

- 7. -

AERÓFONOS MIXTOS

ARND ADJE BOTH

7.1 Silbatos-trompeta, Ofrenda 2 CÁ (Juego de Pelota, 1481-1521 d.C.)



Figura 102. Trompeta-silbato de cerámica Tipo A-1, Elem. 22 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: Carolina Hohmann.

Los cuatro silbatos-trompeta zoomorfos de la Ofrenda 2 CÁ del Juego de Pelota (Estructura I) representan instrumentos mixtos con particularidades organológicas y acústicas muy interesantes. Cabe mencionar, que en la misma ofrenda se hallaron las flautas efigie con rostro antropomorfo de *Xochipilli* mencionadas previamente (véase Cap. 5.3.2). En la Ofrenda 3 CÁ del Juego de Pelota las trompetas-silbatos del Tipo B-2 (véase Cap. 7.2). Afortunadamente, no se practicó una destrucción ritual de los objetos que, a excepción de algunos daños menores y superficiales, se encuentran en muy buen estado de conservación.

Desafortunadamente, no existen datos pictográficos. A excepción de dos probables términos Nahuatl de los instrumentos – *quauhtotopotztlī* (“águila lo que roe”), relatado por Molina,¹⁴⁷ y *quauhtlapitzalli* (“flauta águila”), mencionado por

¹⁴⁷ Molina (1992 Vol. II: fol. 87v.) da dos propuestas de traducción, “pito” y “ave conocida”. Génin (1922: 668) da una grafía divergente (*quauhtotopotli*) sin proponer una fuente y comentó: “A special whistle permitted of the imitation of the song of a bird, which, it is true,

Tezozómoc,¹⁴⁸ la información etnohistórica es prácticamente ausente. En consecuencia, el contexto arqueológico y la semántica instrumental zoomorfa representan las fuentes más relevantes en la reconstrucción del rol de los instrumentos en la música ceremonial mexicana del Recinto Sagrado de Tenochtitlan.

7.1.1 Contexto arqueológico

La Ofrenda 2 CÁ se depositó sin caja de sillares en el relleno constructivo del cabezal suroeste de una ampliación del Juego de Pelota de la segunda fase principal de construcción del Recinto Sagrado (1481-1521 d.C.), que probablemente correspondiente a la Etapa constructiva V del Templo Mayor (1481-1486 d.C.) (Fig. 4).¹⁴⁹ La composición de los objetos de la ofrenda ya se mencionó en el capítulo 5.3.2.1 (véase Fig. 82).

7.1.2 Análisis organológico

(I) Clasificación tipológica

Según la técnica de ejecución se pueden clasificar los silbatos-trompeta como "flautas globulares sin orificios de digitación" (todavía sin código tipológico determinado, véase Cap. 4.2.1.1.5), con la particularidad de una "embocadura encapsulada", o como "trompetas tubulares con resonador cilíndrico y embocadura distal sin boquilla" (código tipológico 423.121.11) con la particularidad de un silbato integrado al tubo. Los silbatos-trompeta de la Ofrenda 2 CÁ corresponden al Tipo A-1 distinguido por un tamaño pequeño (señalado con la mayúscula) y una ornamentación bicroma (señalado con el numeral arábigo). A diferencia, los silbatos-trompeta encontradas en la Ofrenda 3 CÁ corresponden al Tipo B-2 (véase Cap. 7.2)

(II) Material de manufactura

Los silbatos-trompeta se manufacturaban con una arcilla de color beige de mala calidad, debido a que necesitaron añadir mucho desgrasante de mica dorada para dar más plasticidad a la pasta. Sin estudios arqueométricos no se puede especificar

should not be compared with the Mexican nightingale, the *zentsontli* (bird-mocker, or more exactly, the bird of the four hundred voices)."

¹⁴⁸ Tezozómoc 1994: 17.

