

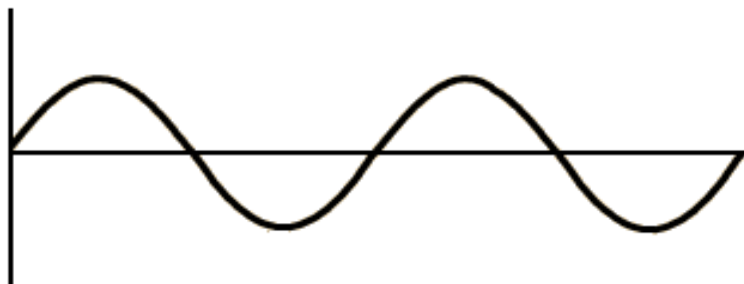
## ANEXO I

### *Oscilograma*

Para ayudar en el estudio de los movimientos vibratorios, los físicos dibujan unos gráficos trazando el modelo de movimiento vibratorio en el dominio del tiempo. Este proceso recibe el nombre de descomposición o análisis de Fourier del sonido de un instrumento musical o de cualquier otra función periódica en su seno constituyente u ondas de coseno. Con este proceso es posible caracterizar la onda sonora en términos de las amplitudes de las ondas de seno que lo constituyen.

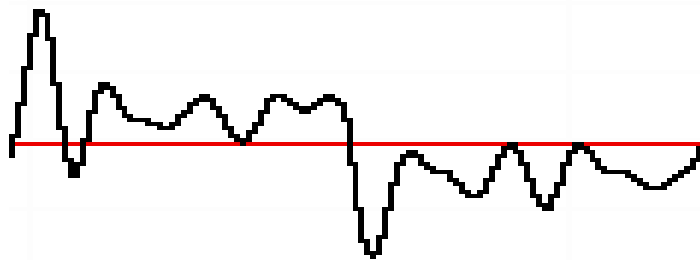
A partir de esta descomposición, se obtienen una serie de números que representan el contenido armónico del sonido, lo que se conoce como el *espectro armónico* del sonido. El contenido armónico define la calidad tonal de un instrumento musical.

Diferentes tipos de vibración presentan formas de onda distintas. La vibración de una frecuencia sola corresponde a una línea ondulada de curvatura muy regular y lisa, conocida como *onda senoidal o de seno* (fig. I.1), que proviene, por tanto, de sonidos puros, esto es, carente de armónicos.



*Fig. I.1 Onda senoidal*

Sin embargo, aunque el músico puede imaginar una partícula de aire vibrando hacia adelante y hacia atrás en una frecuencia particular, es difícil entender cómo una partícula sola puede vibrar en dos o más frecuencias simultáneamente. Para expresar la vibración de frecuencia múltiple la partícula efectúa un movimiento complejo que matemáticamente puede ser interpretado como la suma algebraica de sus frecuencias constitutivas. Este tipo de ondas, denominadas *no senoidales* (fig. I.2) son las que provienen de sonidos complejos, es decir, contienen determinados armónicos de la frecuencia fundamental. La suma algebraica de cada una de las ondas senoidales de estos componentes da como resultado este tipo de onda asimétrica. Estas son, generalmente, las que derivan de los sonidos emitidos por los instrumentos musicales.



*Fig. I.2 Onda no senoidal*

Las ondas no senoidales, a su vez pueden clasificarse en tres tipos en función de la composición armónica del sonido en cuestión. En la práctica, la forma de onda de cualquier instrumento musical suele ser más compleja que los tipos de onda que a continuación se presentan:

I. Oscilograma

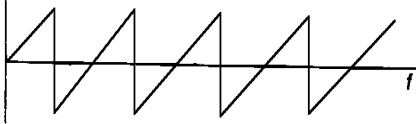
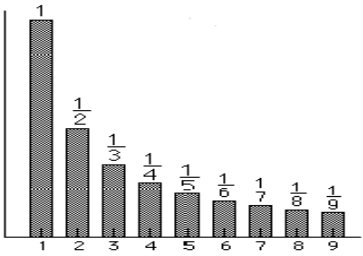
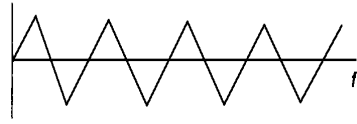
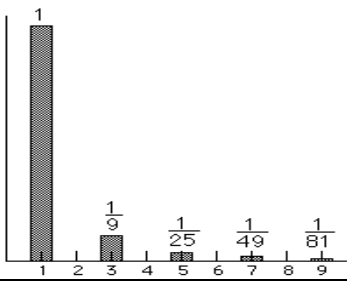
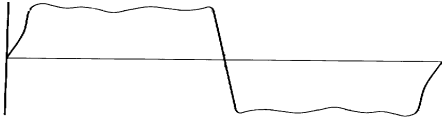
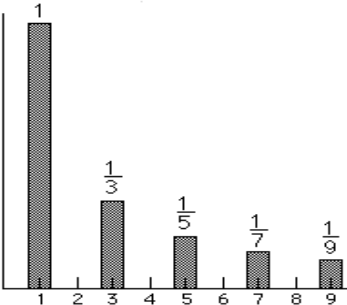
ONDAS NO SENOIDALES		
	Representación	Descomposición Fourier
Onda dientes de sierra en		
Onda triangular		
Onda cuadrada (Clarinete)		

Tabla I.1 Tipos de ondas no senoidales



## ANEXO II

### *Frecuencias nominales del clarinete*

Notas	440 Hz	442 Hz	445 Hz	Notas	440 Hz	442 Hz	445 Hz
<i>Mi<sub>2</sub></i>	146'83	147'49	148'37	<i>Sol#<sub>3</sub></i>	370'00	371'66	374'16
<i>Fa<sub>2</sub></i>	155'56	156'26	157'32	<i>La<sub>3</sub></i>	392'00	393'76	396'42
<i>Fa#<sub>2</sub></i>	164'81	165'55	166'67	<i>La#<sub>3</sub></i>	415'30	417'16	419'99
<i>Sol<sub>2</sub></i>	174'61	175'40	176'58	<i>Si<sub>3</sub></i>	440'00	442'00	445'00
<i>Sol#<sub>2</sub></i>	185'00	185'83	187'08	<i>Do<sub>4</sub></i>	466'16	468'26	471'45
<i>La<sub>2</sub></i>	196'00	196'88	198'21	<i>Do#<sub>4</sub></i>	493'88	496'10	499'49
<i>La#<sub>2</sub></i>	207'65	208'58	209'99	<i>Re<sub>4</sub></i>	523'26	525'60	529'18
<i>Si<sub>2</sub></i>	220'00	221'00	222'50	<i>Re#<sub>4</sub></i>	554'36	556'84	560'64
<i>Do<sub>3</sub></i>	233'08	234'13	235'72	<i>Mi<sub>4</sub></i>	587'32	589'96	593'48
<i>Do#<sub>3</sub></i>	246'94	246'94	249'74	<i>Fa<sub>4</sub></i>	622'25	625'04	629'29
<i>Re<sub>3</sub></i>	261'63	261'63	264'59	<i>Fa#<sub>4</sub></i>	659'94	662'20	666'71
<i>Re#<sub>3</sub></i>	277'18	277'18	280'32	<i>Sol<sub>4</sub></i>	698'44	701'60	706'35
<i>Mi<sub>3</sub></i>	293'66	294'98	296'74	<i>Sol#<sub>4</sub></i>	740'00	746'32	748'35
<i>Fa<sub>3</sub></i>	311'12	312'52	314'16	<i>La<sub>4</sub></i>	784'00	787'52	782'84
<i>Fa#<sub>3</sub></i>	329'62	331'10	333'35	<i>La#<sub>4</sub></i>	830'60	834'32	839'98
<i>Sol<sub>3</sub></i>	349'22	350'80	353'18	<i>Si<sub>4</sub></i>	880'00	884'00	890'00

Notas	440	442	445
<i>Do<sub>5</sub></i>	832'33	836'52	942'91
<i>Do#<sub>5</sub></i>	987'70	992'20	998'98
<i>Re<sub>5</sub></i>	1046'52	1051'20	1058'36
<i>Re#<sub>5</sub></i>	1108'73	113'68	1121'29
<i>Mi<sub>5</sub></i>	1174'05	1179'92	1186'96
<i>Fa<sub>5</sub></i>	1244'50	1250'08	1258'58
<i>Fa#<sub>5</sub></i>	1318'48	1324'40	1333'42
<i>Sol<sub>5</sub></i>	1396'88	1403'20	1412'70
<i>Sol#<sub>5</sub></i>	1480'00	1486'64	1496'60
<i>La<sub>5</sub></i>	1568'00	1575'04	1585'68
<i>La#<sub>5</sub></i>	1661'20	1668'64	1679'96
<i>Si<sub>5</sub></i>	1760'00	1768'00	1780'00
<i>Do<sub>6</sub></i>	1664'64	1873'04	1885'80
<i>Do#<sub>6</sub></i>	1975'52	1984'40	1997'96
<i>Re<sub>6</sub></i>	2093'04	2102'40	2116'72
<i>Re#<sub>6</sub></i>	2217'46	2227'36	2242'58

*Tabla II.2 Frecuencias nominales de la escala del clarinete según el sistema temperado*

# ANEXO III

## *Intervalos y frecuencias de la serie armónica*

Armónico	Nota	Intervalo	Distancia real (smt)	Distancia Corregida	Frecuencia
1	<i>Do</i> <sub>1</sub>	1/1	12	12	65'4
2	<i>Do</i> <sub>2</sub>	2/1	7'02	7	130'8
3	<i>Sol</i> <sub>2</sub>	3/2	4'98	5	196
4	<i>Do</i> <sub>3</sub>	4/3	3'86	4	261'6
5	<i>Mi</i> <sub>3</sub>	5/4	3'16	3	329'6
6	<i>Sol</i> <sub>3</sub>	5/3	2'67	3	392
7	<i>Sib</i> <sub>3</sub>	6/5	2'31	2	466'1
8	<i>Do</i> <sub>4</sub>	6/4	2'04	2	523'2
9	<i>Re</i> <sub>4</sub>	7/6	1'82	2	587'3
10	<i>Mi</i> <sub>4</sub>	7/5	1'66	2	659'9
11	<i>Fa</i> <sub>4</sub> <sup>#</sup>	7/4	1'51	1	740
12	<i>Sol</i> <sub>4</sub>	8/7	1'39	1	784
13	<i>Lab</i> <sub>4</sub>	8/6	1'28	2	830'6
14	<i>Sib</i> <sub>4</sub>	8/5	1'19	1	932'3
15	<i>Si</i> <sub>4</sub>	9/8	1'12	1	987'7
16	<i>Do</i> <sub>5</sub>	9/7	1'05	1	1046'4
17	<i>Reb</i> <sub>5</sub>	9/6	0'99	1	1108'7
18	<i>Re</i> <sub>5</sub>	9/5	0'93	1	1174
19	<i>Mib</i> <sub>5</sub>	10/9	0'89	1	1244'5
20	<i>Mi</i> <sub>5</sub>	10/8	0'83	1	1318'4
21	<i>Fa</i> <sub>5</sub>	10/7	0'82	1	1396'8
22	<i>Fa</i> <sub>5</sub> <sup>#</sup>	10/6	0'77	--	1480
23	<i>Solb</i> <sub>5</sub>	11/10	0'74	1	1480
24	<i>Sol</i> <sub>5</sub>	11/9	0'71	1	1568
25	<i>Sol</i> <sub>5</sub> <sup>#</sup>	11/8	0'68	--	1661'2
26	<i>Lab</i> <sub>5</sub>	11/7	0'65	1	1661'2
27	<i>La</i> <sub>5</sub>	11/6	0'63	1	1760
28	<i>Sib</i> <sub>5</sub>	12/11	0'61	--	1864'4
29	<i>La</i> <sub>5</sub> <sup>#</sup>	12/10	0'58	1	1864'4
30	<i>Si</i> <sub>5</sub>	12/9	0'57	--	1975'5
31	<i>Dob</i> <sub>5</sub>	12/8	0'55	1	1975'5
32	<i>Do</i> <sub>6</sub>	12/7	-----	----	2093

*Tabla III.I Intervalos y frecuencias de la serie armónica*





## ANEXO IV

### *Series armónicas de la escala del clarinete*

En este Anexo se aportan las series armónicas de cada nota fundamental. Cada gama comprende únicamente los 16 primeros armónicos, dado que son estos los que hemos estudiado en el capítulo 7 y, por otra parte, en los espectrogramas no figuran armónicos más allá del número 16, salvo excepciones. Su consulta se hace necesaria para conocer la naturaleza y origen de cada sonido.

Hay que señalar en relación con este asunto, que de acuerdo con lo que se expuso en el Capítulo 7 donde estudiamos los armónicos, cualquier sonido del registro agudo o sobreagudo puede considerarse bien como armónico de una determinada fundamental desde el punto de vista de su origen, bien como complejos sonoros y/o fundamentales desde la óptica de su naturaleza armónica -pues contienen componentes armónicos-, a partir de las cuales se puede construir su propia serie armónica. No obstante, en el caso que nos ocupa, solo los armónicos de las fundamentales que tienen cierta intensidad y no se desvían del modelo armónico pueden utilizarse como notas de la escala. El resto, solo tienen una función configuradora del timbre, es decir, caracterizan el color del instrumento.

Las notas subrayadas corresponden a los sonidos útiles como notas de la escala, esto es, que pueden ser utilizados en la ejecución musical por sus óptimas prestaciones acústicas. Además, los sonidos 7, 11, 13 y 14 figuran en negrita debido a que su tesitura se diferencia considerablemente de la real, esto es, su afinación queda por debajo de los valores normales.

Notas	Series armónicas	Notas	Series armónicas
<b>Mi<sub>2</sub></b>	<u>Mi<sub>2</sub></u> , Mi <sub>3</sub> , <u>Si<sub>3</sub></u> , Mi <sub>4</sub> , Sol# <sub>4</sub> , Si <sub>4</sub> , Re <sub>5</sub> , Mi <sub>5</sub> , <u>Fa#<sub>5</sub></u> , Sol# <sub>5</sub> , <u>La#<sub>5</sub></u> , Si <sub>6</sub> , <b>Do<sub>6</sub></b> , <b>Re<sub>6</sub></b> , Re# <sub>6</sub> y Mi <sub>6</sub> .	<b>Mi<sub>3</sub></b>	<u>Mi<sub>3</sub></u> , Mi <sub>4</sub> , <u>Si<sub>4</sub></u> , Mi <sub>5</sub> , <u>Sol#<sub>5</sub></u> , Si <sub>5</sub> , <b>Re<sub>6</sub></b> , Mi <sub>6</sub> , Fa# <sub>6</sub> , Sol# <sub>6</sub> , <b>La#<sub>6</sub></b> , Si <sub>6</sub> , <b>Si#<sub>6</sub></b> , <b>Re<sub>7</sub></b> , Re# <sub>7</sub> y Mi <sub>7</sub> .
<b>Fa<sub>2</sub></b>	<u>Fa<sub>2</sub></u> , Fa <sub>3</sub> , <u>Do<sub>3</sub></u> , Fa <sub>4</sub> , La <sub>4</sub> , Do <sub>5</sub> , <b>Re#<sub>5</sub></b> , Fa <sub>5</sub> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , La <sub>5</sub> , <b>Si<sub>5</sub></b> , Do <sub>6</sub> , <b>Do#<sub>6</sub></b> , <b>Re#<sub>6</sub></b> , Mi <sub>6</sub> y Fa <sub>6</sub> .	<b>Fa<sub>3</sub></b>	<u>Fa<sub>3</sub></u> , Fa <sub>4</sub> , <u>Do<sub>5</sub></u> , Fa <sub>5</sub> , <u>La<sub>5</sub></u> , Do <sub>6</sub> , <b>Re#<sub>6</sub></b> , Fa <sub>6</sub> , Sol <sub>6</sub> , La <sub>6</sub> , <b>Si<sub>6</sub></b> , Si# <sub>6</sub> , <b>Do#<sub>7</sub></b> , <b>Re#<sub>7</sub></b> , Mi <sub>7</sub> y Fa <sub>7</sub> .
<b>Fa#<sub>2</sub></b>	<u>Fa#<sub>2</sub></u> , Fa# <sub>3</sub> , <u>Do#<sub>3</sub></u> , Fa# <sub>4</sub> , La# <sub>4</sub> , Do# <sub>5</sub> , <b>Mi<sub>5</sub></b> , Fa# <sub>5</sub> , <u>Sol#<sub>5</sub></u> , Fa# <sub>5</sub> , <b>Do<sub>6</sub></b> , Do# <sub>6</sub> , <b>Re<sub>6</sub></b> , <b>Mi<sub>6</sub></b> , Fa <sub>6</sub> y Fa# <sub>6</sub> .	<b>Fa#<sub>3</sub></b>	<u>Fa#<sub>3</sub></u> , Fa# <sub>4</sub> , <u>Do#<sub>5</sub></u> , Fa# <sub>5</sub> , <u>La#<sub>5</sub></u> , Do# <sub>6</sub> , <b>Mi<sub>6</sub></b> , Fa# <sub>6</sub> , Sol# <sub>6</sub> , La# <sub>6</sub> , <b>Do#<sub>7</sub></b> , Re <sub>7</sub> , <b>Re#<sub>7</sub></b> , <b>Mi<sub>7</sub></b> , Mi# <sub>7</sub> y Fa# <sub>7</sub> .
<b>Sol<sub>2</sub></b>	<u>Sol<sub>2</sub></u> , Sol <sub>3</sub> , <u>Re<sub>3</sub></u> , Sol <sub>4</sub> , Si <sub>4</sub> , Re <sub>5</sub> , <b>Fa<sub>5</sub></b> , Sol <sub>5</sub> , <u>La<sub>5</sub></u> , Si <sub>5</sub> , <b>Do#<sub>6</sub></b> , Re <sub>6</sub> , <b>Re#<sub>6</sub></b> , <b>Mi#<sub>6</sub></b> , Fa# <sub>6</sub> y Sol <sub>6</sub> .	<b>Sol<sub>3</sub></b>	<u>Sol<sub>3</sub></u> , Sol <sub>4</sub> , <u>Re<sub>5</sub></u> , Sol <sub>5</sub> , <u>Si<sub>5</sub></u> , Re <sub>6</sub> , <b>Fa<sub>6</sub></b> , Sol <sub>6</sub> , La <sub>6</sub> , Si <sub>6</sub> , <b>Do#<sub>7</sub></b> , Re <sub>7</sub> , <b>Re#<sub>7</sub></b> , <b>Mi<sub>7</sub></b> , Fa# <sub>7</sub> y Sol <sub>7</sub> .
<b>Sol#<sub>2</sub></b>	<u>Sol#<sub>2</sub></u> , Sol# <sub>3</sub> , <u>Re#<sub>3</sub></u> , Sol# <sub>4</sub> , Do <sub>5</sub> , Re# <sub>5</sub> , <b>Fa#<sub>5</sub></b> , Sol# <sub>5</sub> , <u>La#<sub>5</sub></u> , Si# <sub>5</sub> , <b>Re<sub>6</sub></b> , Re# <sub>6</sub> , <b>Mi<sub>6</sub></b> , <b>Fa#<sub>6</sub></b> , Sol <sub>6</sub> y Sol# <sub>6</sub> .	<b>Sol#<sub>3</sub></b>	<u>Sol#<sub>3</sub></u> , Sol# <sub>4</sub> , <u>Re#<sub>5</sub></u> , Sol# <sub>5</sub> , <u>Si#<sub>5</sub></u> , Re# <sub>6</sub> , <b>Fa#<sub>6</sub></b> , Sol# <sub>6</sub> , La# <sub>6</sub> , Si# <sub>6</sub> , <b>Re<sub>7</sub></b> , Re# <sub>7</sub> , <b>Mi<sub>7</sub></b> , <b>Fa#<sub>7</sub></b> , Sol <sub>7</sub> y Sol# <sub>7</sub> .
<b>La<sub>2</sub></b>	<u>La<sub>2</sub></u> , La <sub>3</sub> , <u>Mi<sub>3</sub></u> , La <sub>4</sub> , <u>Do#<sub>5</sub></u> , Mi <sub>5</sub> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , La <sub>5</sub> , <u>Si<sub>5</sub></u> , Do# <sub>5</sub> , <b>Re#<sub>6</sub></b> , Mi <sub>6</sub> , <b>Fa<sub>6</sub></b> , Sol <sub>6</sub> , Sol# <sub>6</sub> y La <sub>6</sub> .	<b>La<sub>3</sub></b>	<u>La<sub>3</sub></u> , La <sub>4</sub> , <u>Mi<sub>5</sub></u> , La <sub>5</sub> , <u>Do#<sub>5</sub></u> , Mi# <sub>6</sub> , <b>Sol<sub>6</sub></b> , La <sub>6</sub> , Si <sub>6</sub> , Do# <sub>7</sub> , <b>Re#<sub>7</sub></b> , Mi <sub>7</sub> , <b>Fa<sub>7</sub></b> , Sol <sub>7</sub> , Sol# <sub>7</sub> y La <sub>7</sub> .
<b>La#<sub>2</sub></b>	<u>La#<sub>2</sub></u> , La# <sub>3</sub> , <u>Mi#<sub>3</sub></u> , La# <sub>4</sub> , Re <sub>5</sub> , Mi# <sub>5</sub> , <u>Sol#<sub>5</sub></u> , La# <sub>5</sub> , <u>Si#<sub>5</sub></u> , Re <sub>5</sub> , <b>Mi<sub>6</sub></b> , Mi# <sub>6</sub> , <b>Fa#<sub>6</sub></b> , <b>Sol#<sub>6</sub></b> , La <sub>6</sub> y La# <sub>6</sub> .	<b>La#<sub>3</sub></b>	<u>La#<sub>3</sub></u> , La# <sub>4</sub> , <u>Mi#<sub>5</sub></u> , La# <sub>5</sub> , <u>Re<sub>6</sub></u> , Fa# <sub>6</sub> , <b>Sol#<sub>6</sub></b> , La# <sub>6</sub> , Si# <sub>6</sub> , Re <sub>7</sub> , <b>Mi<sub>7</sub></b> , Mi# <sub>7</sub> , <b>Fa#<sub>7</sub></b> , <b>Sol#<sub>7</sub></b> , La <sub>7</sub> y La# <sub>7</sub> .
<b>Si<sub>2</sub></b>	<u>Si<sub>2</sub></u> , Si <sub>3</sub> , <u>Fa#<sub>3</sub></u> , Si <sub>4</sub> , <u>Re#<sub>5</sub></u> , Fa# <sub>5</sub> , <u>La<sub>5</sub></u> , Si <sub>5</sub> , <u>Do#<sub>6</sub></u> , Re# <sub>5</sub> , <b>Mi#<sub>6</sub></b> , Fa# <sub>6</sub> , <b>Sol<sub>6</sub></b> , <b>La<sub>6</sub></b> , La# <sub>6</sub> y Si <sub>6</sub> .	<b>Si<sub>3</sub></b>	<u>Si<sub>3</sub></u> , Si <sub>4</sub> , <u>Fa#<sub>5</sub></u> , Si <sub>5</sub> , <u>Re#<sub>5</sub></u> , Sol <sub>6</sub> , <b>La<sub>6</sub></b> , Si <sub>6</sub> , Do# <sub>7</sub> , Re# <sub>7</sub> , <b>Mi#<sub>7</sub></b> , Fa# <sub>7</sub> , <b>Sol<sub>7</sub></b> , <b>La<sub>7</sub></b> , La# <sub>7</sub> y Si <sub>7</sub> .

