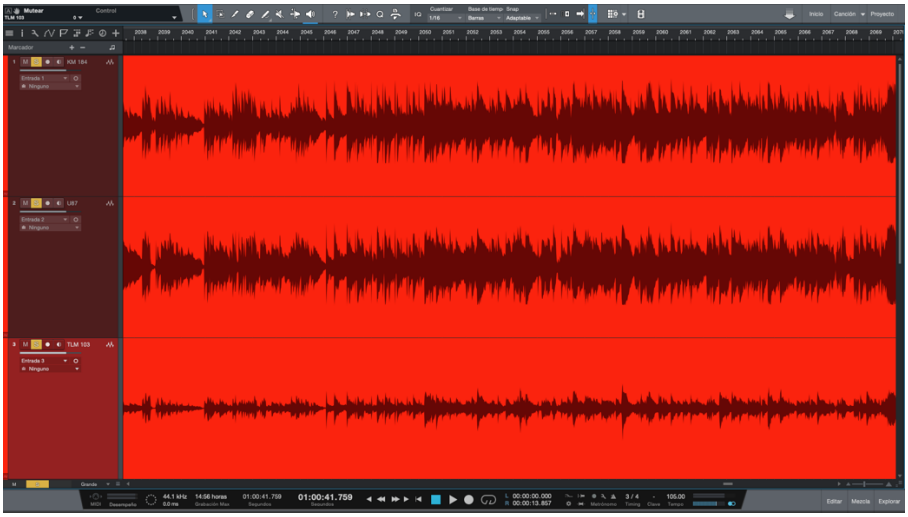


Ilustración 102. Forma de audio tras el compresor

Observamos que la amplitud de la onda se ha incrementado considerablemente, manteniéndose homogénea en todo momento. A pesar de tener un mayor volumen, contamos con un umbral suficiente que nos asegura que no saturaremos en ningún momento, lo cual nos aporta una mayor tranquilidad y libertad de ejecución a la hora de grabar.

7.3.2 – Proceso de grabación y edición

Una vez establecidos los volúmenes de ganancia y del compresor, nos disponemos a grabar y editar el sample pack. Diferenciaremos el proceso de cómo hemos grabado los one shoots y los loops, ya que tienen distinto tratamiento. Comenzaremos por los one shots, y para ello cogeremos como ejemplo uno de los acordes arpegiados que contiene el sample pack. En este caso es un acorde arpegiado en F#7(addb9/sus4), característico en el toque por taranta. Al ser un palo libre no necesita metrónomo. Tras hacer cinco tomas, este es el resultado tal un como lo vemos en el editor.

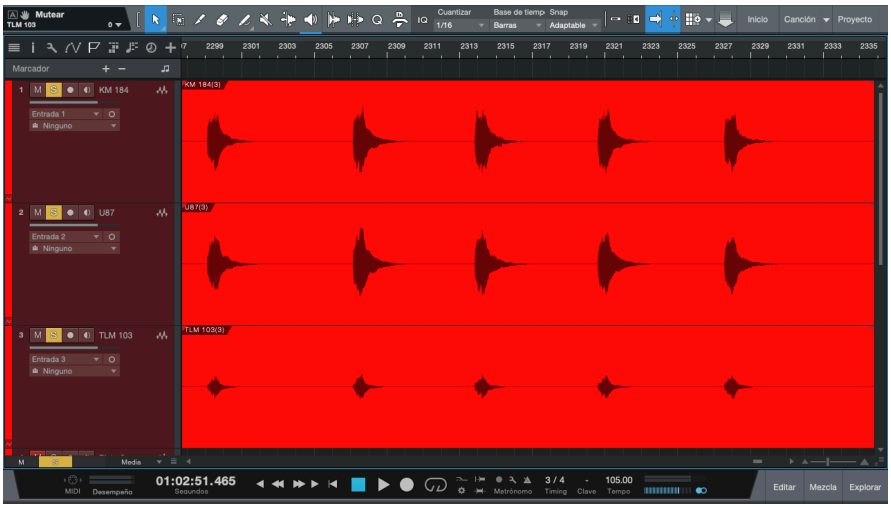


Ilustración 103. Representación de las cinco tomas en el DAW

El siguiente paso es por supuesto decidir cuál de las tomas es la mejor. Elegiremos la toma que este más limpia, sin ruidos de ambiente y que tenga mejor pulsación y calidad de sonido. Una vez escogida, borraremos las tomas restantes y esto es lo que veremos en nuestro editor.

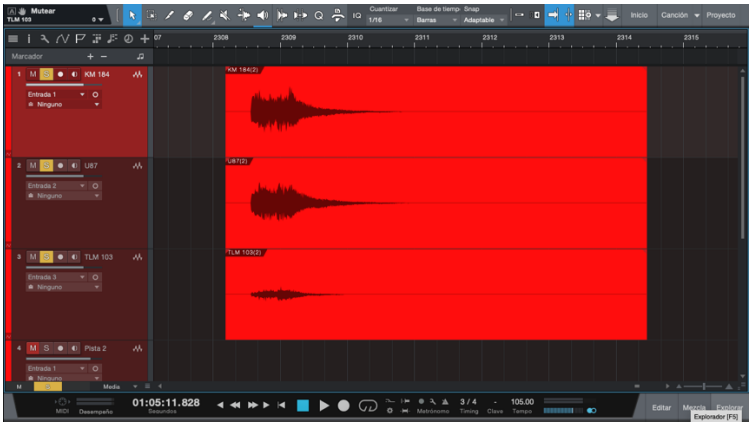


Ilustración 104. Representación de la forma de audio de la toma elegida

El siguiente paso sería editarlo. Cortamos el principio, el final e introducimos un fade out tenue y creíble, no demasiado agresivo, para que el sustain del acorde quede natural. Cortamos la pista en el momento en el que ya no escuchamos ningún sonido. A partir de ahí hacemos el fade out. A continuación, vemos el resultado de la pista sin editar a la izquierda y de la pista editada a la derecha.

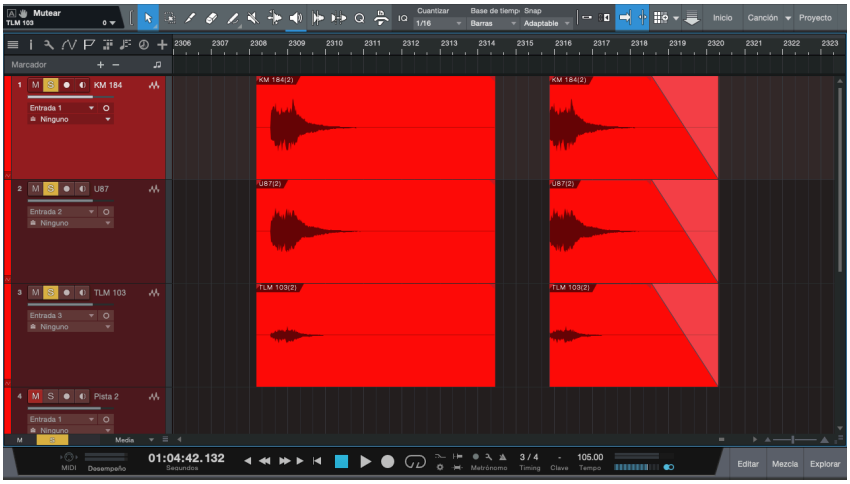


Ilustración 105. Representación de la toma sin editar y editada

Posicionamos los marcadores en el punto de inicio y final del sample y lo guardamos.

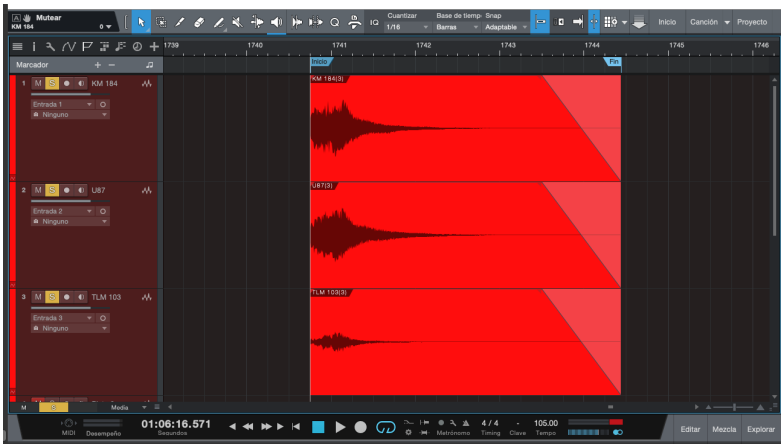


Ilustración 106. Representación de la forma de audio final

Este mismo proceso de grabación y edición lo hemos realizado con todos los one shots, en una misma sesión. A continuación, se muestra la sesión de todos los one shots, organizados en tres grupos que corresponden a la naturaleza de cada uno: acordes arpegiados, acordes golpeados y detalles por palos.

Acordes Arpegiados **Acordes Golpeados** **Detalles**

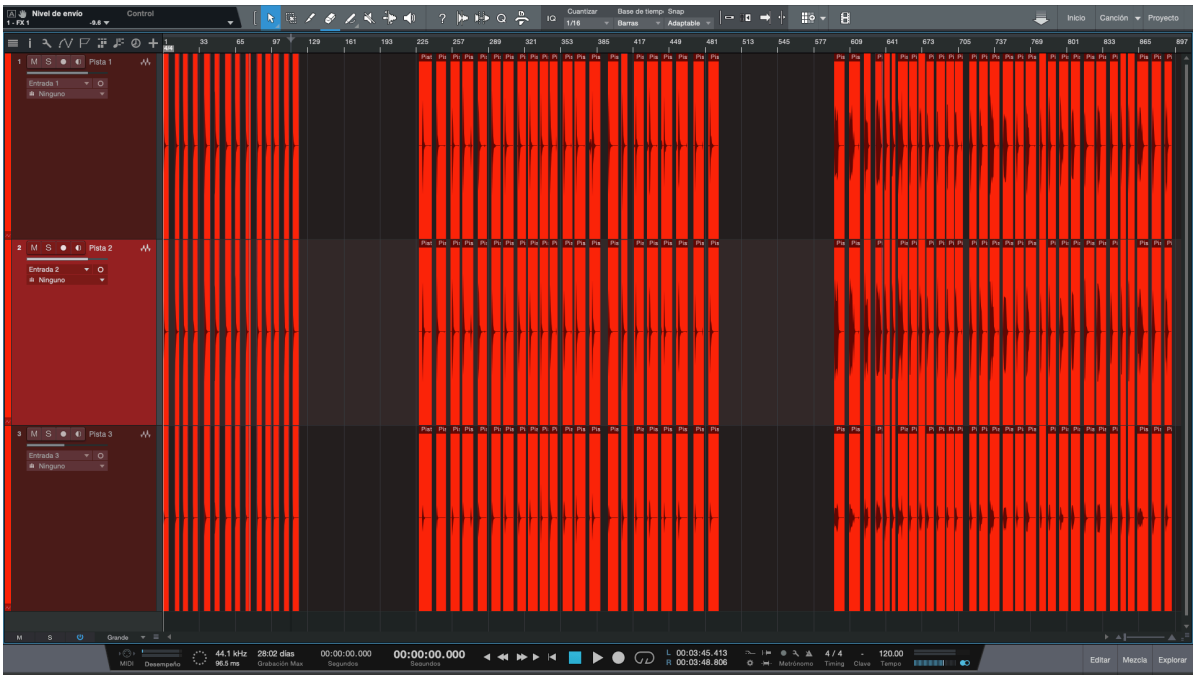


Ilustración 107. Sesión de grabación completa de los "*One shots*"

El proceso a la hora de grabar un loop es algo diferente. El primer paso es fijar el metrónomo a la velocidad deseada. En este caso vamos a documentar el proceso de grabar un tango con su guitarra de acompañamiento (en segundo plano), y la guitarra solista o *lead* (en primer plano). Para esta ocasión fijaremos el metrónomo a 170 Bpm y a un tempo de 4/4. Vamos a grabar una rueda de acordes empleando la técnica de rajeo de una duración de 4 compases, que en este caso seguirá la secuencia armónica de la cadencia andaluza en A Frigio – Dm7 / C9 / Bbmaj7 / Aaddb9. Tendremos cuidado con fijar el volumen del metrónomo en un punto tal que no se nos cuele en la grabación. Hacemos diversas tomas una detrás de otra.

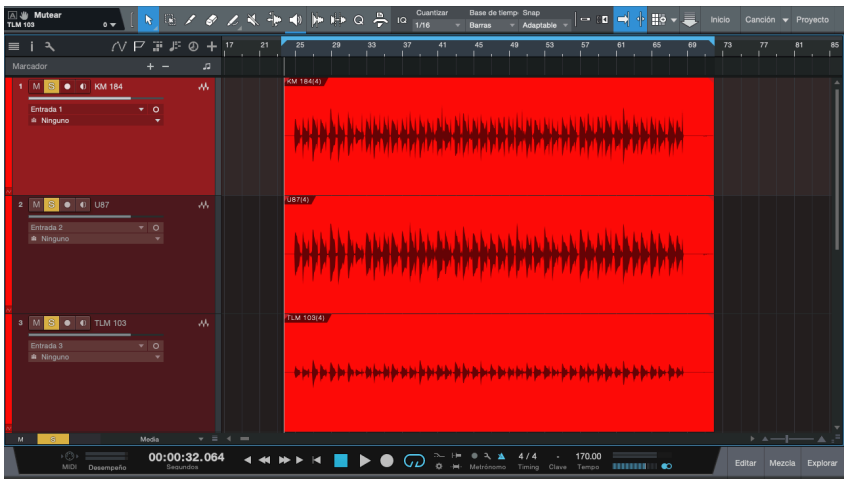


Ilustración 108. Toma completa de nuestra rueda de acordes

Elegimos la región de cuatro compases que nos parezca que ha quedado mejor. La aislamos del resto de la toma. No vamos a emplear cuantización para que quede más natural. El trabajo es que suene cuadrado desde el principio y de que el sonido sea orgánico.

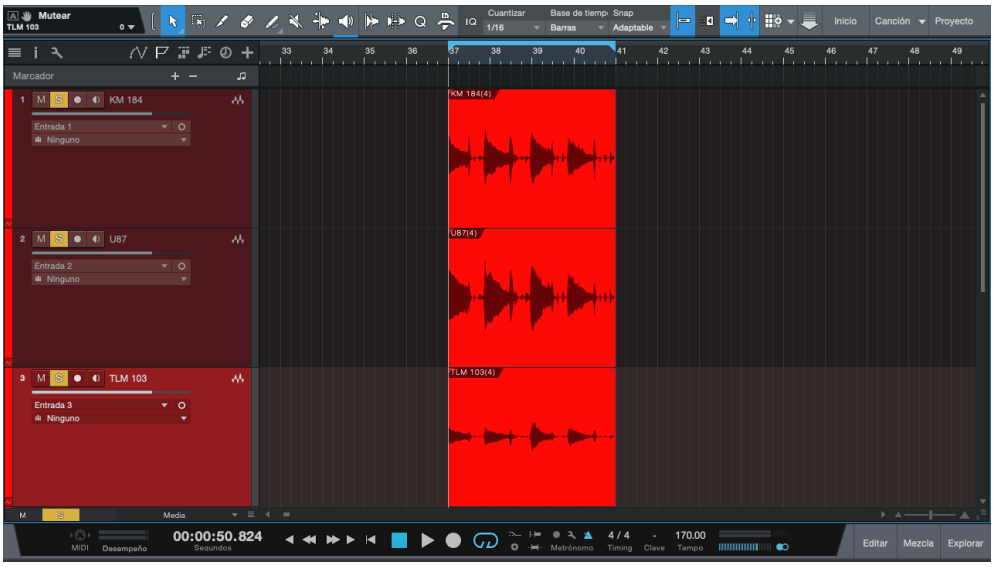


Ilustración 109. Representación de los cuatro compases escogidos

Los inicios y finales de la toma suelen tener ruidos que debemos atenuar o eliminar si es posible. En los inicios se suelen colar respiraciones u otros ruidos generados por el guitarrista fruto de la interacción con el instrumento. En los finales por su parte es habitual que al cortar una pista de audio (con objeto de que cuadre en el número de compases exacto que nos interese) escuchemos un pequeño ”click”. Para eliminar ambos la mejor opción es introducir un leve fade in y fade out. Como se observa en la imagen tanto el fade in como el fade out son muy tenues, lo suficiente para eliminar los ruidos indeseados, pero sin llegar a ser tan largos que a la hora de loopear el sample se perciba en ninguno de los dos puntos.

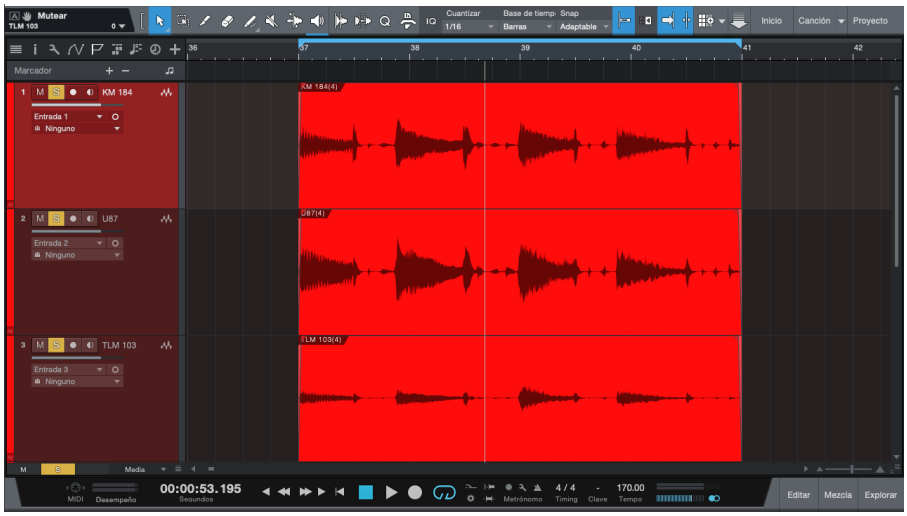


Ilustración 110. Toma escogida con los fade-in y fade-outs incorporados

Una vez grabado y editado el sample nos aseguramos de que éste loopee perfectamente. Una vez tenemos la pista de acompañamiento, pasaremos a crear diversos solos para esta toma. Para ello llevamos este loop al principio de la sesión, lo loopeamos y creamos otras tres pistas con el nombre “Solo” para improvisar y crear líneas sobre el loop.

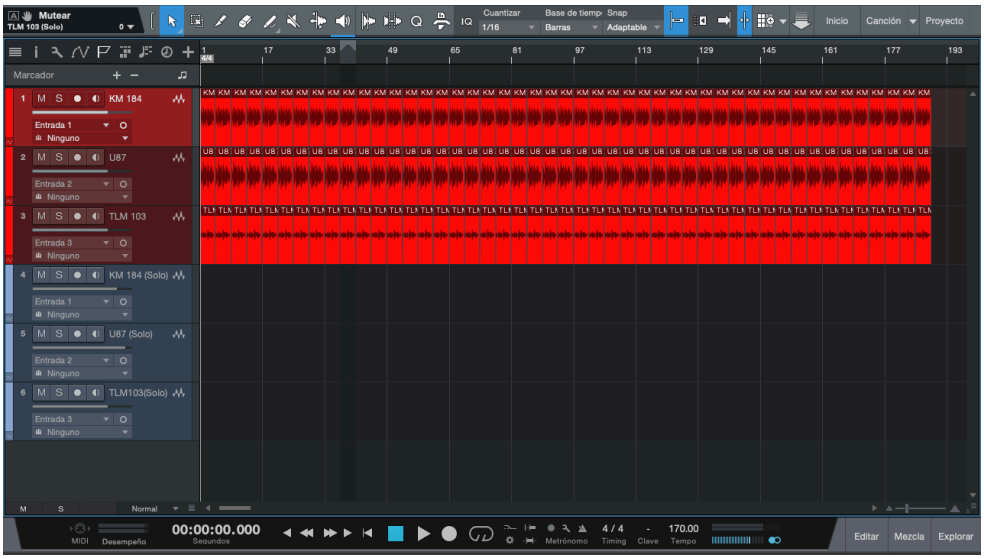


Ilustración 111. Representación de nuestra toma loopeada

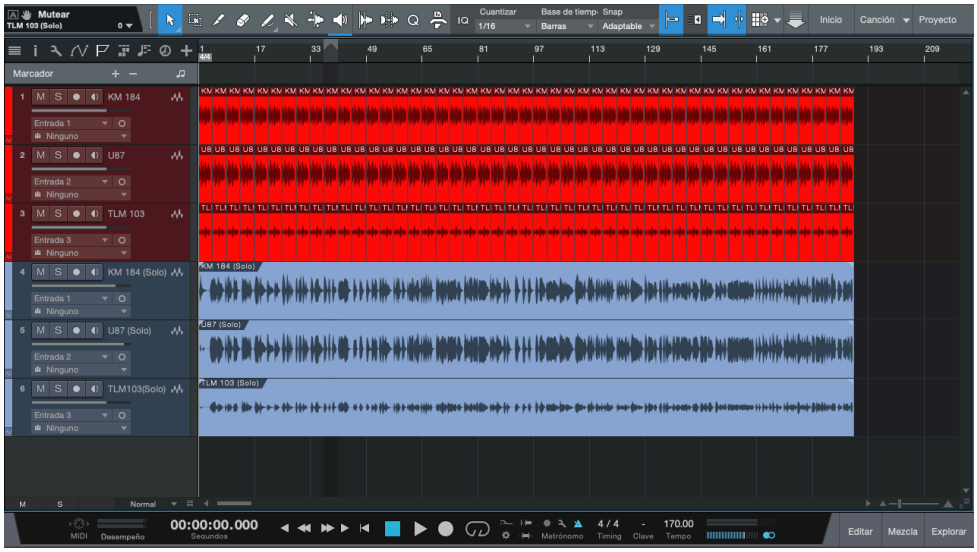


Ilustración 112. Representación del solo grabado sobre nuestra rueda de acordes

Ahora seleccionamos las regiones de los solos que más nos gustes, de una duración igual a la de la guitarra de acompañamiento, y que sean diferentes en técnicas y sentimientos, distintas finalidades. Las separamos unas de otras.

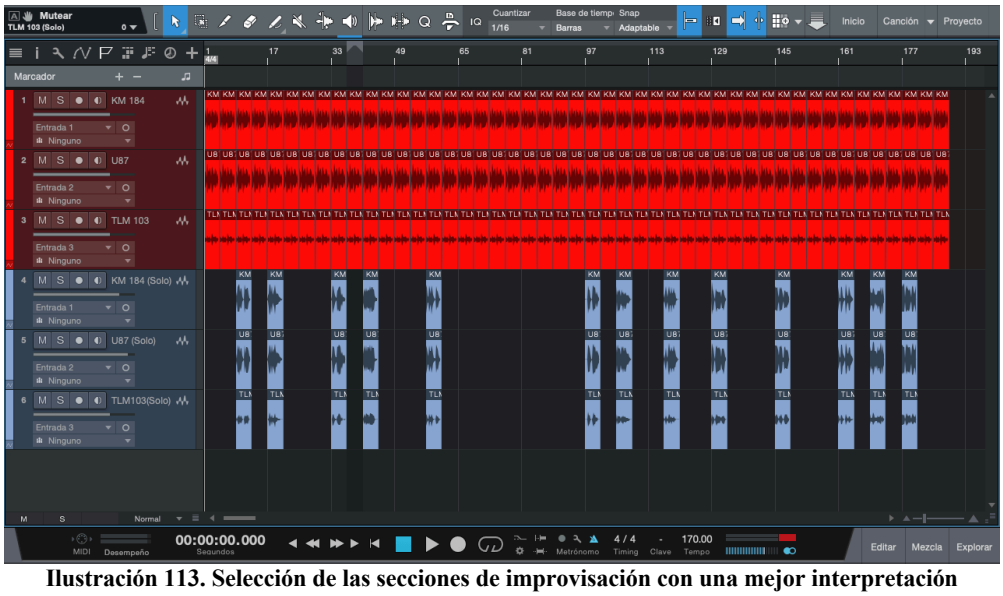


Ilustración 113. Selección de las secciones de improvisación con una mejor interpretación

Ahora editamos cada uno de ellos para que suenen limpios los principios y finales y nos aseguramos de que lopeen correctamente.



Ilustración 114. Edición de aquellas secciones escogidas

También habrá loops que no lleven dos guitarras, sino que serán de guitarra solista. En este caso trabajamos con metrónomo y elegimos la mejor pista, como hicimos con la guitarra en segundo plano.

Una vez tengamos nuestras pistas grabadas y editadas pasaremos al proceso de mezcla y masterización.

7.3.3– Proceso de mezcla y masterización

Lo más importante a lo que se pretende llegar en la mezcla de una guitarra es que el sonido final sea el más natural posible y con un balance de frecuencias apropiado. Debemos ante todo respetar la base sónica de la guitarra y colorearla lo menos posible. Para garantizar una buena escucha en la mezcla hemos colocado los monitores siguiendo las directrices de ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Este es el sistema más extendido, que se basa en colocar los monitores a 60ª con respecto al punto de escucha, de tal forma que se forme un triángulo equilátero. La separación entre los monitores debe ser igual a la separación entre el punto de escucha y ambos monitores, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

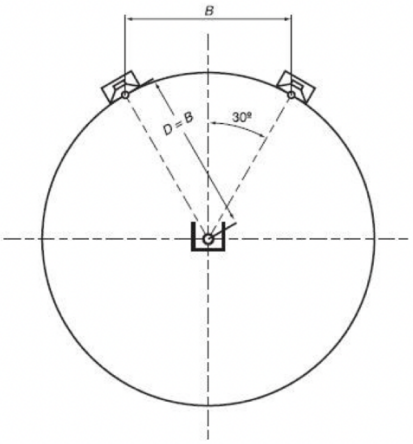


Ilustración 115. Ubicación de los monitores

La toma de la guitarra ya es buena por lo que hemos optado por ser cautos en la ecualización y efectos aplicados en el proceso de mezcla. Siguiendo las recomendaciones de Caco Refojo escogimos utilizar plugins de Fabfilter y Universal Audio para la mezcla, dada su alta calidad y la poca coloración del sonido que aportan.

7.3.3.1– Ecualización, Compresión, Reverb, Volumen y Panning

Ecualización

La ecualización nos permite modificar el balance frecuencial de una señal de audio. Caco Refojo nos advirtió de que "*En la ecualización para guitarra flamenca hay que tener cuidado en la zona de medios graves para que no haga bola y en la zona brillante para que no suene plasticosa y fina"*

Para la ecualización hemos empleado dos ecualizadores FabFilter Pro Q3. En el primero de ellos hemos aplicado una ecualización sustractiva y en el segundo una ecualización aditiva. En cuanto a la primera de ellas, le hemos aplicado un filtro de paso alto (*high pass filter*) a partir de 45Hz para quitar el ruido de ambiente y ganar nitidez en el sonido. Asimismo, entre 3 y 4 kHz le hemos quitado 3db-s para quitarle las frecuencias problemáticas que nos generaban un sonido nasal. Para identificar estas frecuencias hemos utilizado la técnica de barrido con un ancho de banda muy estrecho (del orden de Q=5) y una ganancia de unos 8dBs. Tras identificar las frecuencias molestas hemos ido cerrando el ancho de banda del ecualizador, y a posteriori la ganancia, hasta que hemos conseguido mitigar los efectos de la resonancia sin que el sonido propio de la guitarra se resienta demasiado.

En cuanto a la ecualización aditiva hemos optado por darle una mayor presencia en el rango agudo, subiéndole 2db-s entre 10 y 12 kHz. Con esto hemos conseguido un sonido más brillante, un rasgo que caracteriza a la guitarra flamenca.

Compresión

No le hemos aplicado compresión a la mezcla porque ya en la fase de grabación hemos trabajado con el compresor hardware Elysa. Ya tenemos los picos y el rango dinámico controlados en las tomas de grabación principal. Con una excesiva compresión corríamos el riesgo de eliminar por completo la dinámica, interpretación y por ende de ahogar el timbre de la guitarra.

Reverb

La reverb es uno de los elementos fundamentales de la mezcla, la cual nos aporta espacialidad, profundidad y dimensión a la misma. En definitiva, con la reverb seremos capaces de crear un espacio idóneo para la mezcla. Para ello hemos seleccionado el plugin Lexicon 480 de Universal Audio en su versión digital. En lugar de aplicar la reverb directamente sobre cada una de las pistas, la hemos insertado en un bus para todas ellas a través de un canal auxiliar. Esto nos permite ahorrar memoria RAM, además de ajustar independientemente los parámetros de volumen y efectos de la señal seca (*dry*) y la señal mojada (*wet*) sin que se vean afectados ambos conjuntamente. Asimismo, el utilizar la misma reverb para los tres micrófonos nos aporta cohesión y uniformidad a la mezcla.

De los diferentes ajustes preestablecidos *(presets)* que incluye la Lexicon 480 hemos escogido el Large Hall, el cual además de darnos profundidad nos dará sensación de altura. A los ajustes por defecto le hemos bajado el tamaño del espacio (*size*) y la cantidad de señal que queremos que se vea afectada por la reverb, bajándolo hasta la mitad para que la reverb no sea tan amplia y prominente. En caso contrario conseguiríamos un sonido confuso, en ocasiones borroso y empastado. Hemos establecido el tiempo de reverb en 1.4 seg y un predelay de 0,7 segundos. A su vez, hemos aplicado un decay o "cola de reverb" moderado para que la reverb parezca una extensión del sonido de la guitarra y no suene en exceso, sino que parezca natural. A posteriori hemos ecualizado la reverb con un *high pass filter* para limpiar la mezcla eliminando ciertos rebotes molestos que se producían en las frecuencias graves.