¹⁴⁹ Álvaro Barrera, comunicación personal.

la procedencia de la arcilla. No obstante, es muy probable que provenga de un banco local de la Cuenca de México.

(III) Técnica de manufactura

Los silbatos-trompeta están integrados por tres componentes constructivos: (1) un silbato compuesto por (1.1) una embocadura de pico con un aeroducto rectangular de sección biconvexa y (1.2) un resonador globular con una boca sonora trapezoide y (2) un tubo cilíndrico alrededor de la embocadura del silbato globular, para formar la embocadura "verdadera" del instrumento (Radiografía 6; Fig. 103).¹⁵⁰ Los componentes eran manufacturados por separado y unidos posteriormente. El acabado de los instrumentos indica que fueron realizadas con una técnica de manufactura bien estandarizada.

Para construir el resonador globular del silbato construyeron una pequeña esfera hueca. Su embocadura se modeló en base a un molde de madera cuya sección tiene la forma del canal de insuflación, el cual se forraba con una tira aplanada de la pasta de barro, que se cortaba con una herramienta afilada y unía con un dedo húmedo. Después de cortar la boca sonora, se unía a la embocadura. Para modelar el tubo sobrepuesto usaron un palo cilíndrico como molde interno, el cual se forraba con una tira aplanada de la pasta de barro, que se cortaba longitudinalmente y se unía. Luego se cortaba en los extremos distales con la misma herramienta afilada.

Alrededor del resonador globular del silbato aplicaron elementos figurativos al pastillaje simulando al pico de un ave en el frente alrededor de la boca sonora, así como los ojos, una cresta y dos rosetas laterales de las que penden bandas. Además, las bandas eran ornamentadas por medio de incisiones. Estos rasgos morfológicos indican que los silbatos representan el ave *quetzalcoxcotli*, manifestación animal (*nahualli*) de *Xochipilli*.

Antes de la coloración los silbatos-trompeta tuvieron un alisado. Al tubo aplicaron un engobe de tono rojo muy bien pulido intentando darle un bruñido. Como se muestran restos de pigmentación casi perdidos, después de la cocción aplicaron a la parte superior de los instrumentos una pintura fugitiva compuesta por Azul Maya.

¹⁵⁰ El tubo cilíndrico rodeando la embocadura del silbato es la verdadera boquilla, porque no se alcanza el aeroducto del silbato con los labios. Funcionalmente, el aeroducto del silbato no es necesario, porque no afecta la sonoridad del instrumento, pero fue conservado como un rudimento tipológico.

(IV) Morfología

Los silbato-trompeta miden entre 7.75 y 8.2 cm de altura y entre 3.7 y 4.05 cm de ancho (Tabla 36; Figs. 104-107). El diámetro de la embocadura tubular varia entre 2.4 y 2.5 cm. Como demuestra la radiografía, los resonadores presentan un diámetro de aproximadamente 1.5 cm.

(V) Ornamentación

La ornamentación consistió en una aplicación bicroma de rojo en el tubo y Azul Maya en la parte superior. La pigmentación de azul Maya está casi desprendida.



Radiografía 6.

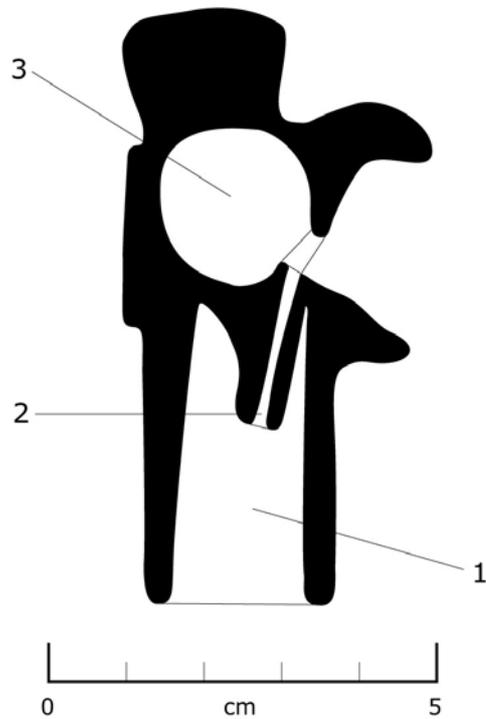


Figura 103. Sección.