IV. Series armónicas de la escala del clarinete

Notas	Series armónicas	Notas	Series armónicas
<b>Do<sub>3</sub></b>	<u>Do<sub>3</sub></u> , <u>Do<sub>4</sub></u> , <u>Sol<sub>4</sub></u> , <u>Do<sub>5</sub></u> , <u>Mi<sub>5</sub></u> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , <b><u>La<sub>5</sub></u></b> , <u>Do<sub>6</sub></u> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <b><u>Fa<sub>6</sub></u></b> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <b><u>Sol<sub>6</sub></u></b> , <b><u>La<sub>6</sub></u></b> , <u>Si<sub>6</sub></u> y <u>Do<sub>7</sub></u> .	<b>Do<sub>4</sub></b>	<u>Do<sub>4</sub></u> , <u>Do<sub>5</sub></u> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , <u>Do<sub>6</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <b><u>La<sub>6</sub></u></b> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <u>Mi<sub>7</sub></u> , <b><u>Sol<sub>7</sub></u></b> , <b><u>Sol<sub>7</sub></u></b> , <b><u>La<sub>7</sub></u></b> , <b><u>La<sub>7</sub></u></b> , <u>Si<sub>7</sub></u> y <u>Do<sub>8</sub></u> .
<b>Do<sub>3</sub><sup>#</sup></b>	<u>Do<sub>3</sub><sup>#</sup></u> , <u>Do<sub>4</sub><sup>#</sup></u> , <u>Sol<sub>4</sub><sup>#</sup></u> , <u>Do<sub>5</sub></u> , <u>Mi<sub>5</sub></u> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , <b><u>Si<sub>5</sub></u></b> , <u>Do<sub>6</sub></u> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <b><u>Sol<sub>6</sub></u></b> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <b><u>La<sub>6</sub></u></b> , <b><u>Si<sub>6</sub></u></b> , <u>Si<sub>6</sub></u> y <u>Do<sub>7</sub></u> .	<b>Do<sub>4</sub><sup>#</sup></b>	<u>Do<sub>4</sub><sup>#</sup></u> , <u>Do<sub>5</sub></u> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , <u>Do<sub>6</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <u>La<sub>6</sub></u> , <b><u>La<sub>6</sub></u></b> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <u>Mi<sub>7</sub></u> , <b><u>Sol<sub>7</sub></u></b> , <b><u>Sol<sub>7</sub></u></b> , <u>La<sub>7</sub></u> , <b><u>La<sub>7</sub></u></b> , <b><u>Si<sub>7</sub></u></b> , <u>Si<sub>7</sub></u> y <u>Do<sub>8</sub></u> .
<b>Re<sub>3</sub></b>	<u>Re<sub>3</sub></u> , <u>Re<sub>4</sub></u> , <u>La<sub>4</sub></u> , <u>Re<sub>5</sub></u> , <u>Fa<sub>5</sub></u> , <u>La<sub>5</sub></u> , <b><u>Do<sub>5</sub></u></b> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <u>Fa<sub>6</sub></u> , <b><u>Sol<sub>6</sub></u></b> , <u>La<sub>6</sub></u> , <b><u>La<sub>6</sub></u></b> , <b><u>Si<sub>6</sub></u></b> , <u>Do<sub>7</sub></u> y <u>Re<sub>7</sub></u> .	<b>Re<sub>4</sub></b>	<u>Re<sub>4</sub></u> , <u>Re<sub>5</sub></u> , <u>La<sub>5</sub></u> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Fa<sub>6</sub></u> , <u>La<sub>6</sub></u> , <b><u>Si<sub>6</sub></u></b> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <u>Mi<sub>7</sub></u> , <u>Fa<sub>7</sub></u> , <b><u>La<sub>7</sub></u></b> , <u>La<sub>7</sub></u> , <b><u>Si<sub>7</sub></u></b> , <b><u>Si<sub>7</sub></u></b> , <u>Do<sub>8</sub></u> y <u>Re<sub>8</sub></u> .
<b>Re<sub>3</sub><sup>#</sup></b>	<u>Re<sub>3</sub><sup>#</sup></u> , <u>Re<sub>4</sub></u> , <u>La<sub>4</sub></u> , <u>Re<sub>5</sub></u> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , <u>La<sub>5</sub></u> , <b><u>Do<sub>6</sub></u></b> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <b><u>La<sub>6</sub></u></b> , <u>La<sub>6</sub></u> , <b><u>Si<sub>6</sub></u></b> , <b><u>Do<sub>7</sub></u></b> , <u>Re<sub>7</sub></u> y <u>Re<sub>7</sub></u> .	<b>Re<sub>4</sub><sup>#</sup></b>	<u>Re<sub>4</sub><sup>#</sup></u> , <u>Re<sub>5</sub></u> , <u>La<sub>5</sub></u> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <u>Si<sub>6</sub></u> , <b><u>Do<sub>7</sub></u></b> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <u>Fa<sub>7</sub></u> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <b><u>La<sub>7</sub></u></b> , <u>Si<sub>7</sub></u> , <b><u>Si<sub>7</sub></u></b> , <b><u>Do<sub>8</sub></u></b> , <u>Re<sub>8</sub></u> y <u>Re<sub>8</sub></u> .
<b>Mi<sub>4</sub></b>	<u>Mi<sub>4</sub></u> , <u>Mi<sub>5</sub></u> , <u>Si<sub>5</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <b><u>Do<sub>7</sub></u></b> , <u>Mi<sub>7</sub></u> , <u>Fa<sub>7</sub></u> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <b><u>Si<sub>7</sub></u></b> , <u>Do<sub>8</sub></u> , <b><u>Do<sub>8</sub></u></b> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <u>Re<sub>8</sub></u> y <u>Mi<sub>8</sub></u> .	<b>Re<sub>5</sub></b>	<u>Re<sub>5</sub></u> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>La<sub>6</sub></u> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <u>Si<sub>7</sub></u> , <b><u>Si<sub>7</sub></u></b> , <u>Re<sub>8</sub></u> , <u>Mi<sub>8</sub></u> , <u>Sol<sub>8</sub></u> , <b><u>La<sub>8</sub></u></b> , <u>Si<sub>8</sub></u> , <b><u>Si<sub>8</sub></u></b> , <b><u>Do<sub>9</sub></u></b> , <u>Re<sub>9</sub></u> y <u>Re<sub>9</sub></u> .
<b>Fa<sub>4</sub></b>	<u>Fa<sub>4</sub></u> , <u>Fa<sub>5</sub></u> , <u>Do<sub>6</sub></u> , <u>Fa<sub>6</sub></u> , <u>La<sub>6</sub></u> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <b><u>Re<sub>7</sub></u></b> , <u>Fa<sub>7</sub></u> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <u>La<sub>7</sub></u> , <b><u>Do<sub>8</sub></u></b> , <u>Do<sub>8</sub></u> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <u>Mi<sub>8</sub></u> y <u>Fa<sub>8</sub></u> .	<b>Mi<sub>5</sub></b>	<u>Mi<sub>5</sub></u> , <u>Mi<sub>6</sub></u> , <u>Si<sub>6</sub></u> , <u>Mi<sub>7</sub></u> , <u>La<sub>7</sub></u> , <u>Do<sub>8</sub></u> , <b><u>Do<sub>8</sub></u></b> , <u>Mi<sub>8</sub></u> , <u>Fa<sub>8</sub></u> , <u>La<sub>8</sub></u> , <b><u>Si<sub>8</sub></u></b> , <u>Do<sub>9</sub></u> , <b><u>Do<sub>9</sub></u></b> , <b><u>Re<sub>9</sub></u></b> , <u>Re<sub>9</sub></u> y <u>Mi<sub>9</sub></u> .
<b>Fa<sub>4</sub><sup>#</sup></b>	<u>Fa<sub>4</sub><sup>#</sup></u> , <u>Fa<sub>5</sub></u> , <u>Do<sub>6</sub></u> , <u>Fa<sub>6</sub></u> , <u>Si<sub>6</sub></u> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <b><u>Re<sub>7</sub></u></b> , <u>Fa<sub>7</sub></u> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <u>Si<sub>7</sub></u> , <b><u>Do<sub>8</sub></u></b> , <u>Re<sub>8</sub></u> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <b><u>Mi<sub>8</sub></u></b> , <u>Mi<sub>8</sub></u> y <u>Fa<sub>8</sub></u> .	<b>Fa<sub>5</sub></b>	<u>Fa<sub>5</sub></u> , <u>Fa<sub>6</sub></u> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <u>Fa<sub>7</sub></u> , <u>Si<sub>7</sub></u> , <u>Do<sub>8</sub></u> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <u>Fa<sub>8</sub></u> , <u>Sol<sub>8</sub></u> , <u>La<sub>8</sub></u> , <b><u>Do<sub>9</sub></u></b> , <u>Do<sub>9</sub></u> , <b><u>Re<sub>9</sub></u></b> , <b><u>Re<sub>9</sub></u></b> , <u>Mi<sub>9</sub></u> y <u>Fa<sub>9</sub></u> .
<b>Sol<sub>4</sub></b>	<u>Sol<sub>4</sub></u> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <b><u>Mi<sub>7</sub></u></b> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <u>La<sub>7</sub></u> , <u>Do<sub>8</sub></u> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <u>Re<sub>8</sub></u> , <b><u>Mi<sub>8</sub></u></b> , <b><u>Mi<sub>8</sub></u></b> , <u>Fa<sub>8</sub></u> y <u>Sol<sub>8</sub></u> .	<b>Fa<sub>5</sub><sup>#</sup></b>	<u>Fa<sub>5</sub><sup>#</sup></u> , <u>Fa<sub>6</sub></u> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <u>Fa<sub>7</sub></u> , <u>Si<sub>7</sub></u> , <u>Si<sub>7</sub></u> , <u>Re<sub>8</sub></u> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <u>Fa<sub>8</sub></u> , <u>Sol<sub>8</sub></u> , <u>Si<sub>8</sub></u> , <b><u>Do<sub>9</sub></u></b> , <u>Re<sub>9</sub></u> , <b><u>Re<sub>9</sub></u></b> , <b><u>Mi<sub>9</sub></u></b> , <u>Fa<sub>9</sub></u> y <u>Fa<sub>9</sub></u> .
<b>Sol<sub>4</sub><sup>#</sup></b>	<u>Sol<sub>4</sub><sup>#</sup></u> , <u>Sol<sub>5</sub></u> , <u>Re<sub>6</sub></u> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <u>Do<sub>7</sub></u> , <u>Mi<sub>7</sub></u> , <b><u>Mi<sub>7</sub></u></b> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <u>La<sub>7</sub></u> , <u>Do<sub>8</sub></u> , <b><u>Re<sub>8</sub></u></b> , <u>Mi<sub>8</sub></u> , <b><u>Mi<sub>8</sub></u></b> , <b><u>Fa<sub>8</sub></u></b> , <u>Sol<sub>8</sub></u> y <u>Sol<sub>8</sub></u> .	<b>Sol<sub>5</sub></b>	<u>Sol<sub>5</sub></u> , <u>Sol<sub>6</sub></u> , <u>Re<sub>7</sub></u> , <u>Sol<sub>7</sub></u> , <u>Do<sub>8</sub></u> , <u>Re<sub>8</sub></u> , <b><u>Mi<sub>8</sub></u></b> , <u>Sol<sub>8</sub></u> , <u>La<sub>8</sub></u> , <u>Si<sub>8</sub></u> , <b><u>Re<sub>9</sub></u></b> , <u>Re<sub>9</sub></u> , <b><u>Mi<sub>9</sub></u></b> , <b><u>Fa<sub>9</sub></u></b> , <u>Fa<sub>9</sub></u> y <u>Sol<sub>9</sub></u> .

*El Clarinete: Acústica, Historia y Práctica*

<b>Notas</b>	<b>Series armónicas</b>	<b>Notas</b>	<b>Series armónicas</b>
<b>La<sub>4</sub></b>	La <sub>4</sub> , La <sub>5</sub> , Mi <sub>6</sub> , La <sub>6</sub> , Re <sub>7</sub> , Fa <sub>7</sub> , <b>Fa#<sub>7</sub></b> , La <sub>7</sub> , Si <sub>7</sub> , Re# <sub>8</sub> , <b>Mi<sub>8</sub></b> , Fa <sub>8</sub> , <b>Fa#<sub>8</sub></b> , <b>Fa#<sub>8</sub></b> , Sol# <sub>8</sub> y La <sub>8</sub> .	<b>Sol#<sub>5</sub></b>	Sol# <sub>5</sub> , Sol# <sub>6</sub> , Re# <sub>7</sub> , Sol# <sub>7</sub> , Re <sub>8</sub> , Mi <sub>8</sub> , <b>Mi#<sub>8</sub></b> , Sol# <sub>8</sub> , La# <sub>8</sub> , Do# <sub>9</sub> , <b>Re#<sub>9</sub></b> , Mi <sub>9</sub> , <b>Mi#<sub>9</sub></b> , <b>Fa#<sub>9</sub></b> , Sol <sub>9</sub> y Sol# <sub>9</sub> .
<b>La#<sub>4</sub></b>	La# <sub>4</sub> , La# <sub>5</sub> , Mi# <sub>6</sub> , La# <sub>6</sub> , Re# <sub>7</sub> , Fa# <sub>7</sub> , <b>Sol<sub>7</sub></b> , La# <sub>7</sub> , Si# <sub>7</sub> , Mi <sub>8</sub> , <b>Mi#<sub>8</sub></b> , Fa# <sub>8</sub> , <b>Sol<sub>8</sub></b> , <b>Sol#<sub>8</sub></b> , La <sub>8</sub> y La# <sub>8</sub> .	<b>La<sub>5</sub></b>	La <sub>5</sub> , La <sub>6</sub> , Mi <sub>7</sub> , La <sub>7</sub> , Re# <sub>8</sub> , Mi# <sub>8</sub> , <b>Fa#<sub>8</sub></b> , La <sub>8</sub> , Si <sub>8</sub> , Re <sub>9</sub> , <b>Mi<sub>9</sub></b> , Mi# <sub>9</sub> , <b>Fa#<sub>9</sub></b> , <b>Sol#<sub>9</sub></b> , Sol# <sub>9</sub> y La <sub>9</sub> .
<b>Si<sub>4</sub></b>	Si <sub>4</sub> , Si <sub>5</sub> , Fa# <sub>6</sub> , Si <sub>6</sub> , Mi <sub>7</sub> , Sol <sub>7</sub> , <b>Sol#<sub>7</sub></b> , Si <sub>7</sub> , Do# <sub>7</sub> , Mi# <sub>8</sub> , <b>Fa#<sub>8</sub></b> , Sol <sub>8</sub> , <b>Sol#<sub>8</sub></b> , <b>La<sub>8</sub></b> , La# <sub>8</sub> y Si <sub>8</sub> .	<b>La#<sub>5</sub></b>	La# <sub>5</sub> , La# <sub>6</sub> , Mi# <sub>7</sub> , La# <sub>7</sub> , Mi <sub>8</sub> , Fa <sub>8</sub> , <b>Sol<sub>8</sub></b> , La# <sub>8</sub> , Si# <sub>8</sub> , Re# <sub>9</sub> , <b>Mi#<sub>9</sub></b> , Fa# <sub>9</sub> , <b>Sol<sub>9</sub></b> , <b>Sol#<sub>9</sub></b> , La <sub>9</sub> y La# <sub>9</sub> .
<b>Do<sub>5</sub></b>	Do <sub>5</sub> , Do <sub>6</sub> , Sol <sub>6</sub> , Do <sub>7</sub> , Fa <sub>7</sub> , Sol# <sub>7</sub> , <b>La<sub>7</sub></b> , Do <sub>8</sub> , Re <sub>8</sub> , Fa <sub>8</sub> , <b>Sol<sub>8</sub></b> , Sol# <sub>8</sub> , <b>La<sub>8</sub></b> , <b>La#<sub>8</sub></b> , Si <sub>8</sub> y Do <sub>9</sub> .	<b>Si<sub>5</sub></b>	Si <sub>5</sub> , Si <sub>6</sub> , Fa# <sub>7</sub> , Si <sub>7</sub> , Mi# <sub>8</sub> , Fa# <sub>8</sub> , <b>Sol#<sub>8</sub></b> , Si <sub>8</sub> , Do <sub>9</sub> , Mi <sub>9</sub> , <b>Fa#<sub>9</sub></b> , Sol <sub>9</sub> , <b>Sol#<sub>9</sub></b> , <b>La<sub>9</sub></b> , La# <sub>9</sub> y Si <sub>9</sub> .
<b>Do#<sub>5</sub></b>	Do# <sub>5</sub> , Do# <sub>6</sub> , Sol# <sub>6</sub> , Do# <sub>7</sub> , Fa# <sub>7</sub> , La <sub>7</sub> , <b>La#<sub>7</sub></b> , Do# <sub>8</sub> , Re# <sub>8</sub> , Fa# <sub>8</sub> , <b>Sol#<sub>8</sub></b> , La <sub>8</sub> , <b>La#<sub>8</sub></b> , <b>Si<sub>8</sub></b> , Do <sub>9</sub> y Do# <sub>9</sub> .	<b>Do<sub>6</sub></b>	Do <sub>6</sub> , Do <sub>7</sub> , Sol <sub>7</sub> , Do <sub>8</sub> , Fa# <sub>8</sub> , Sol <sub>8</sub> , <b>La<sub>8</sub></b> , Do <sub>9</sub> , Do# <sub>9</sub> , Mi# <sub>9</sub> , <b>Sol<sub>9</sub></b> , Sol# <sub>9</sub> , <b>La<sub>9</sub></b> , <b>La#<sub>9</sub></b> , Si <sub>9</sub> y Do <sub>10</sub> .
<b>Re<sub>5</sub></b>	Re <sub>5</sub> , Re <sub>6</sub> , La <sub>6</sub> , Re <sub>7</sub> , Sol <sub>7</sub> , La# <sub>7</sub> , <b>Si<sub>7</sub></b> , Re <sub>8</sub> , Mi <sub>8</sub> , Sol <sub>8</sub> , <b>La<sub>8</sub></b> , La# <sub>8</sub> , <b>Si<sub>8</sub></b> , <b>Si#<sub>8</sub></b> , Do# <sub>9</sub> y Re <sub>9</sub> .		