Volumen / Panning

Hemos abierto el estéreo al 100% a izquierda y derecha en los dos micrófonos principales, y el micrófono de ambiente en el centro, un poco ladeado a la derecha. Con esto conseguimos que la guitarra ocupe todo

el espectro sonoro. El volumen de los dos micrófonos principales lo hemos establecido en -10db-s y el micrófono de ambiente a la mitad. En cuanto al volumen de la mezcla, nos hemos asegurado de que los picos más altos de la señal estén entre -6 y -3dBFS para evitar la distorsión digital o "*clipping*" (que en al audio digital se encuentra en todas las frecuencias que superen los 0db-s) y dejar espacio o "*headroom*" en el proceso de masterización.

7.3.3.2– Masterización

El proceso de masterización supone la última instancia en el proceso de producción, en el cual podremos corregir determinados errores acarreados durante la grabación y la mezcla. Además de ello, la masterización nos sirve para darle el volumen adecuado, en este caso a nuestros samples, respetando el timbre de la guitarra y teniendo cuidado de no alterar en exceso o desvirtuar el sonido conseguido en la mezcla. A la hora de exportar la mezcla de cara a la masterización, lo hemos hecho manteniendo la resolución a la que fueron grabados los samples, 44,1Hz y 32 bits de coma flotante (formato WAV). Esto nos garantiza que obtendremos la mayor calidad e información cuando, tras la masterización, hagamos la conversión a 16 bits de coma flotante. Para llevar a cabo la masterización hemos empleado el plugin Ozone 9 de Izotope, haciendo uso de su ecualizador, compresor multibanda, imager y maximizador.

Si bien es cierto que este plugin ofrece un Asistente de Masterización (*Mastering Assistant*) basado en inteligencia artificial, hemos preferido realizar el proceso de forma manual de acuerdo a las indicaciones y consejos de los ingenieros Luis Villa y Caco Refojo.

Ozone ecualizador

Con este ecualizador conseguiremos obtener un balance tonal apropiado y eliminar las frecuencias problemáticas. Para esto el plugin ofrece la opción de aislar cada rango de frecuencias, lo cual nos ayuda a escuchar únicamente aquel rango que creamos problemático sin escuchar el resto de la señal. Además de esto, con objeto de identificar las frecuencias indeseadas, hemos vuelto a emplear la técnica de barrido explicada en el apartado de mezcla. Tras varias escuchas hemos detectado problemas en el extremo agudo del espectro sonoro, en concreto, por encima de los 15KHz. Para solventarlo hemos aplicado un filtro de paso bajo (low pass filter) con pendiente suave para suavizar los agudos y que el sonido no se sienta filoso.

Asimismo, hemos realizado un filtrado y corrección de resonancias molestas en el rango medio grave del espectro, a la altura de 150Hz (2dB) y en el rango medio, a la altura de 1300Hz (3dB).

Ozone Compresor multibanda

El compresor multibanda logra correcciones tonales en las que el ecualizador no sirve de gran ayuda. Estos se activan únicamente a partir de un umbral fijado por el usuario con las envolventes y cantidades de reducción de ganancia asignadas en función de las características de cada caso. Lo hemos aplicado en el registro grave para darle presencia, redondez y equilibrar el *high pass filter* introducido en la mezcla.

Ozone Imager

Este módulo nos ha ayudado a ampliar la imagen estéreo y a darle una mayor amplitud a la mezcla. Apoyándonos en la interfaz gráfica del plugin (la cual nos da una representación de la imagen estéreo en tiempo real con vectorscopio y medidor de correlación) hemos ajustado los parámetros de amplitud y cantidad de efecto hasta conseguir el sonido y amplitud deseados. Tras diversas pruebas hemos establecido la amplitud en 54,7 y la cantidad de efecto en 17,1.

Maximizador

Una vez conseguido el sonido deseado, emplearemos el maximizador de Ozone a modo de limitador, el cual nos permitirá subir el volumen sin que la señal distorsione. Con sus parámetros de *Threshold* y *Celling* iremos indicando la cantidad de dB-s que queramos subir el volumen (*Threshold*) y a su vez cual es el nivel máximo al que queremos que maximice la señal (*Celling*). Cuanto más bajo el *Threshold*, más alto sonará la mezcla. Dado que el audio distorsiona a partir de 0dBFS, hemos establecido el *Celling* a -1dB, con una subida en el Threshold de -3,5dB. Con esta subida de volumen, conseguimos una guitarra con gran presencia, pero observando que el limitador solo actúe en ciertos transitorios (aquellos más agresivos), permitiendo que la señal respire y se mantenga natural y orgánica en todo momento.

Una vez finalizado el proceso de masterización hemos procedido a la exportación de cada uno de los samples a 44.1Hz y 16bit y a nombrarlos haciendo uso de la nomenclatura explicada en el punto 7.1.

7.4 – Conversión de nuestro sample pack en instrumento virtual (VST3, AU)

7.4.1 – Concepto y estructura

Tras la fabricación de nuestro sample pack, hemos procedido a la conversión del mismo en un instrumento virtual, con el objeto de que pueda ser empleado como plugin en cualquier DAW. El concepto principal de este VST es el de ofrecer al usuario la capacidad de controlar a través de un teclado MIDI los samples y loops contenidos en el sample pack, ofreciendo la posibilidad de modelar el sonido por defecto a través de diversos efectos y filtros.

El primer paso ha sido el de planificar el formato y estructura del instrumento virtual. Los formatos escogidos para el plugin han sido VST3 y AU, con lo cual nos aseguramos de que funcionará perfectamente en los entornos Mac y Windows. El instrumento virtual estará organizado por *presets*, los cuales harán referencia a las diferentes carpetas que contiene el sample pack (a diferencia de los one shots, que formarán parte de un único *preset*).

Siguiendo este modelo de organización, los *presets* que contendrá el VST serán los siguientes:

Presets del instrumento virtual
One Shots
Rumba Em
Por Solea
Solea por buleria
Por Fandangos
Por Seguiriya
Por Alegrias
Por Guajira
Por Bulería I (solo guitar)
Por Buleria II (two guitars)
Rumba Am
Rumba Dm
Por Tangos

Tabla 18. Presets contenidos en nuestro instrumento virtual

7.4.2 – Key Mapping de cada Preset

Tras planificar y estructurar el instrumento virtual, hemos procedido a desarrollar cada uno de los *presets* dentro del software Romplur. El término *preset* lo empleamos para referirnos a los diferentes sonidos que incluye la librería, que en este caso están organizados por palos flamencos.

A cada sample le asignamos una nota fundamental o "root note" y escogemos el rango que queremos que abarque (en nuestro caso una nota por sample). El primero de ellos ha sido el *preset* denominado "No Preset", en el cual el instrumento no contiene ningún sonido, como se observa en el mapping editor.

Mapping del No Preset
X

Tabla 19. No preset

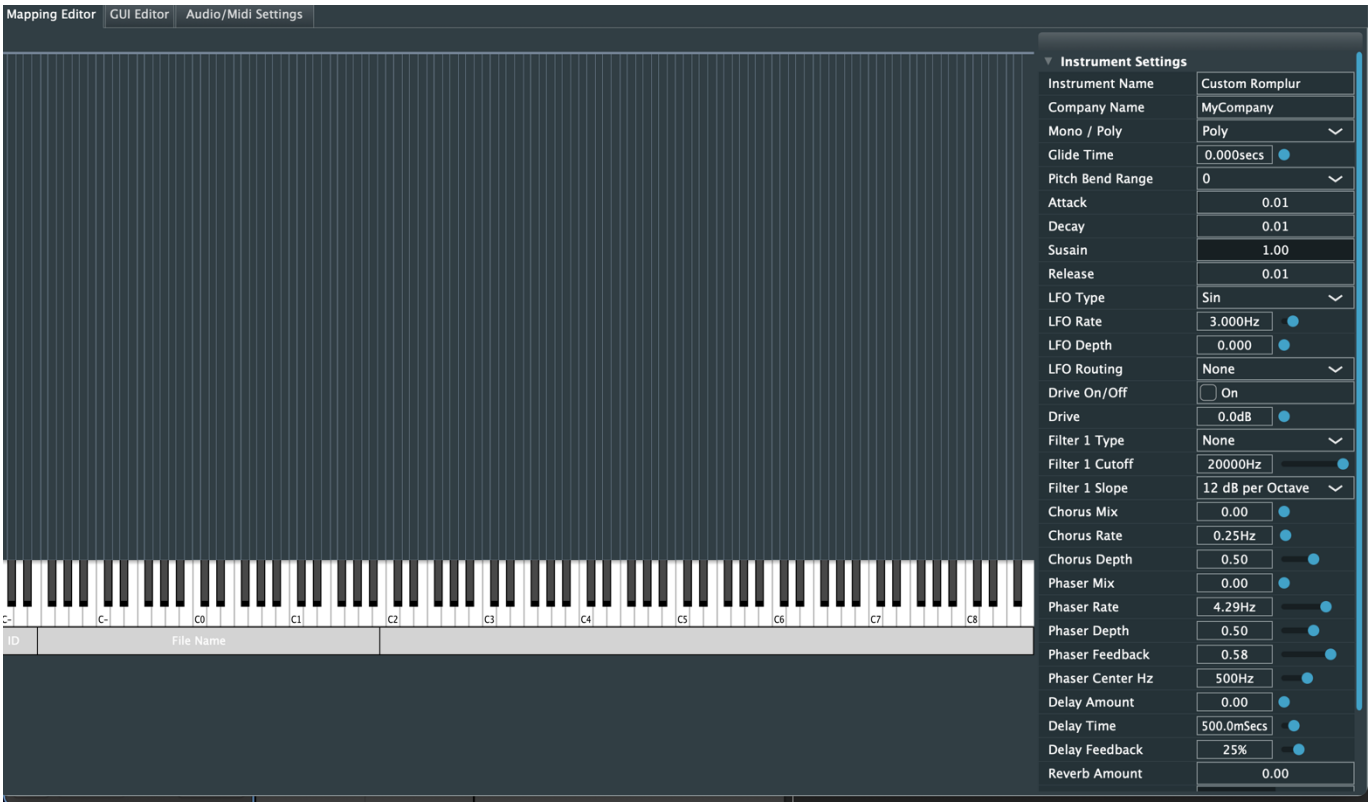


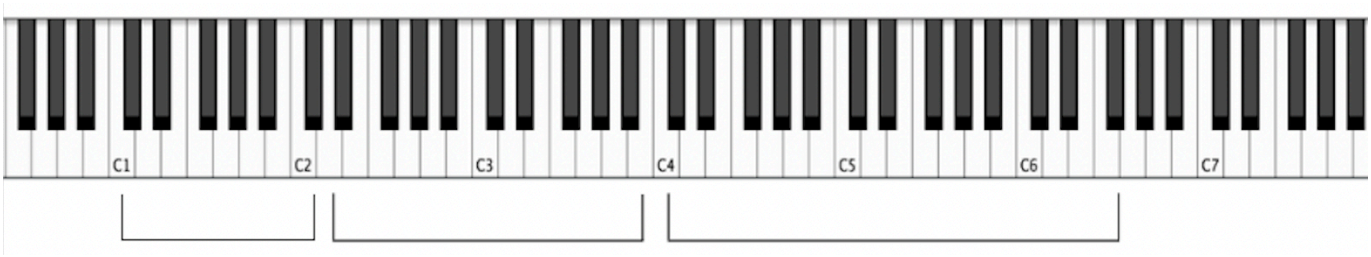
Ilustración 116. No preset en el mapping editor

A continuación, hemos mappeado el preset "One Shots", que contiene los one shots del sample pack. El orden que siguen los one shots en el teclado MIDI es "Acordes Arpegiados", "Acordes Golpeados" y "Detalles", comenzando en la tecla C1.

Mapping del Preset One Shots
Acordes Arpegiados (C1 – Db2)
Acordes Golpeados (D2 – B3)
Detalles (C4 – Gb6)

Ilustración 117. "One shots" preset

Visualización en el teclado MIDI



Acordes Arpegiados **Acordes Golpeados** **Detalles**

Tras introducir y mapear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

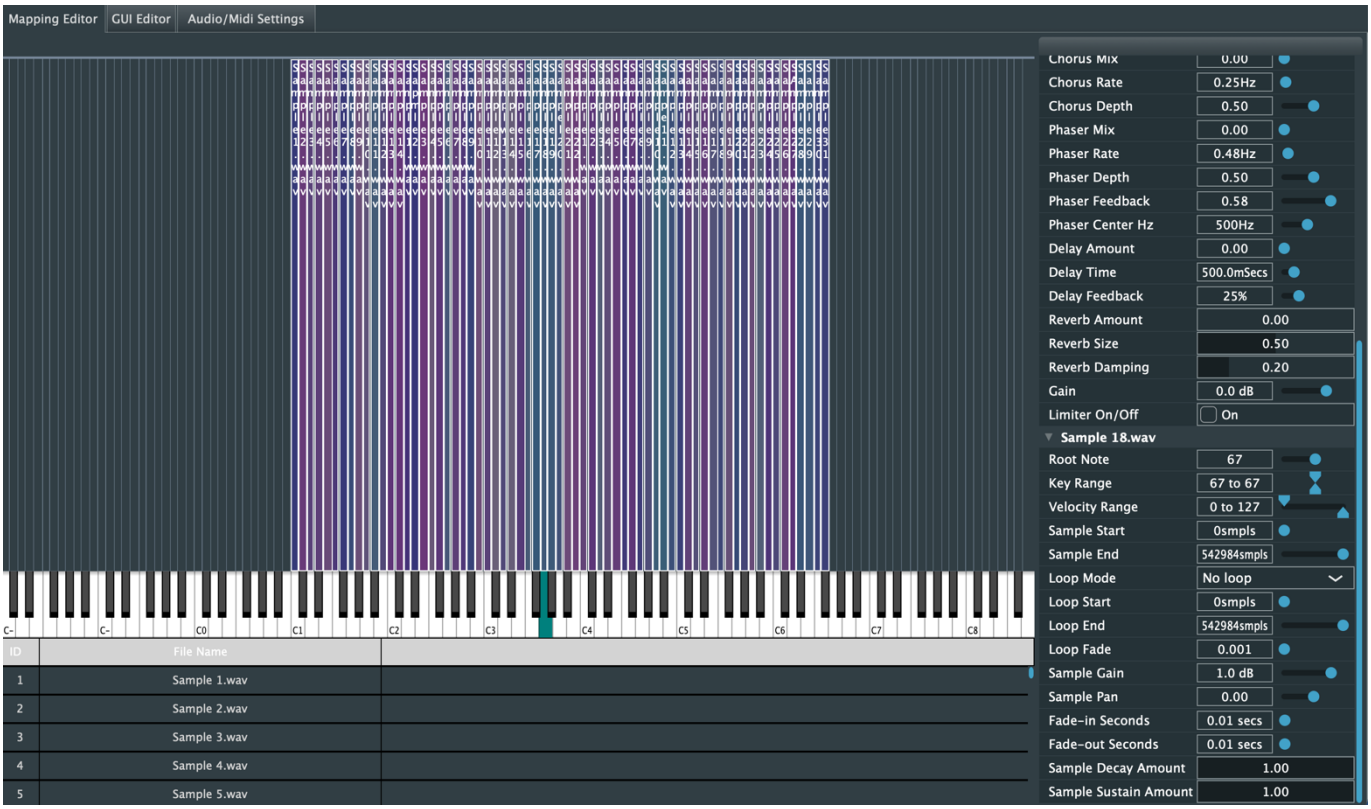


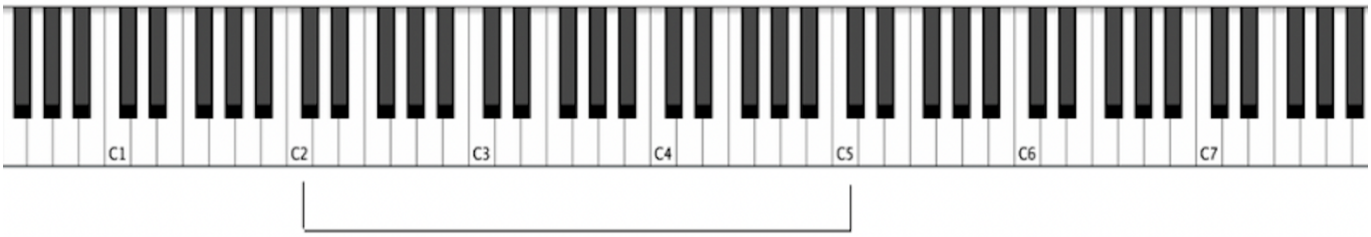
Ilustración 118. Preset "One shots" en el mapping editor

Tras los one shots, hemos continuado con los *presets* que constan únicamente de una guitarra en primer plano. El primero de ellos ha sido el *preset* "Por Solea", que contiene 37 samples, y posteriormente los *presets* restantes.

Mapping del Preset Por Solea
Samples por Solea (C2 – C5)

Ilustración 119. Preset por solea

Visualización en el teclado MIDI



Samples por Solea

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

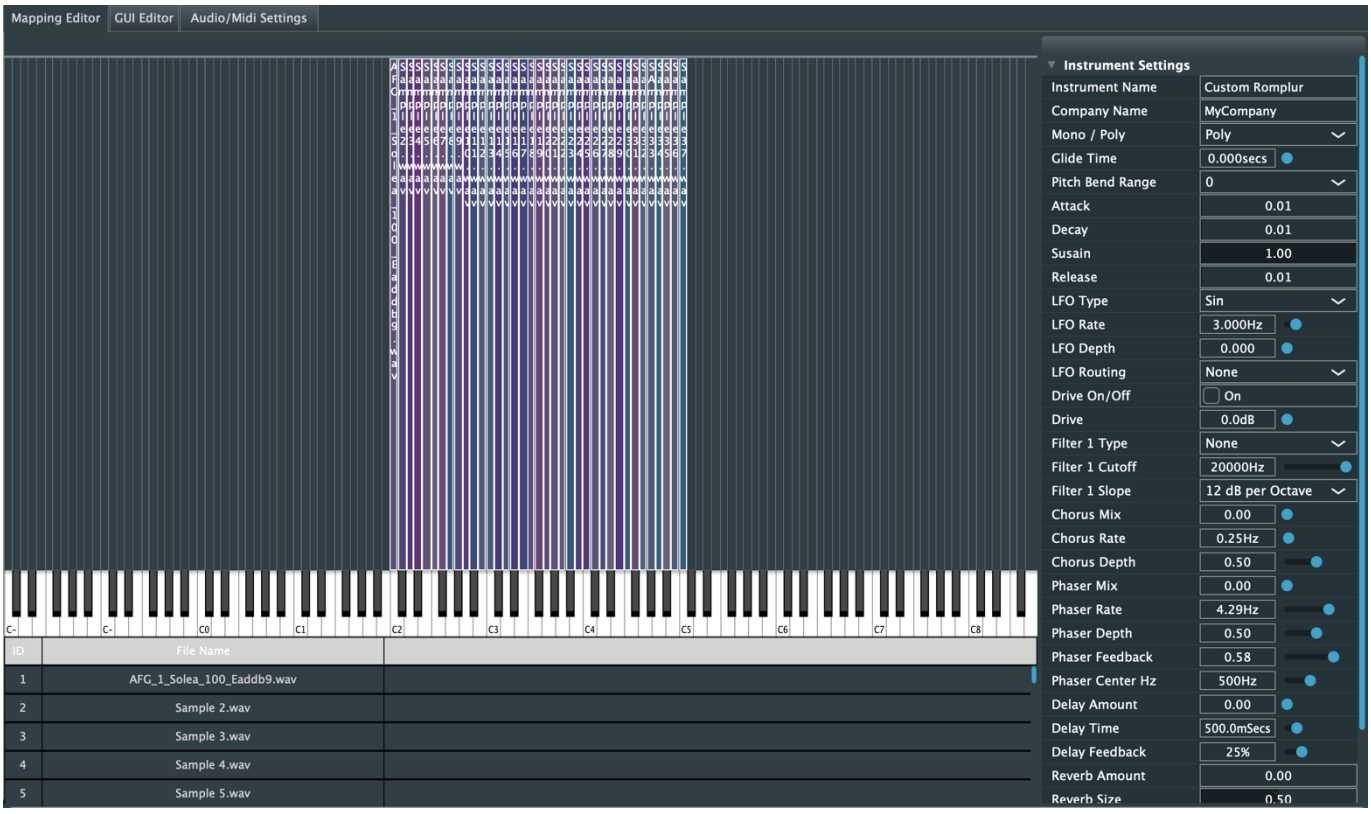
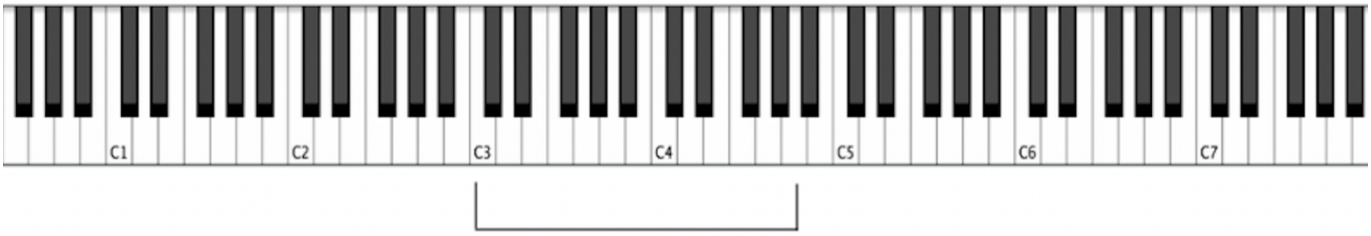


Ilustración 120. Por solea preset en el mapping editor

Mapping del Preset Por Alegrías
Samples por Solea (C3 – A4)

Ilustración 121. Preset por alegrías

Visualización en el teclado MIDI



Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

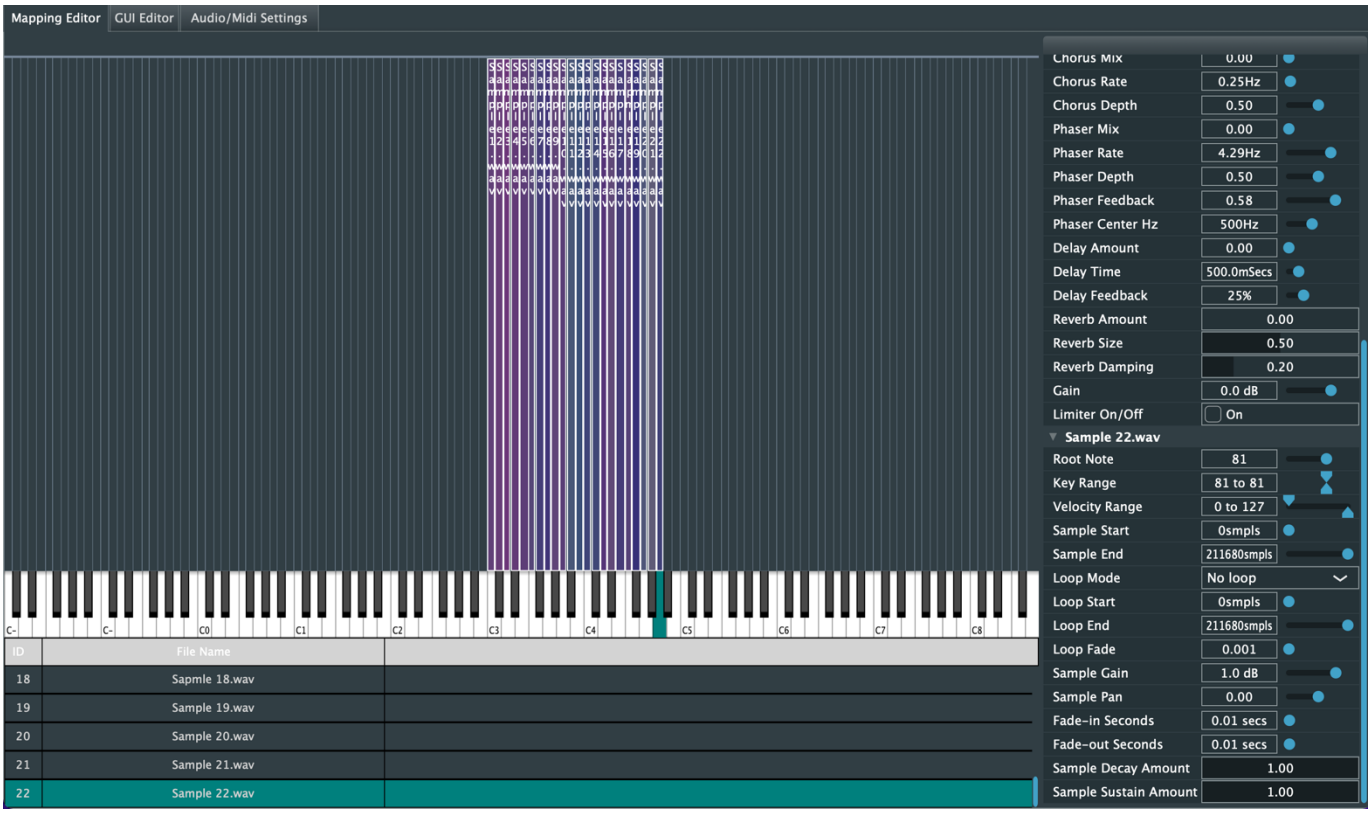
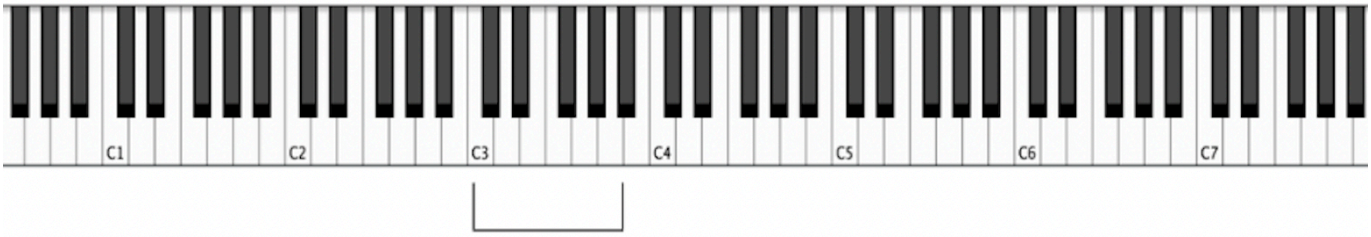


Ilustración 122. Por alegrias preset en el mapping editor

Mapping del Preset Por Guajiras
Samples por Solea (C3 – Bb3)

Ilustración 123. Preset por guajiras

Visualización en el teclado MIDI



Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

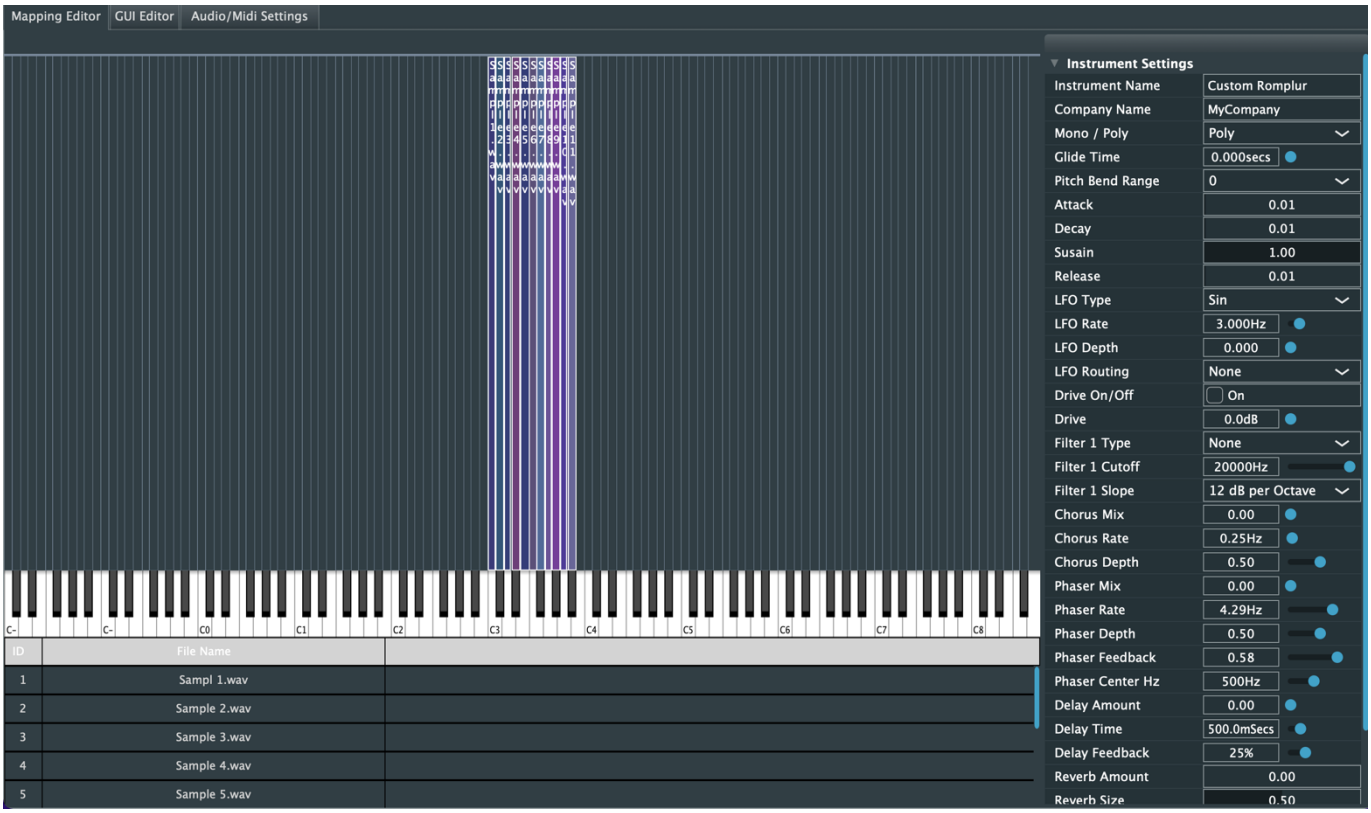


Ilustración 124. Por guajiras preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Por Bulerias I
Samples por Solea (C2 – Eb5)