Silbato-trompeta de cerámica Tipo A-1, Elem. 22
(Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).

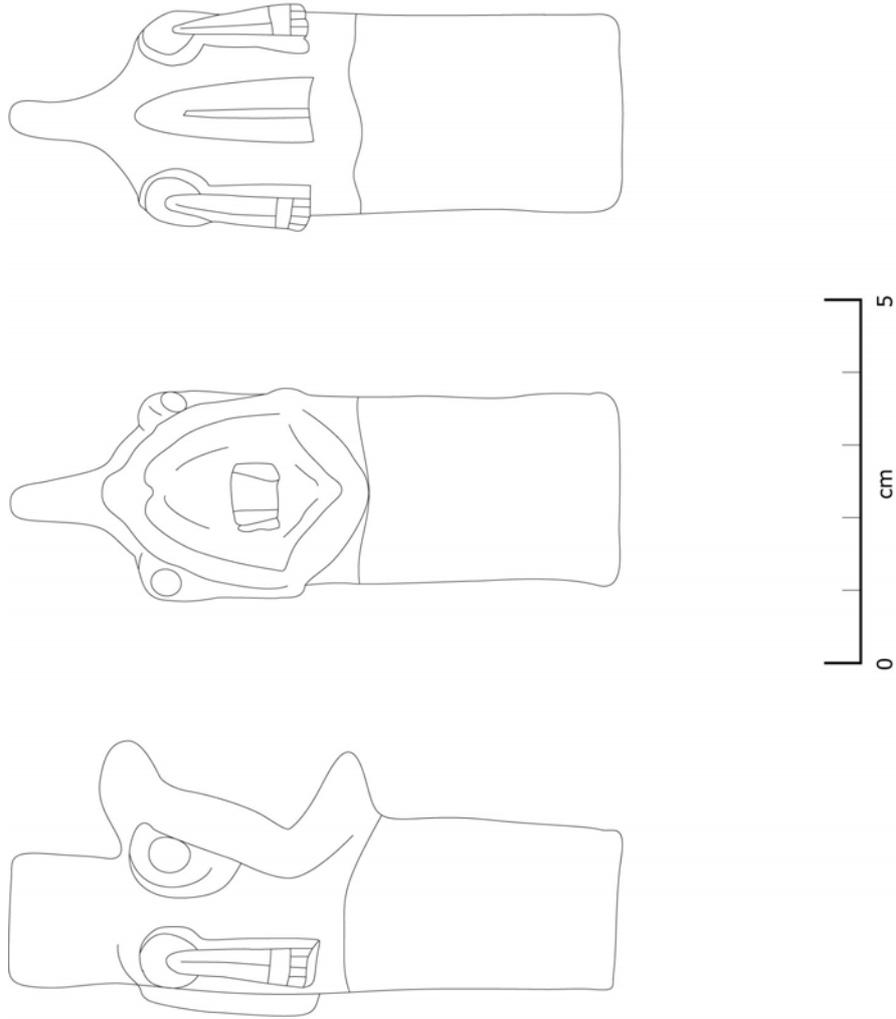


Figura 105. Silbato-trompeta de cerámica Elem. 20 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: C. Koch.