*Tabla IV.I Series armónicas de las notas de la escala del clarinete*

## ANEXO V

### *Extensión y frecuencias del clarinete*

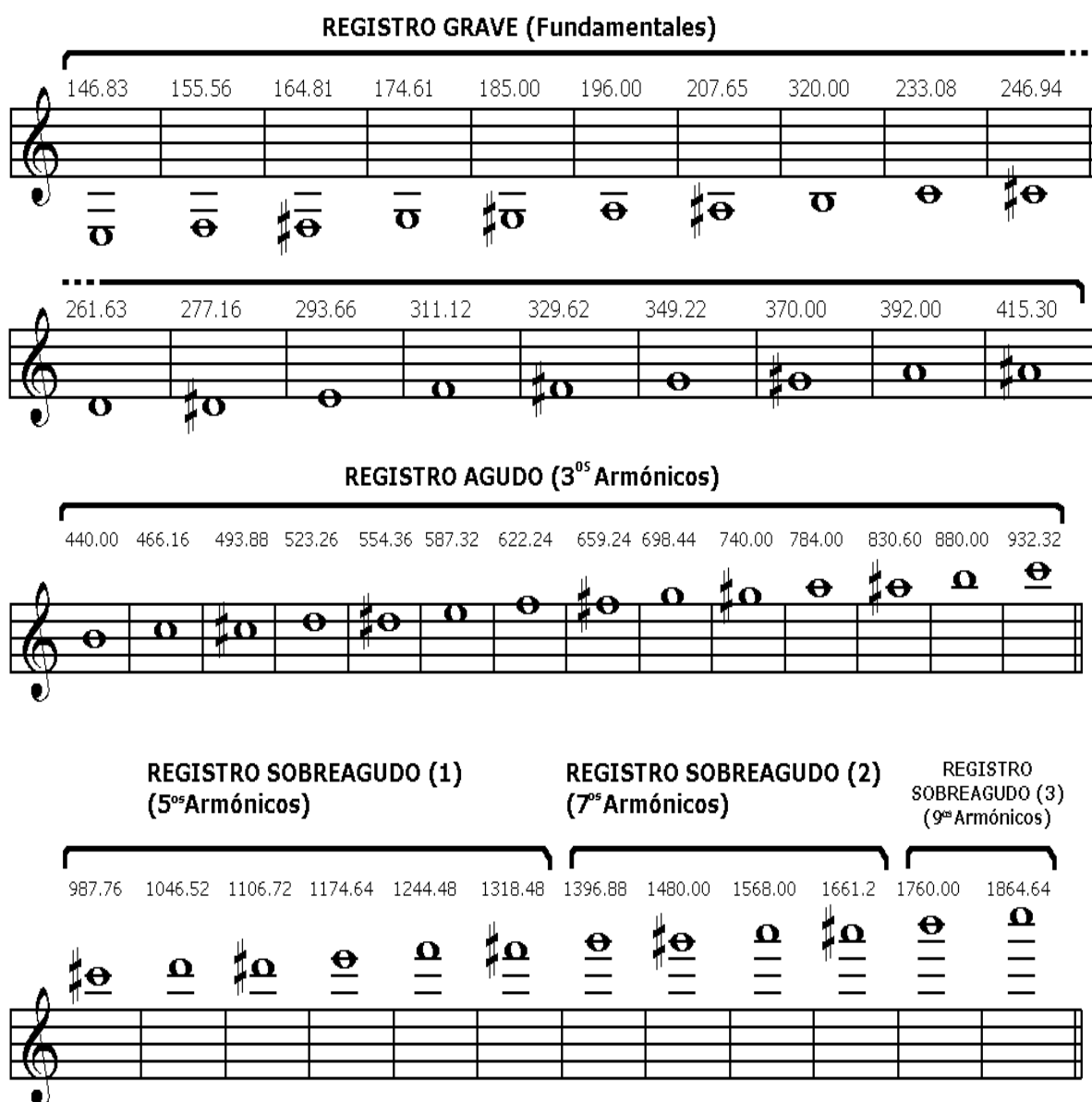


Tabla. V.1 Extensión del clarinete (digitaciones básicas) con expresión de sus frecuencias nominales (a 440 Hz), registros y naturaleza



## **ANEXO VI**

### ***Sinopsis de disfunciones y anomalías acústicas***

DESCRIPCION	FUNDAMENTACION ACUSTICA	AMBITO DE INFLUENCIA	PREVENCION/ TRATAMIENTO
-En frecuencias altas ciertos orificios de diámetro reducido actúan como si estuviesen cerrados.	La impedancia en estos orificios es alta debido a que la inercia del aire del orificio es proporcional a la frecuencia y hay poco tiempo en un ciclo para moverlo. Así, el aire es impedido por el orificio que actúa como un filtro de paso en frecuencias altas.	Registro sobreagudo. Orificio que abre la llave 6 y orificios del tramo quintante.	Utilizar un armónico superior o digitaciones auxiliares.
-Con cierta frecuencia surge el temido pitio o rechinamiento de la caña.	La caña sigue las variaciones de presión entre la boca del clarinetista y la cavidad de la boquilla, siempre que las frecuencias de oscilación sean inferiores a su propia frecuencia natural resonante. Sin embargo, si la caña se pone a vibrar sin la humectación necesaria o con una indebida presión de soplo, puede hacerlo en su propia frecuencia resonante sin que se produzca el enganche con las frecuencias resonantes del tubo, surgiendo así el impertinente pitido.	En cualquier registro, pero especialmente en el tramo quintante y en el registro sobreagudo.	Aplicar la humectación necesaria y regular la presión de soplo.
-Las digitaciones de horquilla no son igual de efectivas en todos los registros, ni proporcionan un timbre homogéneo.	En el registro grave las ondas no entran en la región de influencia de la corrección del extremo abierto, de manera que no se perturban del mismo modo que en las frecuencias altas donde sí que viajan abajo del tubo. Con este procedimiento, cuando tocamos una nota el tubo no mantiene la regeneración de la caña a esa frecuencia, ni proporciona la misma impedancia, con lo cual menos armónicos están presentes en el movimiento de la caña y el sonido es menos fuerte y más oscuro.	Registro grave.	Utilizar las digitaciones de horquilla en el registro grave únicamente en pasajes rápidos.



DESCRIPCION	FUNDAMENTACION ACUSTICA	AMBITO DE INFLUENCIA	PREVENCION/ TRATAMIENTO
-Los sonidos del tramo quintante presentan una afinación precaria y un timbre inconsistente.	El uso de orificios de diámetro reducido y de un tubo con una corta longitud perjudica la calidad tonal. Además el uso de un solo orificio de registro obliga al fabricante a encontrar un punto intermedio y sacrificar la afinación de estos sonidos.	Registro grave: $Mi_3$ - $Sib_3$ .	Aplicar los métodos correctores pertinentes: digitaciones, modificación de la embocadura, etc.
-La ejecución de un <i>legato</i> entre un sonido armónico y una fundamental es harto compleja.	La subdivisión perfecta de una columna gaseosa en mitades alicuotas es posible gracias al orificio de registro, pero su constitución perfecta a partir de subdivisiones es prácticamente imposible sin interrupción del sonido.	Sonidos emitidos entre el registro agudo o sobreagudo y el grave.	Mitigar la anomalía mediante la modificación de la embocadura.
-La emisión del quinto y séptimo armónico de las primeras fundamentales ( $Mi_2$ , $Fa_2$ y $Fa\#_2$ ) es muy complicada.	La alteración exponencial aplicada en la parte final del tubo al objeto de corregir las relaciones modales de frecuencia, afecta de forma desigual a los distintos modos. El primer y tercer modo quedan alineados, pero el quinto y el séptimo se desvían ligeramente de las relaciones armónicas, y su emisión deviene compleja y precaria.	El quinto y séptimo armónico de $Mi_2$ , $Fa_2$ y $Fa\#_2$ .	Utilizar otro armónico para su emisión.
-La extracción del barrilete del cuerpo superior al objeto de ajustar la afinación produce desviaciones en la afinación sistémica.	La alteración en el interior del tubo al separar ambas piezas produce un leve ensanchamiento en esa zona que reduce la elasticidad del sistema y baja la frecuencia de los sonidos de esa zona del tubo en las fundamentales, no produciendo el mismo efecto en el segundo modo. Como estos sonidos tienen una frecuencia con tendencia alcista, se corre el peligro de desafinarlos si se utilizan digitaciones alternativas para su emisión.	Tramo quintante: $Mi_3$ - $Sib_3$ .	Utilizar barriletes de diferentes longitudes o aros correctores para el ajuste global del sistema.

DESCRIPCION	FUNDAMENTACION ACUSTICA	AMBITO DE INFLUENCIA	PREVENCION/ TRATAMIENTO
-La elasticidad de la caña reduce las resonancias más agudas. Las cañas blandas no pueden emitir los sonidos agudos de la misma forma que las duras.	La caña aumenta y disminuye el volumen de aire de la boquilla. Así, se comporta como un volumen extra de aire que también puede comprimirse y extenderse cambiando la presión en la boquilla. Este fenómeno tiene el efecto de bajar ligeramente la frecuencia de cada resonancia. dado que las cañas flojas se mueven más que las duras, aquéllas bajan la frecuencia más que las duras.	Registro sobreagudo.	Utilizar cañas de una dureza media-alta para la emisión de los sonidos más agudos.
-El timbre del clarinete es heterogéneo a lo largo de la escala.	El timbre viene determinado por la composición armónica del sonido. Debido a que el clarinete utiliza distintos armónicos con contenido espectral diverso para constituir su escala, el timbre en cada uno de los registros difiere ligeramente.	Todos los registros.	Utilizar los métodos correctores al uso para mitigar las discrepancias.
-Se produce cierta inarmonicidad en las frecuencias altas con los orificios abiertos.	Las resonancias más agudas son más débiles ya que la campana contribuye a la radiación de estas ondas al exterior. Dado que las ondas estacionarias se constituyen con la interferencia de una onda y su refleja, cuanta menos reflexión se produzca más débiles serán aquellas.	Registro sobreagudo.	Usar digitaciones auxiliares para paliar este efecto.
-La afinación de los sonidos más agudos tiende a ser baja si se utiliza la misma digitación que su armónico inferior.	Las ondas de estas frecuencias no se reflejan en el primer orificio abierto del mismo modo que las graves, sino que se transmiten a lo largo del tubo, porque la aceleración que se requiere para mover el aire del orificio aumenta con el cuadrado de la frecuencia. Debido a que los ciclos de estas frecuencias son más rápidos, no disponen de tiempo necesario para mover el aire del orificio y radiarse al exterior.	Sonidos del registro sobreagudo que utilizan una corta longitud de tubo.	Abrir algún orificio que permita la salida al aire circundante de algunas pulsaciones.

*Tabla VI.I Sinopsis de disfunciones y anomalías acústicas en el clarinete*

## ANEXO VII

### *Mapa acústico del clarinete*

En este Anexo se presenta el mapa acústico del clarinete. Para ello se presentan las medidas preliminares de la medición y los datos obtenidos. El análisis de los resultados, así como las conclusiones, están incluidos en algunos de los capítulos del libro, especialmente en el Capítulo 7.

#### **Medidas preliminares**

La primera medida preliminar a tener en cuenta atañe a la afinación del instrumento. En este sentido, se consigna la *Frecuencia* nominal a 442 Hz de cada nota, esto es, el número de veces que la partícula realiza el ciclo en la unidad de tiempo. En cuanto a los *Sonidos alternativos*, se ha optado por indicar con una flecha la tendencia de su diapasón en la

casilla donde se presenta la digitación, teniendo en cuenta lo complejo que resulta extrapolar los resultados a todos los modelos de clarinete.

A continuación se expresa la *Longitud de onda* en metros, que resulta del cociente entre la velocidad de propagación y la frecuencia del sonido. Teniendo en cuenta que en el momento de las mediciones la sala presentaba una temperatura de 20°C, el valor que corresponde a esa temperatura es de 340 m/s.

En la casilla *Armónicos válidos como notas de la escala*, se han consignado únicamente los armónicos que puede ser utilizados como notas de la escala de todas las fundamentales, esto es, desde el  $Mi_2$  hasta el  $Do_4$  (2). Considérese que la ejecución de algunos de ellos reviste cierta dificultad técnica para el instrumentista y que otros presentan una afinación imprecisa y/o un timbre inconsistente.

En el compartimento *Sonido base* se presenta en primer lugar la *Naturaleza acústica del sonido medido*, es decir, si corresponde a una fundamental o a un armónico superior. Por ejemplo, para indicar que un sonido es el tercer armónico de una fundamental dada, lo expresamos como  $3f$ . Así,  $3f$  de  $Mi_2$  corresponde al tercer armónico de la fundamental  $Mi_2$ , esto es,  $Si_4$ . En este último caso se indica el número de armónico y su fundamental de origen. Los primeros se obtienen mediante la vibración de una columna aérea completa. A este tipo corresponden todos los sonidos del registro grave, desde el  $Mi_2$  al  $La\#_3$  -también el  $Si_3$  y  $Do_4$  se suelen utilizar como fundamentales en determinados pasajes rápidos y notas de adorno-. Los segundos, por su parte, se producen por la vibración de una columna fragmentada en partes alícuotas. Todos los sonidos de los siguientes registros son constitutivos de este tipo. Para aislar, identificar y catalogar cada una de las muestras del registro sobreagudo -las del registro grave y agudo no revisten dificultad alguna dado que se obtienen todos sus sonidos con las fundamentales, en el caso del registro grave, y con terceros armónicos, en el caso del agudo-, se ha considerado especialmente la longitud de onda y de tubo, así como su digitación, que debe ser similar a la de su fundamental de origen, salvo las pertinentes correcciones.

A continuación se indica la *Digitación* del sonido principal. El uso de este sonido está estandarizado en la ejecución por sus mejores prestaciones técnico-acústicas, de ahí lo de sonido base. Además, en la

## VII. Mapa acústico del clarinete

iniciación al clarinete del alumnado es la digitación prescriptiva. Para su expresión se ha utilizado un gráfico de un clarinete. Los orificios y llaves en negrita indican que deben ser obturados o accionadas. En las notas que pueden ser emitidas con dos llaves indistintamente –las llaves que están dobladas en el mecanismo- se ha optado por colorear la llave doblada con un tono más claro.

En la misma celda se presenta el *Espectrograma* externo de cada sonido, con indicación de las frecuencias en el eje de abscisas mediante una escala lineal, y las intensidades en el eje de coordenadas mediante la escala logarítmica de decibelios. En este sentido, recuérdese que los decibelios cero son un nivel de referencia, no la presión sonora cero. Cero decibelios corresponden por lo general al límite del oído humano -en la gama de frecuencias más sensible-. De esta forma, los números que tienen logaritmos positivos corresponden a niveles sonoros por encima del nivel de referencia, mientras que los logaritmos negativos deben asociarse a niveles sonoros por debajo del nivel de referencia.

Para obtener el contenido espectral de todas las muestras se ha utilizado el mismo software que en las frecuencias. Por razones prácticas, los espectrogramas se presentan optimizados para una mejor visualización de su contenido, esto es, solo se muestra la porción de gráfico donde figuran componentes armónicos. Se ha considerado un rango de amplitud de 50 dB, dado que esta es la amplitud máxima, aproximadamente, que da el clarinete, y un grado de ponderación tomando como referencia -10 dB, para de este modo captar en torno a los 10 o 12 primeros armónicos de una fundamental, donde puede visualizarse el ámbito de formantes.

Para completar esta casilla se presenta el *Oscilograma o Forma de onda* de cada sonido expresado en el tiempo de un ciclo.

Por último, se presentan los *Sonidos alternativos* de cada nota con su correspondiente digitación, naturaleza, tendencia de la frecuencia, espectrograma y oscilograma.

Se aportan, asimismo, las series armónicas de cada nota en el Anexo IV para su consulta a la hora de asociar los componentes de cada muestra con las notas musicales.

## **Metodología y diseño experimental**

La medición de las diferentes muestras acústicas se llevó a cabo en la cámara anecóica del Departamento de Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia. Sus particulares condiciones y propiedades acústicas permiten absorber cualquier energía que incide sobre sus paredes recubiertas de un material especial. Así, cualquier fuente energética situada en su interior se comporta como si estuviese en el espacio libre, eliminando, por tanto, la reflexión y la reverberación sonora que pueden contaminar el sonido. Por consiguiente, los sonidos en ella registrados pueden ser medidos y analizados con total precisión y objetividad.

Para las mediciones se empleó un clarinete en Sib, modelo *Buffet RC* sistema Boehm, una boquilla modelo *B40 profile* de Vandoren, una abrazadera americana modelo *Luyben*, un barrilete modelo *Chadash* de 65 mm y una lengüeta modelo *V12* del número 3 ½. Se optó por elegir estos modelos, en especial el clarinete y la boquilla, por estar su uso totalmente normalizado y generalizado. Para el desarrollo de esta fase se efectuaron las mediciones en varias sesiones.

Al margen de la sala anecóica y el clarinete utilizado con los elementos descritos en el párrafo precedente, el dispositivo técnico empleado para la captura y registro de las muestras consistió en un aparato *DAT Tascam* modelo *DA-P1* y micrófonos direccionales *AKG* modelo *C568EB*, situados frente al pabellón del instrumento a una distancia aproximada de 50 cm.

Asimismo, el software de análisis y procesamiento utilizado fue *COOLEEDIT PRO* para Windows 32 bits.

De cada nota se tomaron todas las muestras que más se aproximan a su frecuencia nominal, utilizando las múltiples combinaciones de llaves que el sistema Boehm y la digitación cruzada permiten. Las muestras se emitieron con una duración aproximada de cuatro segundos y una dinámica de *mezzo forte*.

Salvo los valores nominales de las frecuencias y longitudes de onda, y los armónicos válidos como notas, los resultados de los parámetros de

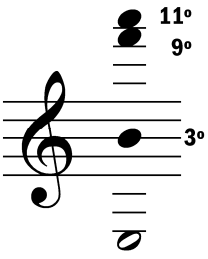
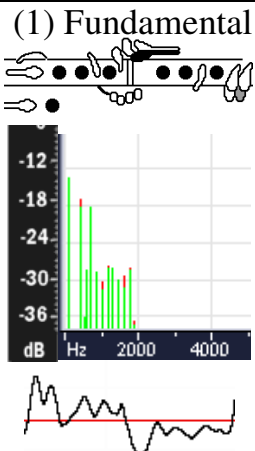
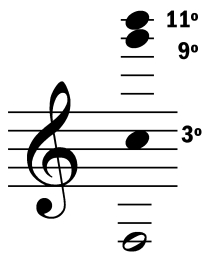
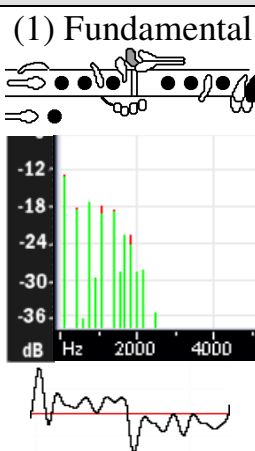
## *VII. Mapa acústico del clarinete*

espectrograma y oscilograma no deben extrapolarse a cualquier modelo de clarinete. Téngase en cuenta que un modelo con un diseño de tubo y orificios diferente, modificará la frecuencia de corte y, por tanto, sus formantes.



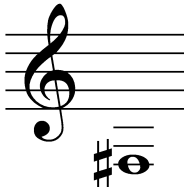
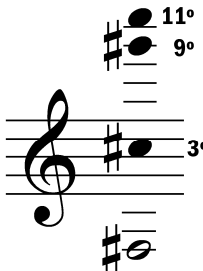
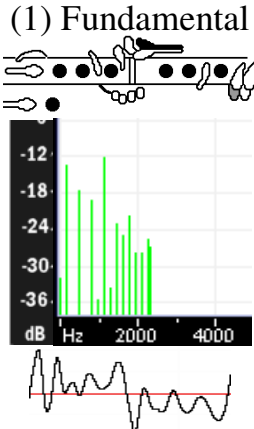
*Fig. VII.1 Toma de mediciones en la cámara anecoica de la UPV*


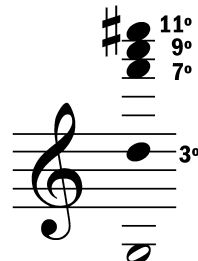
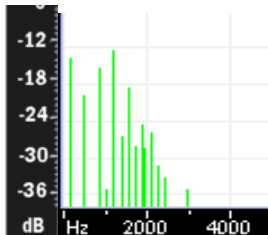
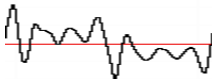
## Mapa acústico obtenido


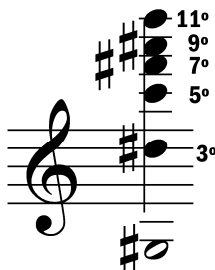
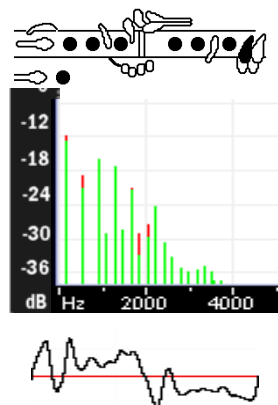
<b>Mi<sub>2</sub></b>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	147,49 Hz		<p>(1) Fundamental</p> 
	Longitud de onda (λ)		
	2,305 m		
<b>Fa<sub>2</sub></b>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	156,26 Hz		<p>(1) Fundamental</p> 
	Longitud de onda (λ)		
	2,176 m		


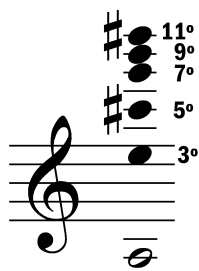
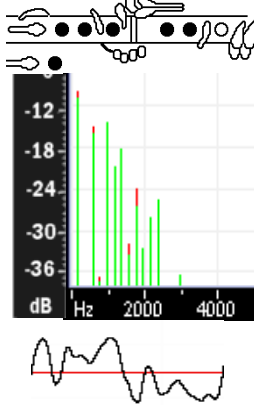



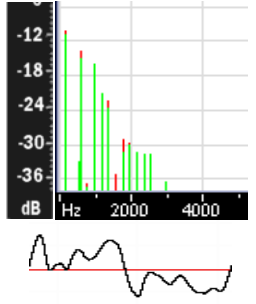

VII. Mapa acústico del clarinete

Fa# <sub>2</sub>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	165,55 Hz		(1) Fundamental 
	Longitud de onda ( $\lambda$ )		
	2,054 m		


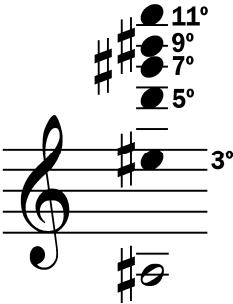

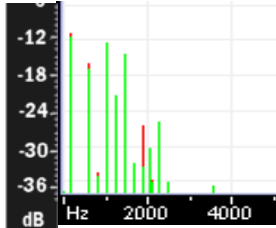
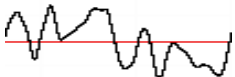
Sol <sub>2</sub>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	175,40 Hz		(1) Fundamental
	Longitud de onda ( $\lambda$ )		
	1,938 m		


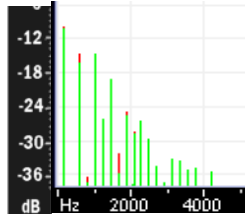
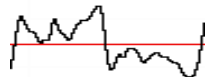

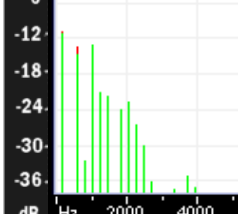
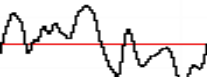

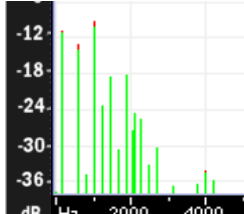
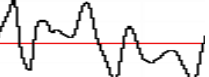
Sol# <sub>2</sub>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	185,83 Hz		(1) Fundamental 
	Longitud de onda (λ)		
	1,829 m		