Ilustración 125. Preset por bulerías I

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

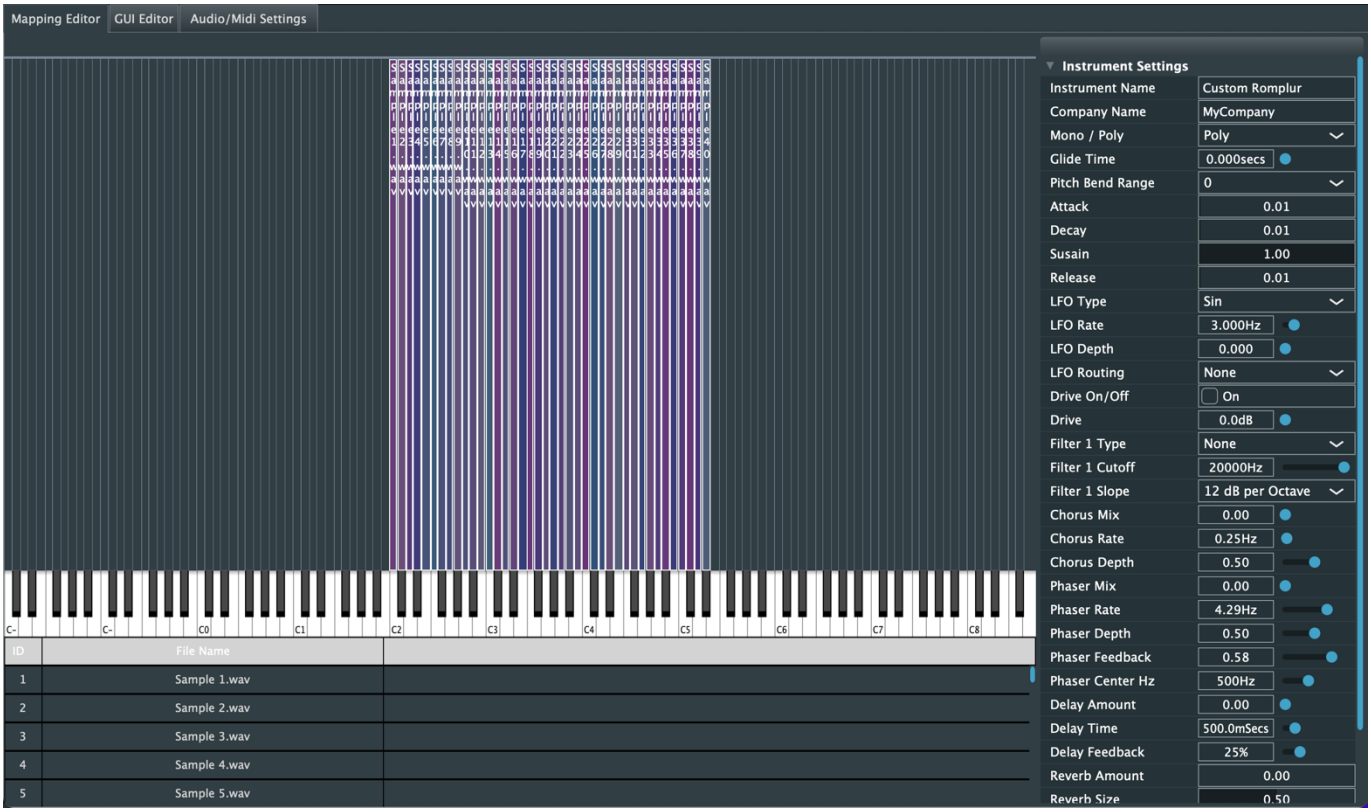


Ilustración 126. Por bulerias I preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Por Seguiriya
Samples por Solea (C3 – F5)

Ilustración 127. Preset por seguiriya

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

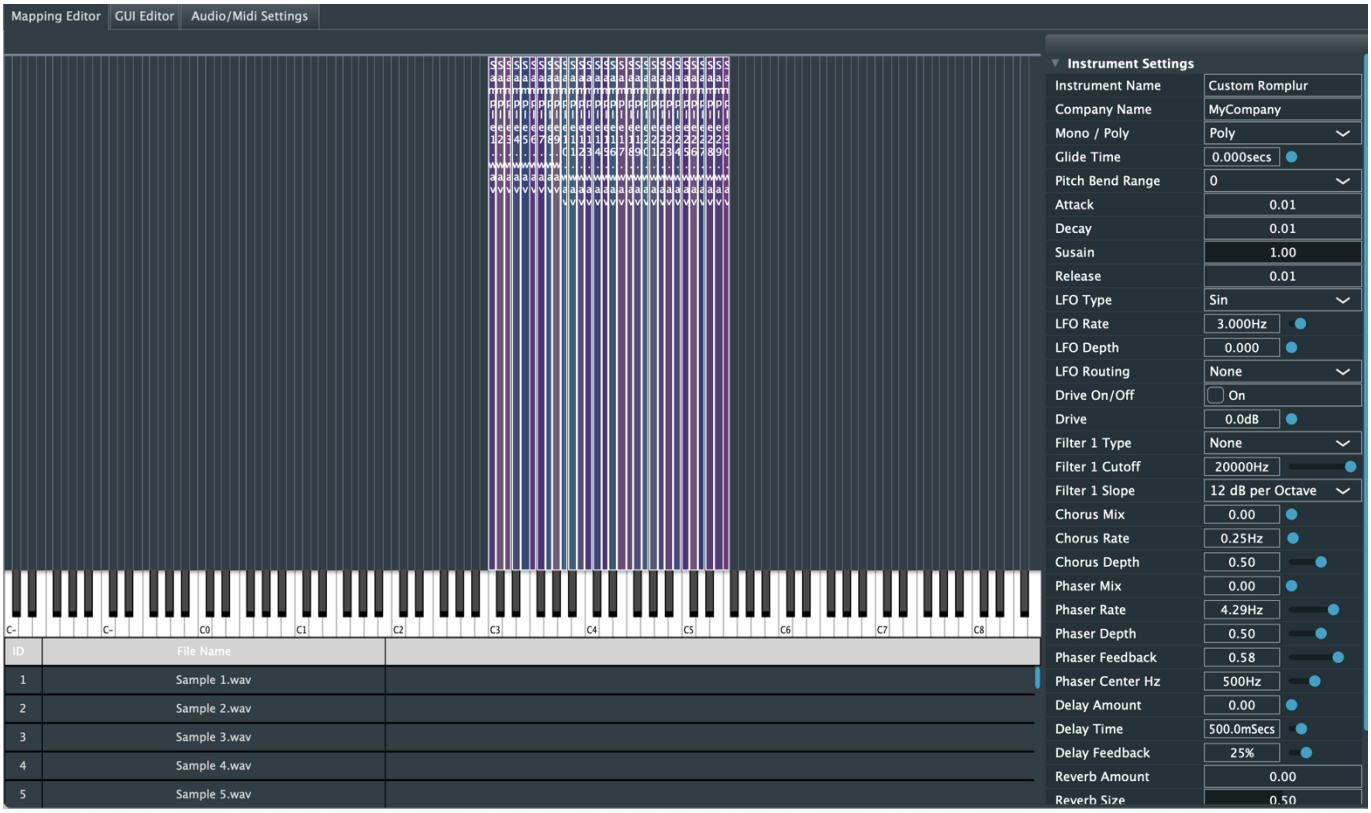


Ilustración 128. Por seguiriya preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Por Tangos
Samples por Solea (C3 – B5)

Ilustración 129. Preset por tangos

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

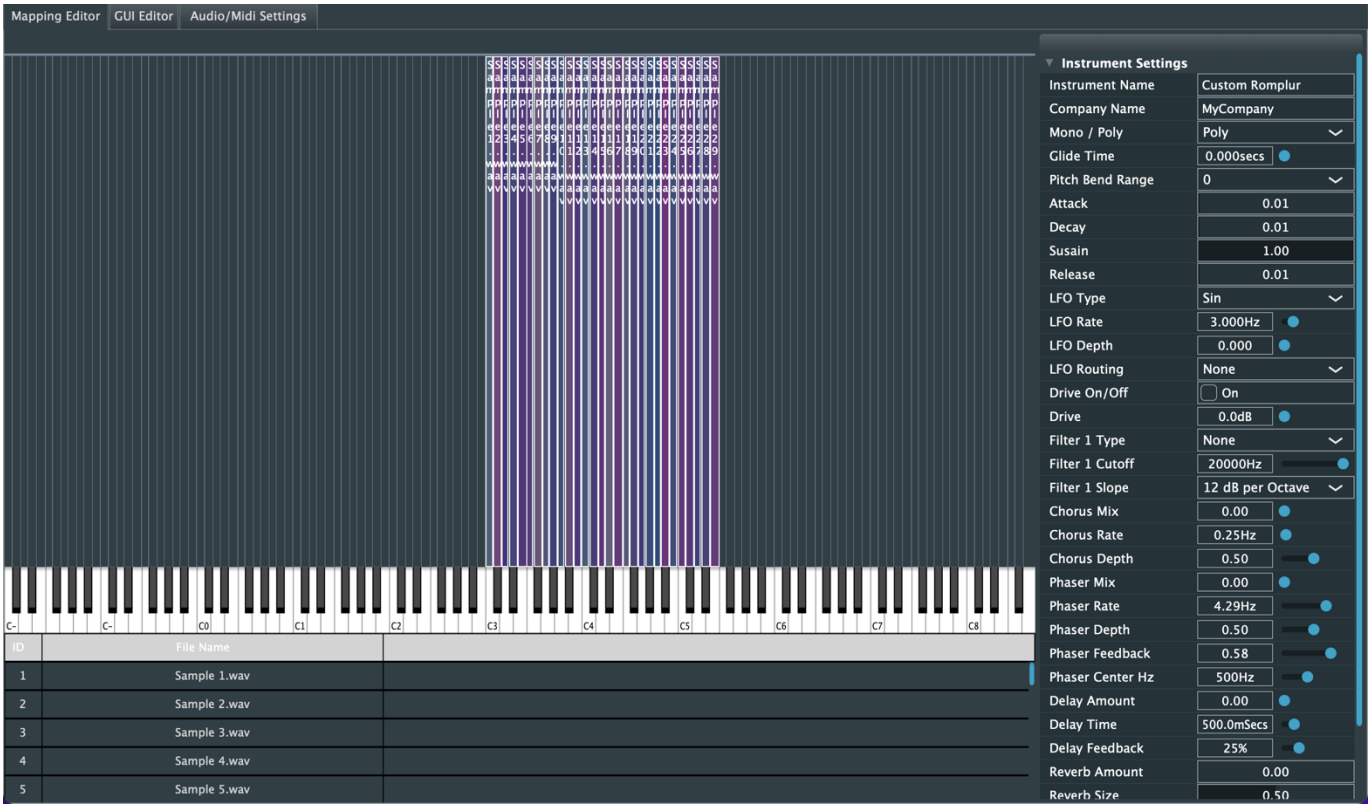


Ilustración 130. Por tangos preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Solea por Buleria
Samples por Solea (C3 – E5)

Ilustración 131. Preset solea por bulería

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

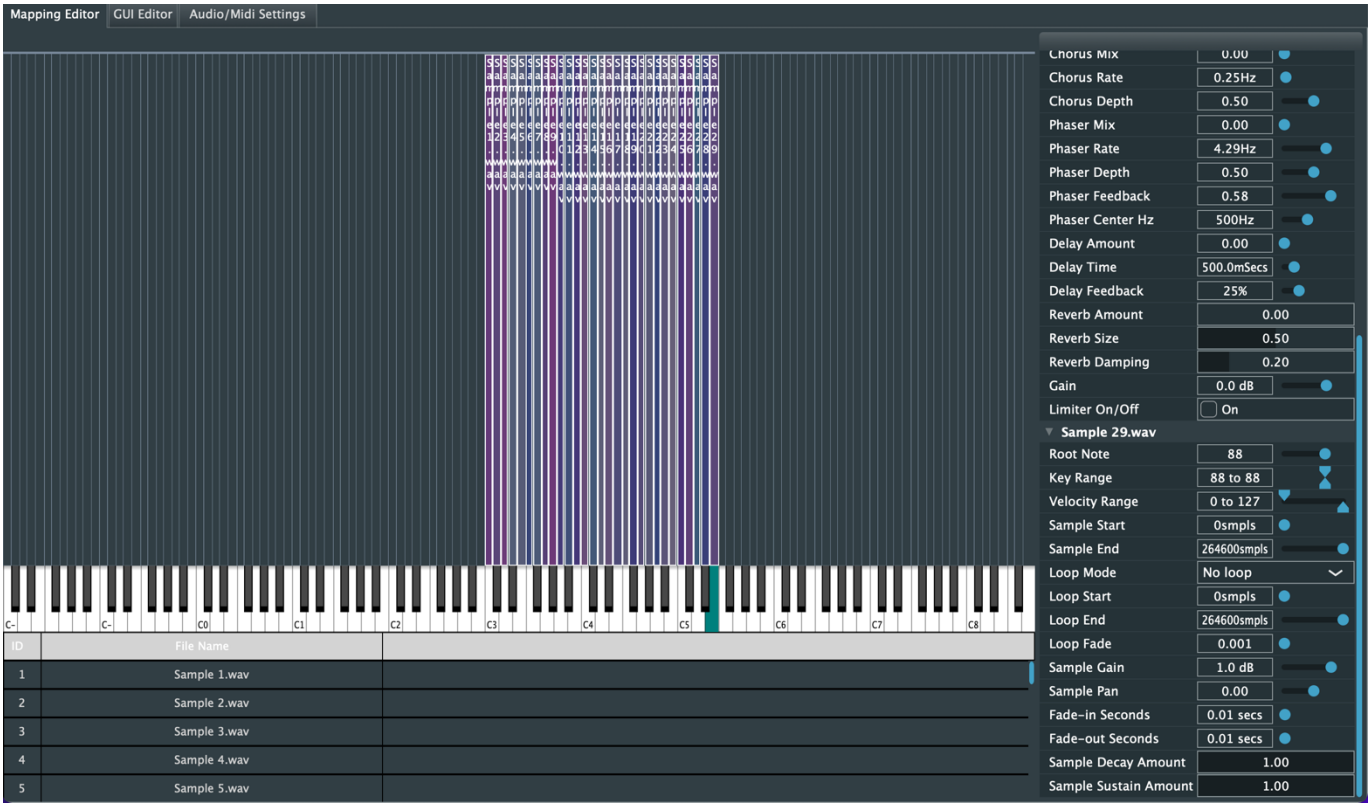


Ilustración 132. Solea por buleria preset en el mapping editor

A partir de aquí hemos comenzado a mappear los samples que contienen una guitarra en primer plano y otra en segundo plano. Para los samples de acompañamiento les hemos habilitado la función de loop en el software de origen, de manera que si mantienes la nota pulsada en el teclado MIDI el sample se loopea automáticamente. De esta forma, el usuario no tiene que soltar la tecla y pulsarla de nuevo cada vez que quiera repetir un determinado sample de acompañamiento. Asimismo, las transiciones suenan mejor, más unidas.

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Rumba Am
Samples por Rumba Acompañamiento (C3 – D3)
Samples por Rumba Líneas Melódicas (Eb3 – Bb3)

Ilustración 133. Preset rumba Am

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

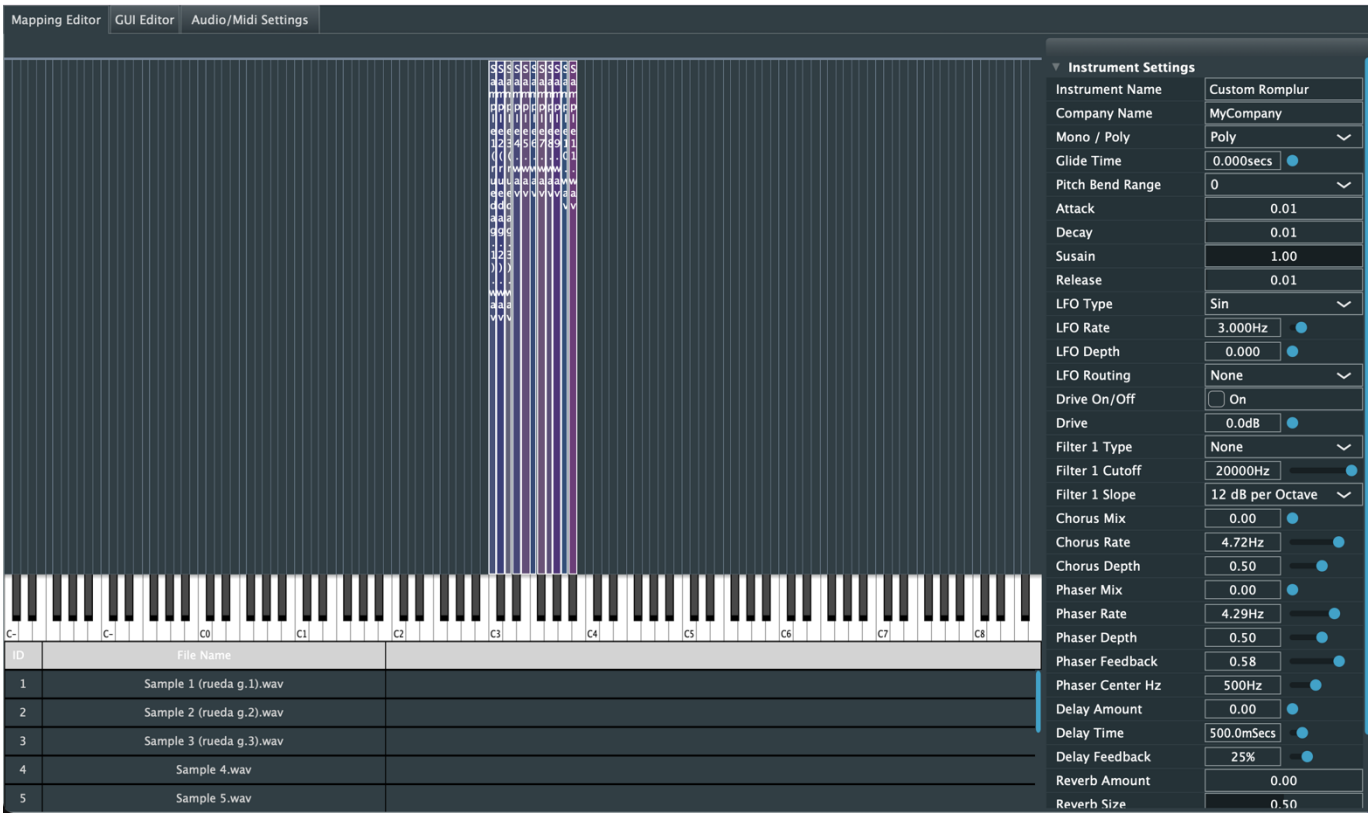


Ilustración 134. Rumba Am preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Por Buleria II
Samples por Buleria Acompañamiento (C3 – D3) / (E4 – F4)
Samples por Buleria Líneas Melódicas (Eb3 – Eb4) / (Gb4 – C5)

Ilustración 135. Preset por bulería II

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

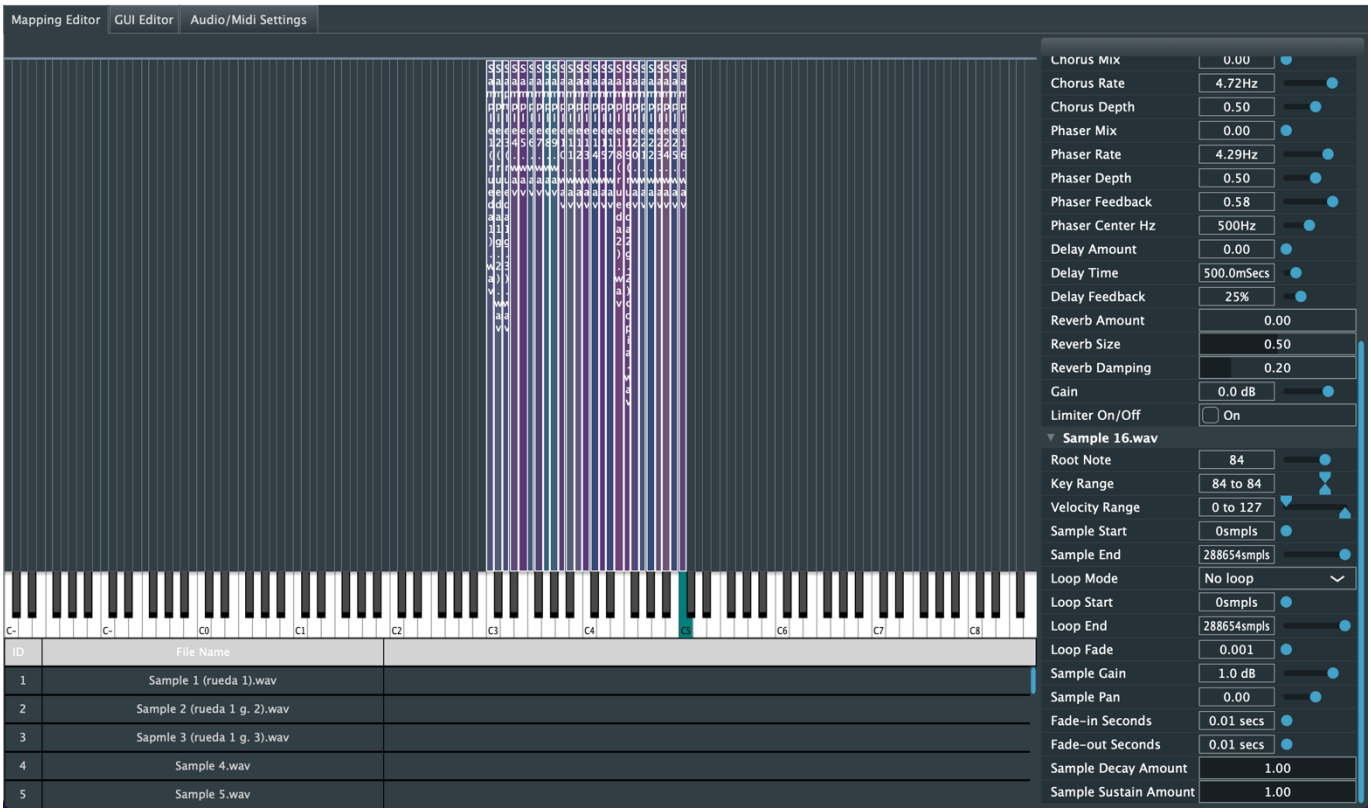


Ilustración 136. Por buleria II preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Por Fandangos
Samples por Buleria Acompañamiento (Bb4 – B4) / (Bb5 – B5)
Samples por Buleria Líneas Melódicas (C5 – A5) / (C6 – E6)
Fandangos Solo Guitarra (C3 – A4)

Ilustración 137. Preset por fandangos

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

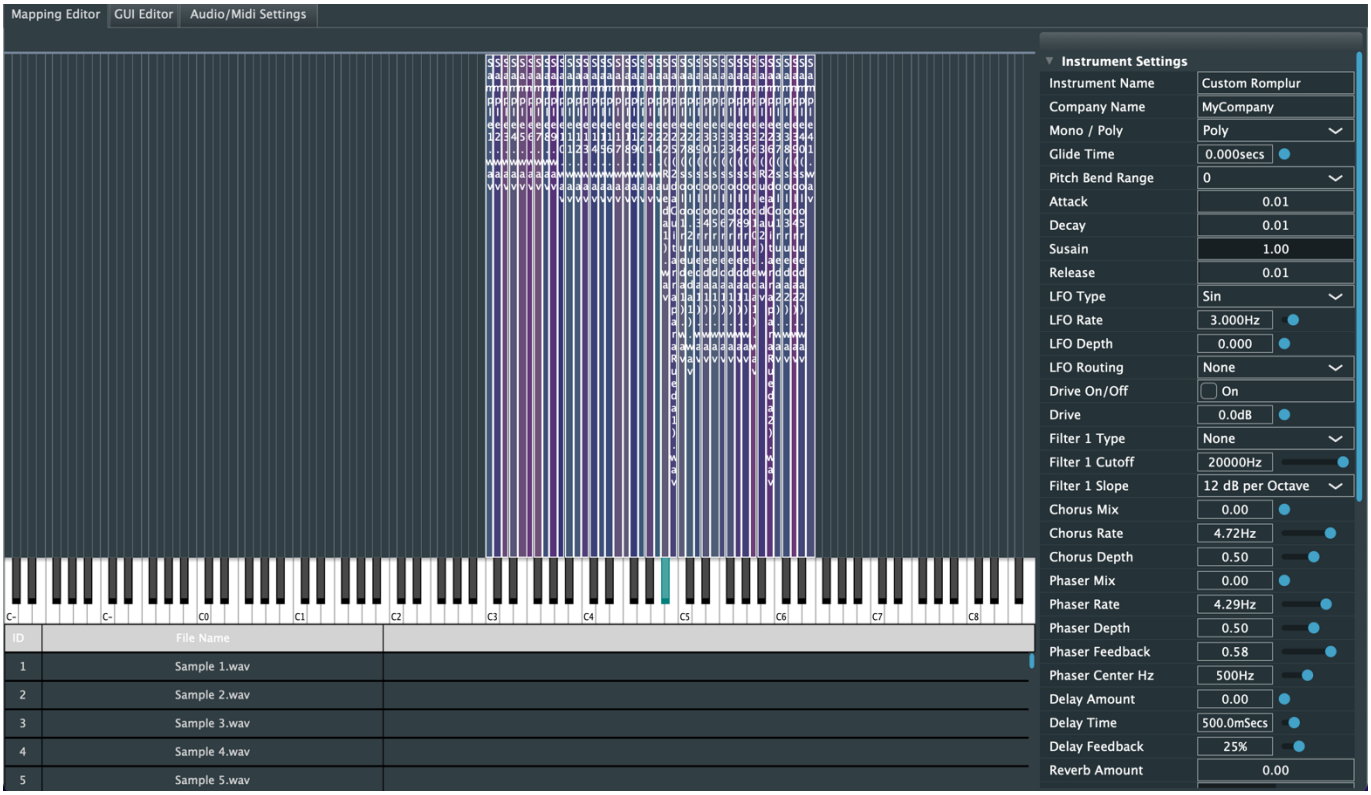


Ilustración 138. Por fandangos preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Por Rumba Dm
Samples por Rumba Acompañamiento (C2) / (D3) / (G4) / (D5)
Samples por Rumba Líneas Melódicas (Db2 – Db3) / (Eb3 – Gb4) – (Ab4 / Db5) – (Eb5 / Ab5)

Ilustración 139. Preset por rumba Dm

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

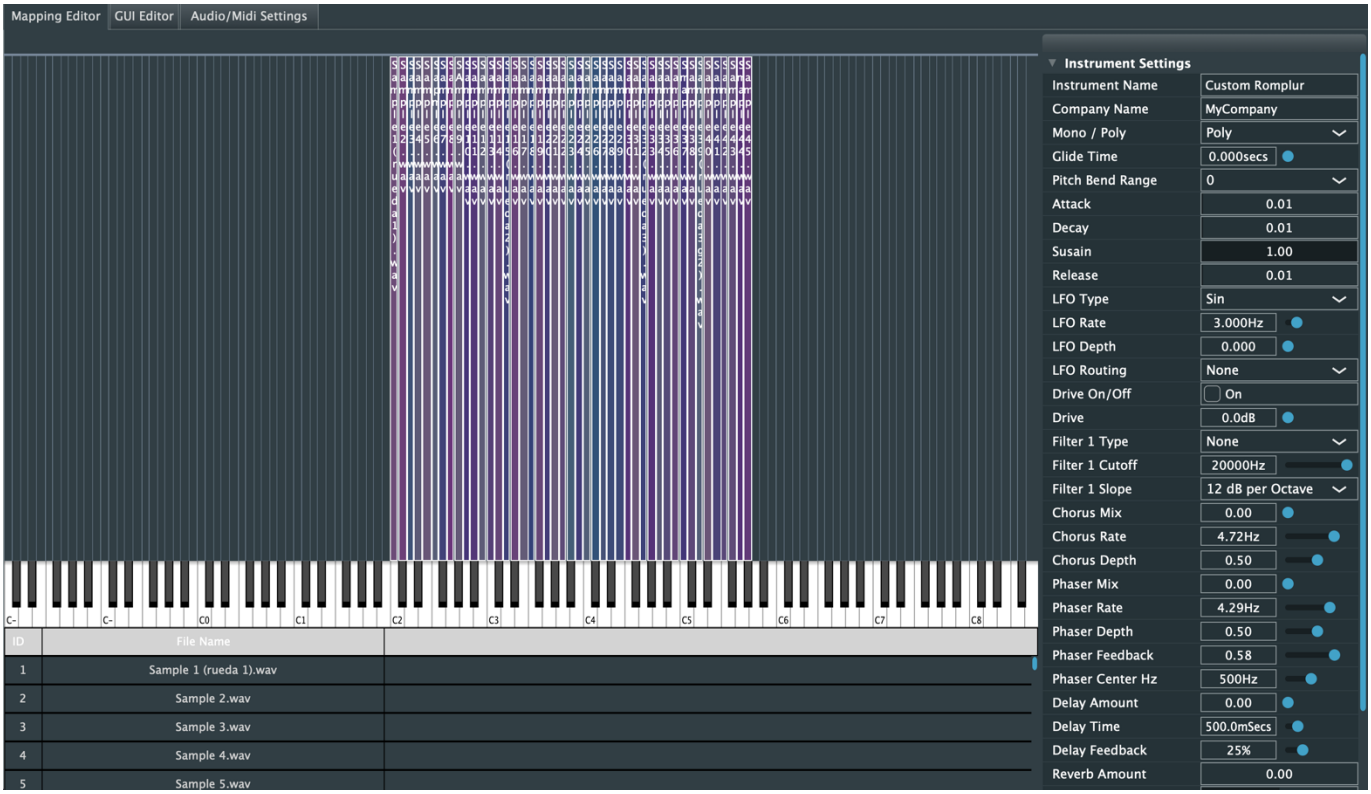


Ilustración 140. Por rumba Dm preset en el mapping editor

Visualización en el teclado MIDI

Mapping del Preset Por Rumba Em
Samples por Rumba Acompañamiento (C1) / (C2 / Db2) / (Eb3 / Gb3) / (Gb4 – Bb4)
Samples por Rumba Líneas Melódicas (Db1 – B1) / (D2 – D3) – (G3 / F4) – (B4 / C5)

Ilustración 141. Preset por rumba Em

Tras introducir y mappear los samples esto es lo que vemos en el mapping editor.