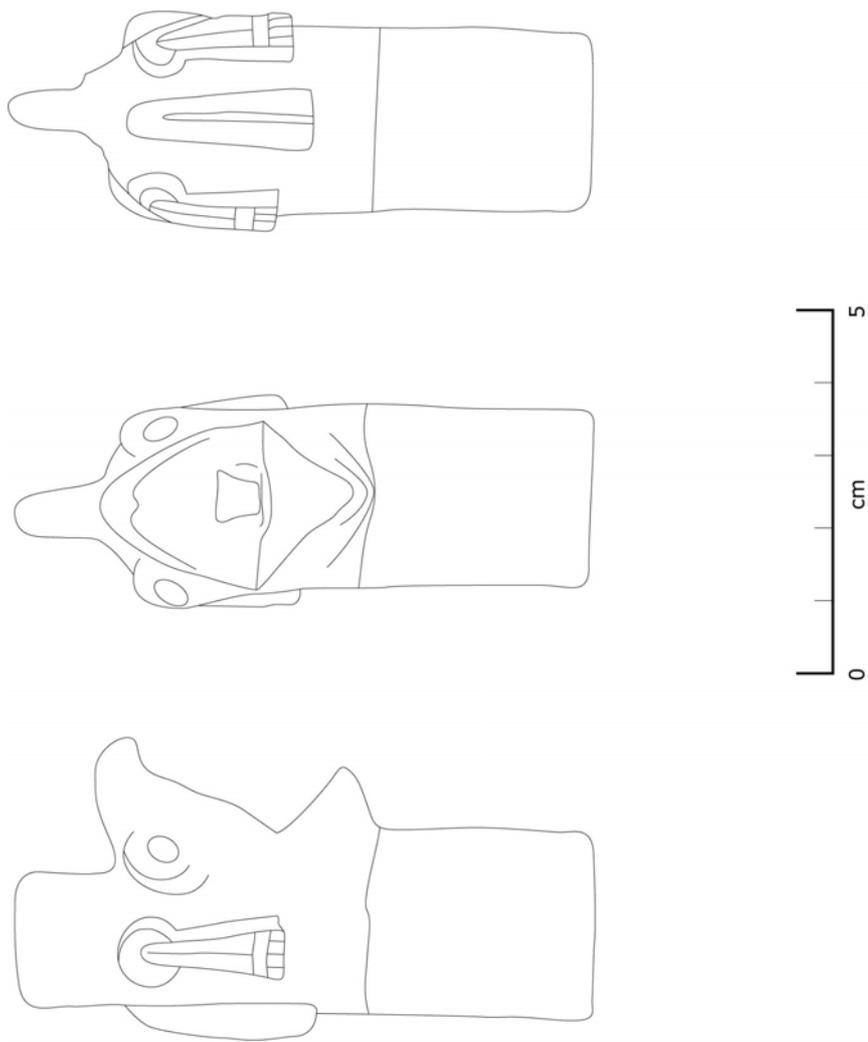


Figura 106. Silbato-trompeta de cerámica Elem. 22 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: C. Koch.