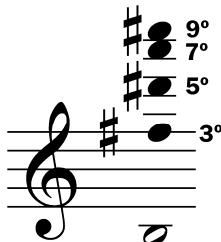
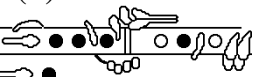
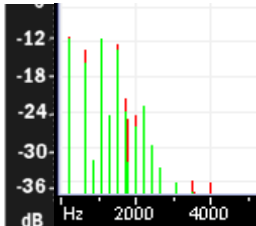
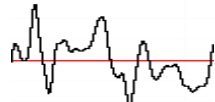
La <sub>2</sub>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	196,88 Hz		(1) Fundamental 
	Longitud de onda (λ)		
	1,727 m		

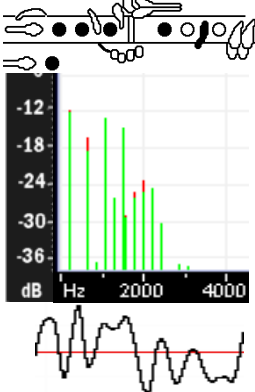
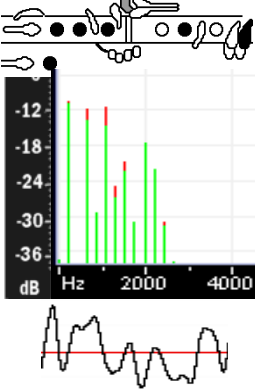
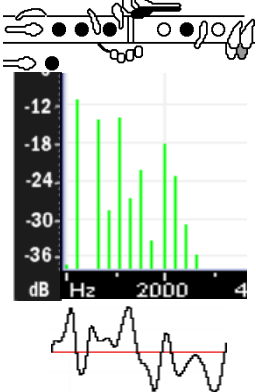

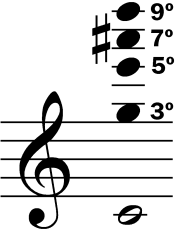
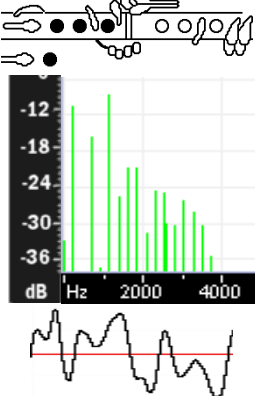
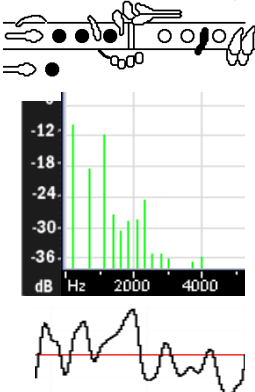
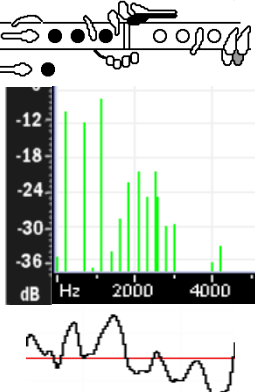
<b>Sonidos alternativos (La<sub>2</sub>)</b>			
(2) Fundamental ↑ 	(3) Fundamental ↓ 	(4) Fundamental ↓ 	

## VII. Mapa acústico del clarinete



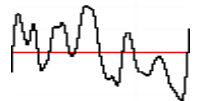
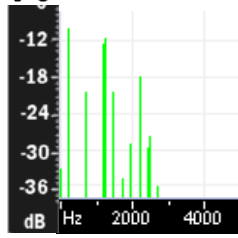

<div>La#<sub>2</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	208,58 Hz	<div></div>	(1) Fundamental ↑ <div>  </div>
	Longitud de onda (λ)		
	1,630 m		

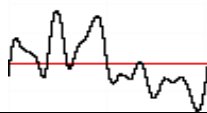
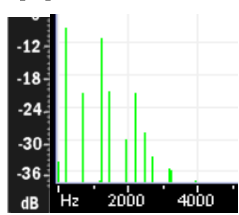

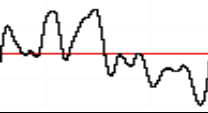
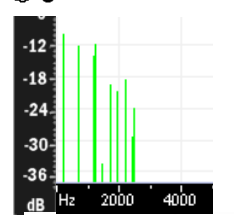

Sonidos alternativos (La# <sub>2</sub> )			
(2) Fundamental ↑ <div>  </div>	(3) Fundamental ↓ <div>  </div>	(4) Fundamental ↓ <div>  </div>	


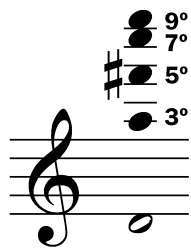
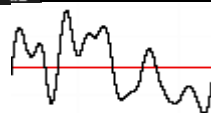
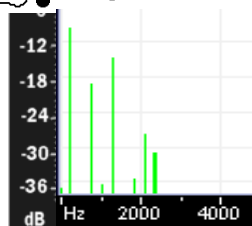
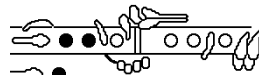
<div>Si<sub>2</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	221,00 Hz	<div></div>	(1) Fundamental <div>  </div>
	Longitud de onda (λ)		
	1,538 m		

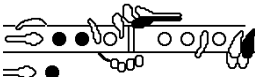
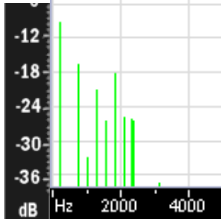
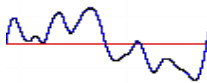
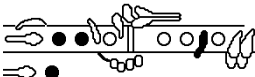
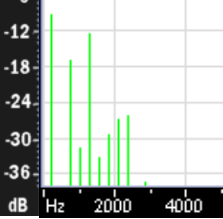
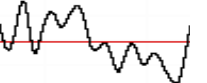



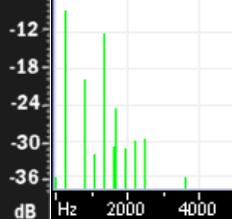
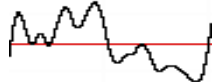
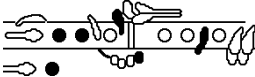
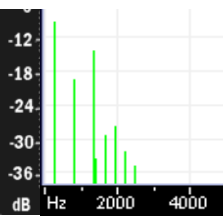

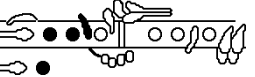
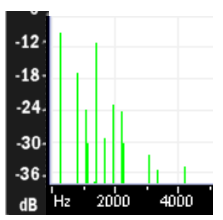
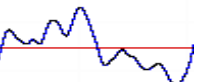
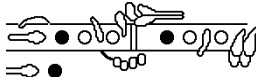
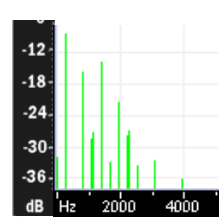
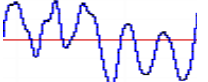
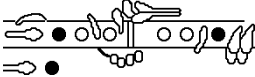
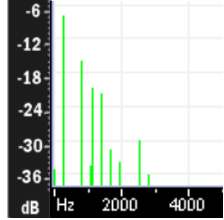
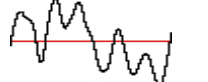
Sonidos alternativos (Si <sub>2</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↑</p> 	<p>(3) Fundamental ↓</p> 	<p>(4) Fundamental ↓</p> 	
<p><b>Do<sub>3</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	<p>Armónicos válidos como notas</p> 	<p>Sonido base</p> <p>(1) Fundamental</p> 
	234,13 Hz		
	Longitud de onda (λ)		
	1,452 m		
Sonidos alternativos (Do <sub>3</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↑</p> 	<p>(3) Fundamental ↓</p> 		

VII. Mapa acústico del clarinete

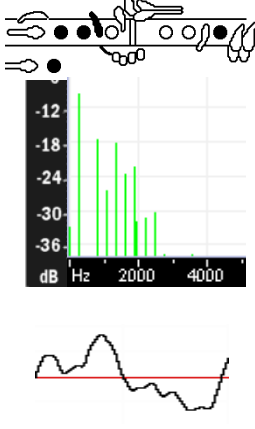
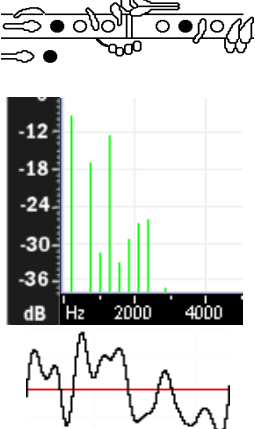
<div>Do#<sub>3</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	246,94 Hz	<div></div>	(1) Fundamental
	Longitud de onda (λ)		<div></div>
	1,377 m		


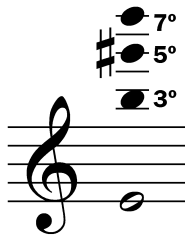
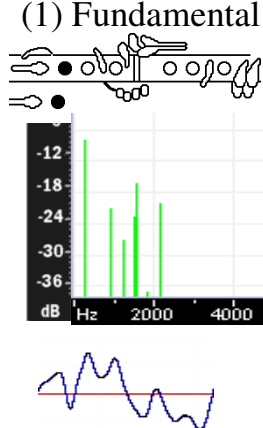
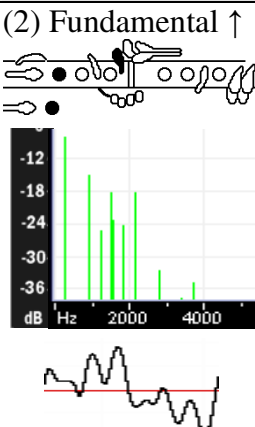
Sonidos alternativos (Do# <sub>3</sub> )			
(2) Fundamental ↑	(3) Fundamental ↓		
<div></div>	<div></div>		

<div>Re<sub>3</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	261,63 Hz	<div></div>	(1) Fundamental
	Longitud de onda (λ)		<div></div>
	1,299 m		

Sonidos alternativos (Re <sub>3</sub> )			
(2) Fundamental ↓   	(3) Fundamental ↑   		
<b>Re<sub>3</sub></b>  	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	277,18 Hz		(1) Fundamental   
	Longitud de onda (λ)		
	1,227 m		
Sonidos alternativos (Re <sub>3</sub> )			
(2) Fundamental ↑   	(3) Fundamental ↔   	(4) Fundamental ↑   	(5) Fundamental ↑   

## VII. Mapa acústico del clarinete

<p>(6) Fundamental ↑</p> 	<p>(7) Fundamental ↑</p> 		
--	--	--	--

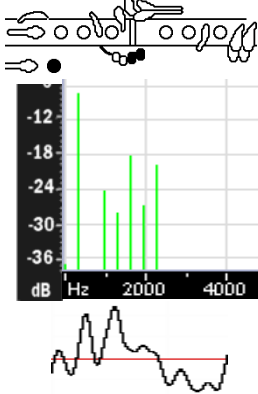
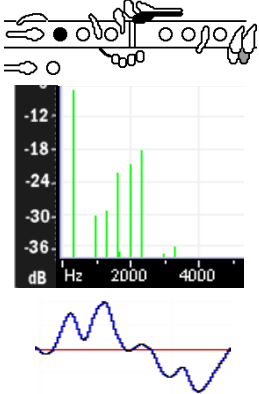
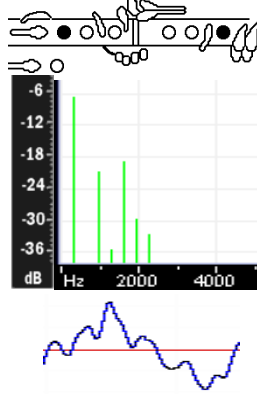

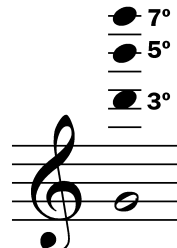
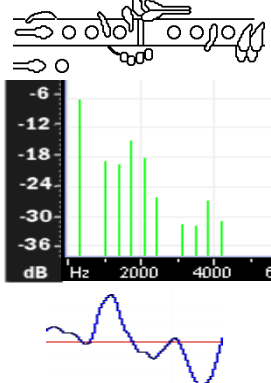
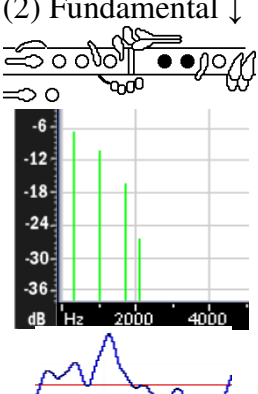
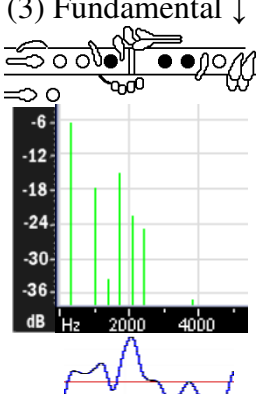
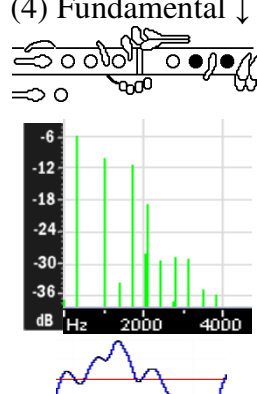
<p><b>Mi<sub>3</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	<p><b>Armónicos válidos como notas</b></p> 	Sonido base
	294,98 Hz		<p>(1) Fundamental</p> 
	Longitud de onda (λ)		
	1,153 m		
Sonidos alternativos (Mi <sub>3</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↑</p> 			


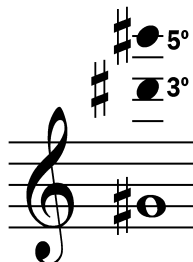

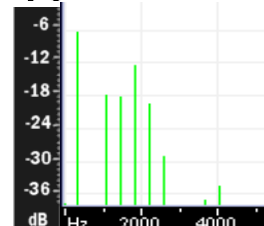
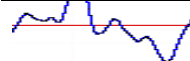
<div>Fa<sub>3</sub></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	312,52 Hz	<div></div>	(1) Fundamental
	Longitud de onda (λ)		<div></div>
	1,088 m		
Sonidos alternativos (Fa <sub>3</sub> )			
(2) Fundamental ↑			
<div></div>			


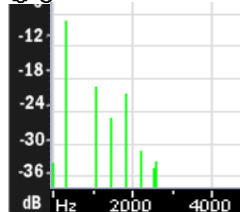
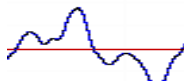

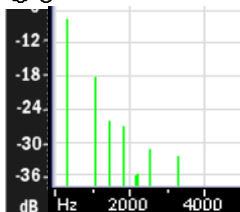
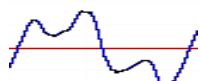

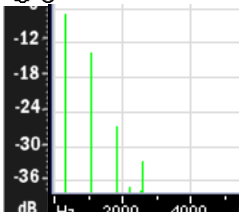
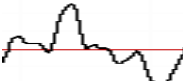
<div>Fa#<sub>3</sub></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	331,10 Hz	<div></div>	(1) Fundamental
	Longitud de onda (λ)		<div></div>
	1,027 m		


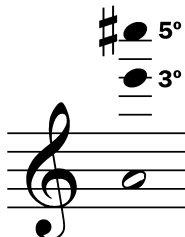

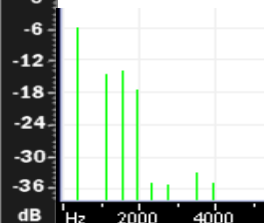
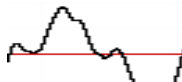


## VII. Mapa acústico del clarinete

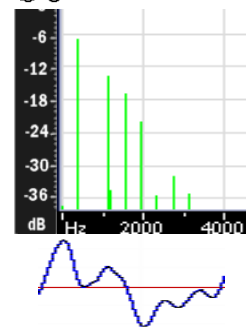
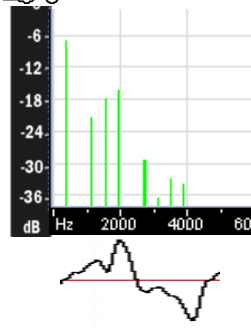

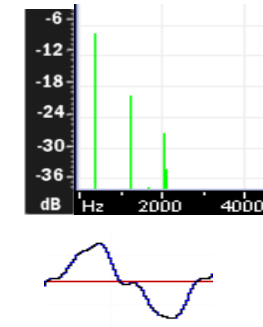

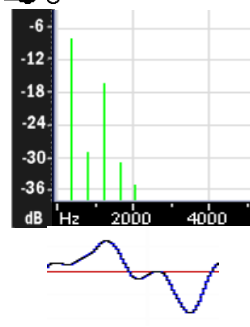
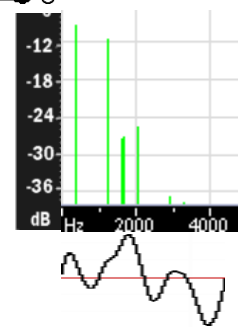
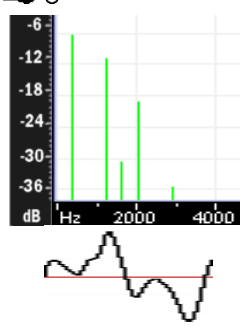
Sonidos alternativos (Fa <sub>3</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↔</p> 	<p>(3) Fundamental ↓</p> 	<p>(4) Fundamental ↓</p> 	
<p><b>Sol<sub>3</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	<p>Armónicos válidos como notas</p> 	<p>Sonido base</p> <p>(1) Fundamental</p> 
	350,80 Hz		
	Longitud de onda (λ)		
	0,969 m		
Sonidos alternativos (Sol <sub>3</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↓</p> 	<p>(3) Fundamental ↓</p> 	<p>(4) Fundamental ↓</p> 	


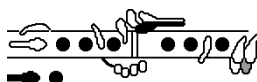
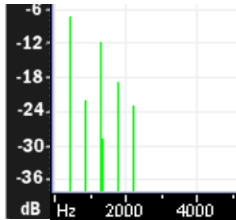
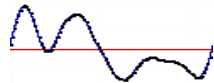

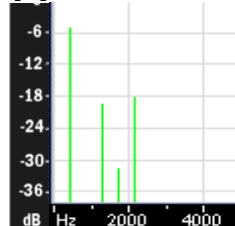
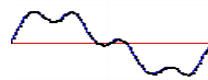
<div>Sol#<sub>3</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	370,00 Hz	<div></div>	(1) Fundamental <div>  </div>
	Longitud de onda (λ)		
	0,919 m		



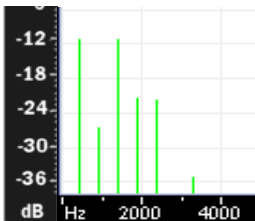
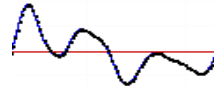
Sonidos alternativos (Sol# <sub>3</sub> )			
(2) Fundamental ↓ <div>  </div>	(3) Fundamental ↓ <div>  </div>	(4) Fundamental ↓ <div>  </div>	

<div>La<sub>3</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	393,76 Hz	<div></div>	(1) Fundamental <div>  </div>
	Longitud de onda (λ)		
	0,863 m		

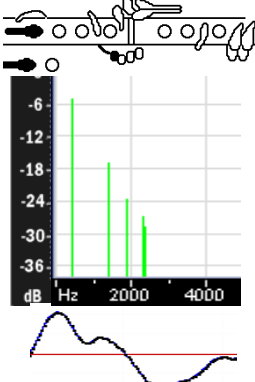

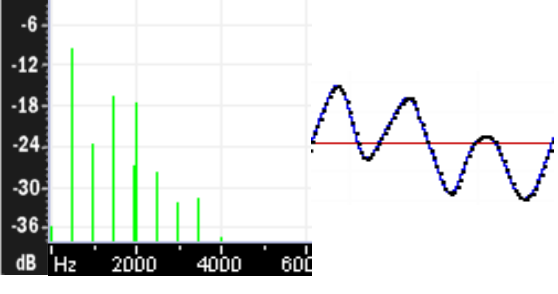

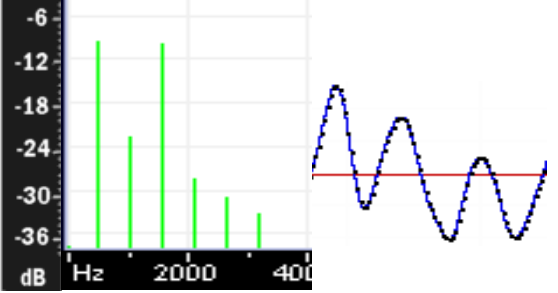
## VII. Mapa acústico del clarinete


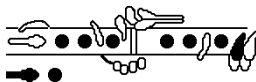
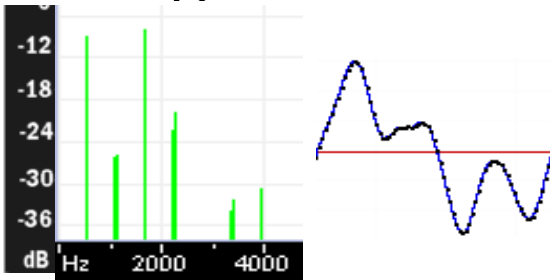
Sonidos alternativos (La <sub>3</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↓</p> 	<p>(3) Fundamental ↓</p> 		
<p><b>La<sub>3</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	<p>(1) Fundamental</p> 
	417,16 Hz		
	Longitud de onda (λ)		
	0,815 m		
Sonidos alternativos (La <sub>3</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↓</p> 	<p>(3) Fundamental ↓</p> 	<p>(4) Fundamental ↓</p> 	