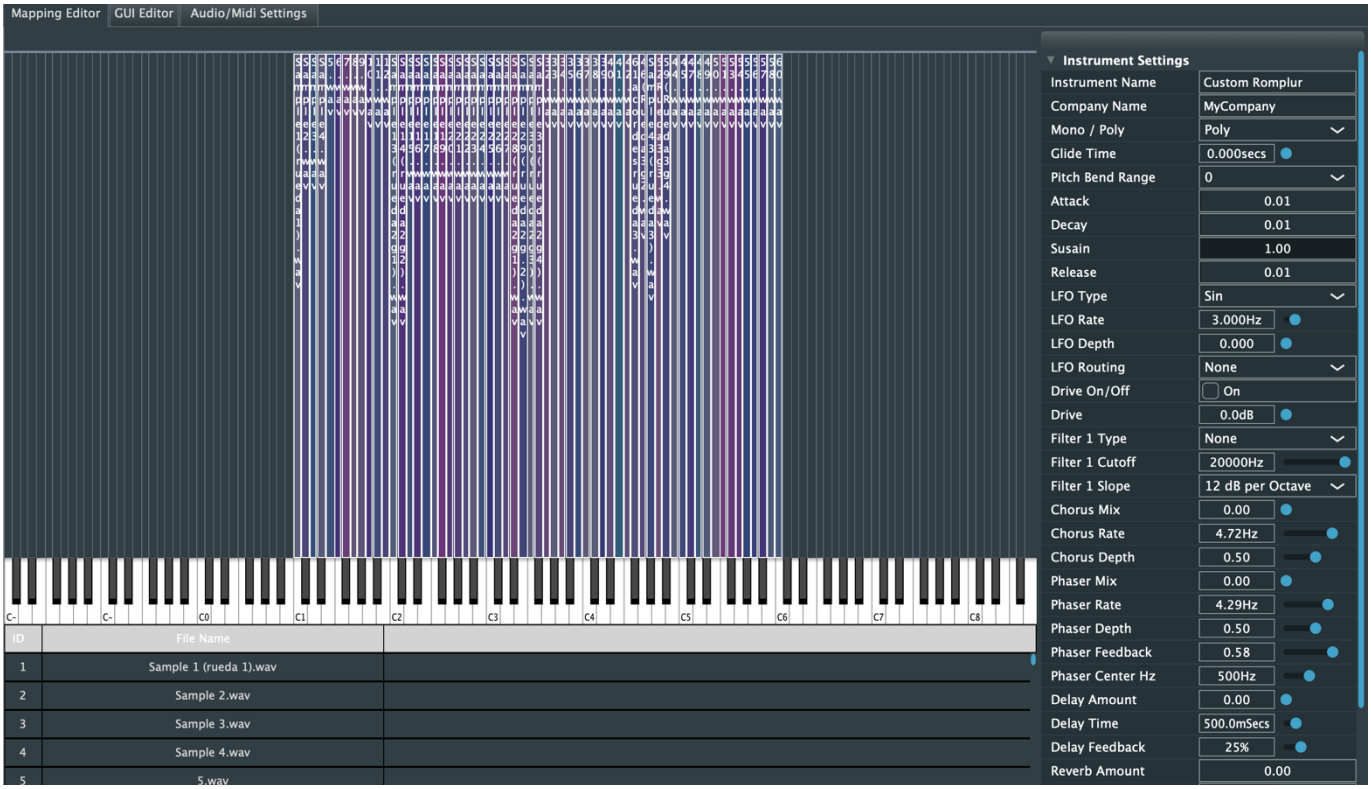


Ilustración 142. Por rumba Em preset en el mapping editor

7.4.3 – Diseño gráfico del instrumento VST

Una vez mapeados todos los samples en sus respectivos *presets*, hemos procedido al diseño gráfico del instrumento virtual, para lo cual hemos utilizado el programa Photoshop.

Hemos creado primero una plantilla:

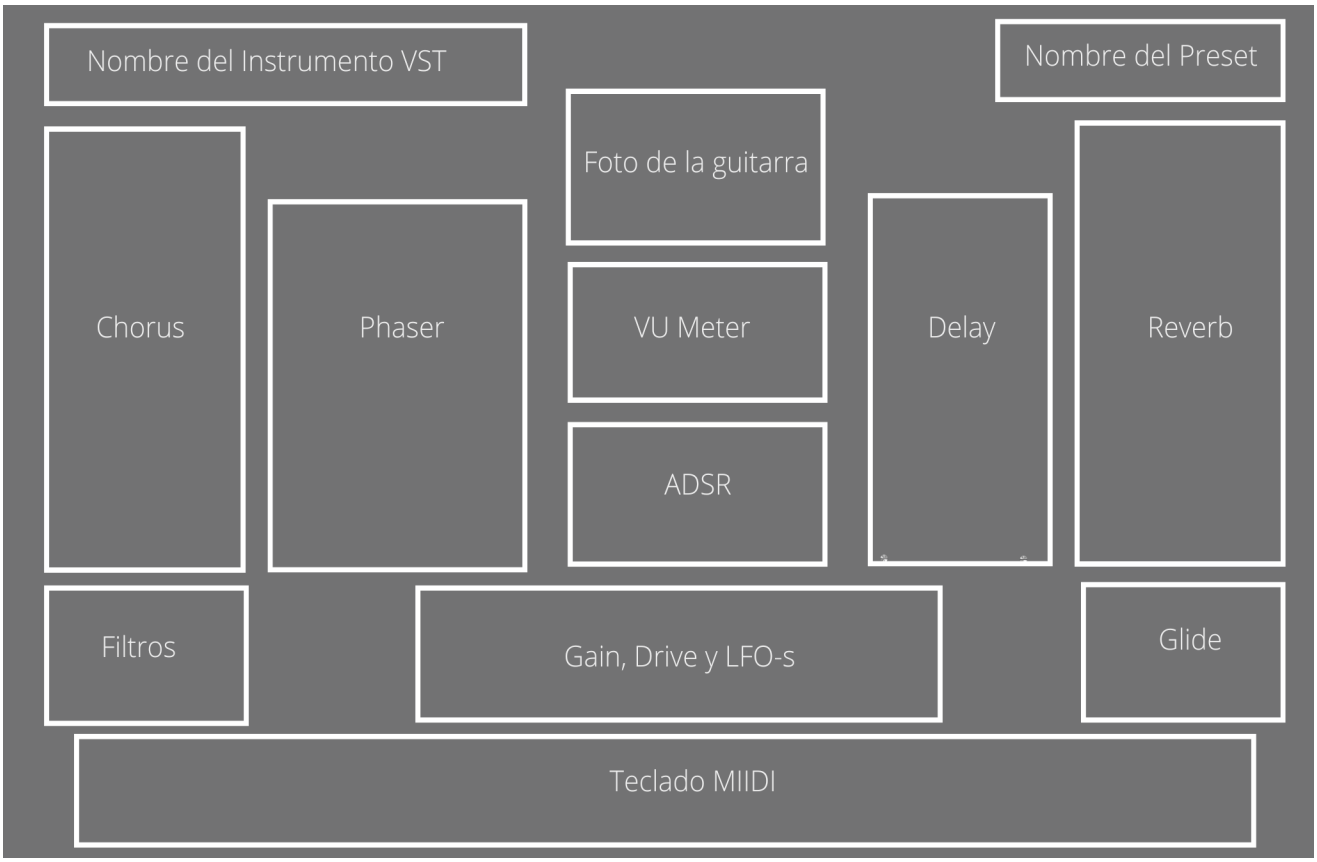


Ilustración 143. Plantilla de nuestro VST

Tras ello hemos diseñado los elementos individuales que componen la plantilla. Hemos usado el fondo negro, un color muy representativo del flamenco.



Ilustración 145. Diseño del nombre del plugin y del fabricante



Ilustración 144. Diseño del nombre del palo

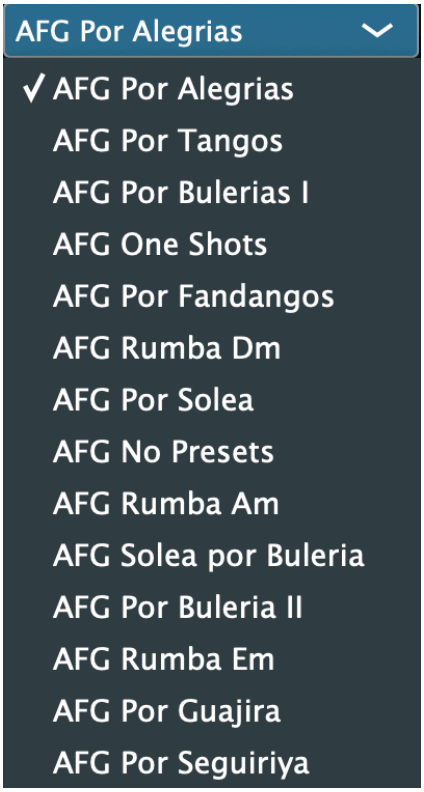


Ilustración 146. Diseño del menú desplegable

El instrumento cuenta con un menú desplegable, ubicado en la parte superior del mismo y posicionado en el centro. A través de este menú el usuario podrá acceder a los distintos presets que contiene. Como se observa en la imagen a la izquierda, el instrumento tiene un total de 14 presets.

Para el diseño de este menú hemos escogido el color blanco para los presets y un fondo de color azul oscuro. Cuando seleccionamos un preset determinado, este se colorea de color azul turquesa.

Hemos colocado a su vez una foto de una guitarra, la misma del sample pack. Esta foto irá ubicada en el centro superior del plugin.



Ilustración 147. Imagen de la guitarra ubicada al fondo de la interfaz de nuestro VST



Ilustración 148. Diseño del VU meter incorporado en la interfaz de nuestro VST

El siguiente elemento que contiene el instrumento VST es el medidor de volumen (VU Meter) para visualizar el volumen, en lugar de usar un fader tradicional.

Para el diseño de los efectos hemos querido emular un equipo de hardware hecho de madera, con un borde de olor grisáceo y unos

tornillos de metal que den la sensación de que están como en un rack analógico. Dentro de los mismos, hemos colocado unos knobs que servirán para controlar los distintos parámetros de cada módulo de efectos. Los efectos escogidos han sido reverb, delay, chorus, phaser, filtros (HP y LP), ADSR, LFO y glide.



Ilustración 149. Diseño de los efectos

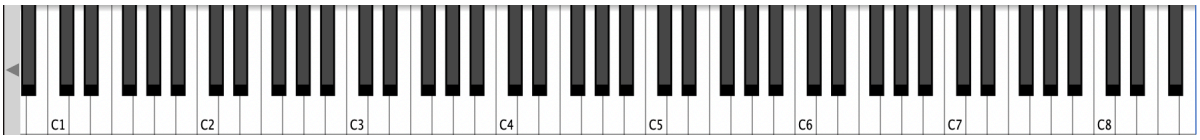


Ilustración 150. Diseño del teclado MIDI

Tras insertar todos los elementos, el diseño resultante es el siguiente:



Ilustración 151. Diseño gráfico definitivo de la interfaz de nuestro VST

7.4.4 – Funcionalidad del instrumento VST

La interface es bastante sencilla y ofrece diversos parámetros que explicaremos a continuación. Arriba en el centro cuenta con un menú desplegable que nos dará acceso a los diferentes *presets*. Una vez seleccionado el *preset* que nos interese, éste se carga automáticamente en el teclado MIDI, y los ajustes que hagamos solo afectarán a dicho *preset*. La pestaña de "info" ofrece al usuario información del fabricante y un link al manual de usuario para saber cómo funciona el instrumento y qué teclas del teclado MIDI corresponden a qué samples. A la derecha de "info" nos aparece el nombre del preset, mientras que a la izquierda tenemos el nombre de la librería y del fabricante.

A continuación, en la ventana principal tenemos la posibilidad de insertarle reverb, delay, chorus o phaser al sample, además de un medidor VU y el control de volumen. Si bien es cierto que los samples ya están mezclados, el usuario tiene la posibilidad de modelar el sonido con estos parámetros, si lo considera conveniente.

7.4.5 – Exportación como plugin, empleo en el DAW y audios de muestra

Tras diseñar la interfaz gráfica, mapear los samples y agregarle los controles y efectos pertinentes hemos procedido a exportar nuestro nuevo VST en los formatos VST3 y AU. El último paso para que nuestra librería funcione en cualquier DAW es el de seleccionar el archivo VST3 guardado e insertarlo en la carpeta "Componentes" dentro de nuestro Mac. A continuación, abrimos Logic Pro X, y vemos que el plugin está listo para ser utilizado como instrumento virtual.



Ilustración 152. Visualización de nuestro VST en el DAW Logic Pro X

8 – PLANIFICACIÓN, ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE NUESTRO INSTRUMENTO VIRTUAL DE GUITARRA FLAMENCA

8.1 – Planificación de un Instrumento Virtual: Conceptos previos

El primer paso para desarrollar un instrumento virtual que emule un instrumento acústico empleando la técnica de sampling es el proceso de preparación y planificación. En esta etapa estudiaremos a fondo el instrumento a muestrear, los medios que emplearemos en la grabación[239] y decidiremos qué es lo que vamos a grabar y cómo (Daly 2021, 8). El siguiente paso se refiere a la grabación de cada uma de las muestras, que generalmente se lleva a cabo en un estudio profesional. De todas las etapas que conlleva el desarrollo de un instrumento virtual de estas características, el proceso de grabación es el que más tiempo y recursos consume (Daly 2021, 8), por lo que las etapas de planificación y preparación previa son de vital importancia para ser eficaces y cumplir con los objetivos establecidos en un periodo de tiempo razonable.

Existen una serie de conceptos previos que deberemos tener en cuenta, dado que en base a estos tomaremos la decisión de cómo estructurar la librería y cuántos samples contendrá la misma:

Articulaciones / Técnicas
Las articulaciones son indicaciones, más allá de los conceptos básicos de tono, duración y dinámica, que nos indican cómo debemos ejecutar la nota o grupo de notas (Dunnet). Las articulaciones abarcan técnicas como legato, staccato, trinos, apoyaturas, armónicos, mutes (en el caso de la guitarra) y adornos, entre otros. En cierto modo, las articulaciones son como la pronunciación musical (Dunnet). Deberemos decidir cuáles de estas articulaciones emplearemos para representar nuestro instrumento virtual. Asimismo, deberemos decidir qué técnicas de guitarra flamenca (explicadas en el capítulo 3) grabaremos para nuestro instrumento virtual.

Velocity Layers / Dinámicas
Este es quizás, el aspecto más importante en el proceso de sampling. Cada nota o sample que ejecutamos en el controlador lleva asociado un *byte* de velocidad que se utiliza para representar la velocidad a la que se presionó o soltó una tecla (*release velocity*). El primero corresponderá a la fuerza ejercida sobre la tecla cuando se presiona: en otras palabras, 'qué tan fuerte la golpeas'. Se utiliza para controlar parámetros como

[239] Los medios empleados para la grabación se refieren al instrumento concreto que utilizaremos para grabar, tipo de sala en la que grabaremos, tipos de micrófonos y técnicas de grabación, DAW, tarjeta de sonido, prévios y en definitiva todos los médios humanos, acústicos y tecnológicos que se emplearán durante la grabación.

el volumen (dinámicas) o timbre de la nota en la salida de audio de un instrumento y se puede aplicar internamente para escalar el efecto de uno o más de los generadores de envolvente en un sintetizador. El cambio de velocidad o *velocity switching* utiliza el valor de velocidad asignado a la nota midi para elegir entre las múltiples muestras grabadas para cada nota. Dado que el brillo del timbre de la nota cambia a medida que se presiona a un mayor volumen, el cambio de velocidad nos permite lograr un acercamiento entre ambos conceptos[240]. Este valor de velocidad tiene 128 estados posibles, pero no todos los instrumentos MIDI pueden generar o interpretar el *byte* de velocidad[241].

A mayor número de *layers* o capas de velocidad, mayor precisión en la reproducción del instrumento en relación al tacto o fuerza con la que pulsamos la tecla del controlador. En el caso de la guitarra flamenca, dado su alto nivel de expresividad deberemos plantearnos grabar al menos tres velocity layers para cada sonido, si queremos conseguir un sonido que se acerque a la realidad[242]. Esto también implicará mayor trabajo, empleo de memoria RAM y tiempo de grabación (coste de grabación).

Round Robins

Los *Round Robins* son una técnica empleada para "humanizar" el instrumento que estamos sampleando, así como para darle mayor autenticidad a su ejecución[243]. En la vida real, cuando un músico interpreta notas sucesivas en un instrumento, cada nota repetida suena ligeramente diferente. El timbre también presenta variaciones perceptibles, y estas deben ser programadas en el instrumento virtual[244].

Para evitar el conocido como "*machine gun effect*"[245] grabaremos distintas tomas (round robins) de una misma nota a una dinámica, articulación y velocity layer determinado. A mayor número de round robins, mayor trabajo de grabación, empleo de memoria RAM, edición, mezcla y programación. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de tres notas tocadas en 6 capas, desde *pianissimo* a *fortissimo* con 5 round robins por capa.

			C2					**C#2**					**D2**		
pp	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

[240] HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, California State University, 2011.
[241] RUMSEY, Francis y McCORMICK, Tim, *Sound and Recording*, Fifth Edition, Focal Press, 2006.
[242] Algunos de los instrumentos de la compañía Spitfire Audio, por ejemplo, tienen hasta 20 velocity layers.
[243] DALY, Camden, *Recording Sounds and Instruments for Sample Libraries*, California State University, 2021.
[244] Los instrumentos virtuales de alta calidad, por ejemplo, la *BBC Symphony Orchestra Profesionals,* presenta de seis a ocho round robins por cada sample.
[245] Expresión empleada para describir el sonido repetitivo e "inhumano" que se genera al reproducir el mismo sample o muestra una y otra vez.

p	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
mf	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
f	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ff	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
fff	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Ilustración 153. Ejemplo de round robins aplicado a tres notas

Key Switching

Las técnicas explicadas anteriormente dotan al instrumento virtual de un realismo y autenticidad importantes. En el caso que un instrumento requiera de diversas articulaciones (como es el caso de la guitarra flamenca), necesitaremos un método para acceder a todas ellas desde nuestro teclado MIDI en tiempo real (en lugar de emplear pistas diferentes para cada articulación, sobre todo cuando por ejemplo a lo largo de un pasaje largo en legato solo se necesitan dos notas en staccato).

Algunos instrumentos virtuales combinan múltiples articulaciones mediante el uso de teclas dentro del teclado MIDI, pulsando unas u otras para seleccionar la articulación deseada. Este cambio de articulación se basa en asignar cada articulación a una nota determinada del teclado MIDI. Generalmente, la nota o notas que cumplen esta función suelen estar fuera del rango del instrumento en particular, de manera que no están asignadas a una muestra concreta. A medida que vamos tocando el instrumento, podemos pulsar una de esas notas para cambiar la articulación y el timbre a tiempo real. A esta técnica se le denomina *key switching*.

En la siguiente imagen observamos el editor de un teclado MIDI mostrándonos las articulaciones disponibles para un instrumento virtual en concreto



Ilustración 154. Articulaciones disponibles dentro del teclado MIDI

A continuación, el rango sonoro (y sus muestras correspondientes) se muestra entre las notas E2-D#5 y las teclas que nos permitirán acceder a las diferentes articulaciones se muestran entre las notas C0-E0.

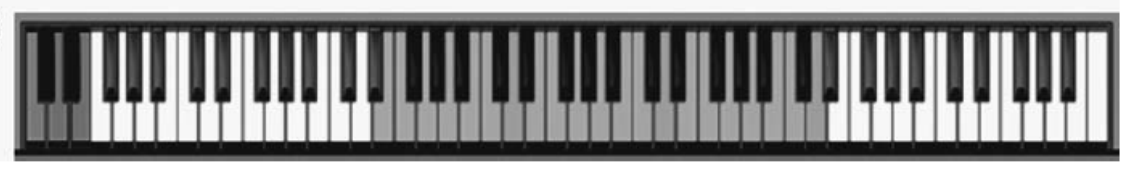


Ilustración 155. Visualización de los *key switches* dentro del teclado MIDI

Palos Flamencos

Deberemos pensar qué palos flamencos podremos interpretar, de forma realista, a través de dichas técnicas y articulaciones.

Preset Bank

Un conjunto de sonidos a modo de demo que enviaremos a la empresa comercializadora de nuestro producto.

Controladores / Compatibilidad

También tenemos que estudiar la compatibilidad del instrumento virtual con las diferentes superficies de control existentes en el mercado.

Teclado o Controlador MIDI / Teclado Maestro: Estos teclados tienen el aspecto de cualquier otro teclado normal, pero, a diferencia de éstos, no emiten sonido alguno por sí mismos. Su funcionamiento, en apariencia, es sencillo: recogen los datos que reciben de las teclas, los transforman en información MIDI y la transmiten a un generador o módulo de sonidos: cual es la nota que debe sonar, con qué fuerza debe hacerlo, cuándo debe detenerse y otros datos de carácter musical. También pueden incorporar botones, pulsadores y otros elementos para enviar otro tipo de órdenes que les permiten, por ejemplo, modificar parámetros del módulo de sonido que tengan conectado, sea físico o virtual, tales como el cambio de banco y programa (sonido), el canal por el que "escuchará" el mensaje, etcétera. Para cubrir el registro sonoro de la guitarra, será conveniente que el teclado controlador al menos tenga 3 octavas y media.

Controlador Midi 5D Touch: Seadboard Rise (de la marca Roli) es un teclado controlador presentado como una completa evolución del concepto de piano, a través de un sistema de control multidimensional patentado llamado SEA que se basa en un sistema táctil por presión capaz de ofrecer diversas opciones de control. Se trata de una superficie de control suave, continua y sensible al tacto que reemplaza las teclas de un teclado tradicional. Mientras en los teclados MIDI convencionales podemos controlar la fuerza con la que tocamos una nota, los teclados Seaboard nos permiten moldear y dar forma a nuestro sonido a través de las cinco dimensiones del tacto que manejan.

Esas cinco dimensiones de tacto incluyen *strike* (control por golpe), *glide* (control horizontal), *slide* (control vertical), *press* (control por presión) y *lift* (control al soltar). Cabe aclarar que no se trata de modos típicos de control MIDI sino de una capacidad de control superior a los controladores comunes, yendo desde lo más extremo a lo más sutil, por tanto, para ser exprimido en rigor, requiere de un software capacitado para soportar este sistema de expresividad.

Guitarra MIDI: Una **guitarra MIDI** es, en «síntesis», un controlador MIDI «*con forma de guitarra*» que nos permite **introducir notas MIDI** en un secuenciador o, conectada a un módulo de sonidos, físico o virtual, utilizando cualquiera de los sonidos generados por éste en nuestras interpretaciones, sea en el estudio o en el escenario. Es un instrumento pensado para aquellos guitarristas que no saben tocar un teclado —o no son tan hábiles con éste como con la guitarra— pero quieren aprovechar la flexibilidad de edición y posibilidades que proporciona el sistema MIDI[246]. Suelen incorporar botones, pulsadores e interruptores para enviar otro tipo de órdenes MIDI para, por ejemplo, modificar algunos de los parámetros del módulo de sonidos, cambiar de banco y programa (sonido), seleccionar el canal por el que "escuchará" el mensaje MIDI, etcétera.

Normalmente, las guitarras MIDI (y también las pastillas MIDI) se complementan con pedaleras MIDI específicas que integran un módulo de sonidos y, prácticamente, todas las conexiones que necesitemos: Audio, MIDI IN, MIDI OUT, MIDI Thru, USB, etc.

Native Kontrol Standard (NKS): A pesar de no ser una superficie de control como tal, merece la pena nombrar este nuevo entorno de la empresa Native Instruments, con el cual nos gustaría que nuestro instrumento virtual fuera compatible. NKS es en efecto el nuevo entorno de la empresa Native Instruments que unifica todos los instrumentos y efectos virtuales, loops y samples del usuario en un único proceso de trabajo intuitivo, y permite una integración fluida entre NI y otros desarrolladores de renombre. Ofrece una exploración simplificada, etiquetado coherente, pre-escucha instantánea de los sonidos, parámetros preasignados y funciones Smart Play entre otros. NKS también conecta todas las herramientas favoritas del usuario a su teclado KOMPLETE KONTROL, a su software MASCHINE.

Nomenclatura

Tras la grabación y edición de los samples, deberemos nombrar correctamente cada uno de ellos. En este punto del proceso, los samples están separados unos de otros, y la labor de exportarlos es relativamente sencilla en cualquier DAW. Teniendo en cuenta que una librería cuenta con cientos e incluso miles de samples, nombrarlos adecuadamente nos facilitará el proceso de búsqueda de los mismos, y ayudará también a acelerar el proceso de programación de los samples en una librería. Es recomendable emplear una nomenclatura que muestre el nombre de la librería, instrumento, velocity layer y nombre de la nota. Por ejemplo, la librería Spitfire Audio emplea términos como "M149 pp A1" para sus samples; donde "pp" significa pianissimo y A1 la nota que se ha tocado[247].

[246] https://musicalecer.com/el-equipo-digital/dispositivos-controladores/guitarras-midi-pastillas-midi-convertidores-midi/
[247] DALY, Camden, *Recording Sounds and Instruments for Sample Libraries*, California State University, 2021.

8.1 1- ¿Cómo se construye un instrumento virtual?

La grabación de una librería consiste en que el intérprete grabe las diferentes notas, técnicas y articulaciones del instrumento abarcando toda (o parte) su tesitura o rango sonoro (Daly 2021, 1). Estas notas se suelen grabar empleando una duración y dinámica determinadas. En el caso de una guitarra flamenca, imaginemos que hemos grabado la nota A3 *forte* empleando la técnica de picado a lo largo de aproximadamente tres segundos. La siguiente imagen nos muestra la nota tal y como la veremos en el editor de audio.

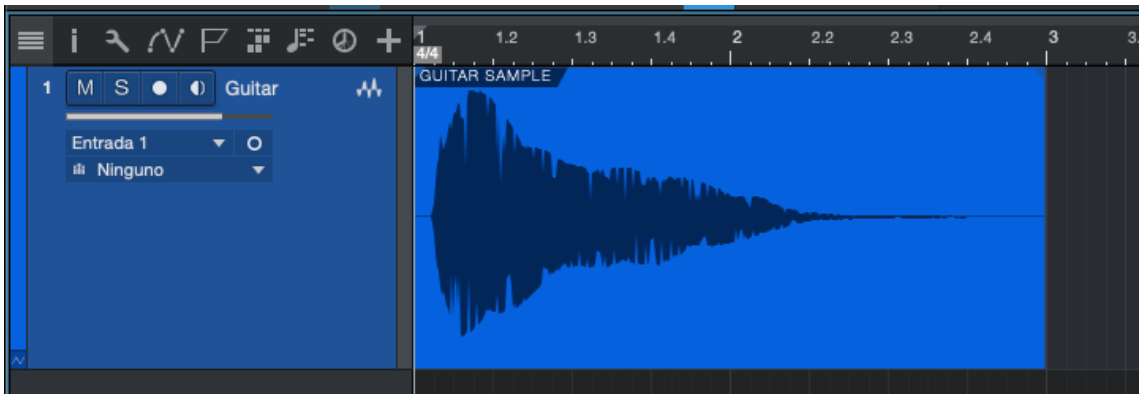


Ilustración 156. Una muestra de tres segundos de guitarra grabados en la DAW Studio one

Dado que la guitarra está afinada por intervalos consecutivos de cuarta (a excepción de la tercera mayor que separa a la tercera cuerda de la segunda), una misma nota puede ser ejecutada en distintos puntos del instrumento[248]. En este sentido, la nota A3 puede ser ejecutada en el tercer traste de la segunda cuerda, séptimo traste de la tercera cuerda, décimo segundo traste de la cuarta cuerda y decimo noveno traste de la sexta cuerda.