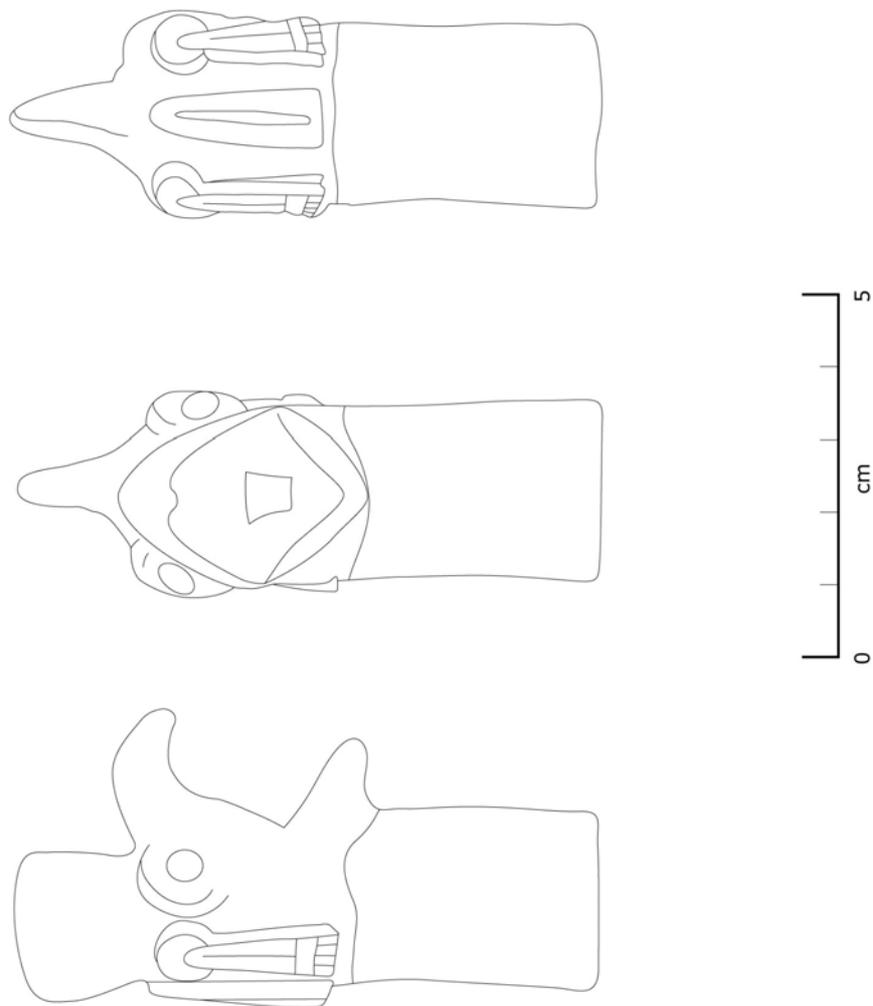


Figura 107. Silbato-trompeta de cerámica Elem. 25 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: C. Koch.