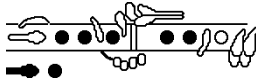
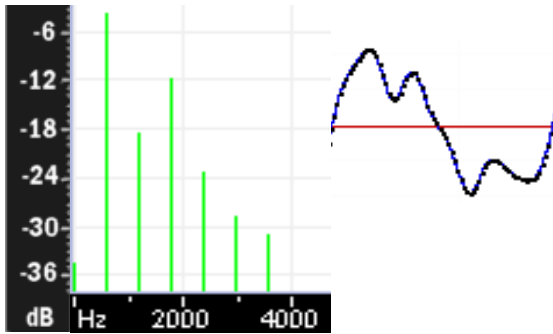
<div>Si<sub>3</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	442,00 Hz	(1) 3f de Mi <sub>2</sub> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)	<div></div> <div></div>	
	0,769 m		
Sonidos alternativos (Si <sub>3</sub> )			
(2) Fundamental ↔ <div></div> <div></div> <div></div>			


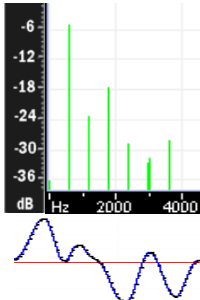

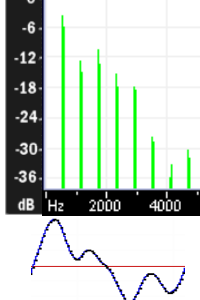
<div>Do<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Armónicos válidos como notas	Sonido base
	468,26 Hz	(1) 3f de Fa <sub>2</sub> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)	<div></div> <div></div>	
	0,726 m		

## VII. Mapa acústico del clarinete



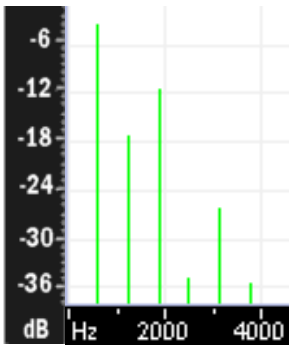
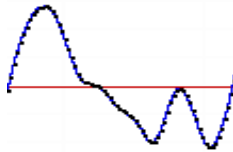
Sonidos alternativos (Do <sub>4</sub> )			
<p>(2) Fundamental ↓</p> 			
<p><b>Do#<sub>4</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	Sonido base	
	496,10 Hz	<p>(1) 3f de Fa#<sub>2</sub></p> 	
	Longitud de onda (λ)		
	0,685 m		
<p><b>Re<sub>4</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	Sonido base	
	525,60 Hz	<p>(1) 3f de Sol<sub>2</sub></p> 	
	Longitud de onda (λ)		
	0,647 m		

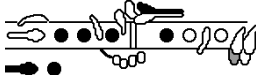
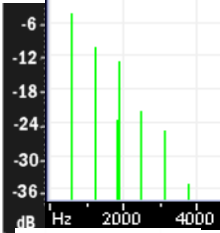
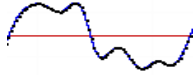

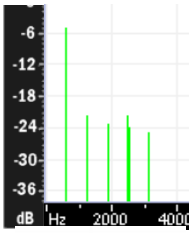
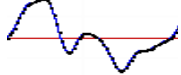
<div>Re#<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base
	556,84 Hz	(1) 3f de Sol# <sub>2</sub> <div></div>
	Longitud de onda (λ)	<div></div>
	0,611 m	



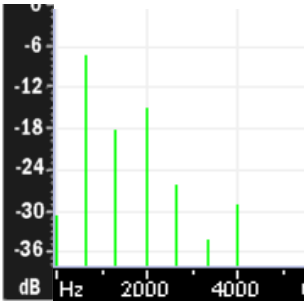
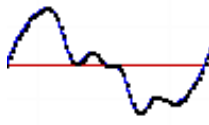
<div>Mi<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base
	589,96 Hz	(1) 3f de La <sub>2</sub> <div></div>
	Longitud de onda (λ)	<div></div>
	0,576 m	

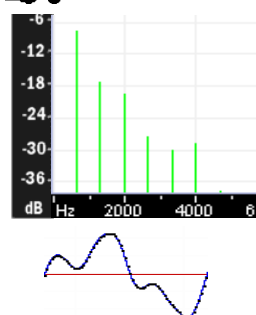
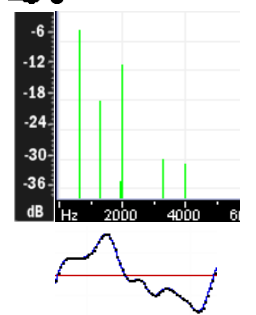
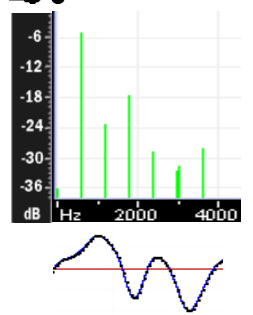

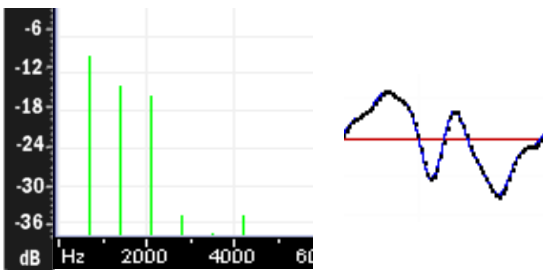
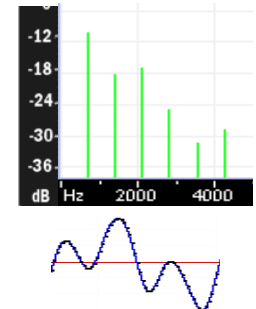
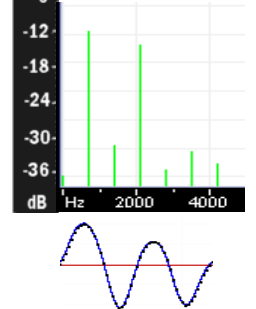
Sonidos alternativos (Mi <sub>4</sub> )			
(2) 3f de La <sub>2</sub> ↑ <div></div> <div></div>	(3) 3f de La <sub>2</sub> ↓ <div></div> <div></div>		

# VII. Mapa acústico del clarinete

<div>Fa<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	625,04 Hz	<div>(1) 3f de La<sub>2</sub></div> <div></div> <div></div> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)		
	0,544 m		



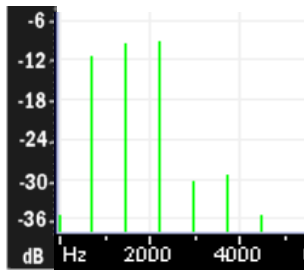
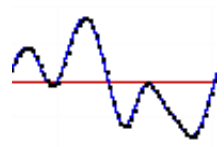

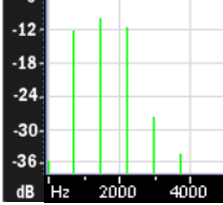
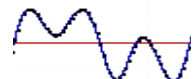

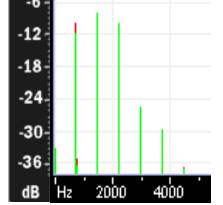
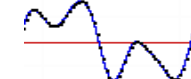
Sonidos alternativos (Fa <sub>4</sub> )			
<div>(2) 3f de La<sub>2</sub> ↓</div> <div></div> <div></div> <div></div>	<div>(3) 3f de La<sub>2</sub> ↑</div> <div></div> <div></div> <div></div>		



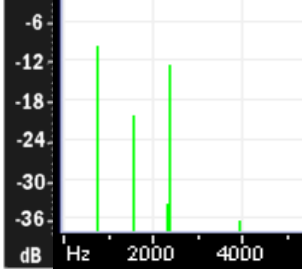
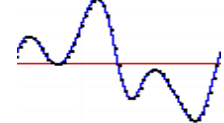
<div>Fa#<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	662,20 Hz	<div>(1) 3f de Si<sub>2</sub></div> <div></div> <div></div> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)		
	0,513 m		

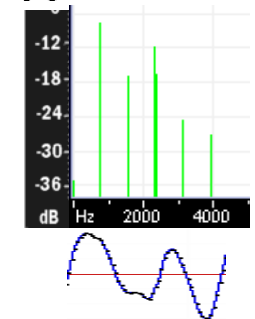
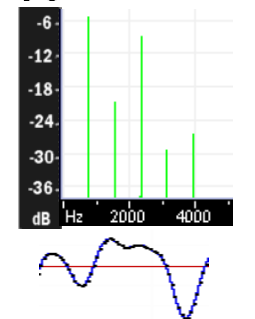
Sonidos alternativos (Fa# <sub>4</sub> )			
<p>(2) 3f de Si<sub>2</sub>↑</p> 	<p>(3) 3f de Si<sub>2</sub>↓</p> 	<p>(4) 3f de Si<sub>2</sub>↑</p> 	
<p><b>Sol<sub>4</sub></b></p> 	<p><b>Frecuencia (f)</b></p>	<p><b>Sonido base</b></p>	
	<p>701,60 Hz</p>	<p>(1) 3f de Do<sub>3</sub></p> 	
	<p><b>Longitud de onda (λ)</b></p>		
	<p>0,485 m</p>		
Sonidos alternativos (Sol <sub>4</sub> )			
<p>(2) 3f de Do<sub>3</sub>↑</p> 	<p>(3) 3f de Do<sub>3</sub>↓</p> 		





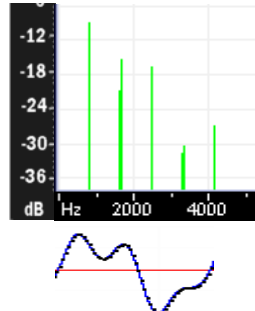
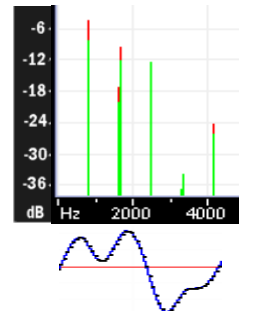
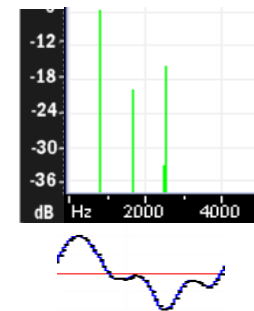
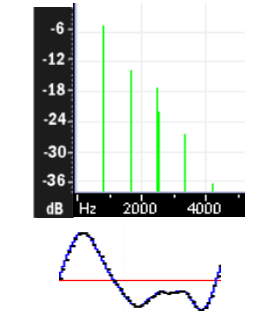
VII. Mapa acústico del clarinete

<div>Sol#<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	746,32 Hz	(1) 3f de Do# <sub>3</sub> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)	<div></div> <div></div>	
	0,456 m		
Sonidos alternativos (Sol# <sub>4</sub> )			
(2) 3f de Do# <sub>3</sub> ↑ <div></div> <div></div> <div></div>	(3) 3f de Do# <sub>3</sub> ↓ <div></div> <div></div> <div></div>		


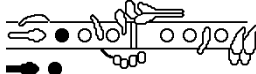
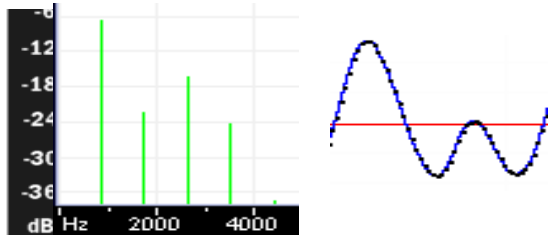
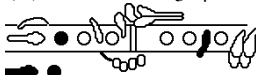
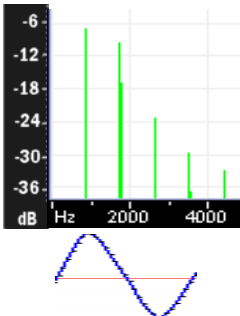
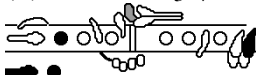
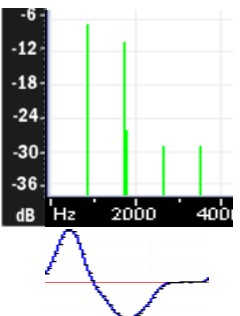
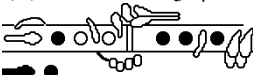
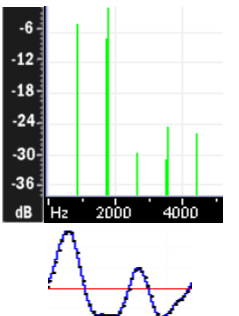

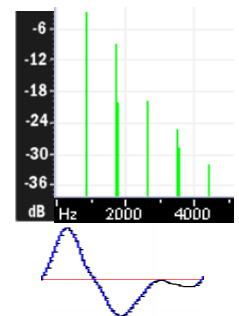


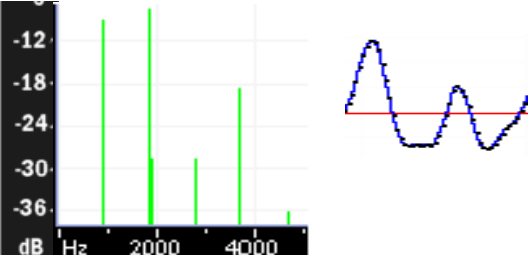
<div>La<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	787,52 Hz	(1) 3f de Re <sub>3</sub> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)	<div></div> <div></div>	
	0,432 m		

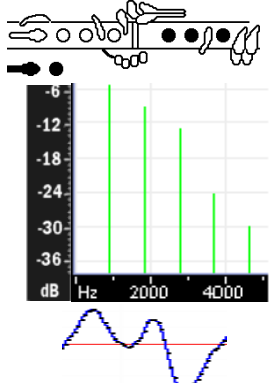
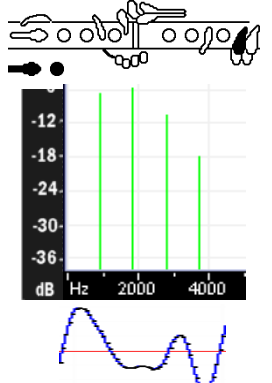
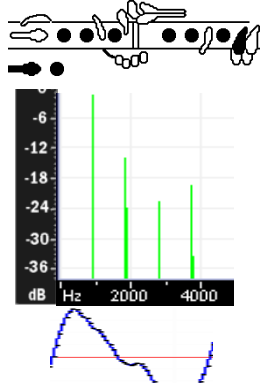
Sonidos alternativos (La <sub>4</sub> )			
<p>(2) 3f de Re<sub>3</sub> ↑</p> 	<p>(3) 3f de Re<sub>3</sub> ↓</p> 		


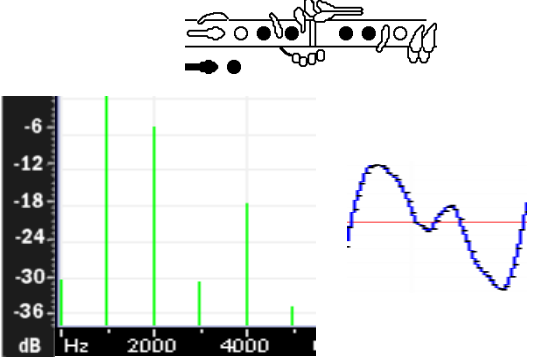
<p><b>La<sub>4</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	Sonido base	
	834,32 Hz	<p>(1) 3f de Re<sub>3</sub></p> 	
	Longitud de onda (λ)		
	0,407 m		

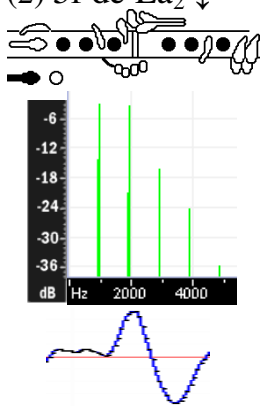
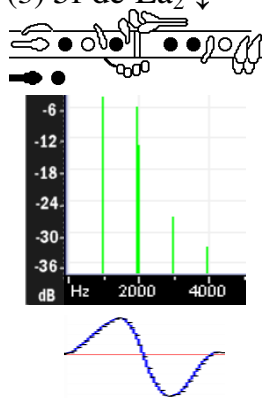
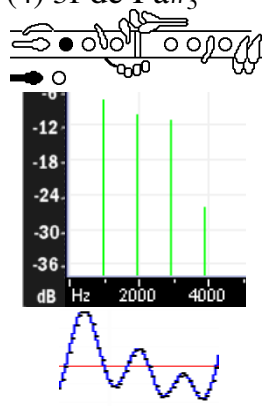
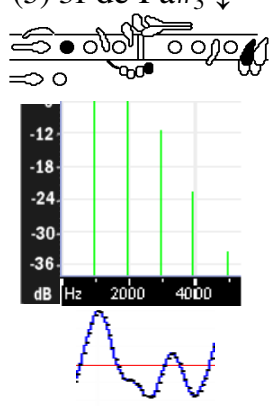
Sonidos alternativos (La <sub>4</sub> )			
<p>(2) 3f de Re<sub>3</sub> ↔</p> 	<p>(3) 3f de Re<sub>3</sub> ↑</p> 	<p>(4) 3f de Re<sub>3</sub> ↑</p> 	<p>(5) 3f de Re<sub>3</sub> ↑</p> 

# VII. Mapa acústico del clarinete

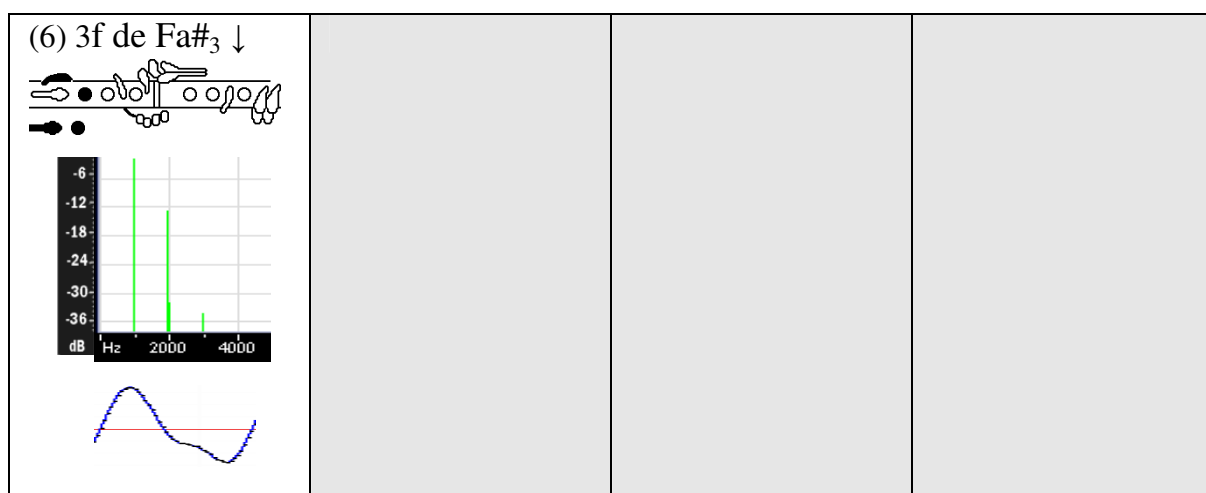
<div>Si<sub>4</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	884,00 Hz	(1) 3f de Mi <sub>3</sub> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)		
	0,385 m	<div></div>	
Sonidos alternativos (Si <sub>4</sub> )			
(2) 3f de Mi <sub>3</sub> ↑ <div></div> <div></div>	(3) 3f de Mi <sub>3</sub> ↓ <div></div> <div></div>	(4) 3f de Mi <sub>3</sub> ↑ <div></div> <div></div>	(5) 5f de Sol <sub>2</sub> ↔ <div></div> <div></div>
<div>Do<sub>5</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	836,52 Hz	(1) 3f de Fa <sub>3</sub> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)		
	0,406 m	<div></div>	


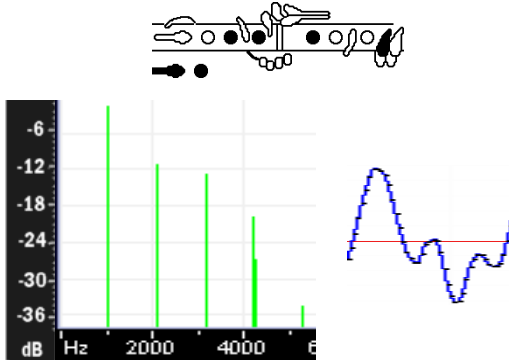
Sonidos alternativos (Do <sub>5</sub> )			
<p>(2) 3f de Fa<sub>3</sub> ↓</p> 	<p>(3) 3f de Fa<sub>3</sub> ↑</p> 	<p>(4) 5f de Sol#<sub>2</sub> ↑</p> 	

<p><b>Do#<sub>5</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	Sonido base	
	992,20 Hz	<p>(1) 5f de La<sub>2</sub></p> 	
	Longitud de onda (λ)		
	0,343 m		

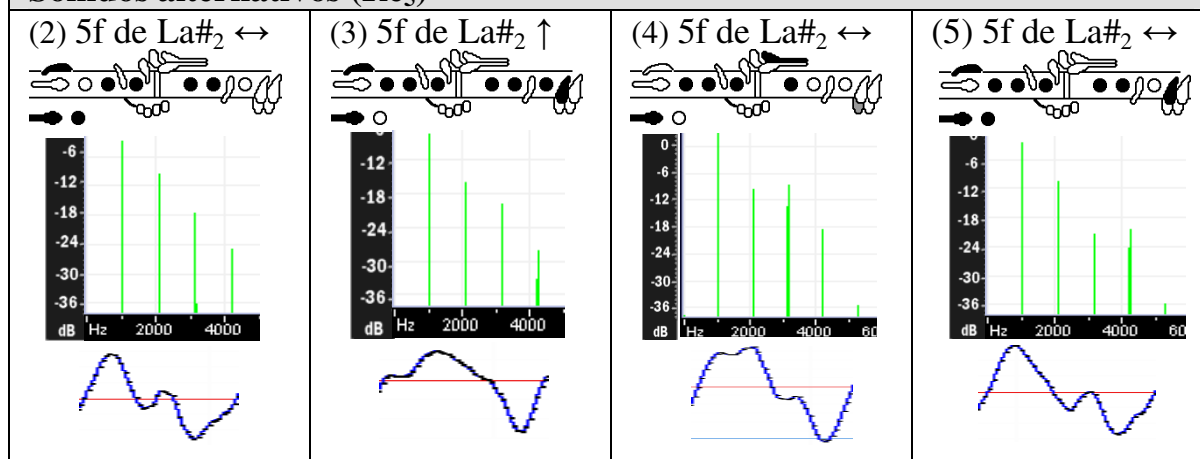
Sonidos alternativos (Do# <sub>5</sub> )			
<p>(2) 5f de La<sub>2</sub> ↓</p> 	<p>(3) 5f de La<sub>2</sub> ↓</p> 	<p>(4) 3f de Fa#<sub>3</sub> ↔</p> 	<p>(5) 3f de Fa#<sub>3</sub> ↓</p> 