[248] Con "distintos puntos" nos referimos al número de cuerda y traste del instrumento.

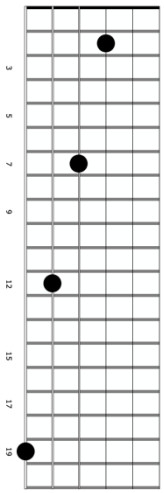


Ilustración 157. Visualización del mástil de la guitarra

Al cambiar de cuerda y de traste, el timbre de la nota varía significativamente, por lo que será recomendable grabar todas ellas para tener una mejor representación de las posibilidades acústicas y sonoras del instrumento.

Asimismo, le pediremos al intérprete que grabe esta nota con dos articulaciones diferentes: picado solo con uña y picado con yema y un poco de uña. Esto nos permitirá captar un sonido más percusivo y directo (con uña), y otro más cálido y redondo (con uña y yema).

El siguiente paso sería el de grabar cada articulación con diferentes dinámicas (volúmenes) para dotar de mayor expresividad a nuestra guitarra flamenca. Para ello se emplean las denominadas capas de velocidad o *velocity layers.* El cambio de velocidad o *velocity switching* utiliza el valor de velocidad asignado a la nota midi para elegir entre las múltiples muestras grabadas para cada nota. Dado que el brillo y timbre de la nota cambia a medida que se presiona a un mayor volumen, el cambio de velocidad nos permite lograr un acercamiento entre ambos conceptos[249]. A mayor número de *layers* o capas, mayor precisión en la reproducción del instrumento en relación al tacto o fuerza con la que pulsamos la tecla del controlador. En el caso de la guitarra flamenca, dado su alto nivel de expresividad deberemos plantearnos grabar al menos tres *velocity layers* para cada sonido, si queremos conseguir una interpretación que se acerque a la realidad[250]. Esto implicará mayor trabajo, coste económico, empleo de memoria RAM y tiempo de grabación.

En la vida real, cuando un guitarrista flamenco interpreta notas sucesivas, cada nota repetida suena ligeramente diferente. Existen multitud de variantes que confluyen en ese fenómeno, desde variaciones en el ataque, sustain, decay y release, hasta variaciones en el timbre. Con objeto de humanizar el instrumento se emplea la técnica denominada Round Robins, que consiste en grabar diversas muestras para cada nota, articulación, técnica y velocity layers determinado. Esto evitará el conocido como "*machine gun effect*"[251]

[249] HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, California State University, 2011.
[250] Algunos de los instrumentos de la compañía Spitfire Audio, por ejemplo, tienen hasta 20 velocity layers.
[251] Expresión empleada para describir el sonido repetitivo e "inhumano" que se genera al reproducir el mismo sample o muestra una y otra vez.

y dotará al instrumento de mayor autenticidad en su ejecución[252]. En un instrumento tan expresivo como la guitarra flamenca, recomendamos grabar (en referencia a la técnica de picado) un mínimo de cinco round robins. A mayor número de round robins, mayor trabajo de grabación, empleo de memoria RAM, edición, mezcla y programación. Esto nos da la siguiente cantidad de muestras para plasmar con cierto realismo la nota de A3:

1 (nota) x 4 (posiciones) x 2 (articulaciones) x 3 (velocity layers) x 5 (round robins) = 120 muestras
Que multiplicado por el número total de notas que hay en la guitarra: 120 x 44= 5280 muestras

Este mismo proceso debería de ser aplicado a las técnicas explicadas en cuarto capítulo, con las particularidades que cada una de ellas presenta. Los pasos que seguirían una vez terminada la grabación serían la edición, mezcla y programación de todas y cada una de las muestras (Daiy 2021, 4).

Una vez que hemos grabado el audio, debemos configurar el software o hardware de muestreo para reproducir esa muestra cuando recibe una nota MIDI entrante. Dado que la nota muestreada es A3, asignaremos la muestra a la tecla MIDI número 69, que corresponde a A3. Este número constituye la nota fundamental de la muestra: número que activará la muestra para ser reproducida sin ninguna modificación de tono o frecuencia. Este es un ejemplo del proceso conocido como *keymapping,* que no es otra cosa que la asignación de una muestra a un número o rangos[253] de números de notas del teclado MIDI. Por ejemplo, en la siguiente imagen (tomada del sampler de Kontakt de la compañía Native Instruments) se nos muestra una única nota de guitarra (A3) ampliada a todo su rango sonoro (tesitura) que va desde E2 a B5.

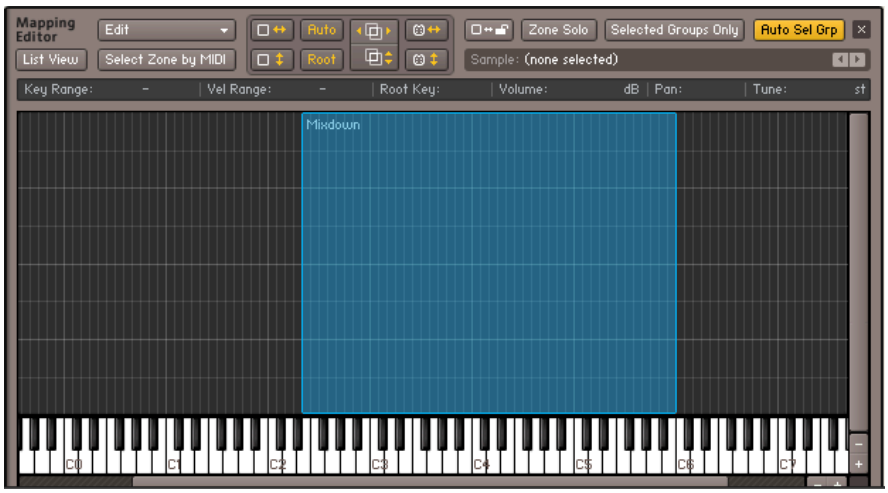


Ilustración 158. Visualización del sampler de Kontakt de la muestra de guitarra

[252] DALY, Camden, *Recording Sounds and Instruments for Sample Libraries*, California State University, 2021.
[253] Lo que se conoce en inglés como *key range* o *key zone*.

Al cambio de tono (ascendente o descendente) de una muestra o nota musical se le denomina *pitch shifting*. Sin embargo, cuanto empleamos esta técnica existe una pérdida de calidad considerable en el sonido, por lo que en lugar de ajustar una nota a todo el rango de un instrumento (en nuestro caso la guitarra), optaremos por grabar todas las notas o muestras por separado. A esta técnica se le denomina *multisampling*, y como su nombre indica se trata de grabar notas representativas de un instrumento en todo su rango sonoro y asignar cada muestra a un *key zone* o *key range* del teclado MIDI[254]. En la siguiente imagen podemos observar cinco muestras de guitarra asignadas a diferentes rangos y abarcando toda la tesitura del instrumento.

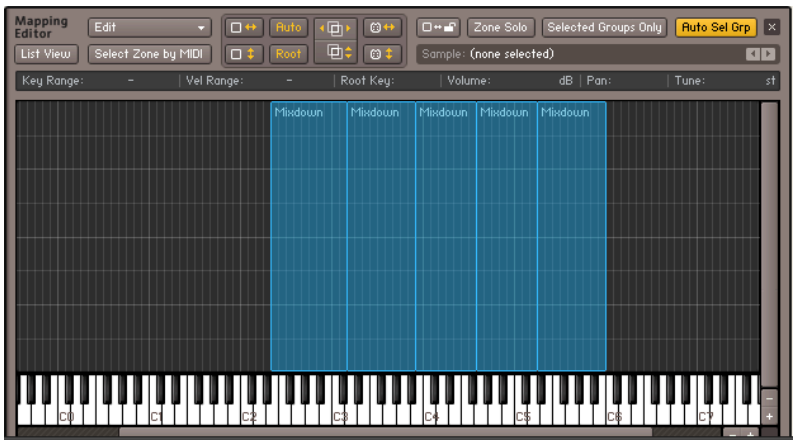


Ilustración 159. Visualización del sampler de Kontakt de cinco muestras de guitarra

Llevando el *multisampling* al extremo, cada una de las notas o semitonos del instrumento se grabarán de forma independiente. A esta técnica se le denomina *chromatic sampling*. La siguiente imagen muestra cada nota de la guitarra, abarcando su tesitura completa, grabada de forma independiente[255].

[254] HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, California State University, 2011

[255] Para este ejemplo no hemos considerado que la naturaleza de la guitarra nos permite tocar una misma nota de diversas formas diferentes. Por ejemplo, E5, que corresponde a la primera cuerda "al aire" también se puede tocar en el quinto traste de la segunda cuerda, en el noveno traste de la tercera o en el decimocuarto traste de la cuarta cuerda. A pesar de ser la misma nota (E5), cada una tiene un timbre diferente y en una situación real de *chromatic sampling* deberemos considerar grabarlas todas ellas por separado.

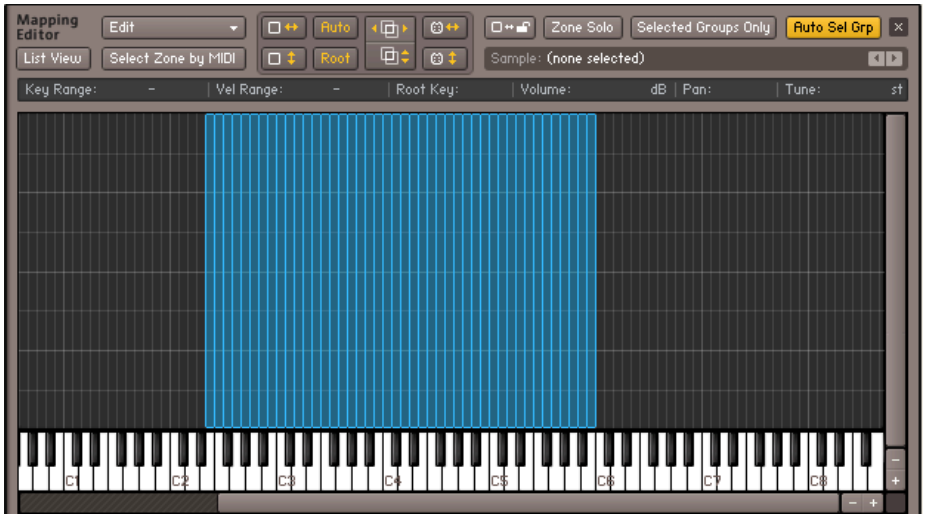


Ilustración 160. Visualización del sampler de Kontakt de la técnica de multisampling

Debido al gran número de muestras necesarias, la técnica de *multisampling* consume mucha memoria RAM. Asimismo, puede ser difícil lograr que un intérprete toque cada una de las notas con el mismo ataque, sonoridad y brillo, lo que puede llevar a inconsistencias en los timbres de las diferentes notas.

Hasta ahora, a través de la técnica de *multisampling /chromatic sampling* y *keymapping* hemos conseguido crear un instrumento que puede reproducir cualquier nota a lo largo de la tesitura del mismo, y con un buen timbre. Sin embargo, aspectos como el volumen, dinámicas, articulaciones o técnicas de ejecución no están siendo tenidos en cuenta, por lo que la representación del instrumento no se asemeja a realidad del mismo. Para ello, deberemos emplear técnicas como los *velocity layers*, *round robins* o *keyswitching*. Con todo ello, seremos capaces de construir un instrumento con un nivel de detalle que supera a las técnicas de síntesis, y nos habla del principal punto fuerte de esta técnica: su gran realismo.

8.1.2 – Formatos de Instrumentos Virtuales

- **VST (*Virtual Studio Technology*) - Steinberg**

Creado en el año 1996 por la compañía alemana Steinberg[256], el formato VST (*Virtual Studio Technology*) es el formato de audio más popular de los últimos 25 años. Se trata de módulos de software con la capacidad de generar (*VST instruments*) y procesar (*VST effects*) audio[257]. El formato VST se hizo famoso por su versatilidad con los controles MIDI y la posibilidad de juntar instrumentos y efectos en cadena (*chaining*), al estilo de los racks analógicos. Los plugins VST generalmente operan a través de una DAW[258] (*Digital Audio Workstation*) a la que le adhieren una funcionalidad adicional.

Tras el éxito de la primera versión, en el año 1999 se lanzó la versión VST 2 que permitió el procesamiento MIDI, permitiendo la recreación de teclados, sintetizadores o cajas de ritmos entre otros[259]. Con un código completamente reescrito, el VST 3 fue lanzado en el año 2008. A este se le agregaron una serie de características nuevas, incluyendo entre otras el procesamiento de audio en 64 bits, múltiples entradas y salidas MIDI, mejora del rendimiento aplicando procesamiento a los plugins solo cuando las señales de audio estuvieran presentes en sus respectivas entradas y una integración más avanzada con el software anfitrión.[260] La siguiente actualización al formato VST se realizó en febrero del año 2011 con la irrupción del VST 3.5. Esta actualización incluyó entre otros la expresividad de cada nota individual (*note expression* en inglés) en un arreglo polifónico, al contener cada una de ellas una información de articulación muy extensa, lo que crea una flexibilidad incomparable y una sensación de interpretación mucho más natural.[261] La última versión de este formato, VST 3.6.7, salió en marzo 2017.

Existen muchas aplicaciones de software que son compatibles con los plugins VST, tales como Adobe Audition, Ableton Live, Audacity, Sonar, FL Studio, Reaper, Cubase, Nuendo, Reason o Vegas Pro entre otros. Existen además adaptadores de software que permiten utilizar este formato en entornos no compatibles[262]. Lo cierto es que el estándar VST es el más popular de todos los formatos, y es por ello que será el formato principal de nuestra librería.

---

[256] Steinberg diseñó Cubase VST para el entorno Windows en 1996,
[257] https://sites.google.com/site/informaticamusicalucm/home/tipos-de-plugins
[258] Aunque cada vez son más habituales los plugins *standalone*, que no requieren ningún interfaz externo.
[259] *Neon* fue el primer instrumento virtual VST (un sintetizador analógico vistual incluido con Cubase VST 3.7)
[260] TANEV George and BOZINOVSKI Adrijan, *Virtual Studio Technology and its Application in Digital Music Production*, University American College Skopje, Macedonia, 2013.
[261] En palabras de la propia empresa Steinberg.
[262] Por ejemplo, FXpansion ofrece la conversión VST-RTAS que posibilita que los VST funcionen en Pro tolos. En la web oficial de Steinberg, *Virtual Studio Technology*.

- **AU (Audio Unit) – Apple**

AU son las siglas de *AudioUnits*, y es el formato estándar de la arquitectura de *plugin* proporcionada por el protocolo de comunicación Core Audio – protocolo nativo de Mac OS X[263] de Apple que permite la comunicación entre las tarjetas de audio y los programas. Los Audio Units cumplen un gran número de propósitos dentro del sistema de audio de Mac OS X. Se utilizan para generar, procesar, recibir o manipular cualquier flujo de audio. Son bloques de construcción que pueden ser utilizados solos o bien conectados para formar un gráfico de señal de audio o AUGraph[264].

Audio Units se emplea en aplicaciones de Apple como GarageBand, Soundtrack Pro, Logic Express, Logic Pro, Final Cut Pro, MainStage y por la mayoría de software desarrollado por terceros para Mac como Ardour, Ableton Live, Reaper, Studio One y Digital Performer. A día de hoy los plugins AU han alcanzado su tercera versión. La idea básica de Audio Unit V3 es que, de forma predeterminada, se ejecuta como un proceso separado (*Extension Service Process*) y se comunica con la aplicación host mediante IPC (*Interprocess Comunication*). Debido a las muchas similitudes entre Audio Units y VST, existen varias tecnologías gratuitas que actúan como convertidores o adaptadores[265] (*wrappers*) para estos dos formatos (por ejemplo, Simbiosis y FXpansion VST-AU Adapter). Lo cierto es que no existen grandes diferencias entre un formato y otro más allá de que las han desarrollado distintas compañías para ser empleadas en distintas plataformas.

- **RTAS (Real Time Audio Suite), TDM (Time-Division Multiplexing) y AAX (Avid Audio Extension) – Avid Technology**

RTAS son las siglas de *Real-Time AudioSuite*, formato de plugin de audio desarrollado por Digidesign para los sistemas Pro Tools LE (familia M-Box 2 y Digi 003) y Pro Tools M-Powered (tarjetas M-Audio), aunque también funcionan en Pro Tools HD y en los sistemas de Pro Tools TDM. Los plugins RTAS utilizan el poder de procesamiento del host del ordenador en lugar de las tarjetas DSP utilizadas por los sistemas Pro Tools HD[266]. La arquitectura de este formato está diseñada para trabajar en tiempo real, imitando el hardware en la mesa de mezclas tradicional.

[263] Los plugins AU no se pueden instalar en ordenadores con Windows.
[264] https://sites.google.com/site/informaticamusicalucm/home/tipos-de-plugins
[265] Estos convertidores suponen un coste en la CPU.
[266] https://www.electroandante.com/es/los-formatos-de-plugins-mas-usados-vst-au-aax-rtas-tdm/#AAX_Avid_Audio_eXtension_8211_Avid_Technology

TDM (*Time Division Multiplexing*) es un formato de plugins de Pro Tools diseñado específicamente para aprovechar las características y recursos de sus sistemas. Los sistemas HD combinan la versión de gama alta y complementa las características del software Pro Tools con hardware externo especializado en forma de tarjetas DSP. Uno de los principales inconvenientes de los plug-ins TDM es el alto precio asociado a los plugins y a los sistemas equipados con DSP. A partir del 7 de abril del 2013, estos dos formatos fueron reemplazados por el formato AAX (*Avid Audio eXtension*), coincidiendo con la versión 11 de ProTools (64 bits). Incluso en su apogeo estos formatos no tenían tanto alcance e importancia, ya que solo eran usados por ProTools y era imposible adaptarlos a los formatos AU o VTS, tanto técnica como legalmente. AAX, por el contrario, es un formato unificado en el que Avid reúne las características del TDM y RTAS, que viene en dos variaciones: AAX DSP, AAX Native. Con AAX, se puede hacer un uso completo de la memoria RAM disponible, a diferencia de los plugins en 32 bits que solo pueden utilizar un máximo de 4GB. Asimismo, este formato permite compartir sesiones entre los sistemas Pro Tools nativos y acelerados por DSP y los sistemas Pro Tools nativos y continuar utilizando los mismos plugins[267].

Este formato se supone que es una actualización del VST esencialmente, especialmente cuando se trabaja en sesiones más grandes, ya que puede lidiar mejor con los proyectos de gran tamaño. Además, la gran ventaja de este formato es su capacidad de compartir sesiones entre sistemas DSP y Pro Tools nativos, lo que te da más espacio para trabajar.

- **Direct X (Windows)**

Direct X (DX) es un plugin de procesamiento de software creado por Windows que permite reemplazar el hardware de estudio de grabación tradicional y las unidades de rack utilizadas en estudios profesionales con contrapartes basadas en software que se pueden conectar entre sí de forma modular. Al igual que la tecnología Virtual Studio y, posteriormente Audio Units de Apple, los plugins DirectX tienen una arquitectura estándar abierta para conectar sintetizadores de audio y plugins de efectos a editores de audio, secuenciadores y sistemas de grabación.

Los plugins de DirectX son de dos tipos: efectos (DX) e los instrumentos virtuales (DXi). Sólo son compatibles con los editores de audio que trabajan bajo Windows: FL Studio 12, Cubase, Cakewalk Sonar, GoldWave v6.00 Beta, Sound Forge Pro 11 Build 293, One Man Band Originals v10.2, N-Track Studio 8, MultitrackStudio 8.3, Samplitude Pro X, Forte v3.2.20, Vegas Pro v12.0, Acoustica v6.0b8, Console v1.6.1,

[267] https://www.electroandante.com/es/los-formatos-de-plugins-mas-usados-vst-au-aax-rtas-tdm/#AAX_Avid_Audio_eXtension_8211_Avid_Technology

SVArTracker v1.22, Nuendo, Reaper o Adobe Audition entre otros. Por esta limitación, no está tan extendido como el VST.

- **Otros formatos: LADSPA (Linux) y MAS (MOTU)**

LADSPA es el acrónimo de *Linux Audio Developers Simple Plugin API*. Es un formato de plugins de audio (que va por la versión 2 desde el año 2008) creado por Linux que consiste en piezas de software contenidos en programas de audio digital que sirven para filtrar o crear efectos digitales (eco, flanger, reverberación, etc). A pesar de ser más limitado que el formato VST, lo podemos encontrar en programas como Audacity o Ardour.

Presentada en 2012 y con una gran flexibilidad, el formato de plugins *Rack Extensions* son adiciones o extensiones de plugins para el *Reason Rack* (disponible como VST3, AAX y AU). A través de ellos, y empleando un completo kit de desarrollo proporcionado por Propellerhead Software, los desarrolladores externos pueden crear instrumentos virtuales y efectos que podrán ser empleados dentro de Reason. En palabras de la compañía, este formato combina "*un sonido excelente, un flujo operativo suave y una sólida estabilidad con encaminamiento intuitivo de señales, automatización, capacidad de edición, y flexibilidad"*[268].

MAS son las siglas de *MOTU Audio System*, un formato de plug-in nativo en tiempo real creado por *Mark of the Unicorn* (MOTU) para Performer y Digital Perfomer[269]. Los complementos MAS son totalmente automatizables y no requieren DSP externo. MAS se está convirtiendo en un formato ampliamente utilizado por desarrolladores externos y actualmente es compatible con una amplia gama de sintetizadores de software. Disponible en sistemas Macintosh OS que utilizan MAS, los programas host deben implementar MAS para ejecutar complementos.[270]

[268] http://www.futuremusic-es.com/propellerhead-reason-plugins-rack-extension-hardware/
[269] Digital Performer también soporta *plugins* en formato AU.
[270] https://syntheway.com/plugins.htm

8.2 – Estructura y contenido de nuestra librería de guitarra flamenca

La librería se grabará a 44,1 kHz / 24 bit y tendrá formatos compatibles de VST, VST2, VST3, AU, AAX Native y RTAs. Funcionará a través de y teclado MIDI y será compatible con NKS.

8.2.1 – Opciones de microfonía

Grabaremos la librería con cuatro micrófonos de condensador de membrana grande y membrana pequeña. Dos de ellos actuarán como micrófonos principales y los dos restantes como micrófonos de ambiente. En el caso de los micrófonos principales hemos escogido dos Neumann U87 y en el caso de los micrófonos de ambiente dos Neumann Tlm 103. El motivo de añadir un cuarto micrófono es darle mayor presencia al sonido de la sala, haciendo la guitarra más "grande". Al grabar con cuatro micrófonos a distinta distancia, hemos querido dar al usuario la posibilidad de configurar la microfonía a su gusto, ofreciéndole las siguientes opciones editables dentro de la librería:

1) **Solo** (Mono):
2) **Estéreo** (A/B):
3) **Wide** (Ambiente):

Además de estas tres opciones independientes, el usuario podrá emplear todos ellos al mismo tiempo, ajustando a través de cuatro controles (*knobs)* la cantidad de señal que quiere recibir de cada uno de los micrófonos. Cada una de las técnicas que grabemos tendrá niveles de velocidad y round robins diferentes, por lo que pasaremos a detallar qué técnicas incluirá la librería y dentro de cada una, cuántos niveles de velocidad y round robins contienen.

8.2.2 – Técnicas, articulaciones, velocity layers y round robins

Picado

La técnica de picado se empleará para ejecutar melodías sobre una base de acompañamiento. La ejecución del picado se realizará con la combinación de yema y uña y con la técnica de apoyando. Tanto las notas largas como las notas cortas tendrán 5 niveles de velocidad que irán desde pp a fff. Cada nivel de velocidad se grabará con 5 Round Robins. Asimismo, incluiremos cuatro articulaciones diferentes que irán desde el normal, staccato, expresivo y sustain.

Además de muestras de picado para notas individuales, incluiremos la opción de "repetición de notas" con dos articulaciones (normal y staccato) para ejecutar un grupo de dos, tres y cuatro notas sucesivamente a una velocidad más alta. Si uniéramos samples individuales de picado para tal efecto tendríamos que cortar el release de la nota, y sonaría poco natural. De esta forma, pulsando una nota en el teclado MIDI podremos crear grupetos de notas a gran velocidad, lo cual es habitual en el flamenco, con un sonido más nítido, claro, y con una ejecución más clara y precisa.

Técnica	Rango	Tipo de Ejecución	Articulación	Niveles de Velocidad	Round Robins
Picado (Notas Individuales)	Dos octavas y media	Yema y Uña (Apoyando)	Normal	pp / mp / mf / f / ff	5
			Staccato	pp / mp / mf / f / ff	5
Picado (Repetición de notas)	Dos octavas y media	Yema y Uña (Apoyando)	Expresivo	pp / mp / mf / f / ff	5
			Sustain	pp / mp / mf / f / ff	5
			Normal		5
			Staccato		5

Tabla 20. Muestras de picado incluidas en nuestro instrumento virtual

Arpegio

La técnica de arpegio nos permitirá realizar los diferentes tipos de arpegio que se tocan en la guitarra flamenca en un rango de dos octavas. Esta se podrá emplear como acompañamiento (guitarra en segundo plano) de un pasaje melódico vocal o instrumental. Los arpegios se ejecutarán igualmente con una combinación de yema y uña, a 3 niveles de velocidad y 5 Round Robins.

Técnica	Rango	Tipo de Ejecución	Niveles de Velocidad	Round Robins
Arpegio Hacia Arriba	Dos Octavas	Yema y Uña	pp / mp / f	5
Arpegio Hacia Abajo	Dos Octavas	Yema y Uña	pp / mp / f	5
Arpegio Medio	Dos Octavas	Yema y Uña	pp / mp / f	5
Arpegio Doble	Dos Octavas	Yema y Uña	pp / mp / f	5
Arpegio Rápido Hacia Arriba y Hacia Abajo	Dos Octavas	Yema y Uña	pp / mp / f	5

Tabla 21. Muestras de arpegio incluidas en nuestro instrumento virtual

Aunque un arpegio se pueda ejecutar como una sucesión de notas independientes sampleadas individualmente, la librería tendrá la posibilidad de generar un arpegio para un tipo de acorde previamente seleccionado con solo pulsar una nota en el teclado MIDI. Para ello grabaremos los distintos arpegios en un rango de dos octavas, introduciendo los tipos de acordes característicos del flamenco. Los acordes por defecto que incluirá la librería (y que el usuario podrá seleccionar a través de un menú incorporado en la propia interface) son los siguientes, clasificados por modos:

Jónicos	Dóricos	Frigios / Frigios Mayores	Lidios	Mixolidios	Eólicos	Locrios
Maj	m	m	Maj	Maj	m	Dim
Maj7	m7	m7	Maj7	7	madd9	m7b5
6	m6	addb9	Maj7(b5)	7(sus4)	m7	
add9	madd9	addb9(sus4)	Maj7(13)	9	mb6	
6/9	m6/9	7b9		11	m7(b13)	
Maj7(9)	m11	7#5		13		

Tabla 22. Tipología de acordes que incluirá nuestro instrumento virtual

Golpe

La técnica del golpe en la tapa se ejecutará con el dedo anular o con el dedo medio y anular, el cual nos garantiza un sonido más redondo en relación al sonido percusivo del primero. Emplearemos una combinación de yema y/o uña para ambos golpes.

En este cuadro se muestra cómo grabaremos el golpe de forma independiente, es decir, sin tocar ningún acorde que lo acompañe.

Técnica	Tipo de Ejecución	Niveles de Velocidad	Round Robins
Golpe	Dedo Anular (Solo Uña)	mp / f / ff	3
Golpe	Dedo Anular (Uña y Yema)	mp / f / ff	3
Golpe	Dedo Medio/Anular (Solo Uña)	mp / f / ff	3
Golpe	Dedo Medio/Anular (Uña y Yema)	mp / f / ff	3

Tabla 23. Muestras de golpe que incluirá nuestro instrumento virtual

Pulgar

La técnica de pulgar se grabará pulsando con yema y uña y a distintas capas de velocidad y Round Robins.

Técnica	Rango	Tipo de Ejecución	Articulación	Niveles de Velocidad	Round Robins
Pulgar	Dos octavas y media	Yema y Uña	Normal	pp / mp / mf / f	5
		Yema y Uña	Staccato	pp / mp / mf / f	5
		Yema y Uña	Expresivo	pp / mp / mf / f	5
		Yema y Uña	Sustain	pp / mp / mf / f	5

Tabla 24. Muestras de pulgar que incluirá nuestro instrumento virtual

Pulgar/índice

Si bien la técnica de pulgar índice se puede conseguir poniendo una nota de pulgar y otra de índice consideramos mejor grabar para cada nota de las cuerdas 6, 5, 4 y 3 un sample de índice asociado. Esto se hará en los doce primeros trastes de cada cuerad, 3 niveles de velocidad y 7 round robins.