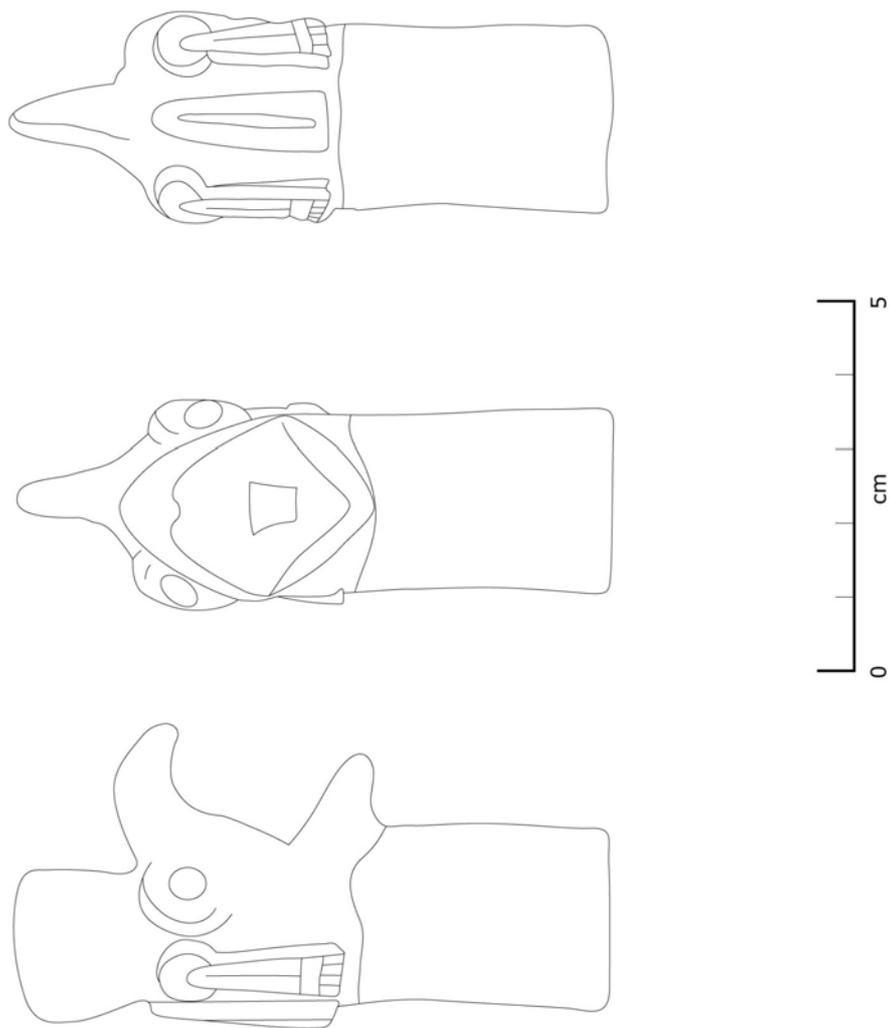


Figura 107. Silbato-trompeta de cerámica Elem. 25 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: C. Koch.

Tipo	A-1	A-1	A-1	A-1
Elemento	19	20	22	25
altura total	8.15	8.2	7.75	7.8
ancho total	3.75	3.7	4.05	4.05
diámetro de la embocadura (tubo sobrepuesto)	2.5	2.4	2.45	2.4
largo tubo sobrepuesto	3.8	3.8	3.95	3.9
espesor de la pared del tubo sobrepuesto	0.35	0.4	0.3	0.35
boca sonora (largo x ancho del bisel)	0.5 x 0.9	0.6 x 0.6	0.6 x 0.7	0.6 x 0.7
diámetro del resonador globular	c. 1.5	c. 1.5	c. 1.5	c. 1.5
peso (gr.)	46.3	47.5	45.2	44.7

Tab. 36. Silbato-trompeta de cerámica (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).
Mientras que no se indique de otra manera, todas las medidas aparecerán en cm.

7.1.3 Análisis acústico

Los silbatos-trompeta representan instrumentos mixtos extraordinarios. Aplicando distintas técnicas de soplo, se pueden operar como un silbato o como una trompeta con la particularidad de tener un silbato integrado. Además, por medio de una técnica mixta los instrumentos se pueden operar como silbatos y trompetas al mismo tiempo.

Operando los aerófonos por medio de un soplo simple, el tubo no funciona como un resonador y representa únicamente una antecámara sin influir en la sonoridad del resonador globular. En este caso, la característica del sonido está determinada únicamente por el volumen del resonador globular. Cabe mencionar, que el tubo sobrepuesto aumenta el volumen total del aire de insuflación antes de que llegue al bisel. El resultado es que no se necesita más presión, pero más aire de los pulmones disminuyendo la duración promedio de producción sonora con una sola expulsión de aire. Esta observación ofrece indicios al respecto del modo de ejecución, porque es más apropiado tocar tonos cortos.

Cuando son operados mientras los labios vibran, los aerófonos funcionan como trompetas con un silbato integrado en su interior. En este caso, se hace oscilar el aire dentro del tubo, es decir, el tubo funciona como antecámara o primer resonador (Fig. 103, 1), el aeroducto como un canal de enlace o filtro (Fig. 103, 2), y el silbato se convierte en un segundo resonador modificando el sonido considerablemente (Fig. 103, 3). Antes del segundo resonador se produce un estancamiento del aire oscilante, que presiona a través del aeroducto y se rompe en el bisel del silbato. El resultado es un sonido distorsionado, parecido a un zumbido que se asemeja al efecto psicoacústico generado por los batimientos. Por medio de un control de la vibración de labios, se puede mantener este tono y, según la velocidad de la vibración y la fuerza de ataque, es posible modular el sonido.

(I) Capacidad sonora

Los silbatos-trompeta presentan una sonoridad muy parecida en el rango entre un La_6 y un $Re\#_7$.