## VII. Mapa acústico del clarinete

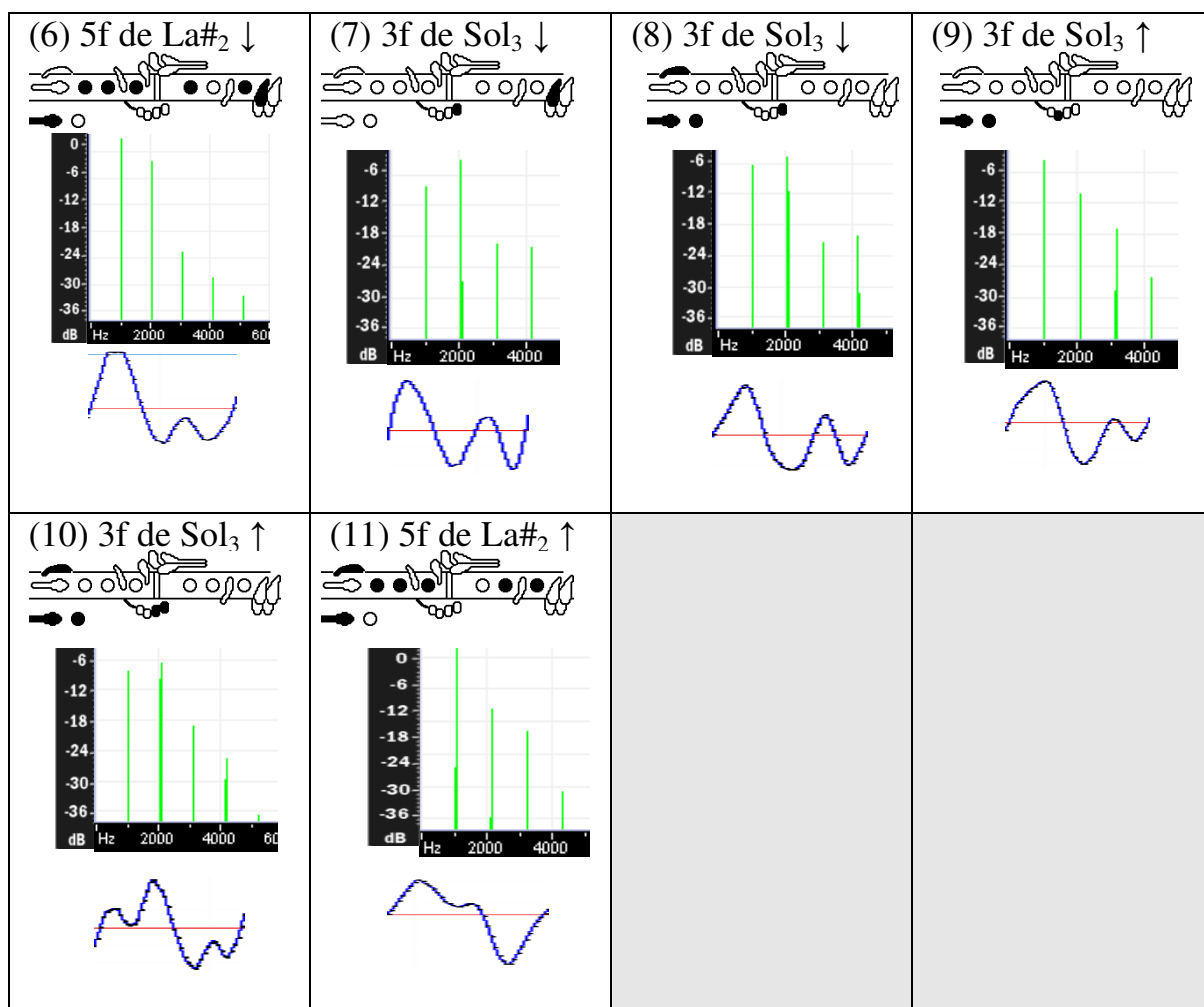


<div>Re<sub>5</sub></div> 	Frecuencia (f)	Sonido base	
	1051,20 Hz	<div>(1) 5f de La<math>\sharp_2</math></div> 	
	Longitud de onda ( $\lambda$ )		
	0,323 m		

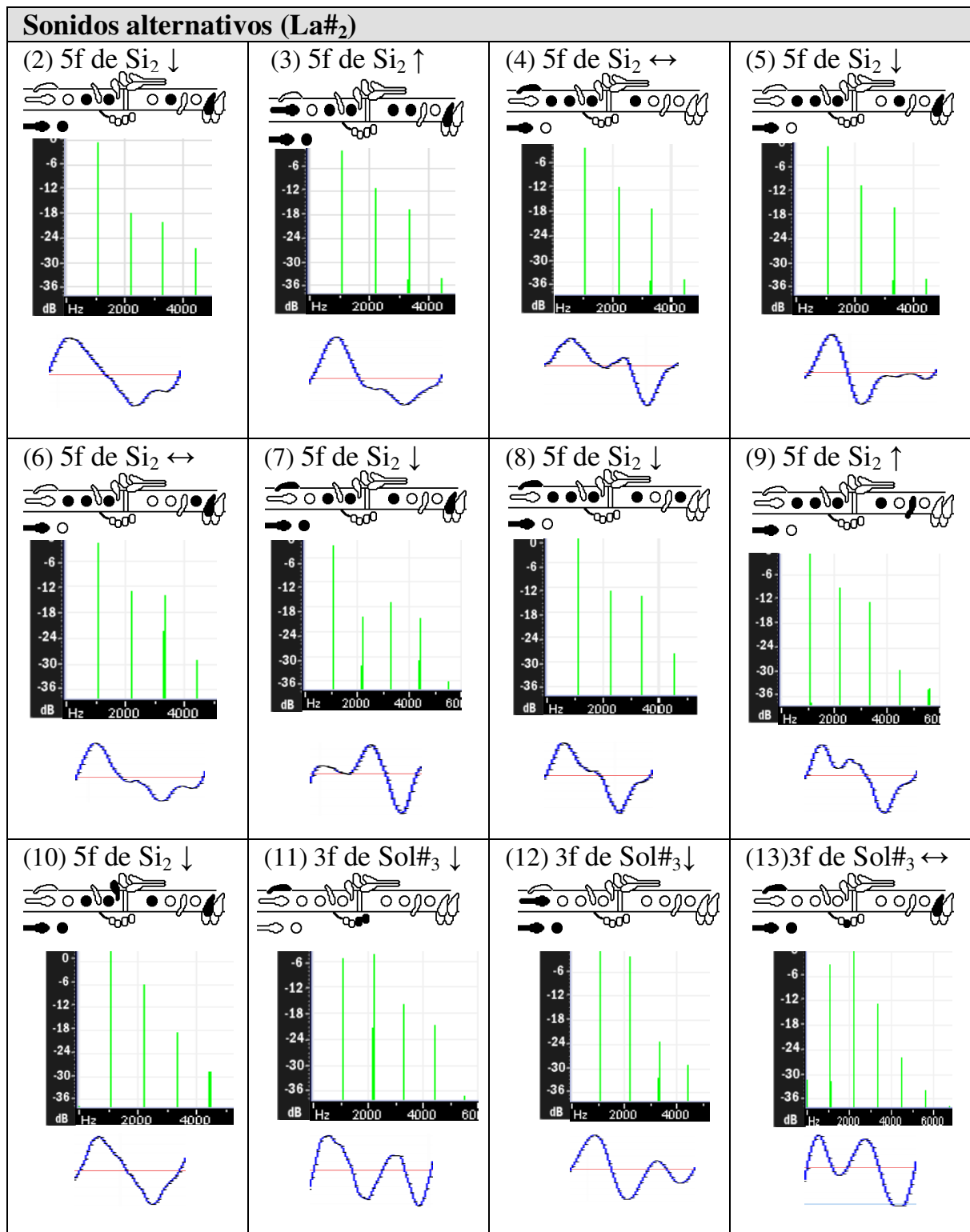
### Sonidos alternativos (Re<sub>5</sub>)


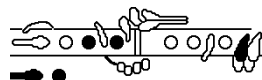
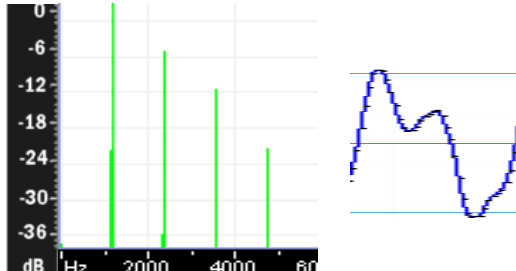


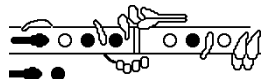
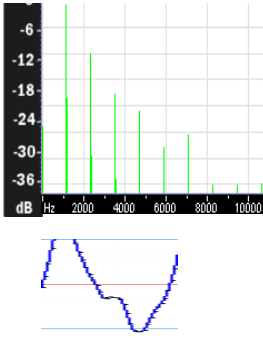
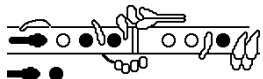
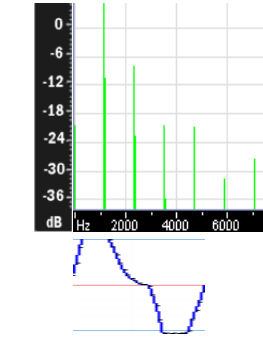
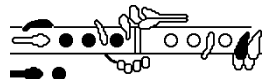
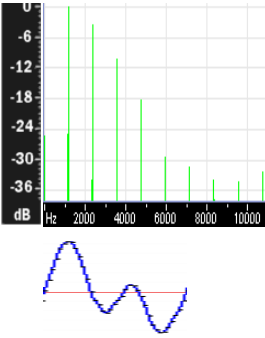
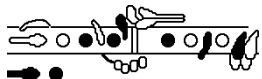
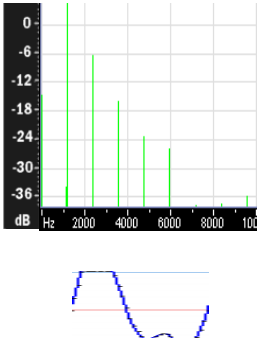
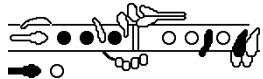
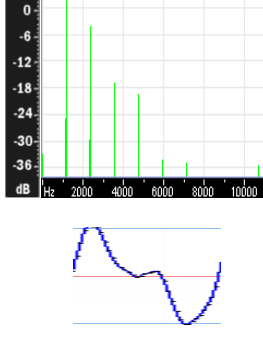

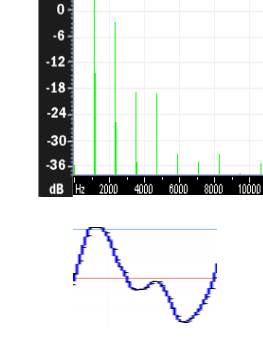
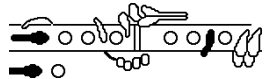
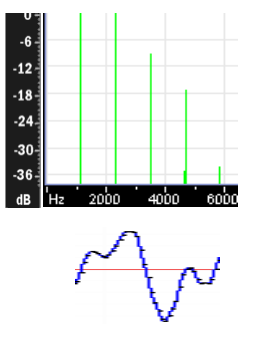
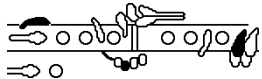
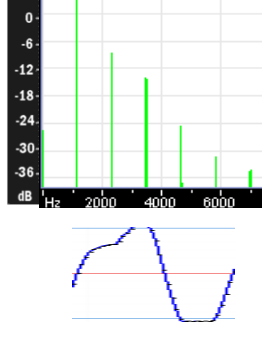
*El Clarinete: Acústica, Historia y Práctica*



## VII. Mapa acústico del clarinete

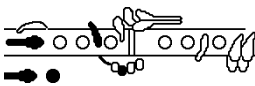
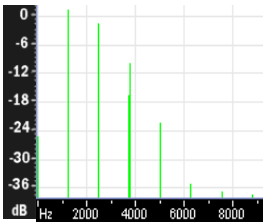
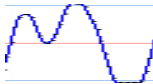
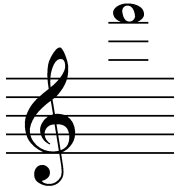
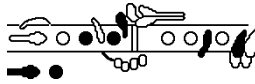
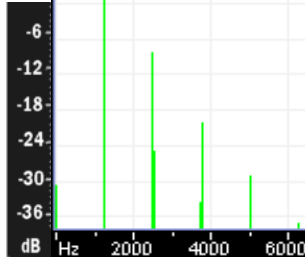
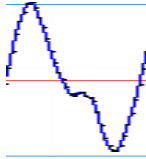

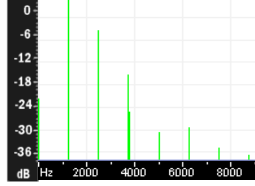
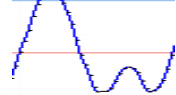

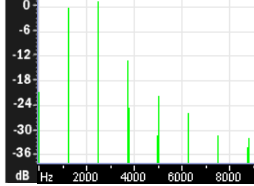
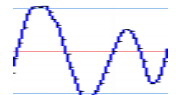

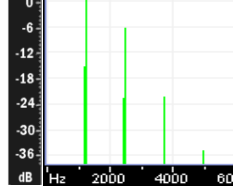
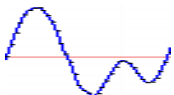
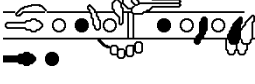
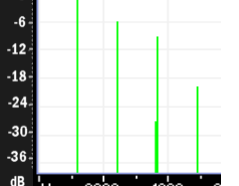
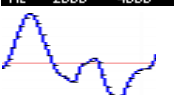


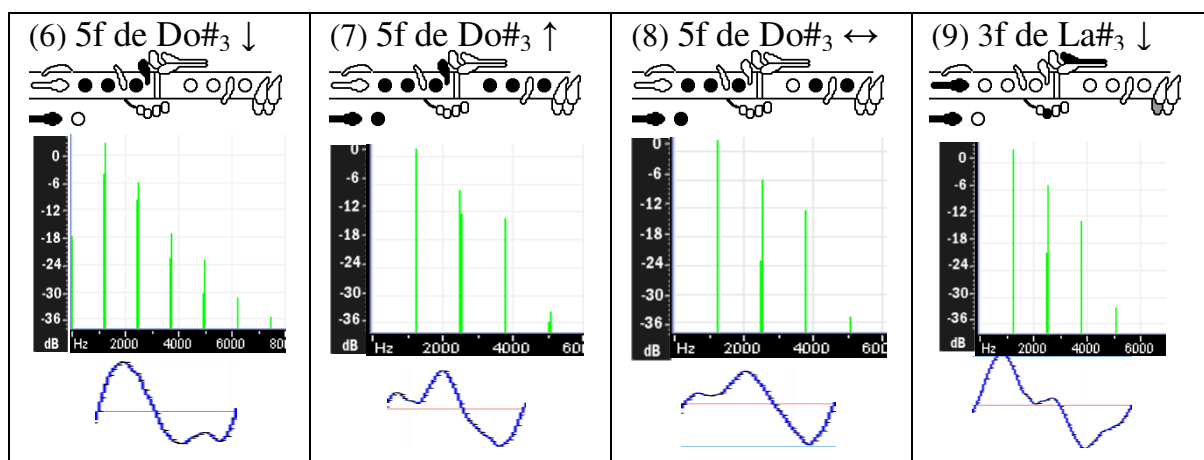
<div>Mi<sub>5</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base
	1179,92 Hz	(1) 5f de Do <sub>3</sub> <div></div>
	Longitud de onda (λ)	<div></div>
	0,288 m	


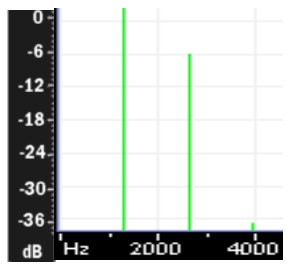
hondos alternativos (Mi <sub>5</sub> )			
(2) 5f de Do <sub>3</sub> ↓ <div></div> <div></div>	(3) 5f de Do <sub>3</sub> ↓ <div></div> <div></div>	(4) 5f de Do <sub>3</sub> ↔ <div></div> <div></div>	(5) 5f de Do <sub>3</sub> ↑ <div></div> <div></div>
(6) 5f de Do <sub>3</sub> ↔ <div></div> <div></div>	(7) 5f de Do <sub>3</sub> ↓ <div></div> <div></div>	(8) 3f de La <sub>3</sub> ↓ <div></div> <div></div>	(9) 3f de La <sub>3</sub> ↓ <div></div> <div></div>

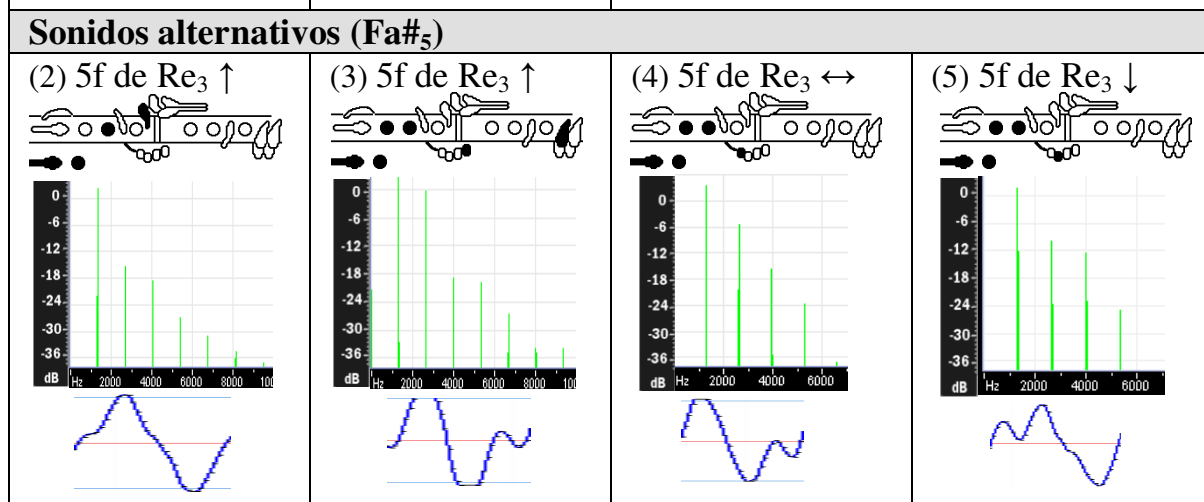


## VII. Mapa acústico del clarinete

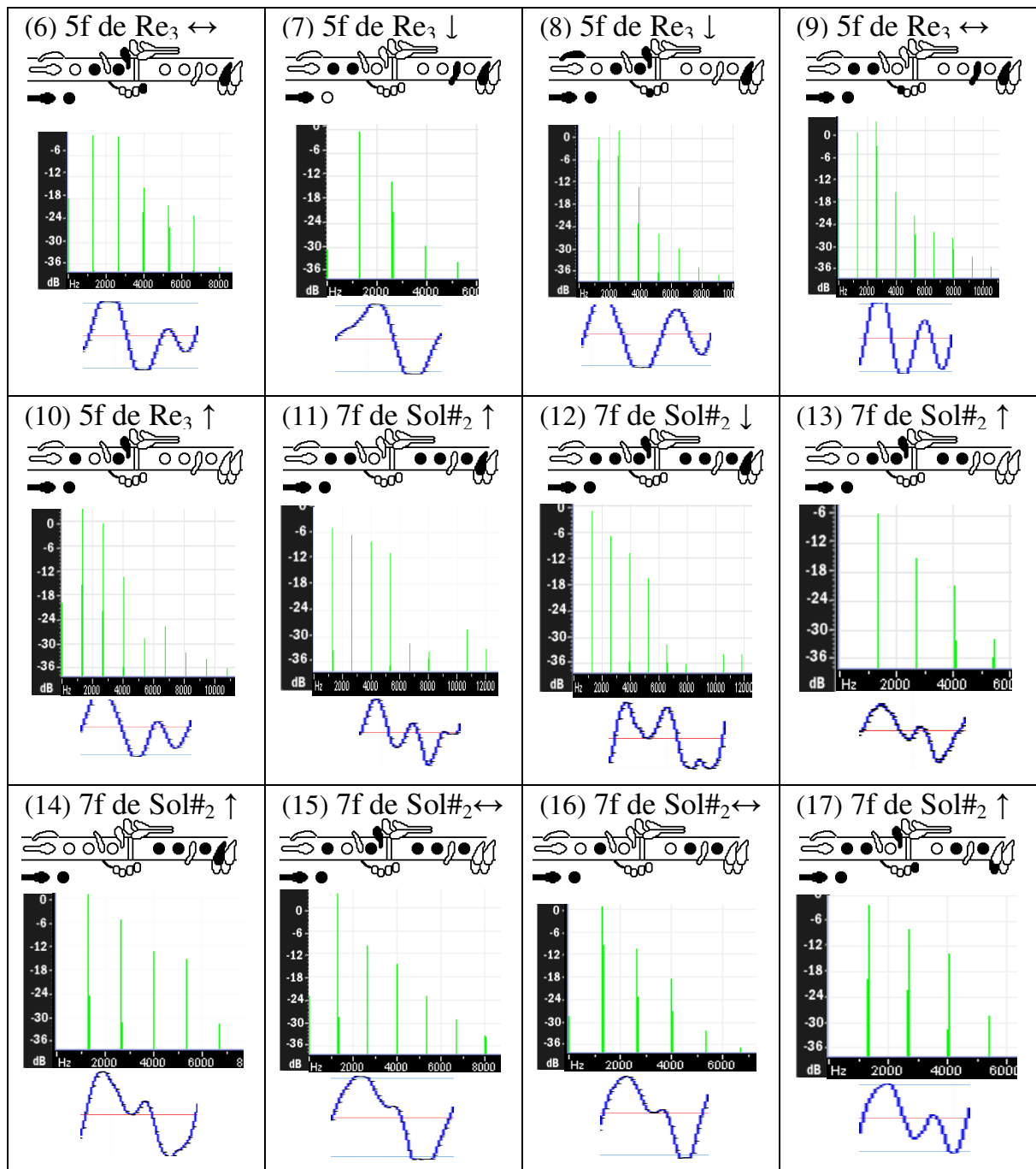
<p>(10) 3f de La<sub>3</sub> ↔</p>   			
<p><b>Fa<sub>5</sub></b></p> 	<p><b>Frecuencia (f)</b></p>	<p><b>Sonido base</b></p>	
	<p>1250,08 Hz</p>	<p>(1) 5f de Do#<sub>3</sub></p> 	
	<p><b>Longitud de onda (λ)</b></p>	 	
<p><b>Sonidos alternativos (Fa<sub>5</sub>)</b></p>			
<p>(2) 5f de Do#<sub>3</sub> ↔</p>   	<p>(3) 5f de Do#<sub>3</sub> ↑</p>   	<p>(4) 5f de Do#<sub>3</sub> ↔</p>   	<p>(5) 5f de Do#<sub>3</sub> ↑</p>   