Técnica	Rango	Tipo de Ejecución	Articulación	Niveles de Velocidad	Round Robins
Pulgar/Índice	Dos octavas (Cuerdas 6/1)	Yema y Uña	Normal	pp / mf / f	7
			Expresivo	pp / mf / f	7

	Dos octavas	Yema y Uña	Normal	pp / mf / f	7
	(Cuerdas 5/!)		Expresivo	pp / mf / f	7
	Dos octavas	Yema y Uña	Normal	pp / mf / f	7
	(Cuerdas 4/1)		Expresivo	pp / mf / f	7
	Dos octavas	Yema y Uña	Normal	pp / mf / f	7
	(Cuerdas 3/!)		Expresivo	pp / mf / f	7

Tabla 25. Muestras de pulgar / índice que incluirá nuestro instrumento virtual

Ligado

La técnica de ligado se grabará tanto con la técnica de picado y pulgar de la mano derecha:

Técnica	Rango	Intervalos	Articulación	Niveles de Velocidad	Round Robins
Ligado	Dos octavas	Medio Tono	Normal	pp / mp / mf	7
	(En todas las		Expresivo	pp / mp / mf	7
	cuerdas)		Sustain	pp / mp / mf	7
		Un Tono	Normal	pp / mp / mf	7
			Expresivo	pp / mp / mf	7
			Sustain	pp / mp / mf	7
		Tono y Medio	Normal	pp / mp / mf	7
			Expresivo	pp / mp / mf	7
			Sustain	pp / mp / mf	7
		2 Tonos	Normal	pp / mp / mf	7
			Expresivo	pp / mp / mf	7
			Sustain	pp / mp / mf	7

Tabla 26. Muestras de ligado que incluirá nuestro instrumento virtual

Slide

Las transiciones de medio tono, un tono y un tono y medio también se realizarán haciendo uso de la técnica de slide, que se usa mucho en la guitarra flamenca. Para ello volveremos a grabar estos mismo samples (de pulgar y picado) pero esta vez haciendo un slide con la mano izquierda.

Trémolo

La técnica de trémolo se grabará con la voz soprano en la primera cuerda, y con los bajos tocados con el pulgar alternando las cuerdas 6/5/4, 5/4/3 y 4/3/2.

Técnica	Rango	Digitación de Mano Derecha	Articulación	Niveles de Velocidad	Round Robins
Trémolo	Una octava (Cuerdas 6/5/4)	p/i/a/m/i	Normal	mp / mf / f	7
			Expresivo	mp / mf / f	7
	Una octava (Cuerdas 5/4/3)		Normal	mp / mf / f	7
			Expresivo	mp / mf / f	7
	Una octava (Cuerdas 4/5/3)		Normal	mp / mf / f	7
			Expresivo	mp / mf / f	7

Tabla 27. Muestras de trémolo que incluirá nuestro instrumento virtual

Alzapúa

La técnica de alzapúa englobará el ataque con el pulgar hacia arriba con golpe y el pulgar descendente, dejando la grabación del pulgar en la sección que la hemos grabado anteriormente. La alzapúa se realizará con el bajo en sexta cuerda, quinta cuerda y cuarta cuerda, en el rango de una octava.

Técnica	Rango	Digitación de Mano Derecha	Articulación	Niveles de Velocidad	Round Robins
Alzapúa	Una octava (bajo en 6ta cuerda)	Pulgar (golpe) hacia arriba y pulgar hacia abajo	Normal	mp / mf / f	7
			Staccato	mp / mf / f	7
	Una octava (bajo en 5ta cuerda)	Pulgar (golpe) hacia arriba y pulgar hacia abajo	Normal	mp / mf / f	7
			Staccato	mp / mf / f	7
	Una octava (bajo en 4ta cuerda)	Pulgar (golpe) hacia arriba y pulgar hacia abajo	Normal	mp / mf / f	7
			Staccato	mp / mf / f	7

Tabla 28. Muestras de alzapúa que incluirá nuestro instrumento virtual

Rajeo

La técnica de rajeo incluirá las siguientes variaciones:

1) **Rajeo tapado**: El que se realiza con la mano izquierda tapando las cuerdas a la altura del traste doce para producir el efecto de mute.
2) **Rajeo abierto**: Se realizarán los mismos rajeos pero en esta ocasión tocando acordes. 4 capas de velocidad, 8 round robins.

Técnica	Tipo de Ejecución	Articulación	Niveles de Velocidad	Round Robins
Rajeo Tapado	Dedo índice ataca hacia arriba	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Dedo índice ataca hacia abajo	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Dedo índice ataca hacia arriba con golpe (dedo anular)	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Dedo medio ataca hacia arriba	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Dedo pulgar ataca hacia arriba con golpe (dedo medio)	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Dedo pulgar ataca hacia abajo	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Rajeo de tres dedos ejecutados rápidamente (a/m/i)	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Rajeo de cuatro dedos ejecutados rápidamente (e/a/m/i)	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Rajeo de cinco dedos ejecutados rápidamente (e/a/m/i)	Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5
	Rajeo de tres dedos ejecutados en tresillos (i/a/i)	Normal	p / f / ff	5
	Rajeo de abanico (p/m/p)	Staccato	p / f / ff	5
		Normal	p / f / ff	5
		Staccato	p / f / ff	5

Tabla 29. Muestras de rajeo que incluirá nuestro instrumento virtual

Estos rajeos también se realizarán simultáneamente con los acordes mencionados en el apartado de arpegios.

Loops de acompañamiento y progresiones flamencas (Patterns)

La librería contendrá una opción de reproducir y loopear progresiones armónicas flamencas previamente grabadas a modo de acompañamiento. Cada una de estas progresiones tendrá la opción de ser reproducida como "acordes en posición cerrada" o "acordes en posición abierta".

Proresiones Frigias

bIIMaj7 - I7alt

bIII7 – bIIMaj7 – I7alt

IVm7 – bIII7 -bIIMaj7 -I7alt

bVIIm7 – I7alt

IVm7 – V7/bIII7 – bIII7 - V7/bIIMaj7 – bIIMaj7 - bII7 – I7alt

Tonalidades Frigias en las que ejecutarán las progresiones

E Frigio (por arriba), A Frigio (por medio), B Frigio, F# Frigio y G# Frigio.

Compases en lo que se ejecutarán las progresiones

4/4, 3/4 y compás de amalgama (12 tiempos)

Progresiones Jónicas

V7 – Imaj7

IVMaj7 – V7 – IMaj7

IIm7 – V7 – IMaj7

Tonalidades Jónicas en las que ejecutarán las progresiones

C Jónico, E Jónico, A Jónico, D Jónico y G Jónico

Compases en lo que se ejecutarán las progresiones

4/4, 3/4 y compás de amalgama (12 tiempos)

Progresiones Eólicas

V7(alt) – Im7

IIm7b5 – V7(alt) – Im7

IVm7 – I7(alt) – Im7

Tonalidades Eólicas en las que ejecutarán las progresiones

A Eólico, D Eólico, E Eólico, G Eólico, B Eólico

Compases en lo que se ejecutarán las progresiones

4/4 y compás de amalgama (12 tiempos)

8.2.3 – Palos Flamencos que incluye la librería

A través de nuestra librería será posible ejecutar y representar de forma fidedigna los palos flamencos más representativos.

Palos Libres

Taranta

Granaína

Malagueña

Minera

Palos a Compás

Solea

Bulerías

Tangos

Solea por buleras

Rumbas

Alegrías

Fandangos de Huelva

8.2.4 – Parámetros y Efectos que incluye la librería

Master Volume
A través de un control (knob), el usuario podrá determinar el volumen general de la guitarra.

Control de volumen de los cuatro micrófonos
Usando cuatro faders encuadrados en un pequeño mezclador que incluye la interface, el usuario podrá controlar el volumen de cada una de las guitarras de forma independiente.

Configuración de microfonía
El usuario podrá elegir entre tres diferentes posiciones de micrófonos, mono, A/B y wide.

Menu Display Techniques
Un menú desplegable desde el cual podremos escoger la técnica de guitarra flamenca que queramos ejecutar.

Menu Articulations
Un menú desplegable desde el cual podremos escoger la articulación con la que queramos ejecutar una técnica determinada.

Modo Solo Guitar / Modo Patterns
Cambiar entre guitarra solista y los loops de progresiones pregrabadas.

Velocity
El usuario podrá escoger el valor de velocidad que quiera emplear para una determinada muestra.

Keyswicthes
A través de las mismas el usuario podrá cambiar rápidamente de una articulación a otra.

Ecualizador
Un ecualizador paramétrico que cuente con cuatro filtros.

Compresor
Un compresor VCA.

Reverb
Una reverb de convolución donde podamos diseñar nuestro espacio, con varios presets que incluirá la librería. A través de dos knobs el usuario podrá controlar la cantidad y tiempo de reverberación que quiera aplicarle a la señal.

Delay
Off / On. A través de tres knobs el usuario podrá controlar la cantidad, respuesta y tiempo de delay que quiera aplicarle a la señal.

Panning (Imagen Estéreo)
Nos permite abrir la imagen estéreo cuando estemos grabando con la técnica A/B y wide.

9 - PLAN DE MARKETING

> "*El **plan de marketing** es un documento escrito en el que, de una forma sistemática y estructurada, y previos los correspondientes análisis y estudios, se definen los objetivos a conseguir en un periodo de tiempo determinado, así como se detallan los programas y medios de acción que son precisos para alcanzar los objetivos enunciados en el plazo previsto*" (Sanz de Tajada, L.A., 1974)

El presente plan comercial sirve como vía para vender nuestro sample pack y librería a las empresas más representativas del sector. Se incluirá la misión y razón de ser del producto, público objetivo, objetivos a cumplir en un plazo determinado, un análisis del sector y del mercado de los instrumentos virtuales, así como un análisis interno definiendo el presupuesto, competencia y ventaja competitiva de nuestros productos. Pondremos especial atención en el análisis externo, donde analizaremos las empresas a las que nos vamos a dirigir para vender nuestros productos. Tras esto, incluiremos el plan de acción y estrategia de venta empleada, así como un control de resultados para determinar si hemos conseguido o no nuestros objetivos, y en qué medida.

9.1 – Misión, objetivos y público objetivo

La misión, público objetivo y objetivos de nuestros productos son los siguientes:

Emular una guitarra flamenca de concierto en primer y segundo plano con un alto grado de realismo que abarque todas las técnicas y refleje los palos más representativos del género. Nuestro público objetivo serán los productores de entre 30 y 45 años que viven en Estados Unidos y Europa Occidental, de un nivel adquisitivo medio/alto y que se dediquen profesionalmente a la composición para medios audiovisuales, proporcionándoles samples y loops con los que podrán construir toques completos, falsetas y pasajes que podrán incorporar a sus producciones musicales para dotarlas de una sonoridad flamenca. La calidad de la grabación, mezcla y masterización hacen

que estos samples sean aptos para emplearlos en producciones profesionales sin necesidad de un tratamiento de la señal adicional. Se trata por tanto de un producto terminado que trata de cubrir el vacío de mercado existente en relación a una librería de muestras e instrumento virtual de guitarra flamenca de alta calidad en el contexto de la composición para cine y televisión.

El principal objetivo del presente Plan de Marketing es vender o licenciar nuestro sample pack y librería a alguna de las compañías líderes del sector de instrumentos virtuales, la cual se encargará de su posterior comercialización y distribución. El plazo estipulado para tal efecto se estima para antes de la presentación del presente trabajo de investigación.

9.2 - Análisis de la situación: Entorno general y Entorno sectorial

9.2.1 – Tendencias en la industria musical a nivel global

Según un estudio realizado por Goldman Sachs en 2020, los beneficios que alcanzará la industria musical en 2030 serán de 142 billones de dólares, un 84% más con respecto a los 77 billones alcanzados en 2019. Tras una recesión del 25% derivada de la crisis sanitaria del COVID 19 en el 2020, la industria ha crecido a c.6% CAGR en los últimos años, y se estima que mantendrá este nivel de crecimiento hasta el 2030. Según este informe, la estructura de crecimiento de la industria musical será comandada por los servicios de pago en streaming, los cuales alcanzarán un total de 1,22 billones de dólares en 2030 (un 6% del total).

Exhibit 1: We expect the global music market to decline 25% in 2020 due to the impact of COVID-19, followed by a strong rebound in 2021/2022; our long-term growth forecasts are however broadly unchanged at +6% CAGR 2019-2030
Global Music market breakdown ($bn, LHS), % growth (RHS)

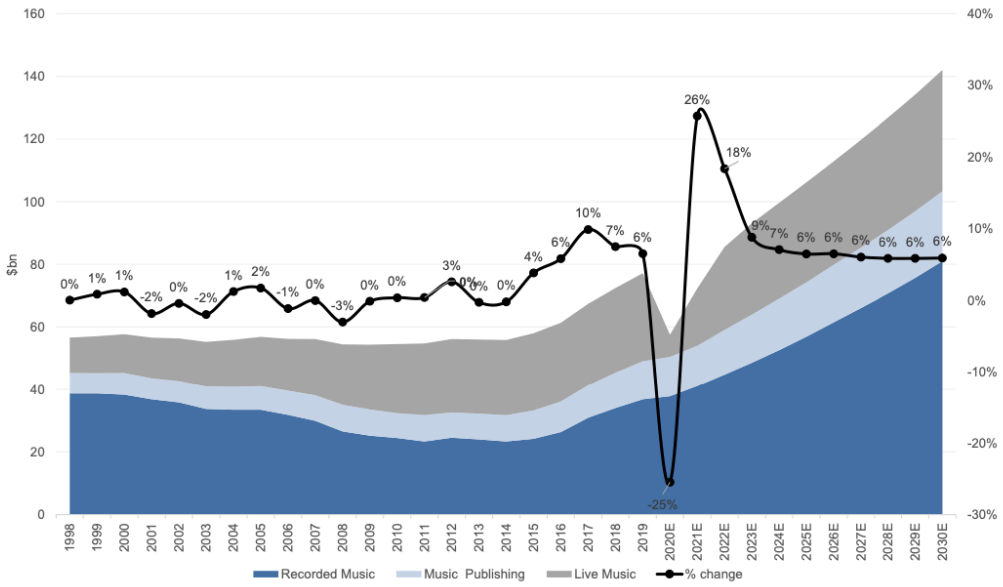


Ilustración 161. Previsión de crecimiento de la industria musical hasta 2030

Exhibit 2: We lower our recorded/ publishing/ live forecasts by 8% / 5%/ 76%, respectively, in 2020, while 2030 estimates increase slightly

	2019		2020E		2023E		2030E		% change			
	New	Old	New	Old	New	Old	New	Old	2019	2020E	2023E	2030E
Global Music Market ($bn)**	**$77.2**	**$76.2**	**$57.5**	**$81.4**	**$93.1**	**$99.2**	**$142.0**	**$140.3**	**1%**	**-29%**	**-6%**	**1%**
Recorded Music Market ($bn)*	$20.2	$20.9	$20.8	$22.6	$26.7	$29.9	$44.6	$44.8	-3%	-8%	-11%	0%
Music Publishing Market ($bn)*	$5.8	$5.8	$6.0	$6.3	$7.3	$7.8	$10.7	$10.8	-1%	-5%	-7%	-1%
Live Music Market ($bn)**	$28.1	$27.9	$7.0	$28.8	$29.1	$31.4	$38.7	$38.7	1%	-76%	-7%	0%
Streaming												
Streaming Market ($bn)**	$21.6	$21.8	$25.4	$26.6	$39.3	$43.2	$75	$74	-1%	-5%	-9%	2%
Paid Streaming Market ($bn)**	$15.5	$16.8	$18.3	$20.5	$28.1	$33.0	$51.9	$53.9	-8%	-11%	-15%	-4%
Ad funded Streaming Market ($bn)**	$6.1	$5.0	$7.0	$6.1	$11.3	$10.2	$23.3	$19.7	22%	15%	11%	18%
Paid Subscribers (mn)	341	328	416	397	671	589	1,220	1,148	4%	5%	14%	6%
Developed Market (mn)	212	228	246	264	321	337	403	370	-7%	-7%	-5%	9%
Emerging Market (mn)	129	100	170	134	350	273	817	778	29%	27%	28%	5%
Annual ARPU ($)	$51.9	$57.5	$46.0	$56.6	$44.2	$51.6	$44.0	$48.2	-10%	-19%	-14%	-9%

* Recorded Music and Music Publishing market sizes in this table are net revenues, i.e. they represent revenues going to labels ** Live Music market size represents total revenues from ticket sales and sponsorship; Streaming revenues are gross numbers

Ilustración 162. Previsión del mercado de la música grabada hasta 2030

La crisis del COVID 19 aceleró el proceso de consumo online de la música, aumentando la presencia e importancia de las redes sociales y el streaming como medios de promoción musical. El mercado en streaming crecerá a un 12% CAGR desde 2019-2030, alcanzando un valor de 75 billones de dólares en dicha fecha. En este mercado, Spotify se posiciona como líder indiscutible, obteniendo el 33% de la cuota de mercado en 2030, seguido por Tencent Music (20%), Amazon Music (15%) y Apple Music (14%).

Exhibit 5: We forecast the global recorded music market to grow 3% in 2020 and in the high single digits over 2021-30 led by streaming
Global Recorded Music market revenues ($bn, LHS), % growth (RHS)

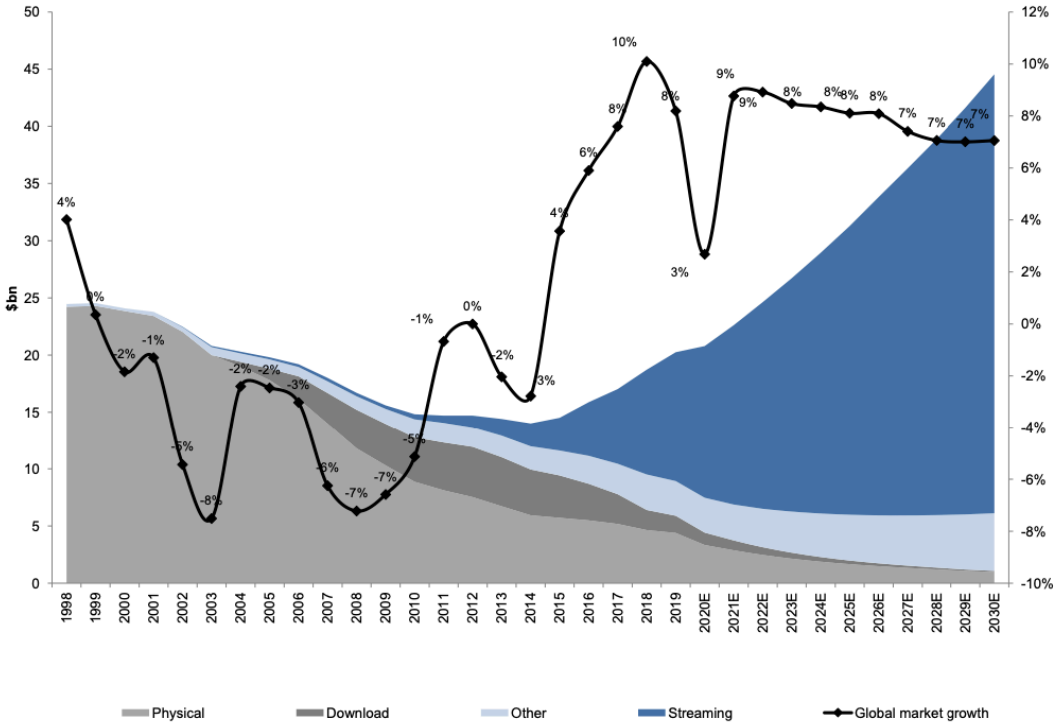
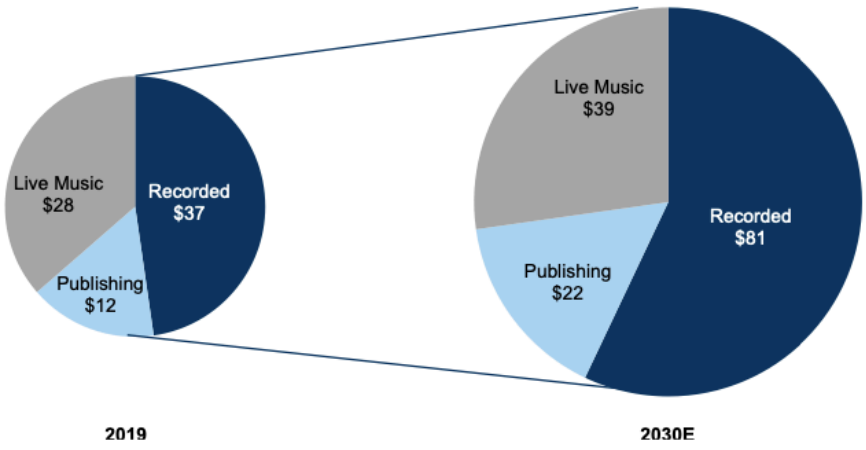


Ilustración 163. Expectativas de crecimiento de los ingresos de la música grabada

Exhibit 3: We expect Recorded Music to grow the most over 2019-2030E driven by streaming
Global Music market breakdown, 2019 vs. 2030E (US$ bn)



Recorded Music, Publishing and Live Music market sizes above are gross numbers

Ilustración 164. Relación de ingresos de la música en directo, música grabada y derechos de autor

El principal beneficiario del crecimiento del streaming será el segmento de música grabada, más que la música en vivo o el publishing. Dentro de este segmento, los beneficiarios serán claramente los sellos discográficos, quienes suelen obtener del 52%-58% de los royalties derivados de estos servicios de streaming. Los beneficios en streaming derivados de la música grabada supondrán un 86% del total en 2030, en oposición al 56% que supusieron en 2019. Esto supondrá un crecimiento continuado del 6% para

las discográficas y editoriales, las cuales se beneficiarán del incremento en los royalties digitales y en los de ejecución derivados del uso de la música que gestionan. Además de los servicios de pago en streaming, han surgido nuevas oportunidades para licenciar la música (TikTok) así como una regulación legal favorable al sector.

El segmento de los derechos de autor sufrió una desaceleración del 3,5% tanto en 2020 y 2021 derivada de la COVID. Se espera un crecimiento del segmento del 6% durante los próximos años, alcanzando los 10,7 billones de dólares en 2030, debido principalmente al crecimiento en royalties por streaming, uso de música en televisión, películas y videojuegos, las crecientes oportunidades para el *licensing* y una regulación favorable para el sector. Por último, en cuanto a la música en vivo, tras una pérdida del 75% durante la COVID, se espera un crecimiento del 4% anual para alcanzar un beneficio de 39 billones de dólares en 2030 en oposición a los 28 billones en 2019. Aun así, esta seguirá siendo la fuente de ingresos principales para los artistas.

9.1.2 – Tendencias en el sector de Instrumentos Virtuales

El volumen del mercado de instrumentos virtuales alcanzó los 225,62 millones de dólares en 2022[271]. Según un estudio realizado por Maximizer Market Research en 2021, se espera que el mercado de instrumentos musicales virtuales crezca a una CAGR del 9% durante los años 2021-2027, alcanzando unos beneficios de 362 millones de dólares para 2027.

Los avances tecnológicos han influido en la creciente demanda de instrumentos musicales, lo que ha contribuido significativamente al desarrollo del mercado de sistemas de instrumentos musicales virtuales. La rápida adopción de las tecnologías de IoT y computación en la nube será testigo de la creación de oportunidades lucrativas para el mercado durante el período analizado. El uso de instrumentos musicales virtuales también está respaldado por una mayor inversión y un incremento en el poder adquisitivo y por ende en la capacidad de gasto del consumidor.

[271] www.transparencymarketresearch.com

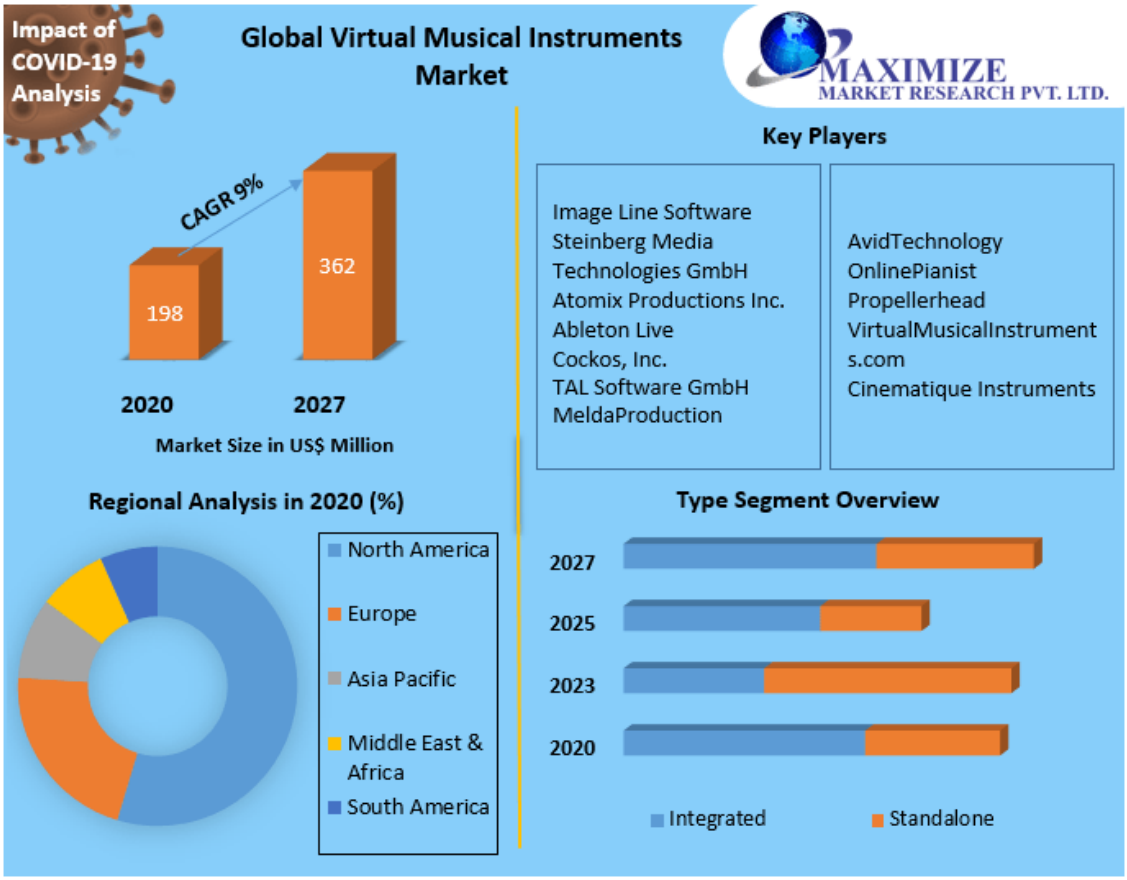


Ilustración 165. Mercado global de los instrumentos virtuales

Las tendencias que se esperan para este sector son las siguientes:

- **Aumento en la adopción de tecnología avanzada**: Los programas de instrumentos musicales virtuales son ampliamente utilizados por profesionales y no profesionales, ya que los productos ofrecen una experiencia similar a la de un instrumento musical físico. El avance tecnológico ha acelerado la demanda de instrumentos musicales y ha sido el principal contribuyente al crecimiento de los sistemas de instrumentos musicales interactivos. El sistema de instrumentos de música virtual se está volviendo popular entre la generación más joven. Las escuelas, los colegios y las universidades ofrecen cursos de música y danza a medida que los estudiantes se sienten atraídos por las actividades extracurriculares, lo que impulsa la adopción de instrumentos musicales entre los estudiantes. Esto contribuye a que las generaciones más jóvenes estén familiarizadas con esta tecnología, no cual garantiza un crecimiento del sector y la ampliación del público objetivo de cara al futuro.

- **El aumento de los ingresos e inversión** disponibles también respalda la adopción de instrumentos musicales virtuales. A su vez, se espera que esto influya sustancialmente en el crecimiento del mercado de instrumentos musicales virtuales durante el período de pronóstico. Varias compañías de música se están

introduciendo en el mercado de instrumentos musicales virtuales para satisfacer los requisitos de los consumidores.

- **Cambio del centro gravitacional de la industria**: MIDiA ha estado analizando el espacio de herramientas para creadores durante algún tiempo y explicando por qué los cambios que se están produciendo serán transformadores no solo para el espacio de herramientas para creadores en sí, sino para el negocio de la música en general. De hecho, se estima que la próxima revolución de las herramientas para creadores podría tener al menos el mismo impacto en el negocio de la música en general que el streaming.