Elem. 19 [grabación no. 59

Operando el instrumento con un soplo constante se generó un rango tonal que está entre una fundamental de 1875 Hz, equivalente a un $La\#_6^{+10}$ (baja presión, dos armónicos débiles) y 2305 Hz, equivalente a un Re_7^{-33} (alta presión, con tres armónicos fuertes) (Tabla 37).

Excitando el instrumento con vibraciones de los labios se generó un sonido muy complejo compuesto por una fundamental y armónicos múltiples cuya frecuencia varia debido a la presión de soplo. El resultado son fuertes interferencias. La fundamental está en 2100 Hz, equivalente a un $Do_7^{+5.8}$, y se genera un grupo de componentes de frecuencia cercanos ubicados por arriba y por debajo de la fundamental. El espectrograma además muestra componentes de muy bajas frecuencias (335 y 180 Hz) (Espectrograma 25).

Elem. 20 [grabación no. 60 

Operando el instrumento por medio de un soplo constante se generó un rango tonal que está entre una fundamental de 1875 Hz, equivalente a un $La\#_6^{+10}$ (baja presión, con un armónico fuerte) y 2390 Hz, equivalente a un Re_7^{+30} (alta presión, con dos armónicos fuertes) (Tabla 38).

Excitando el instrumento con vibraciones de los labios se generó un sonido muy complejo compuesto por una fundamental y armónicos múltiples. La fundamental está en 2100 Hz, equivalente a un Do_7^{+6} , y se genera un grupo de componentes de frecuencia cercanos por arriba y por abajo de la fundamental. El espectrograma además muestra dos componentes de muy bajas frecuencias (335 y 185 Hz) (Espectrograma 26).

Elem. 22 [grabación no. 61 

Operando el instrumento por medio de un soplo constante se generó un rango tonal que está entre una fundamental de 1765 Hz, equivalente a un La_6^{+5} (baja presión, sin armónico) y 2110 Hz, equivalente a un Do_7^{+14} (alta presión, con un armónico fuerte) (Tabla 39).

Excitando el instrumento con vibraciones de los labios se generó un sonido muy complejo compuesto por una fundamental y armónicos múltiples cuya frecuencia varia debido a la presión de soplo. El resultado son fuertes interferencias. La fundamental está en 2100 Hz (equivalente a un Do_7^{+6}) y se genera un grupo de componentes de frecuencia cercanos ubicados por arriba y por abajo de la fundamental. El espectrograma además muestra dos componentes de muy bajas frecuencias (365 y 165 Hz) (Espectrograma 27).

Elem. 25 [grabación no. 62 

Operando el instrumento por medio de un soplo constante se generó un rango tonal que está entre una fundamental de 1875 Hz, equivalente a un $La\#_6^{+10}$ (baja

presión, con un armónico débil) y 2450 Hz, equivalente a un $\text{Re}\#_7^{-27}$ (alta presión, con tres armónicos, los dos primeros fuertes) (Tabla 40).

Excitando el instrumento con vibraciones de los labios se generó un sonido muy complejo compuesto por una fundamental y otros componentes cercanos, así como armónicos múltiples cuya frecuencia varía debido a la presión de soplo (Espectrograma 28). El resultado son fuertes interferencias. La fundamental está ubicada en 2100 Hz (equivalente a un Do_7^{+6}) y el primer armónico en 2700 Hz (equivalente a Mi_7^{+41}). Se genera un grupo de componentes de frecuencia cercanos por arriba y por abajo. El espectrograma además muestra tres componentes de muy bajas frecuencias (700, 485 y 230 Hz).