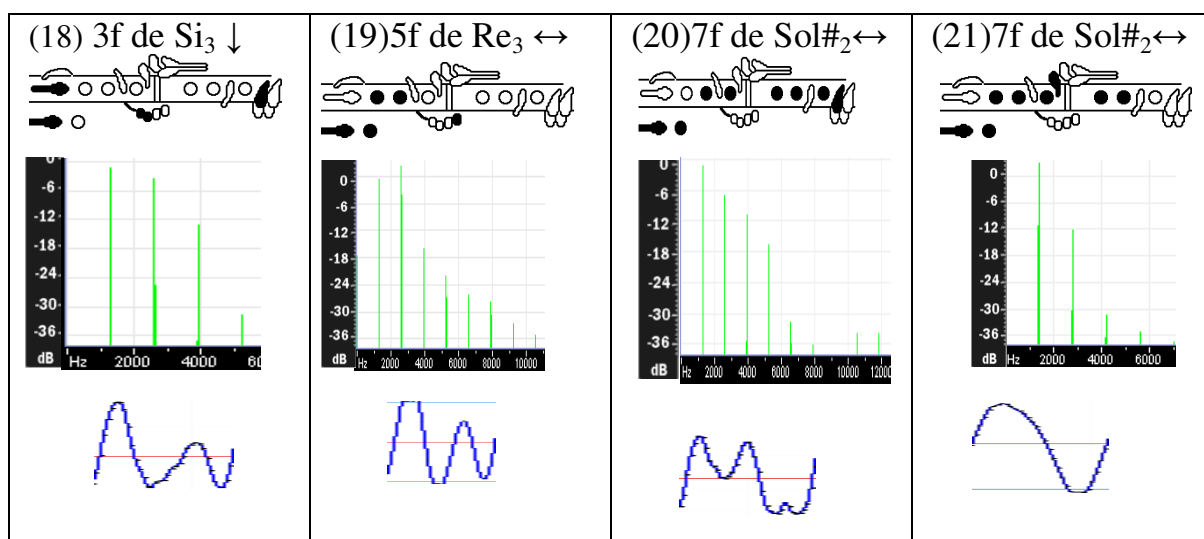
<p><b>Fa<sub>5</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	Sonido base	
	1324,40 Hz	(1) 5f de Re <sub>3</sub>	
	Longitud de onda (λ)		
	0,257 m		

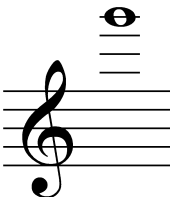
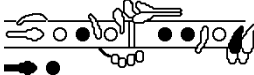
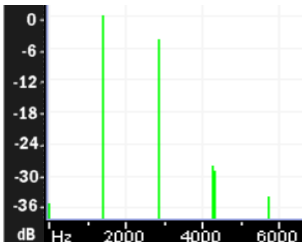
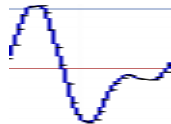


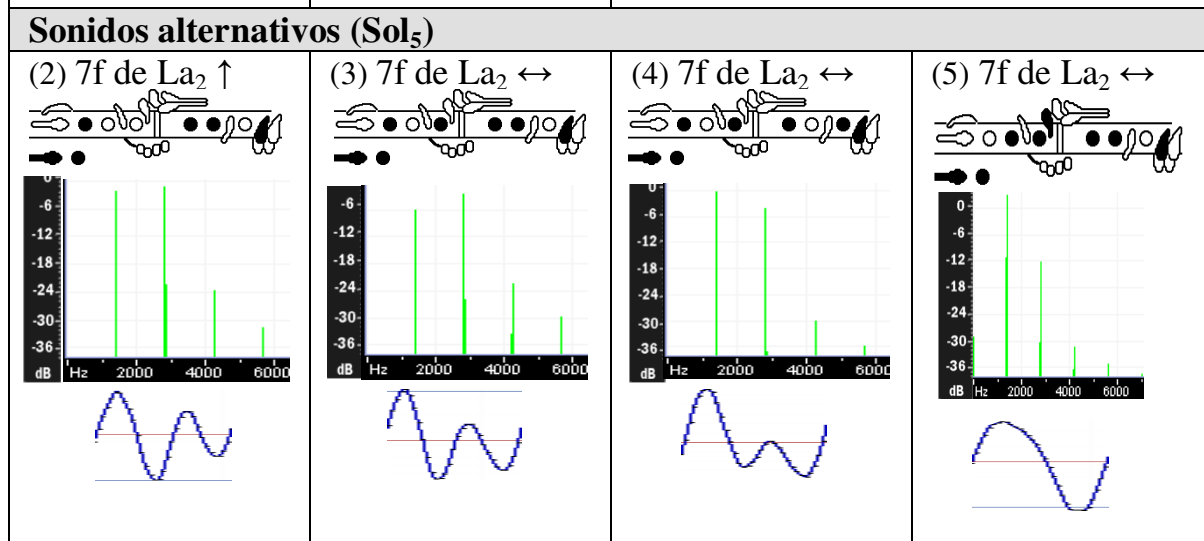
## VII. Mapa acústico del clarinete



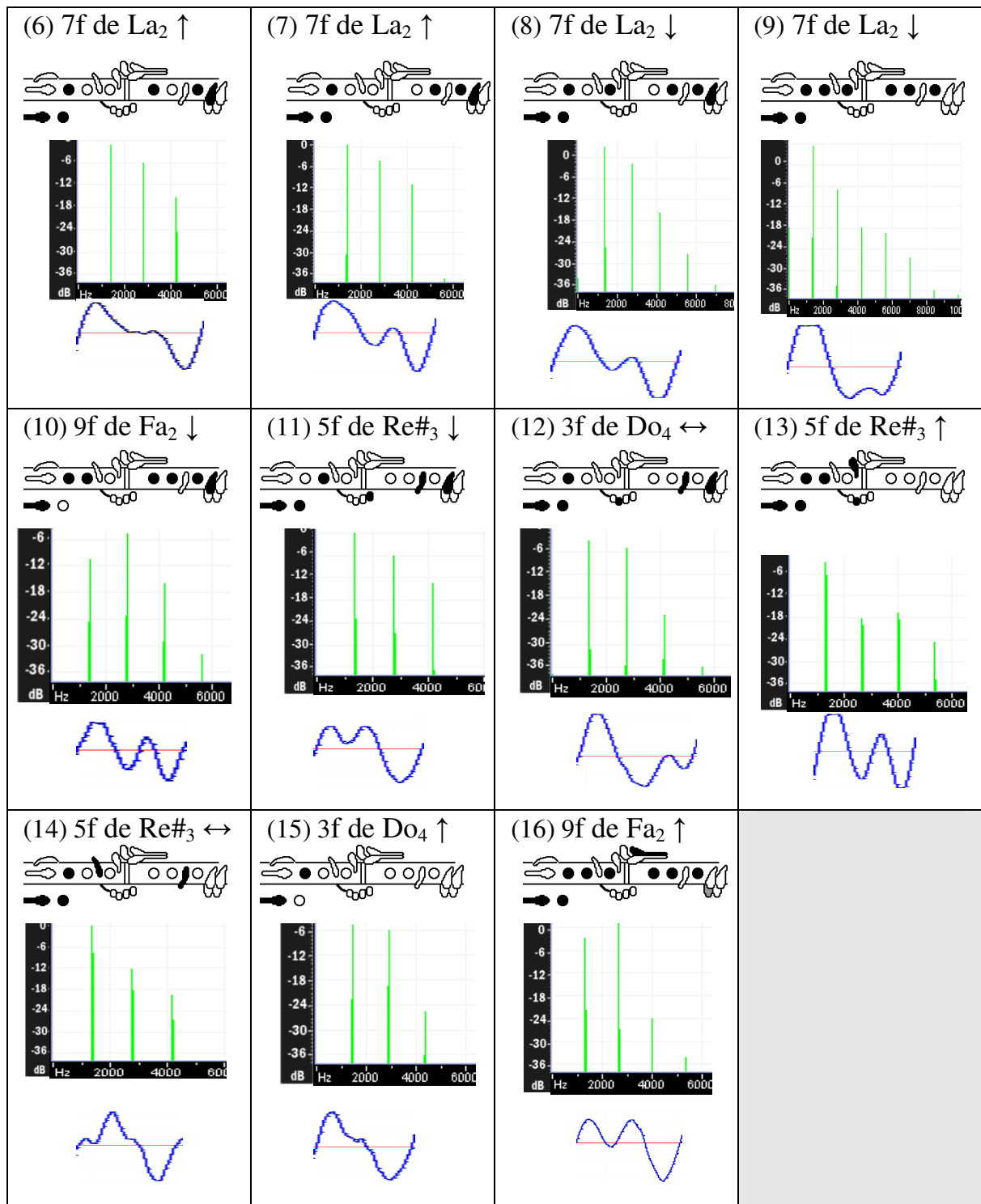
# El Clarinete: Acústica, Historia y Práctica

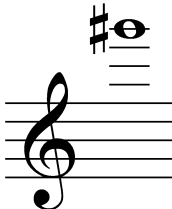
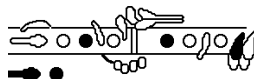
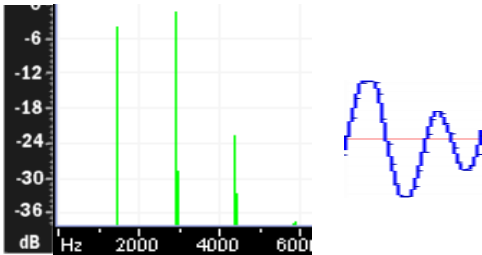


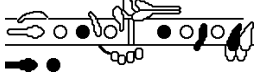
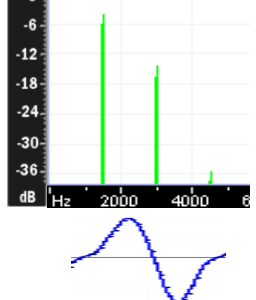

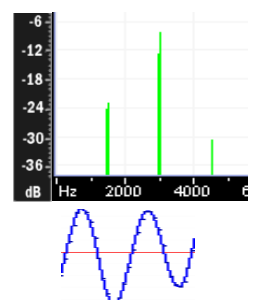

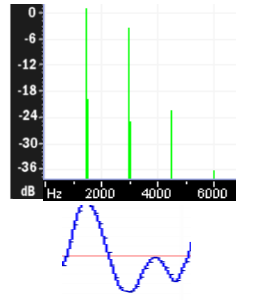

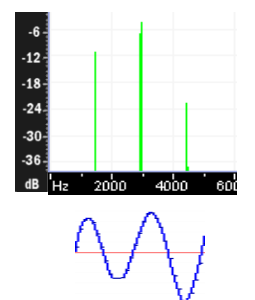

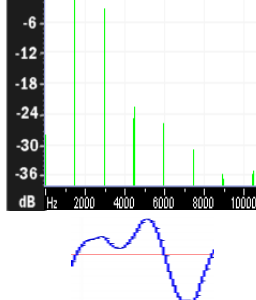

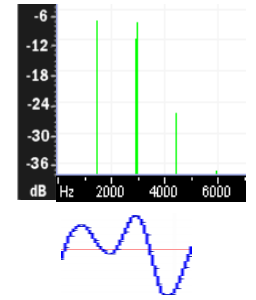

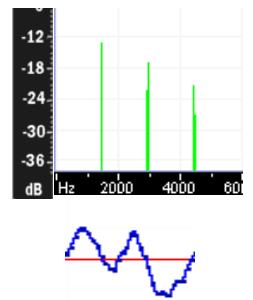

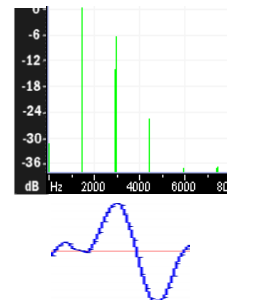
<p><b>Sol<sub>5</sub></b></p> 	Frecuencia (f)	Sonido base
	1403,20 Hz	<p>(1) 7f de La<sub>2</sub> ↑</p> 
	Longitud de onda (λ)	 
	0,242 m	



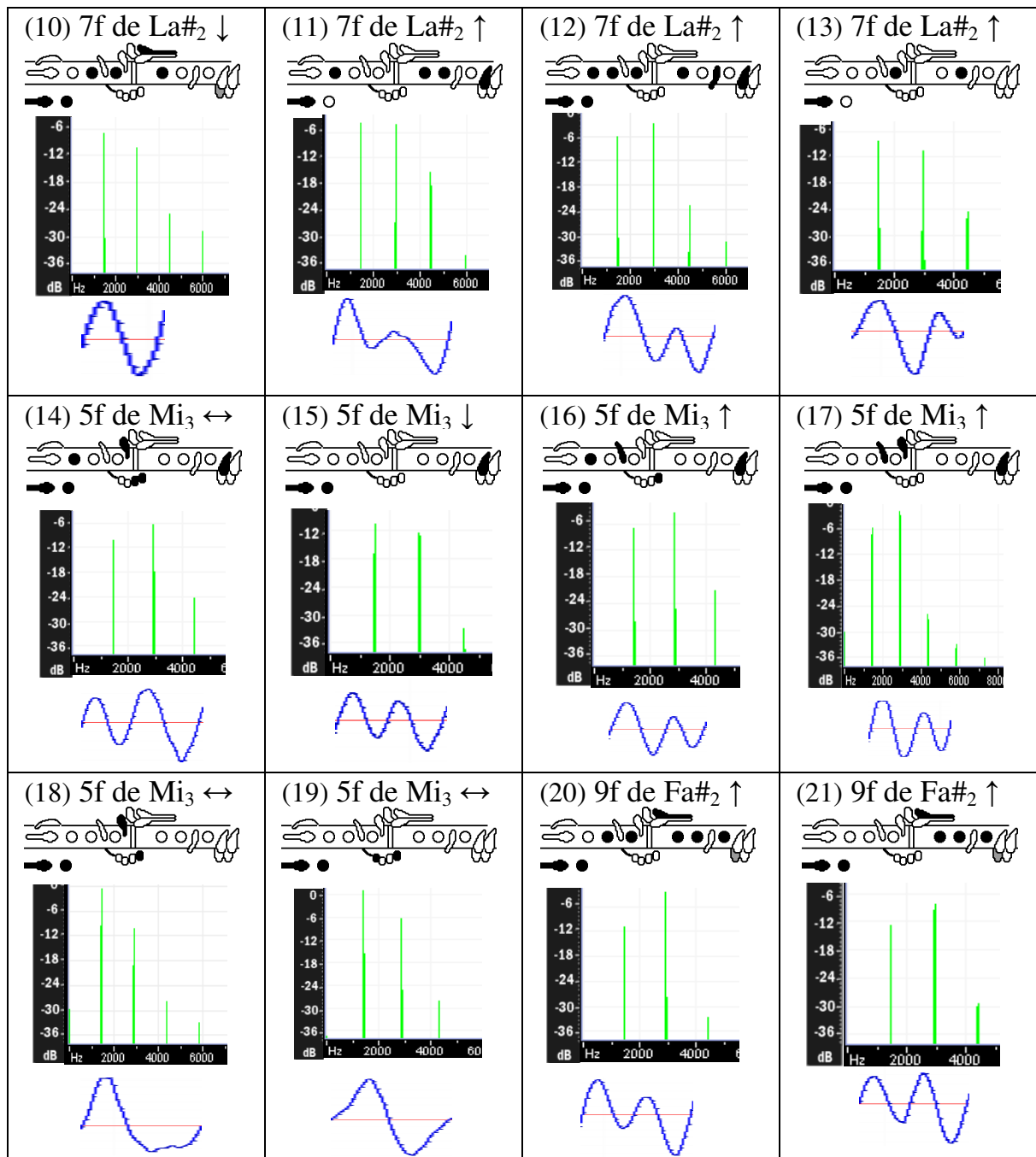
## VII. Mapa acústico del clarinete



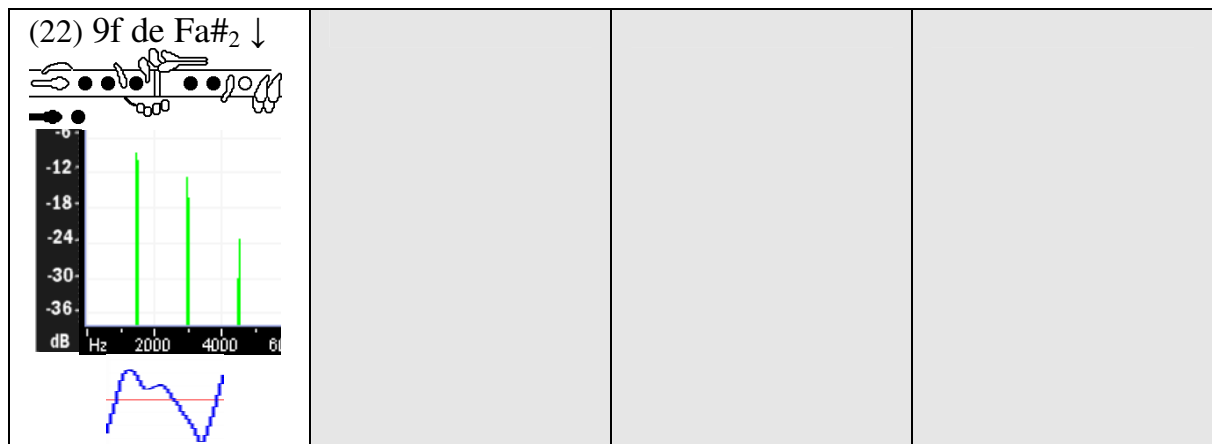
<div>Sol#<sub>5</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	1486,64 Hz	(1) 7f de La# <sub>2</sub> <div></div>	
	Longitud de onda (λ)	<div></div>	
	0,228 m		


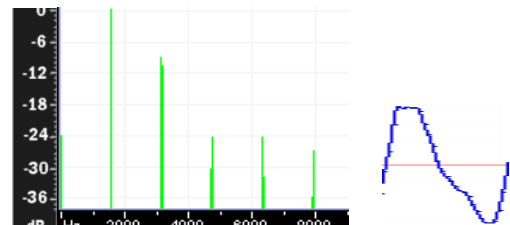
Digitaciones y sonidos alternativos (Sol# <sub>5</sub> )				
<div>(2) 7f de La#<sub>2</sub> ↑</div> <div></div> <div></div>	<div>(3) 7f de La#<sub>2</sub> ↑</div> <div></div> <div></div>	<div>(4) 7f de La#<sub>2</sub> ↑</div> <div></div> <div></div>	<div>(5) 7f de La#<sub>2</sub> ↑</div> <div></div> <div></div>	
<div>(6) 7f de La#<sub>2</sub> ↓</div> <div></div> <div></div>	<div>(7) 7f de La#<sub>2</sub> ↑</div> <div></div> <div></div>	<div>(8) 7f de La#<sub>2</sub> ↓</div> <div></div> <div></div>	<div>(9) 7f de La#<sub>2</sub> ↑</div> <div></div> <div></div>	