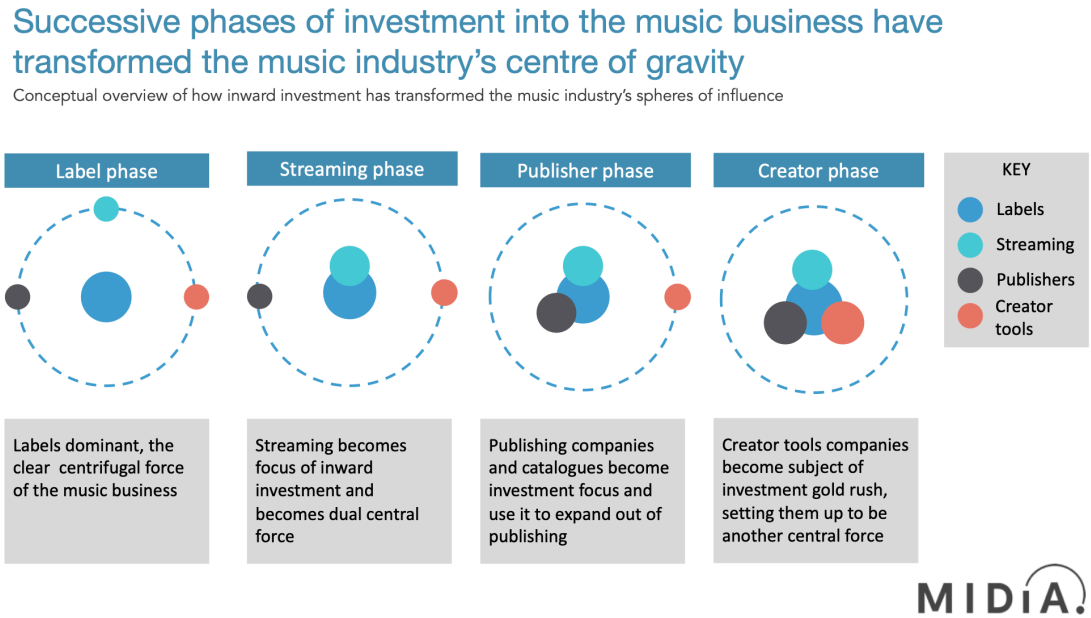


Ilustración 166. Cambio en el centro de gravedad de la industria musical

- **Aumento de la demanda de instrumentos acústicos**: Los usuarios demandan cada vez emulaciones más realistas de instrumentos acústicos. Estamos viendo como grandes músicos de todos los géneros están dando el salto a este lado de la industria, y eso trae consigo un importante aumento de la calidad en los sample packs y librerías del mercado. Este fenómeno será sin duda una de las características del mercado del futuro.

Por otro lado, el mercado de instrumentos virtuales tendrá dos principales desafíos, que son por una parte el aumento considerable de precios de los instrumentos. Esto afectará directamente al bolsillo del consumidor, quien tendrá que apreciar el valor añadido de los nuevos productos ofertados. Asimismo, el sector necesitará nutrirse de una mano de obra altamente cualificada, lo que derivará en perfiles altamente especializados y con un amplio conocimiento tanto en lo tecnológico como en lo musical.

Por último, la oferta actual de instrumentos virtuales de guitarra flamenca es relativamente escasa, pero se estima que crezca en el futuro dada la creciente afición e interés que los usuarios extranjeros (principalmente americanos) están mostrando en el género. Mientras en la actualidad los géneros que dominan la mayor parte del negocio son el EDM, música electrónica R&B y la música clásica, se estima que los géneros populares latinos (entre los cuales se encuentra el flamenco) tengan un mayor porcentaje de mercado en un futuro próximo.

9.2 – Análisis Interno: Presupuesto, competidores y ventaja competitiva

9.2.1 - Presupuesto de equipamiento

Hemos decidido grabar, editar, mezclar y masterizar el sample pack en nuestro home estudio porque si consideramos las horas necesarias de grabación, edición y mezcla, y lo multiplicamos por el precio/hora de los estudios importantes en España, el precio se nos iría de presupuesto. Hemos preferido hacer una inversión en equipamiento, y ayudándonos de los consejos y entrevistas realizadas a los expertos realizar todo el proceso nosotros mismos.

A continuación, se detalla el presupuesto de equipamiento para ambos productos:

	PRESUPUESTO DE EQUIPAMIENTO	
CONCEPTO	**MARCA**	**IMPORTE**
Micrófonos	KM 184 NEUMAN TLM 103 NEUMAN U87	689€ 1079€ 2444€
Tarjeta de Sonido	APOLLO 8P	1500€
Previo	KAHAYAN 12K72	1500€
Compresor	ELYSIA MPRESSOR QUBE	1290€
Acondicionamiento Acústico	PROJECT 2 (MASACOUSTICS)	926,51€

Cableado	VOVOX	500€
Cascos	Beyerdynamic DT 770 Pro	129€
Monitores	Genelec 8050 BPM	1390€
Pies de micrófono	3 K&M	280€
DAW	STUDIO ONE 5	399,95€
		TOTAL: 12127,46€

Tabla 30. Presupuesto estimado para la fabricación de nuestro sample pack

9.2.2 – Competidores y Ventaja Competitiva

En este caso los competidores serán los productos analizados en el capítulo 6, ya que deberemos competir en calidad y funcionalidad para que nuestro producto sea adquirido por una de las compañías que comercializan sample packs y librerías similares. Fruto del análisis realizado de los samples que contienen los productos competidores, hemos extraído las siguientes conclusiones a modo de problemáticas que hemos visto, y que conformarán la base de nuestra ventaja competitiva:

1) Muchos problemas de edición, sobre todo en los inicios y finales.
2) Fade-ins y fade-outs poco trabajados. Dificultad a la hora de loopear los distintos samples.
3) Se mete muchos ruidos de metrónomo, instrumentos de percusión, voces y del propio intérprete fruto de la interacción con el instrumento.
4) Poca variedad de palos y técnicas. Representación parcial del instrumento y del género.
5) Pérdida de calidad de los samples cuando variamos el Bpm. Esto es importante para los packs que no contienen variedad de Bpm o en aquellos que queramos unir o superponer dos samples con un Bpm distinto.
6) Procedimiento inadecuado de grabación. A la hora de hacer loops lo que hacen es grabar un palo o improvisación y luego extraen los loops de forma manual. Esto resulta muy evidente porque se corta muy rápido o porque se mete parte de la frase inmediatamente anterior o posterior.
7) Errores sustanciales de ejecución.
8) Errores en la producción y balance tonal de las muestras. En general un excesivo uso de la ecualización, sobre todo en el rango agudo y sin presencia del rango grave, lo cual se traduce

en una guitarra metálica y con poco cuerpo. Empleo de reverbs artificiales y en ocasiones demasiado prominentes.

9) Vemos que existen muy pocos samples que puedan ser empleados en producciones profesionales.
10) Problemas de nomenclatura.
11) Escasa documentación explicativa de los samples.
12) Para alguien no entendido en flamenco resulta difícil asociar los sonidos a un ritmo o palo en particular en aquellos en los que no viene identificado.
13) Escasa visión del fabricante a la hora de explicar qué podemos hacer con los packs, a donde podemos llegar con ellos, en qué contexto se deberían emplear o que funcionalidad tienen.

Atendiendo estos aspectos, hemos enumerado nuestra ventaja competitiva a partir de los siguientes puntos:

1) Edición limpia, sin ruidos de fondo y con los fade-in y fade-out bien trabajados.
2) Amplia variedad de palos con todas las técnicas de guitarra flamenca representadas.
3) Samples grabados con guitarras y medios de alta calidad.
4) Mezcla y masterización profesional, siguiendo los estándares de la industria.
5) Como resultado un sonido balanceado, amplio y con gran presencia.
6) Samples listos para ser empleados en producciones profesionales.
7) Útil tanto para guitarras en primer plano como en segundo plano.
8) Amplia funcionalidad del producto.
9) Organización y nomenclatura clara que jerarquiza y describe a la perfección lo que contiene cada sample.
10) Visión del producto definida y concreta de acuerdo a los objetivos y nicho de mercado que quiere abarcar.

9.3 – Análisis Externo: Análisis de nuestros clientes potenciales

En el presente apartado analizaremos los clientes potenciales o empresas a las que les ofreceremos nuestro sample pack e instrumento virtual. Todas ellas son empresas líderes del sector o empresas que ofrecen productos similares a los que hemos creado. Gran parte de la información contenida en este apartado está extraída de la página web de las mencionadas empresas.

9.3.1 – Compañías que ofrecen Sample Pack y Loops

9.3.1.1- SPLICE

Fundada en el año 2013 por los empresarios Steve Martocci y Matt Aimonetti, Splice es una empresa de tecnología que lanzó la primera biblioteca de suscripción basada en la nube para muestras creadas por artistas, con oficinas en Nueva York y Santa Mónica. Entre los inversores de la compañía se encuentran True Ventures, Goldman Sachs, Union Square Ventures y Lerer Ventures.

Los usuarios de esta plataforma tienen acceso a un catálogo de más de un millón de *samples*, todos ellos libres de derechos de autor (royalty free). Splice Sounds trabaja con cualquier DAW. Los archivos descargados se guardan en el ordenador y son accesibles a través de la aplicación Splice de escritorio (*Splice Desktop App*).[272] Todos esos sonidos, etiquetados por sus respectivas tonalidades y tempos, pueden ser filtrados por un buscador propio que permite navegar entre millones de muestras encontrando lo que la canción necesita[273]. Muchos artistas reconocidos venden sus *sample packs* en esta plataforma. Son los casos de KSHMR, Virtual Riot, Oliver o la difunta Sophie, todos ellos eminencias del *sound design*. Splice ofrece un modelo de pago basado en subscripción por capas, por las cuales en cada una de ellas se te ofrecen una serie de servicios.

Sounds+ ($9.99/mes) ($99.99/año): Este plan incluye la posibilidad de descargarte 100 sonidos, beats, loops o simples al mes. También incluye el plugin Bridge[274].
Creator ($19.99/mes) ($199.99/año): Este plan incluye la posibilidad de descargarte 200 sonidos, beats, loops o simples al mes. También te da acceso al plugin Bridge y al sintetizador Astra y el plugin Beatmaker, además de a tutoriales.

[272] La Aplicación Splice de Escritorio está respaldada por DAWs como Ableton Live 10, Logic Pro X 10.5, Studio One 5, FL Studio 20.8 y GarageBand 10.4
[273] https://splice.com/blog/
[274] Una utilidad que te permite previsualizar los sonidos sin necesidad de usar créditos. Bridge y otros plugins de Splice como Astra y Beatmaker están en formato VST3 o AU.

Creator+ ($19.99/mes) ($199.99/año): Este plan incluye la posibilidad de descargarte 500 sonidos, beats, loops o simples al mes. También te da acceso al sintetizador Astra, y a los plugins Bridge y Beatmaker, así como a tutoriales.

Todas las muestras cuestan 1 crédito, mientras que los patrones y preajustes MIDI pueden costar hasta 3 créditos cada uno. En palabras de la compañía este sistema de créditos sirve "*para apoyar y promocionar a los artistas que crean los beats o samples"*[275]. Los creadores pueden fijar los precios de sus sample packs desde los diez dólares hasta los miles de dólares, y en función del precio reciben un porcentaje por venta en concepto de royalties. Desde la irrupción de la COVID, la compañía revelo que tenía más de un millón de descargas al día, llegando a pagar, en el año 2020, once millones de dólares en concepto de royalties a los creadores de su contenido[276]. A día de hoy y gracias al boom de la cultura DIY (*Do It Yourself*) la compañía vale un total de 500 millones de dólares según la revista musical Rolling Stone, convirtiéndola en la plataforma de mayor éxito y proyección en el mercado[277].

9.3.1.2 - SAMPLEPHONICS

Fundada en 2011, Samplephonics es una empresa afincada en Leeds (Reino Unido) que se dedica a fabricar y vender instrumentos virtuales, plugins, sample packs y software musical. Su página web funciona como un punto de venta directo donde se pueden comprar y descargar directamente sus productos. Cuenta con un área de cliente donde, una vez realizado el pago del producto en cuestión, éste puede descargarlo directamente.

También ofrecen, a través de la sección "Join free" la posibilidad de descargar ciertos productos de forma gratuita (a los que llaman *freebies*) como reclamo para los clientes potenciales.

Cada uno de los samples e instrumentos virtuales que ofrece la compañía contiene información sobre qué formatos están disponibles para el archivo, y se pueden seleccionar diferentes tipos de archivos y paquetes en el menú desplegable. El formato de archivo de audio (.wav) contiene datos de audio sin procesar y son compatibles con casi todos los programas de software de música.

Los precios de sus sample packs oscilan entre los 5 y 45 euros, dependiendo de las características y tamaño de cada uno. La compañía tiene un beneficio anual de 1 millón de dólares y desarrolla su

[275] https://splice.com/home
[276] https://www.musicbusinessworldwide.com/how-splice-which-paid-out-11m-in-royalties-to-musicians-in-the-first-9-months-of-2020-wants-to-help-a-million-more-people-to-make-music/
[277] https://www.billboard.com/pro/splice-music-creation-platform-producers-samples-analysis/

actividad comercial principalmente en Estados Unidos, Francia e Inglaterra. Al igual que Splice y otros, Samplephonics ofrece sus productos bajo la licencia *Royalty Free*, lo cual garantiza que puedes utilizar libremente sus samples en tus producciones comerciales sin tener problemas de derechos de autor o tener que pagar ningún tipo de royalty a la empresa derivado de su uso. En el año 2017 lanzo Noiiz, un nuevo método basado en plugins, con un precio mensual de 9,99 dólares, para acceder a los diferentes samples desde dentro de tu DAW.

9.3.1.3 – LOOP MASTERS / LOOPCLOUD

Loopmasters fue fundada en 2003 por Matt Pelling para vender sample packs al mercado de audio profesional. Esta empresa con sede en Brighton (Reino Unido) lanzó *Plugin Boutique* en 2012 con el objetivo de que las mejores empresas de software musical vendieran sus plugins VST, instrumentos virtuales, presets de sintetizador y plugins musicales. Desde 2008 Loopmasters también funciona como una tienda en línea para compositores de música.

Con unas ganancias de 6,1 millones de dólares al año, Loopmasters está formado por un equipo multidisciplinar de 32 personas y desarrolla su actividad comercial principalmente en Estados Unidos e Inglaterra. El 27 de septiembre de 2018 lanzó Loopcloud, un innovador servicio de suscripción para el mercado de samples. La versión 6, lanzada en 2021, trae una nueva adición importante: la tecnología de búsqueda de inteligencia artificial, lo que significa que los usuarios pueden buscar samples con términos más significativos que solo bpm y nota, como tono, ancho estéreo, longitud, swing, densidad rítmica y más. Está diseñado para facilitar la búsqueda de samples que coincidan con el proyecto actual del usuario.

Por otra parte, la versión Loopcloud 6 ha agregado tres nuevos efectos: Tonebox, EQ y compresor. Cada uno se puede modificar o automatizar en un sample antes de comprarlo, para que puedas probar nuevas ideas sin comprometerte. Una vez que estés listo para confirmar, hay nuevas opciones que te permiten exportar solo el archivo original, la versión original y la procesada, archivos separados y más.

Los precios de la plataforma Loopcloud se estructuran en tres modelos de suscripción diferentes:

1) **Artist** (6,99€/mes): Nos ofrece 100 puntos y una capacidad de almacenamiento en la nube de 5GB.
2) **Studio** (10,99€/mes): Nos ofrece 500 puntos y una capacidad de almacenamiento en la nube de 50GB.
3) **Professional** (19,99€/mes): Nos ofrece 600 puntos y una capacidad de almacenamiento en la nube de 250GB.

Loopmasters se ha posicionado como líder de fabricación y distribución de sample packs de música electrónica. En el año 2020 Loopmasters, y sus marcas principales Loopcloud y Plugin Boutique fueron adquiridas por Beatport.

9.3.1.4 – SOUNDS.COM (NATIVE INSTRUMENTS)

Sounds.com es la plataforma en línea de Native Instruments para descargar loops, samples y packs de sonidos para creadores de música de todos los géneros musicales. La beta de Sounds.com se lanzó el 17 de enero de 2018 exclusivamente en los Estados Unidos.

La plataforma ya alberga más de 500.000 sonidos, desde arreglos orquestales hasta pop, rock o trap, y se publican nuevos sonidos diariamente. Los sonidos actuales incluyen loops y contenido de las Machine Expansions de Native Instruments, además de contenido exclusivo de más de 200 creadores, incluidos proveedores líderes como The Loop Loft, MVP Loops y Symphonic Distribution. La simplicidad y la facilidad de uso son fundamentales para la experiencia en Sounds.com, por lo que todos los sonidos se etiquetan y se pueden ordenar fácilmente por género, tonalidad, BPM y otros atributos.

La funcionalidad de búsqueda está impulsada por los propios algoritmos MIR (*Music Information Retrieval*) de Native Instruments, que ayudan a los usuarios a encontrar exactamente lo que necesitan cuando lo necesitan.

Sounds.com está afincado en Los Ángeles y liderado por el director digital de Native Instruments, Matthew Adell, anteriormente conocido por sus roles de liderazgo en Beatport, Napster y Amazon. La plataforma marca la expansión de Native Instruments en el dominio de loops y samples, complementando su cartera de instrumentos y efectos.

Para los proveedores de sonidos, Sounds.com representa una nueva oportunidad comercial significativa. Los proveedores se benefician de la experiencia y alcance de Native Instruments a través de su plataforma y tecnología. En cuanto a los precios, la plataforma ofrece las siguientes opciones:

1) **Cuenta gratuita:** Sonidos gratuitos publicados semanalmente, actualizaciones de las colecciones y descarga gratuita de sonidos seleccionados. Las cuentas gratuitas están disponibles siempre.
2) **Cuenta Essential –** 150 créditos por 9,99€ al mes
3) **Cuenta Pro –** 500 créditos por 19,99€ al mes
4) **Cuenta Ultimate -** 1000 créditos por 29,98€ al mes

9.3.2 – Compañías que ofrecen librerías

9.3.2.1 - NATIVE INSTRUMENTS – KONTAKT

Fundada en 1996 y encabezada por Daniel Haver, director general, y Mate Galic, director de sistemas y presidente, Native Instruments es el líder tecnológico en software, hardware y servicios digitales para productores de música por ordenador. Con unos beneficios que superan los 89 millones de dólares anuales, actualmente, la empresa cuenta con más de 500 empleados en sus sedes de Berlín, Los Ángeles, Toronto, Tokio, Londres, París y Shenzhen. Cuenta con 40 socios internacionales de distribución, lo cual garantiza un amplio público potencial para nuestra librería.

Durante más de 20 años, Native Instruments ha estado en el centro de la innovación musical, intentando hacer realidad la visión de inspirar y empoderar a todos los amantes de la música. Es una compañía de vanguardia, cuyos productos y tecnologías siguen abriendo nuevos horizontes creativos, tanto para profesionales como aficionados. Actualmente, Native Instruments ofrece un ecosistema sin rival compuesto por hardware, software y servicios digitales basados en plataformas potentes como Kontakt, Reaktor, Komplete[278] y Sounds.com[279], que dan servicio a toda la industria con la revolucionaria tecnología Native Kontrol Standard. Todos los productos funcionan en cualquier plataforma y se integran a la perfección con todo el espectro de herramientas modernas de creación e interpretación musical.

Con un precio de 339€, Kontakt (que va por su sexta versión) es la base de una enorme variedad de productos de Native Instruments y la mayor selección de instrumentos sampleados disponible en el mercado. Su potente conjunto de prestaciones ofrece una creatividad inigualable a los desarrolladores, con herramientas punteras de sampling, módulos de efectos, arquitectura modular y scripting avanzado. Permite desarrollar desde recreaciones super precisas de instrumentos reales, hasta nuevos instrumentos únicos, que pueden incluir funciones como secuenciación. La biblioteca de serie incluida dispone de más de 55 GB de instrumentos detallados, creativos y expresivos. Además, permite arrastrar tus propios samples a la interfaz de un instrumento para usar tus propios sonidos. Con Kontakt puedes construir tus propios instrumentos

[278] Esta excepcional variedad de instrumentos virtuales, plug-ins de efectos, interfaces de audio y teclados inteligentes profesionales ha sido diseñada para facilitar la máxima calidad de producción en cualquier género musical. KOMPLETE se ha convertido en una plataforma comercial en sí mismo y ahora representa a más de 85 productos individuales, que aglutinan herramientas creativas emblemáticas como el software modular de diseño sonoro REAKTOR, la plataforma de sampling líder KONTAKT y el estudio de efectos universal digital GUITAR RIG.

[279] Esta plataforma online que ofrece loops, samples y paquetes de sonidos, brinda a los creadores de todos los géneros musicales un acceso a más de 500.000 sonidos de la máxima calidad de más de 200 socios colaboradores.

con potentes opciones de edición de samples y diseño. Por todo ello se ha convertido en la plataforma de referencia para instrumentos de sampling, empleada por los mejores desarrolladores de instrumentos de todo el mundo.

Los instrumentos KONTAKT ofrecen un nivel nunca visto de integración con el hardware y de mejora, tanto para nuestros instrumentos como los creados por terceros. Muchos instrumentos KONTAKT, emplean Native Kontrol Standard® (NKS), el formato ampliado de plug-in de Native Instruments para todos los desarrolladores de instrumentos virtuales. NKS permite una interacción intuitiva y natural entre plug-ins de instrumentos virtuales y dispositivos KOMPLETE KONTROL y MASCHINE, que incluye búsqueda de presets por etiquetas, ejemplos instantáneos de audio, y preasignación de los controles principales al hardware: es la integración definitiva, diseñada por los propios desarrolladores.

En lo que se refiere a las librerías exclusivas de guitarra, Native Intruments tiene ocho librerías, que son de guitarra eléctrica: Guitar Rig 6 Player, Session Guitarist – Electric Vitange, Session Guitarist – Electric Sunburst, Scarbee Funk Guitarist y Session Guitarist – Electric Sunburst Deluxe; guitarra acústica: Session Guitarist – Picked Acoustic, Strummed Acoustic, Strummed Acoustic 2, y guitarra clásica Picked Nylon. Al no tener librerías dedicadas a la guitarra flamenca, vemos interesante la opción de ofrecerles nuestra librería. La empresa Native Instruments ofrece a los creadores de librerías la posibilidad de licenciar sus productos para que se usen en sus samplers como Kontakt o Reaktor. Para que los productos sean utilizables en sus samplers, es decir para su conversión, hay que pagar un canon de 1000 dólares a la compañía.

En el año 2022 Native Instruments se unió a iZotope, Pluin Alliance y Brainworks para formar Soundwide.

9.3.2.2 - SPECTRASONIC - OMNISPHERE

Fundada en 1994 por el compositor de Los Ángeles Eric Persing y su esposa Lorey, Spectrasonics se ha convertido en uno de los líderes en el sector de instrumentos virtuales a nivel mundial. La compañía cuenta con 25 empleados y unas ganancias anuales de 4,5 millones de dólares. Como diseñador de sonido jefe de Roland Corporation desde 1984, Eric ya era conocido en la industria de la música por crear muchos de los sonidos más populares en sus sintetizadores clásicos, incluido el revolucionario Roland D-50. Los instrumentos de la compañía se pueden escuchar en miles de discos de éxito, juegos más vendidos,

programas de televisión populares y películas importantes[280].

En 2008, Spectrasonics lanzó su tecnología de síntesis de software STEAM Engine de última generación con el galardonado Omnisphere, que va ya por la versión 2.8. El motor STEAM completó la transición de la tecnología interna de los instrumentos anteriores y proporciona una base tecnológica sólida para muchas innovaciones futuras de Spectrasonics. Con un precio de 499 dólares, Omnisphere es el proyecto más ambicioso y exitoso de la compañía hasta la fecha. El instrumento combina una amplia variedad de técnicas híbridas de síntesis en tiempo real, una biblioteca de sonidos "psicoacústicos" y muchas características innovadoras que nunca antes se habían visto en ningún otro sintetizador de hardware o software. En palabras de la compañía "*Este galardonado software reúne muchos tipos diferentes de síntesis en un instrumento con un sonido increíble que despertará toda una vida de exploración*."[281] El éxito de Spectrasonics sigue siendo el resultado de su filosofía original: crear productos "*poderosamente simples*" que sean verdaderamente inspiradores y únicos. La empresa cuenta con librerías de guitarra como Acoustic, Guitar Folk, Guitar Effect, Celtic Atmospheres, Nylon Sky o Guitar of Omnisphere 2.1, pero ninguna guitarra flamenca entre ellas.

9.3.2.3 - EAST WEST - PLAY

Fundada en 1988 y con base en Hollywood (California), East West cuenta con 200 empleados y es uno de los productores más importantes de instrumentos virtuales (software) del mundo. El fundador y productor Doug Rogers tiene más de 35 años de experiencia en la industria del audio. En 1997 se asoció con el compositor y productor Nick Phoenix para establecer el sello Quantum Leap, una subsidiaria de EastWest, para producir instrumentos virtuales de alta calidad. En 2006, EastWest compró los legendarios Cello Studios (antes United Western Recorders) en Sunset Boulevard en Hollywood, renombrando EastWest Studios[282]. En los últimos 7 años, la música grabada o mezclada en los estudios ha dado lugar a 121 nominaciones al Grammy, más que cualquier otro estudio del mundo. Remodelado por el diseñador Philippe Starck, Easy West Studios alberga cinco estudios de grabación y es la sede mundial de EastWest. Además, la compañía opera divisiones de desarrollo de software y sonido en Hollywood, EE. UU.; y Berlín, Hamburgo y Munich, Alemania.

[280] https://www.spectrasonics.net/company/index.php
[281] https://www.spectrasonics.net/products/omnisphere/
[282] EASTWEST STUDIOS (formerly United Western Recorders) 6000 Sunset Boulevard was founded by Bill Putnam in 1961 with funding from Bing Crosby and Frank Sinatra.

En el año 2015, la compañía lanzó el primer servicio de suscripción en la industria, Composer Cloud, que redujo drásticamente el acceso a más de 9,000 instrumentos virtuales. En palabras de la compañía "*Composer Cloud está diseñado para brindar a los compositores, músicos, productores y compositores acceso instantáneo a los más de 9.000 instrumentos virtuales galardonados, en cualquier momento y en cualquier lugar, por un bajo costo mensual de 19,99dólares."*[283]

La compañía cuenta con su propia estación de trabajo llamada Play (que va por la versión 6). Es compatible con Windows XP y Vista (incluidos los de 64 bits) y Mac OS X Universal Binary y funciona como plugin (VST, Audio Units y RTAS) y stand alone. El género flamenco ha sido incluido en su librería Gipsy en la que encontramos, entre otros instrumentos, una guitarra flamenca en la que destacan sus ejecuciones melódicas y rasgueados nítidos.

9.3.2.4 - VIENNA INSTRUMENTS – VIENNA INSTRUMENTS PRO

Fundada en 2000 por Herb Tucmandl[284], Vienna Symphonic Library es un desarrollador de software e instrumentos virtuales basado en la investigación y con sede en Viena, Austria. La compañía tiene 101 empleados y unos beneficios anuales de 19,5 millones de dólares[285]. Desde sus inicios, el enfoque del fundador fue bastante innovador, ya que Herb no solo quería grabar notas individuales, sino también transiciones de notas, lo que permitiría una interpretación viva y creíble. Las grabaciones incluirían una amplia variedad de articulaciones como legato, repeticiones, trinos, ejecuciones rápidas, arpegios, armónicos, aleteo de lenguas, grupos y mucho más. Mientras que las bibliotecas de muestras convencionales más grandes en ese momento ofrecían solo 6,000 muestras para replicar una orquesta completa, Herb desarrolló una estructura de más de un millón de notas simples y frases cortas.

Hasta la fecha la compañía ha grabado y publicado más de tres millones de muestras de casi todos los instrumentos de la orquesta sinfónica, coro y más. Con más de dos terabytes de sonido de alta resolución, es, con mucho, la base de datos de muestras más grande jamás creada por una sola compañía. Según la propia compañía, "*la creación de música no debe estar limitada por la tecnología ni influenciada por los conocimientos informáticos del usuario. La tecnología debería mejorar el flujo de ideas musicales y simplificar la realización. Incluso con todos estos logros, lo que realmente cuenta es la música. Nuestro*

[283] https://www.pro-tools-expert.com/home-page/2015/4/20/eastwest-launches-composer-cloud-intro-offer-for-all-libraries
[284] "Composing with sample libraries is 1% creativity and 99% damage control ".
[285] https://www.datanyze.com/companies/vienna-symphonic-library/127288290

objetivo siempre ha sido crear los instrumentos virtuales más avanzados para ayudar a compositores, orquestadores y productores musicales a realizar sus visiones, transmitir sus ideas y hacerse oír. Estamos escuchando con humildad y agradecimiento la música que crea nuestra comunidad mundial de usuarios. En nuestra pasión por la música, continuamos innovando, inspirando a los artistas y emocionándolos para que transformen sus ideas musicales en realidad."[286]

A finales del 2005, VSL introdujo en el mercado Vienna Instruments, un motor de reproducción de muestras patentado, integrando algoritmos de rendimiento inteligentes con sus instrumentos enchufables VST / AU / AAX fáciles de usar para orquestar una inconcebible variedad de muestras. Además de Vienna Instruments, la compañía ha desarrollado diferentes softwares tales como Vienna Ensemble Pro (2009), Vienna MIR Pro (2005), Vienna Suite (2008) y Vienna Synchron Player (2017).

Entre sus múltiples instrumentos virtuales, cuenta con una guitarra clásica, Virtual Concert Guitar (59€ - 108€), que destaca por su sonido equilibrado y homogéneo le permite mantenerse firme como instrumento solista y como acompañamiento.

9.3.2.5 – UVI – UVI WORKSTATION

Fundada en 1987 en Paris (Francia), UVI es una empresa desarrolladora de instrumentos virtuales, efectos y software premium para la producción de audio profesional. En la actualidad está liderada por los desarrolladores Olivier Tristan y Remy Muller, cuenta con 33 empleados y unos beneficios de 6.2 millones de dólares.[287] Como socio tecnológico clave, UVI ha trabajado con muchas empresas para habilitar instrumentos de software innovadores con el renombrado UVI Engine. Con más de 50 lanzamientos que van desde dispositivos móviles hasta computadoras de escritorio, los productos UVI son utilizados por muchos de los principales compositores, productores, diseñadores de sonido y músicos de la actualidad, y se escuchan en numerosos discos exitosos, películas y partituras de TV y juegos. En palabras de la compañía, "*aprovechamos la síntesis de vanguardia, la investigación DSP y el diseño para proporcionar herramientas únicas y expresivas para músicos y profesionales del audio. Nuestro objetivo es ayudarlo a lograr el sonido de la más alta calidad posible con soluciones innovadoras y confiables. Puede escuchar nuestro trabajo en todo el mundo en*

[286] https://www.vsl.co.at/en
[287] https://www.datanyze.com/companies/uvi-workstation/347978999

espectáculos en vivo, récords de éxito, películas de gran éxito y juegos AAA. UVI cuenta con distribuidores en Estados Unidos, Japón y Taiwan, Corea y China." [288]

La compañía ha desarrollado su propia estación de trabajo, denominado UVI Workstation; un instrumento multi-tímbrico gratuito disponible tanto en formato independiente como en formato de plug-in que proporciona más de 40 efectos integrados, un arpegiador personalizable, partes ilimitadas, características de rendimiento en vivo y un flujo de trabajo en tiempo real para todos los bancos de sonido UVI. Desde sintetizadores clásicos, samplers y cajas de ritmos hasta pianos de cola, coros y orquestas, UVI Workstation es la puerta de acceso a una nueva experiencia sónica.

UVI es compatible en Mac OS 10.9 Mavericks a macOS 10.15 Catalina (64-bit), Windows 8 to Windows 10 (64-bit) en los sequenciadores Digital Performer 8, Pro Tools 11, Logic Pro X, Cubase 7, Nuendo 6, Ableton Live 8, Studio One 2, Garage Band 6, Maschine 1 & 2, Tracktion 4, Vienna Ensemble 5, Reaper 4, Sonar X3, Main Stage 3, MuLab 5.5, FL Studio, Bitwig 1, Reason 9.5. Soporta los plugins Audio Units, AAX, VST y Stand-alone.

Por otro lado, la compañía UVI ha desarrollado un instrumento híbrido de síntesis llamado Falcon. Con un precio de 349€, Falcon representa el pináculo del diseño de instrumentos híbridos, permitiendo el uso sin restricciones y la estratificación de osciladores, efectos, generadores de modulación y procesadores de eventos para un potencial de diseño de sonido casi ilimitado. Falcon ofrece una operación nativa de 64 bits en formatos autónomos y plug-ins, admite configuraciones envolventes de hasta 10.2 canales, es compatible con todos los bancos de sonido UVI y permite la autorización simultánea en hasta 3 computadoras con llaves iLok.

UVI ofrece la posibilidad a desarrolladores externos de crear o licenciar librerías para UVI Engine sin coste o canon alguno. Es lo que se denomina "*third party developers*", entre los que se encuentran VI LABS, Acoustic Samples o PSOUND entre otros.

[288] https://www.uvi.net

9.4 – Plan de acción y estrategia de venta

El plan de acción del presente trabajo de investigación, que hemos realizado a tiempo completo, lo hemos estructurado asignando tareas y objetivos concretos a cada uno de los tres años que dura el mismo.

El primer año de doctorado lo dedicamos exclusivamente a la investigación y estudio de los principios teóricos que constituirían la base de nuestra tesis doctoral. Esto incluía recabar y estudiar la bibliografía pertinente en relación a la historia, organología, técnicas interpretativas, acústica, timbre y características sónicas de la guitarra. También enumeramos las compañías líderes en el sector de instrumentos virtuales y sample packs (enumeradas en el Plan de Marketing) y procedimos al estudio de su catálogo con objeto de conocer los productos que habían comercializado hasta el momento en el campo de la guitarra, en sus distintas vertientes. Tras percatarnos de que la guitarra flamenca no figuraba en la mayoría de ellos, hicimos una primera ronda de contactos con dichas compañías a modo de notificación de este proyecto incipiente en el que estábamos trabajando. Esto nos sirvió para ver como reaccionaban y comenzar a construir una relación con ellas. Si bien podríamos haber esperado a tener terminados nuestros productos para esto, corríamos el riesgo de no llegar a cumplir a tiempo nuestros objetivos, dado que estas compañías reciben muchas solicitudes de este tipo, y el tiempo de respuesta suele rondar los seis meses o más. Asimismo, esto nos ayudó a conocer la política y procedimientos que tiene cada compañía en relación a los envíos de desarrolladores externos. Aspectos como los posibles cánones a pagar, reparto de royalties, cesión de derechos etc. fueron objeto de esta investigación.

Durante el segundo año nos centramos en el estudio de las técnicas de fabricación de instrumentos virtuales, tanto de síntesis como de muestreo, con objeto de determinar cuál de ella emplearíamos en nuestros productos. Esta investigación dio lugar a nuestro primer artículo científico "*Diseño de instrumentos virtuales: El caso de la guitarra flamenca*".

Comenzamos a su vez a analizar los diferentes sample packs y librerías existentes en el mercado para tener una visión global de lo que se estaba ofreciendo y en qué medida podíamos mejorar o diferenciarnos de la oferta existente en el mismo. A medida que íbamos analizando los productos íbamos anotando y comenzando a esbozar los primeros diseños de nuestro instrumento virtual, así como una primera idea de la cantidad y tipos de samples que debería incluir nuestro sample pack de guitarra flamenca.

Este análisis concluyó el tercer año de investigación, en el cual terminamos de diseñar nuestra librería y procedimos a la grabación y fabricación del sample pack "*Authentic Flamenco Guitar*". Dada nuestra poca experiencia en el campo de la producción, hicimos una serie de entrevistas a algunos de los mejores ingenieros de sonido de España especializados en la producción de guitarras flamencas. Con ellos, realizamos todo el proceso de grabación, edición, mezcla y masterización, el cual nos ocupó tres meses. Asimismo, la empresa Mass Acoustics de Barcelona nos ayudó a realizar un tratamiento acústico idóneo para nuestra sala.

Además del diseño y fabricación de nuestros productos, durante el tercer año de investigación obtuvimos la beca Fulbright para hacer una residencia predoctoral de seis meses en la universidad NYU Steinhardt University de Nueva York, donde tuvimos la oportunidad de experimentar con modelos híbridos de síntesis y sampling a través del lenguaje de programación gráfica MAX MSP. Esta investigación nos abrió nuevos caminos de creación de instrumentos virtuales ampliando las funcionalidades de la guitarra flamenca de cara al futuro.

En cuanto a la estrategia de venta, nuestra filosofía ha sido la de construir una relación duradera y de confianza con nuestros clientes potenciales desde un inicio. En sus respectivas páginas web, estas compañías ofrecen a desarrolladores externos (*third party developers*) la posibilidad de contactar con ellos a través de correo electrónico, lo cual comenzamos a hacer, como se ha explicado anteriormente, desde el primer año de investigación. Generalmente las compañías requieren que los productores envíen una pequeña biografía, trabajos realizados, así como el/los géneros en los que se especializan, explicación, enfoque del producto, y demo del sample pack.

En el caso del sample pack, los primeros correos fueron a modo de presentación, dado que no teníamos todavía la demo y el enfoque del producto totalmente definidos. Sin embargo, el *feedback* que obtuvimos fue mejor de lo esperado, y algunas de estas compañías se mostraron interesadas y apoyaron nuestra iniciativa desde un primer momento. Con ellas fuimos definiendo paulatinamente el concepto que íbamos a trabajar, dejándonos un amplio margen de libertad en hacer sugerencias y recomendaciones basadas en nuestra experiencia y conocimiento previo del instrumento. Esta relación fue a más hasta que finalmente tuvimos el producto terminado, con su respectiva demo y dossier explicativo. Este fue el momento donde las compañías pudieron escuchar el trabajo terminado, tras lo cual recibimos las ofertas de colaboración pertinentes y tomamos la decisión de con cuál de ellas establecer una colaboración.

El proceso de venta fue análogo en el caso de la librería, pero un poco más complejo de materializar dado que no llegamos a tener una grabación de la misma. Fuimos conscientes desde un inicio que no nos sería posible hacer tal inversión de dinero y tiempo si queríamos cumplir con nuestros objetivos a tiempo. Nuestra intención en este caso era la de presentar nuestro diseño a estas compañías con tal de que se involucraran en el proceso de programación y desarrollo del mismo. El hecho de no incluir una muestra de nuestro instrumento virtual ocasionó que alguna de las compañías perdiera el interés en el producto, lo cual no nos desanimó en absoluto. Seguimos trabajando en pro de conseguir nuestro objetivo y a día de hoy podemos decir que el esfuerzo no fue en vano, como veremos en el apartado de control de resultados.

9.5 – Seguimiento y control de los resultados

Tras contactar con todas las compañías nombradas en el Plan de Marketing hemos llegado a un acuerdo comercial con dos de ellas. La compañía que mayor interés mostró desde un inicio en la librería de guitarra flamenca fue la empresa UVI. Para nuestra sorpresa, tras enviarles un primer correo explicativo sobre nuestro proyecto, la compañía nos regaló su aclamado sintetizador Falcon, como muestra de apoyo e interés en el tipo de producto que estábamos diseñando. Nos indicaron que "*nunca habían conocido a nadie que hiciera una tesis doctoral dedicada al diseño de un instrumento virtual*", y que "*creían profundamente en el potencial del producto*".

Tras este primer contacto, que tuvo lugar durante el primer año de investigación, seguimos en contacto con ellos periódicamente, manteniéndoles al tanto de nuestros progresos. Una vez terminamos el diseño de nuestro instrumento virtual, hemos acordado proceder a la grabación del mismo el año siguiente a la presentación de la tesis doctoral. Será entonces cuando dispongamos del tiempo necesario para realizar con éxito dicha tarea. Nosotros nos encargaremos de la grabación, edición, mezcla y masterización de la librería, y la programación lo llevarán a cabo los desarrolladores de la compañía, con tal de integrarlo en su plataforma UVI Workstation.

En cuanto al sample pack, al final hemos licenciado el producto a Loop Masters, a cambio de royalties por venta. Durante el proceso de marketing hubo otra empresa, Arturia, que nos ofreció comprarnos los samples para incorporarlo a su instrumento Pigments, pero creemos que es mejor la opción que nos ha ofrecido Loop Masters, por la cual el pack se va a vender independientemente a cambio de un porcentaje por los ingresos de venta generados. Un aspecto adicional que ha determinado nuestra decisión es que, junto al equipo de desarrolladores de Loop Masters hemos acordado crear un nuevo sello llamado "Flamenco Roots", y comenzar una colaboración produciendo sample packs de flamenco a medio-largo plazo. El primer trabajo que realizaremos con este sello es el de fabricar sample packs de guitarra flamenca organizados por palos, es decir, un sample pack por solea, otro por bulerias, otro por alegrías, y así sucesivamente hasta cubrir los palos más importantes del género y que tengan una mayor salida en el mercado de la composición audiovisual. Además de esto, realizaremos sample packs en los que crearemos guitarras flamencas para géneros comerciales como el EDM, Hip-Hop, House o música electrónica. Con estos dos horizontes y líneas de creación creemos que podremos cubrir la creciente demanda existente en el mercado para este tipo de productos. Con estos resultados a la vista, consideramos que el objetivo del

trabajo de investigación se ha cumplido con éxito y hemos creado una línea de trabajo interesante y con potencial de crecimiento de cara al futuro.

10 – CONCLUSIONES DEL ESTUDIO Y FUTUROS TRABAJOS

El timbre de la guitarra flamenca se caracteriza por ser un sonido fuerte, rajado y brillante, con un ataque rápido en la vibración de la tapa armónica y una fuerte presencia en el rango medio de frecuencias. Este sonido se produce fruto de que los guitarristas flamencos, a diferencia de los guitarristas clásicos, posicionan la mano derecha entre la boca y el puente de la guitarra. Las técnicas propias del género como la alzapúa, el golpe o el rasgueo dotan al instrumento de un carácter rítmico y percusivo fundamental, lo cual está condicionado por su labor histórica de acompañamiento al cante y al baile. Su capacidad expresiva hace que genere un rango dinámico muy amplio, con la interacción de pasajes que van desde el *piano* al *forte* en un muy corto espacio de tiempo. Es un instrumento de mucha personalidad, cuyo sonido se irradia como resultado de un componente vibratorio y acústico.

La tapa armónica es el elemento más importe de la guitarra en lo que a la propagación del sonido se refiere, el cual comienza en las cuerdas, que actúan como osciladores. Las cuerdas pulsadas generan energía vibratoria que se transmite a la tapa armónica y al puente, que, a su vez, comparten esta energía con el fondo, los aros y la caja de resonancia, la cual en última instancia sale por la boca. En este proceso se produce una interacción entre muchas de las partes de la guitarra, lo cual hace que el modelado de este instrumento sea especialmente complejo.

A día de hoy y considerando las posibilidades que la tecnología nos ofrece, las técnicas de síntesis no generan un sonido lo suficientemente realista como para sustituir a una guitarra flamenca en su versión acústica. Esto se debe a que estas técnicas emplean una descripción matemática del sonido basada en algoritmos y modelos matemáticos que no han conseguido plasmar el comportamiento e imagen real del instrumento en su totalidad. La guitarra flamenca presenta numerosas variables en cada nota, entre las cuales destacan la cantidad de uña y yema que empleemos en el ataque de la cuerda, cambios en la envolvente sonora, distintas dinámicas y articulaciones, posición y comportamiento de la mano derecha en función de la técnica de ejecutemos, y el hecho de que una misma nota se encuentre en tres o cuatro puntos diferentes del diapasón. Esto ocasiona que si queremos modelar el instrumento a través de alguna de las

técnicas de síntesis analizadas necesitaríamos una cantidad ingente de algoritmos que acabarían por agotar la memoria y capacidad de procesamiento del ordenador. Asimismo, el problema de los modelos de síntesis radica en el control del proceso de síntesis, sobre todo en lo que se refiere a parámetros que intervienen en el discurso musical, dado que la mayoría de algoritmos se derivan heurísticamente y no guardan relación alguna con el proceso real de generación del sonido. Es por ello que las técnicas de síntesis generan resultados menos satisfactorios para la interpretación musical que aquellos generados con técnicas de sampling. Esta es la razón por la cual es más difícil sintetizar sonidos preexistentes como los de la guitarra, que producir sonidos abstractos, es decir, sonidos que nuestra percepción no puede relacionar con un mecanismo de producción o imaginar una fuente para ellos. Por otra parte, las técnicas de síntesis nos permiten generar nuevos timbres desde cero o manipular y moldear, con la imaginación como único límite, sonidos preexistentes. La flexibilidad y versatilidad de estas son, por tanto, una de las ventajas de las técnicas de síntesis con respecto a la técnica de sampling. Esto explica que las técnicas de síntesis se utilicen profusamente para la generación de nuevos sonidos en música electrónica, Hip Hop o EDM entre otros.

Por otro lado, las principales ventajas de la técnica de sampling sobre las técnicas de síntesis son su realismo y "fidelidad estática" (Smith 2010, 5). Esto significa que la calidad del sonido que genera está únicamente limitada por la calidad del sonido grabado. Dado que cualquier sonido producido por un instrumento puede ser grabado, no existen limitaciones en este sentido. La naturaleza misma de este tipo de síntesis alberga al mismo tiempo sus principales inconvenientes, que la tecnología existente a día de hoy no es capaz de solventar de la manera deseable. El principal inconveniente es que el sonido inmediato al ataque de la tecla suena bastante artificial. Debemos tener en cuenta que cuando un guitarrista ejecuta una frase, la pulsación de cada nota es única y está sujeta al contexto musical. Dado que este método requiere de una gran cantidad de datos, solo unos pocos segundos son grabados de cada muestra. Tras el ataque, la forma de onda se reconstruye mediante repetición de la sección estacionaria del tono. Por consiguiente, la amplitud y la evolución del timbre deben simularse mediante un generador de envolvente y un filtro variante con el tiempo (Gómez y Clemente 2004, 54). Además, las técnicas de compresión utilizadas para almacenar tal cantidad de datos tienden a degradar la calidad del sonido percibido.

Dado que mediante esta técnica se sintetizan las notas separadamente, los fenómenos físicos como la transferencia de energía entre cuerdas y la interacción de armónicos entre las mismas no son tenidos en cuenta[289]. Asimismo, dada su naturaleza estática, es incapaz de recrear la interacción tan profunda que

[289] Este problema denominado en inglés "*Modelling note-to-note Transitions*" fue objeto de estudio en la tesis doctoral de John Strawn en la Universidad de Stanford (1985)

existe entre el instrumentista y el instrumento, más allá de la simple recreación de un sonido invariable[290]. Otras de las desventajas de esta técnica incluyen el alto consumo de memoria RAM y el altísimo coste o inversión económica necesaria para conseguir un control total sobre el instrumento. En nuestro proceso de grabación de una guitarra hemos comprobado que solo para plasmar la técnica del picado necesitamos 5280 muestras. Si quisiéramos plasmar toda la guitarra deberíamos de rondar alrededor de 25.000 – 30.000 muestras. Esto supondría una gran cantidad de trabajo, tiempo y energía por parte del intérprete para conseguir dotar al instrumento virtual de las propiedades expresivas del instrumento real en toda su tesitura o rango sonoro[291]. Estos son, a mi entender los motivos por los cuales hasta el día de hoy ninguna compañía del sector ha encarado el proceso de grabar un instrumento de estas características.

A pesar de los inconvenientes que plantea la técnica de sampling y considerando el punto en el que se encuentra la síntesis a día de hoy, considero que esta es la técnica más adecuada para generar un instrumento virtual de guitarra flamenca, dado que genera resultados más realistas y con mayor fidelidad que aquellos generados a partir de la síntesis del sonido. Una posible solución para subsanar la necesidad de un gran número de muestras necesarias sería la de desarrollar dos instrumentos virtuales independientes pero complementarios; el primero de ellos que plasme la guitarra flamenca en segundo plano, que albergue técnicas relacionadas con el acompañamiento como rasgueos, golpes y arpegios; y otra guitarra en primer plano en la que sean protagonistas las técnicas de índole más melódica como el picado, el tremolo y el pulgar. De esta manera disminuiríamos la cantidad de muestras necesarias y en procesamiento. Así, ahorraríamos en tiempo de grabación y recursos necesarios para cada librería. Esta fórmula ha sido seguida recientemente por la compañía Native Instruments en su serie *Session Guitarist* con librerías de guitarra acústica como *Strumming Acoustic* (para acompañamiento) y *Picked Acoustic* (carácter más melódico y de guitarra solista).

Sin embargo, el mero hecho de emplear esta técnica no nos garantiza el éxito, ya que sin un profundo conocimiento del sonido, interpretación, técnicas, comportamiento y contexto musical del propio género flamenco no llegaremos a plasmar la realidad de este instrumento. A su vez, en el proceso de grabación y programación de la librería estaremos supeditados a las limitaciones tecnológicas del momento, por lo que deberemos de hacer uso de los medios, formatos y técnicas más avanzadas que nos permitan subsanar dichos errores en la medida en la que nos sea posible.

[290] GÓMEZ DÍAZ-PINÉS, Daniel, *Síntesis Digital de Instrumentos Musicales, Síntesis Digital de Pianos Electrónicos*, Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones, 2004
[291] https://ccrma.stanford.edu/~jos/jnmr/Sampling_Synthesis.html

Como futuros trabajos, nos planteamos los siguientes:

1) Grabar librería de guitarra flamenca para la empresa UVI. Nos hemos propuesto grabar en un plazo de tres años, compaginando esta labor con la comercialización de otros productos, como vemos en el siguiente punto
2) Grabar los ample packs y desarollar VST por palos flamencos en lugar de entera. Por un lado, guitarra de acompañamiento y luego guitarra solista.
3) Grabar sample packs y VST de guitarra flamenca aptos para géneros comerciales como hip hop, rnb, EDM y música electrónica.
4) Empezar un sello llamado Flamenco Roots para la producción de sample packs en el género flamenco. Con la colaboración de Loop Masters
5) Por otro lado, expandir las posibilidades tímbricas y de interpretación que nos ofrece la guitarra flamenca a través de técnicas de síntesis, creando así un modelo híbrido entre acústica y computadoras y también técnicas de diseño sonoro. MAX MSP, Alchemy y Omnisphere. Durante mi estancia como becario Fulbright en la universidad NYU Steindhart he estado trabajando sobre este punto bajo la supervisión del Dr. Tae Hong Park.

11 - BIBLIOGRAFÍA

ÁNGEL CALAHORRO ARJONA, Manuel, *La Metodología Tradicional de Enseñanza en los Tratados de Guitarra Flamenca del Siglo XX*, Música oral del sur, número 14, 2017

ALEJANDRO TORRES, Jesús y RUIZ BOULLOSA, Ricardo, *Identificación a Simple Vista de Patrones de Vibración de una Tapa de Guitarra*, Universidad Autónoma de México, 2008

BAKOGIANNIS, Konatantinos, POLYCHRONOPOULOS, Spyros, MARINI, Dimitra, KOUROUPETROGLOU, Georgios, *Audio Enhancement of Physical Models of Musical Instruments Using Optimal Correction Factors: The Recorded Case*, MDPI, 2021

BUHLAL CLEMENTE, Jose Antonio, *El contenido melódico en la enseñanza de la guitarra*, tesis doctoral, Universidad de Murcia, 2002, 76.

BUSTINS MOLINA, Denis, *Estudio Cuantitativo de la Calidad Sonora de la Guitarra Española*, Universidad Politécnica de Barcelona, 2017

CABRERA IRTIZ, Juan Gabriel, *Acústica y Fundamentos del Sonido*, Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Bogotá, 2010

CASTRO MARTÍN, María Jesús, 2014. *La guitarra flamenca en el siglo XIX. Seis obras originales para cuarteto de guitarras flamencas*, p. 9-10. Madrid: RGB Arte Visual

CHACÓN TENLLADO, José Ángel, *La Guitarra en la Luthería*.

DALY, Camden, *Recording Sounds and Instruments for Sample Libraries*, California State University, 2021.

DIAZ SOTO, Roberto y ALCARAZ IBORRA, Mario, *La Guitarra: Historia, Organología y Repertorio*, Editorial Club Universitario

D. ROSSING, Thomas, *The Science of String Instruments*, Stanford University, Stanford, 2010.

Enciclopedia de la guitarra, editado por Francisco Herrera Pauner (Valencia: Piles, 1988), 225.

Enrico Barbareschi y Francesco Giamminola, *Curso de Guitarra Clásica,* Barcelona, Editorial De Vecchi, 1996, 31-2.

EVANS, Tom y EVANS, Mary Anne, *Guitars. Music, History, Construction and Players from the*

Renaissance to Rock, Hampshire: Paddington Press LTD, 1977, p. 56.

Fletcher, N. and Rossing, T, *The Physics of Musical Instruments,* 2nd ed.,1998, Springer-Verlag New York Inc.

FUENTES CUESTA, José María, *Introducción al Varetaje de la Guitarra Moderna en la Segunda Mitad del Siglo XX*

FUOC, *Síntesis Digital de Sonido*, Música y Sistemas Acústicos: Módulo 4.

GÓMEZ DÍAZ-PINÉS, Daniel, *Síntesis Digital de Instrumentos Musicales, Síntesis Digital de Pianos Electrónicos*, Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones, 2004

H. ROBERTS, William, *Physics and Psychoacoustics of Plucked-String Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2015.

HOSKEN, Dan, *An Introduction to Music Technology*, Universidad de California, Northridge, Editorial Routledge, 2011

JAVIER RUIZ MATA, Francisco, *Recorrido Pedagógico a través de la Guitarra Renacentista*, Córdoba, 2010.

JAVIER RUZ MATA, Francisco, *Análisis Didáctico del Sonido y de la Tímbrica de la Guitarra*, Córdoba

JAVIER EIRAS TOJO, Francisco, *Las formas y los estilos en el lenguaje guitarrístico desde Alonso Mudarra hasta Leo Brower a través de los autores más representativos. Propuestas de aplicación docente en las enseñanzas especiales de música*, Universidad de Vigo, Vigo, 2017

J. LEWIS, Wanda and R. SMITH, James, *The Effect of String Tensions Variation on the Tonal Response of a Classical Guitar*, The Warwick Research Journal, University of Warwick. 2014.

JORDA PUIG, Sergi, *Audio Digital y MIDI*, Guías Monográficas Anaya Multimedia, Madrid, 1997

K.P. Naveen, Reddy, Y. Geyavalli, D. Sujani, S. M. Rajesh, *Comparison of Programming Languages: Review*, Gandhi Institute of Technology and Management, Bangalore, 2018.

L. ROMANILLOS, José, *Antonio de Torres: Guitarrero, su Vida y Obra*, 3ra Edición, Instituto de Estudios Almerienses. 2020

LUIS FERRER MOLINA, Juan, *Heterodoxias de la Guitarra desde 1960 hasta 2015: Patrones de Usos y de Proyectos Propios*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.

McKAY, Cory, *A Survey of Physical Modelling Techniques for Synthesizing the Classical Guitar*, McGill University

MARTÍNEZ-ZORRILLA, David, *Synthetizers: A Brief Introduction*, Research Gate, 2008.

MAURICIO RINCÓN RAIGOZA, Johan y AUGUSTO ROMÁN Cesar, *Plugins VST Efectos De Sonido Para Las Estaciones De Trabajo*, Universidad de Cali, 2020

MELENCHÓN SÁNCHEZ, Sebastián, *Curso de Luthería de Guitarra Española*

MERINO DE LA FUENTE, Jose Mariano, *Las Vibraciones de la Música*, ECU, Editorial Club Universitario, Alicante.

MILES HUBER, David, *Modern Recording Techniques*, 9th Edition, Routledge, 2018.

MORALES PEINADO, Inma, *Aspectos Evolutivos de la Guitarra Flamenca en el Siglo XX: Interacción con el Cante y el Baile*, tesis doctoral, Universidad de Sevilla, 2017

OLAND, Anders y DANNENBERG B., Roger, *FM Synthesis*, Carnegie Mellon University

PERRY Ian, *Sound Radiation Measurements on Guitars and Other Stringed Musical Instruments*, Thesis, Cardiff University, 2014.

Poren, D. E. *Paco de Lucía y familia: El Plan Maestro.* Sociedad de Estudios Españoles. Madrid, 1992.

RODRIGUEZ CASTILLO, Ramonet, *Técnicas de Ejecución de la Guitarra Flamenca: Historia, Desarrollo, Aporte y Mecanismos*, Universidad de Costa Rica, 2015

RAMOS ALTAMIRA, Ignacio, *Historia de la Guitarra y los Guitarristas Españoles*, Editorial Club Universitario, Alicante, 2005.

RADOLE Giuseppe, *Luito, chitarra e vihueloa. Storia e letteratura,* Milán, Edizioni Suvini, 1979, 93.

RUMSEY, Francis y McCORMICK, Tim, *Sound and Recording*, Fifth Edition, Focal Press, 2006

RUSS, Martin, *Sound Synthesis and Sampling*, Third Edition, 2009.

SALMI, Juho, *Using Sample-Based Virtual Instruments to Produce Orchestral Strings in Film Music*, Thesis, 2018.

SANTOS, Yago, *Flamenco Guitar*, Hal Leonard Corporation, 2021

SAVAGE, Steve, *The Art of Digital Audio Recording*, Oxford University Press, 2011.

SURESHBABU, Y., *A Critique on Digital Transformation of Music Production Using Virtual Sound Technology (VST)*, Research Article, Sri Eshwar College of Engineering, Coimbatore.

TANEV George and BOZINOVSKI Adrijan, *Virtual Studio Technology and its Application in Digital Music Production*, University American College Skopje, Macedonia, 2013.

TORRES CORTÉS, Norberto, *El Estilo "Rasgueado" de la Guitarra Barroca y su Influencia en la Guitarra Flamenca: Fuentes Escritas y Musicales, Siglo XVII*, Revista de investigación sobre Flamenco, 2012

TORRES, Norberto, *De lo Popular a lo Flamenco: Aspectos Musicológicos y Culturales de la Guitarra Flamenca*, Tesis Doctoral, 2009.

TORRES, Norberto, *La Evolución de los Toques Flamencos: Desde el Fandango Dieciochesco "Por Medio", Hasta los Toques Mineros del Siglo XX*, Revista de Investigación sobre Flamenco, 2010.

TORRES, Norberto, *Historia de la Guitarra Flamenca: El Surco, el Ritmo y el Compás*, Editorial Almuzara, Segunda Edición, 2010.

TORRES TORRES, Jesús Alejandro, *El Puente, Modos de Vibración y Radiación Sonora en Frecuencias Medias de la Guitarra Clásica*, Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.

Téllez, J. J. *Paco de Lucía: Retrato de Familia con Guitarra*. Quasyeditorial. Sevilla, 1994.

UNED, *MIDI y Síntesis de Audio Tecnología de los Contenidos Multimedia*, Máster en Comunicaciones, Redes y Gestión de Contenidos

VALIMAKI, Vesa and TAKALA, Tapio, *Virtual Musical Instruments; Natural Sound Using Physical Models*, Organised Sound 1(02):75-86, 1996.

VÁZQUEZ RIOJA, Eusebio, *La Emancipación del Guitarrista*. En NAVARRO GARCÍA, José Luis y ROPERO NÚÑEZ, José Miguel, *Historia del Flamenco*. Vol. II, Sevilla: Tartessos, 1995, pp.35-36.

VEGA BLAS, José, *El Maestro Patiño*…op. Cit. Pp-144-145.

VILANOVA ÁNGELES, Santiago, *Análisis de Audio*, Universitat Oberta de Catalunya,

WANG, Ge, *A History of Programming and Music*, Cambridge Companion to Electronic Music, Cambridge University Press, 2008.

WOLFE, Joe, *How does the Guitar Work*, Music Acoustics, University of New South Wales, Sidney,

YUN, Yoemun and CHA, Si-Ho, *Designing Virtual Instruments for Computer Music*, International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Chungwoon University, 2013