## VII. Mapa acústico del clarinete

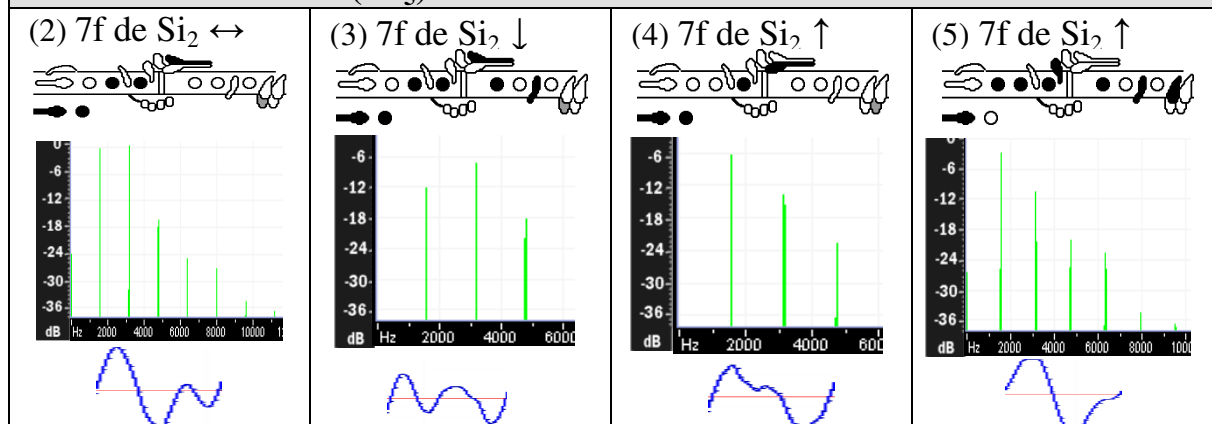


# El Clarinete: Acústica, Historia y Práctica



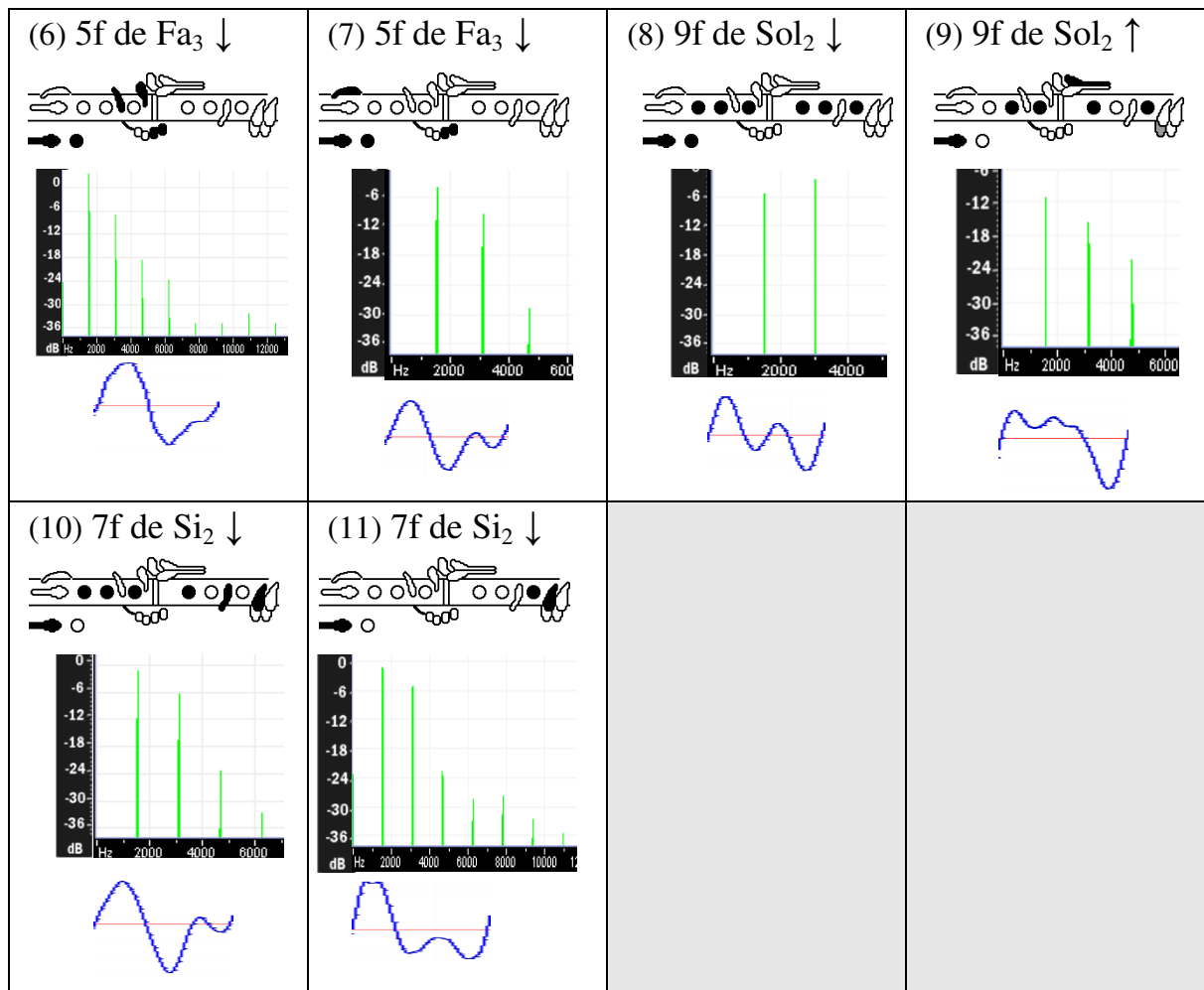
<div>La<sub>5</sub></div> 	Frecuencia (f)	Sonido base	
	1575,04 Hz	<div>(1) 7f de Si<sub>2</sub></div> 	
	Longitud de onda (λ)		
	0,216 m		

## Sonidos alternativos (La<sub>5</sub>)

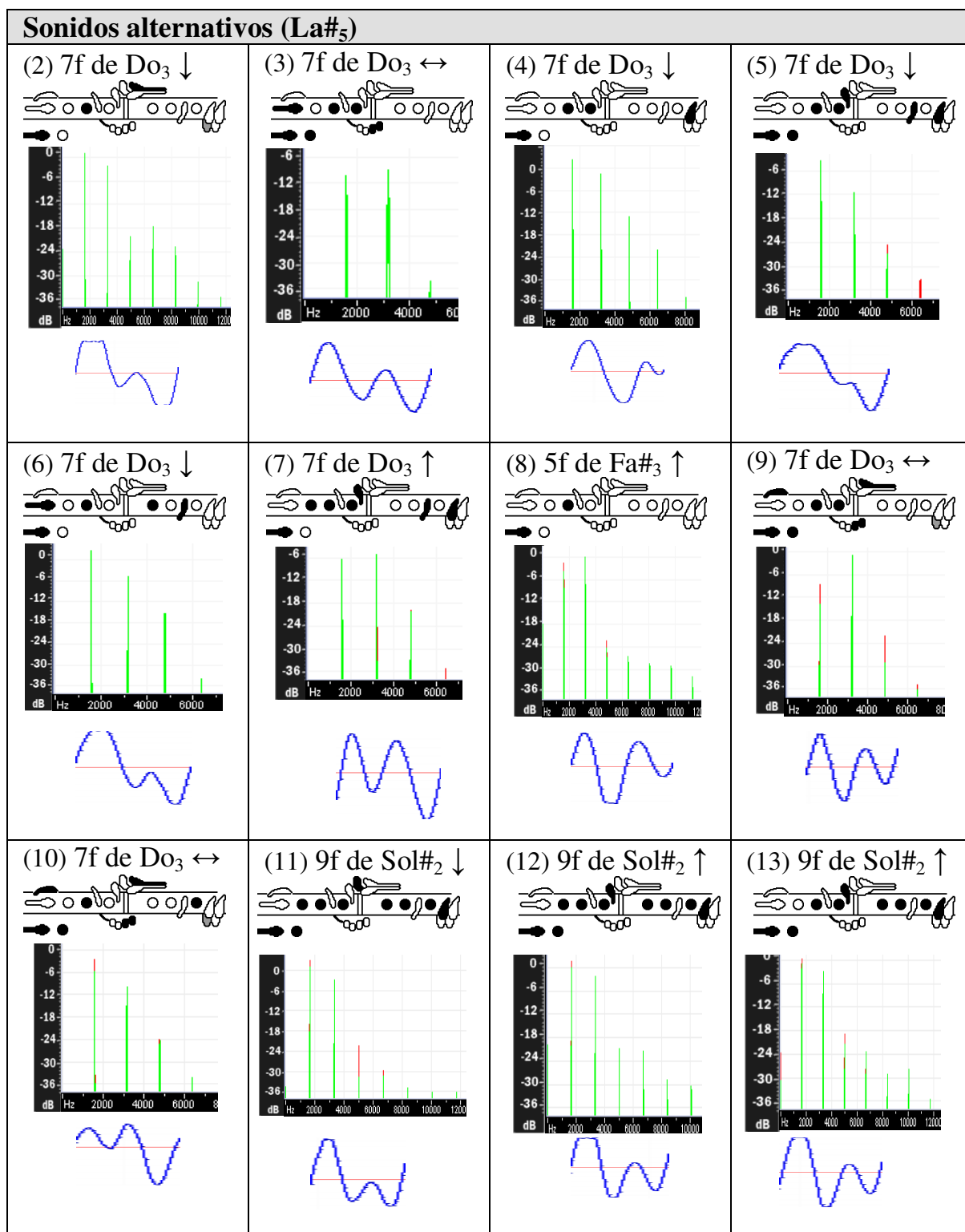




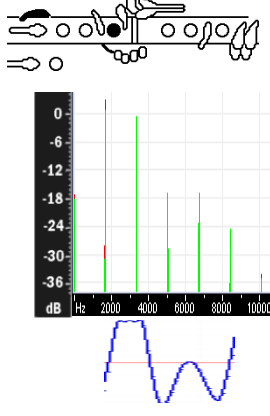
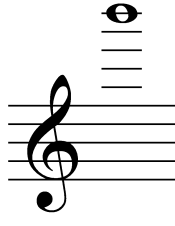
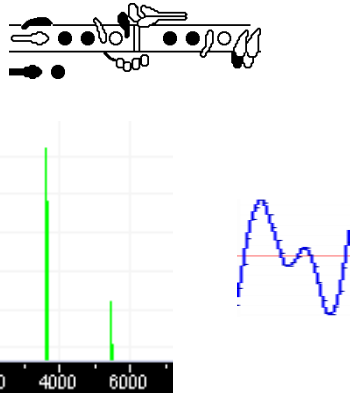
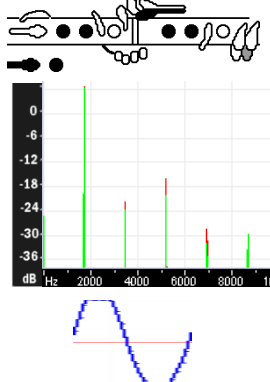
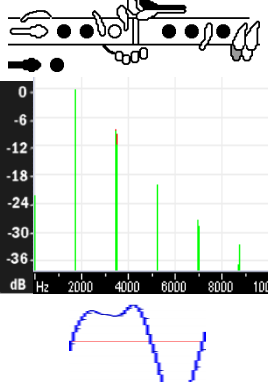
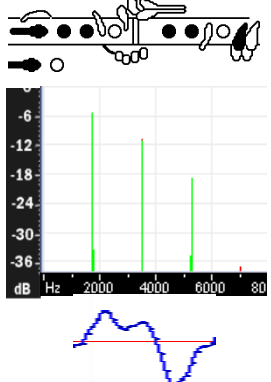
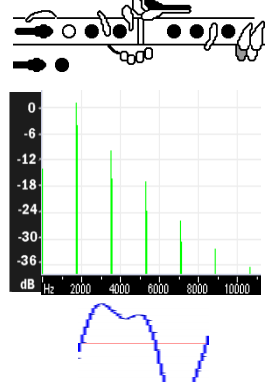
## VII. Mapa acústico del clarinete

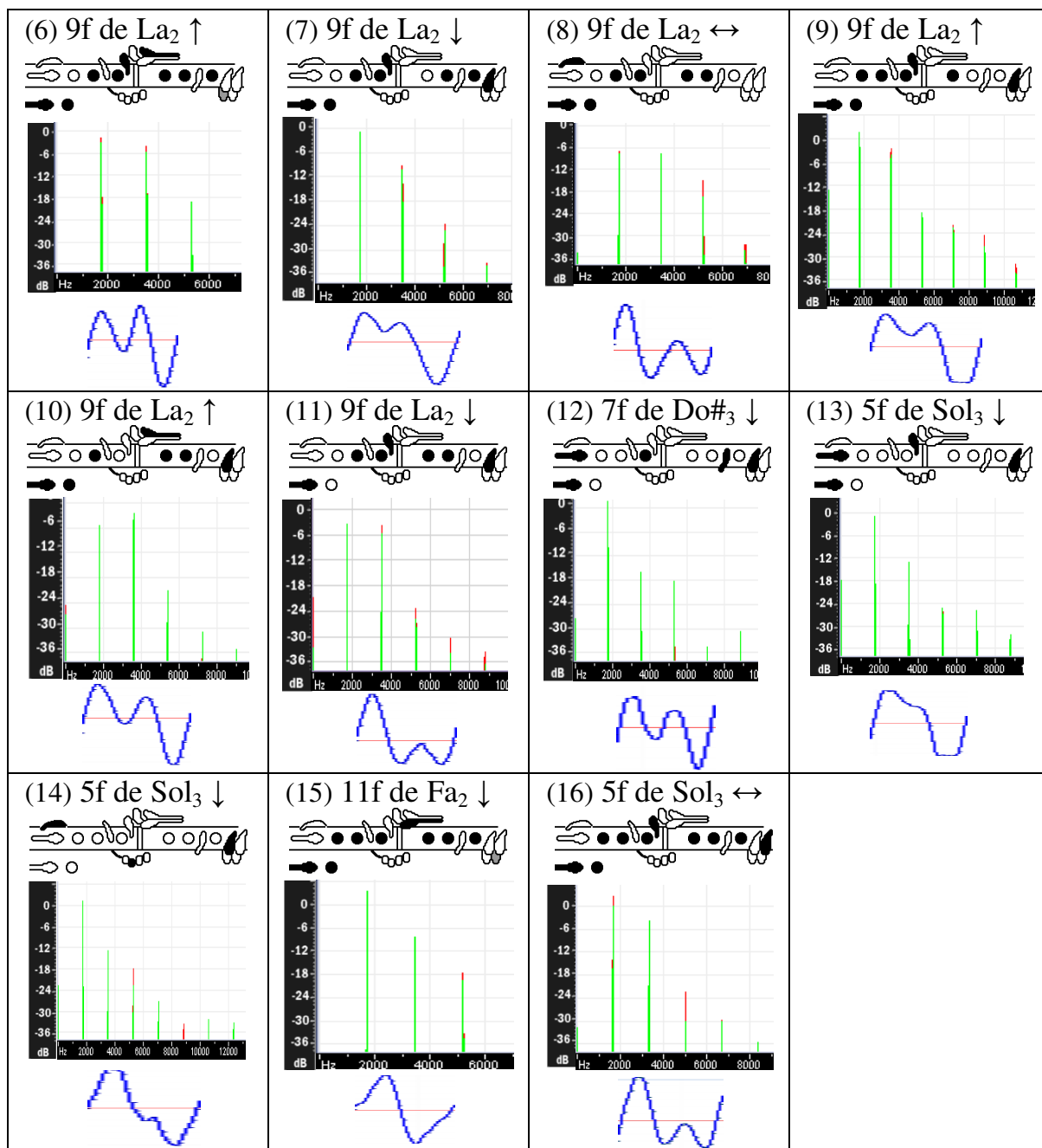


<p><b>La#<sub>5</sub></b></p>	Frecuencia (f)	Sonido base
	1668,64 Hz	<p>(1) 7f de Do<sub>3</sub></p>
	Longitud de onda (λ)	
	0,204 m	

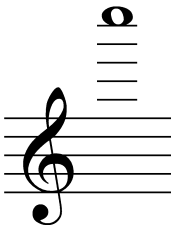
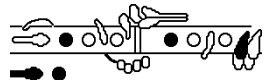
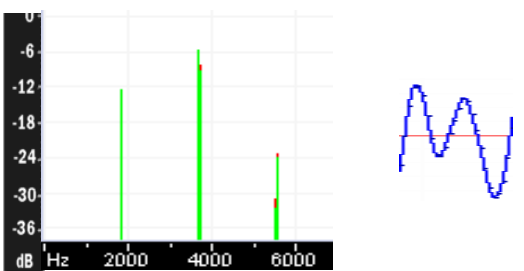
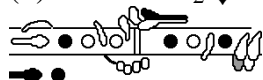
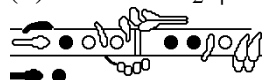
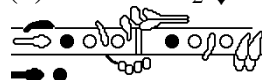
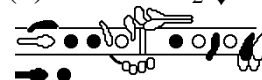
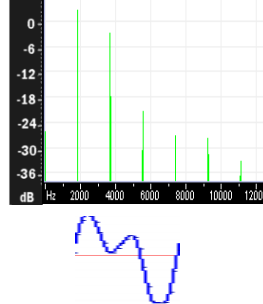
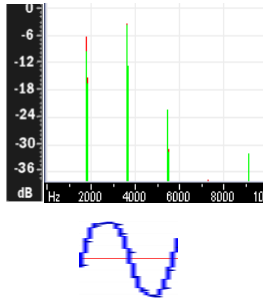
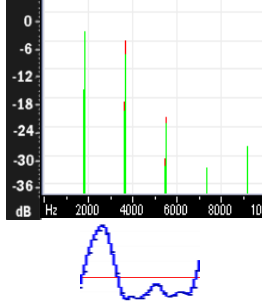
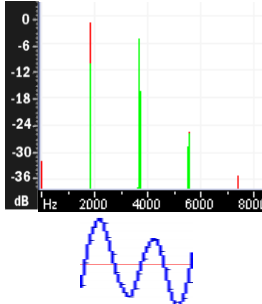




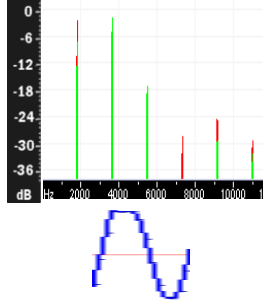
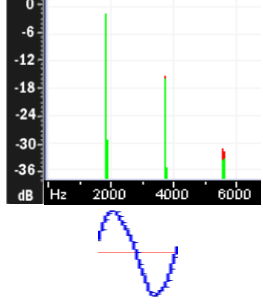
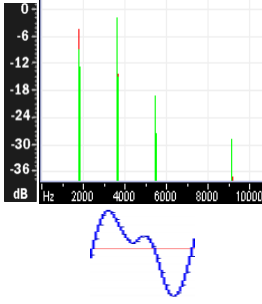
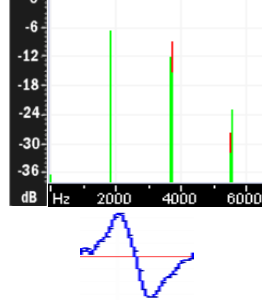


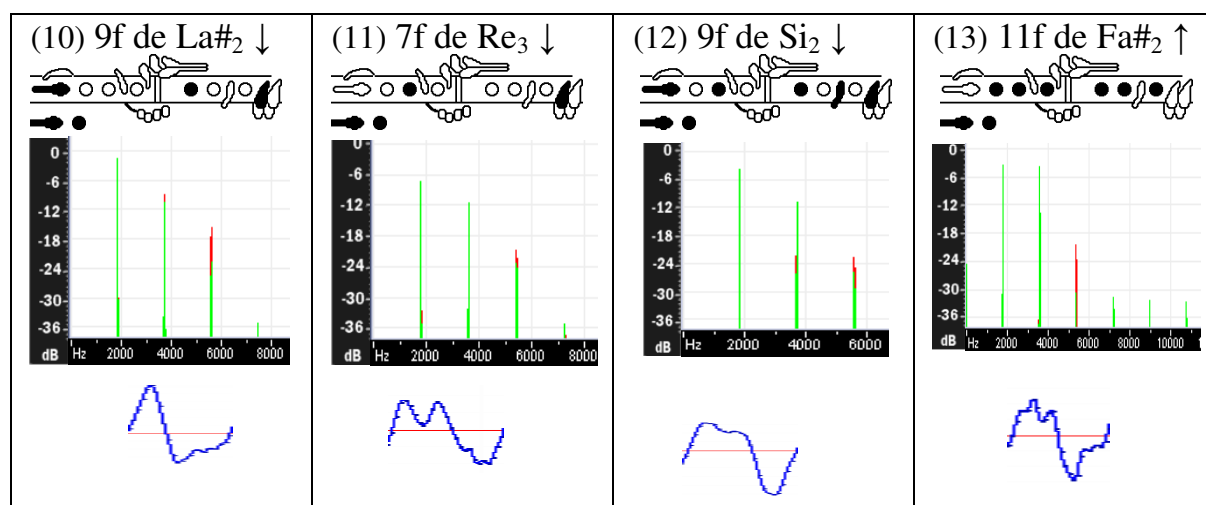
## VII. Mapa acústico del clarinete

<p>(14) 5f de Fa<math>\sharp_2</math> <math>\uparrow</math></p> 			
<p><b>Si<sub>5</sub></b></p> 	<p><b>Frecuencia (f)</b></p>	<p><b>Sonido base</b></p>	
	<p>1768,00 Hz</p>	<p>(1) 9f de La<sub>2</sub></p> 	
	<p><b>Longitud de onda (<math>\lambda</math>)</b></p>		
<p>19,23 cm</p>			
<p><b>Sonidos alternativos (Si<sub>5</sub>)</b></p>			
<p>(2) 9f de La<sub>2</sub> <math>\leftrightarrow</math></p> 	<p>(3) 9f de La<sub>2</sub> <math>\downarrow</math></p> 	<p>(4) 9f de La<sub>2</sub> <math>\downarrow</math></p> 	<p>(5) 9f de La<sub>2</sub> <math>\uparrow</math></p> 



## VII. Mapa acústico del clarinete

<div>Do<sub>6</sub></div> <div></div>	Frecuencia (f)	Sonido base	
	1873,04 Hz	(1) 9f de La# <sub>2</sub>	
	Longitud de onda (λ)		
	0,181 m		
Sonidos alternativos (Do <sub>6</sub> )			
(2) 9f de La# <sub>2</sub> ↓	(3) 9f de La# <sub>2</sub> ↑	(4) 9f de La# <sub>2</sub> ↓	(5) 9f de La# <sub>2</sub> ↓
			
			
(6) 9f de La# <sub>2</sub> ↑	(7) 9f de La# <sub>2</sub> ↓	(8) 9f de La# <sub>2</sub> ↓	(9) 9f de La# <sub>2</sub> ↑
			
			



*Tabla VII.1 Mapa acústico del clarinete*