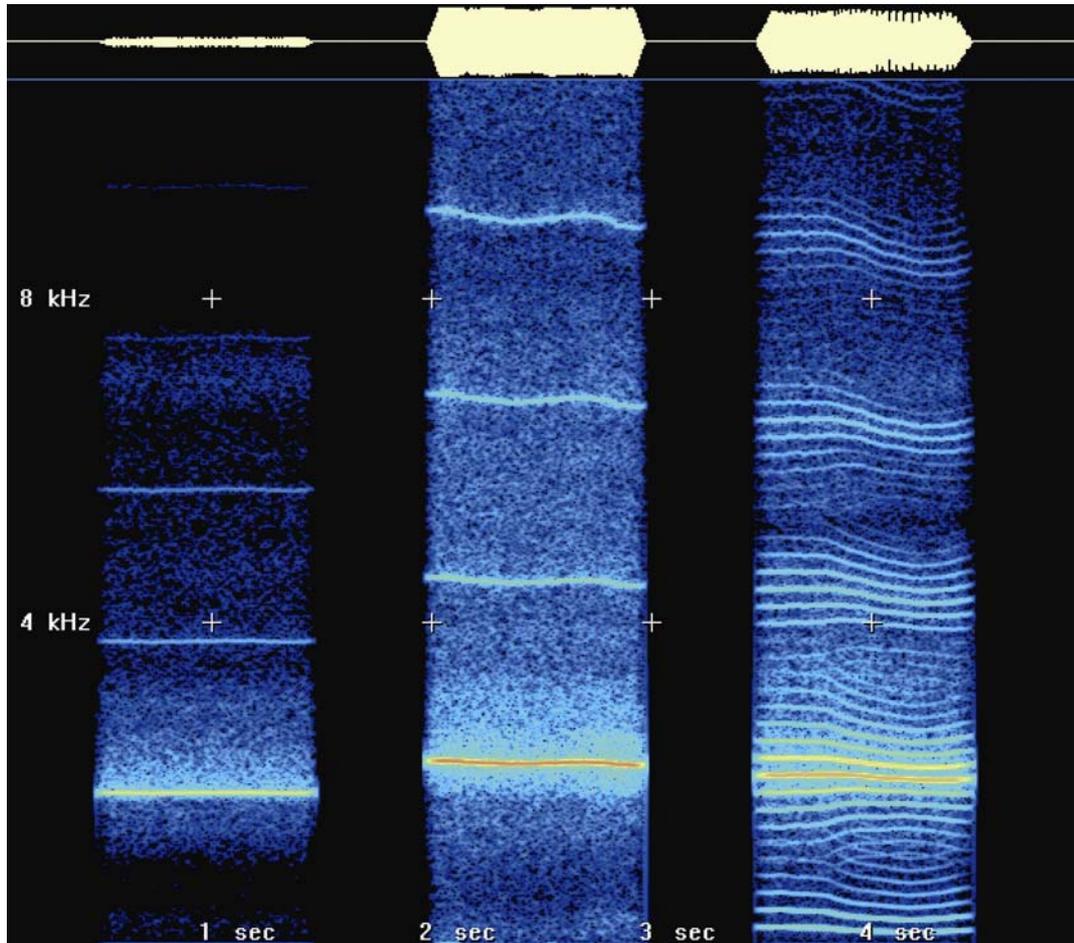
(II) Experimentaciones

Solos improvisados [grabaciones no. 63 ; 64 ; 65 ; 66 ; 67 ; 68 

La forma zoomorfa de los silbatos-trompeta sugiere que representan instrumentos destinados para imitar sonidos bioacústicos. De hecho, por medio de soplos constantes se logró reproducir sonidos que simulan perfectamente a los gritos característicos de aves de presa. Primero soplando fuerte y luego suave, se expira el aire restante dentro del tubo y se genera un sonido que se parece a un eco con el "grito".

Tocando los instrumentos mediante de labios vibrantes [grabaciones no. 67-68] se genera sonidos complejos parecidos a los batimientos. Se puede modular los sonidos por medio de una variación del ataque y la presión de soplo.

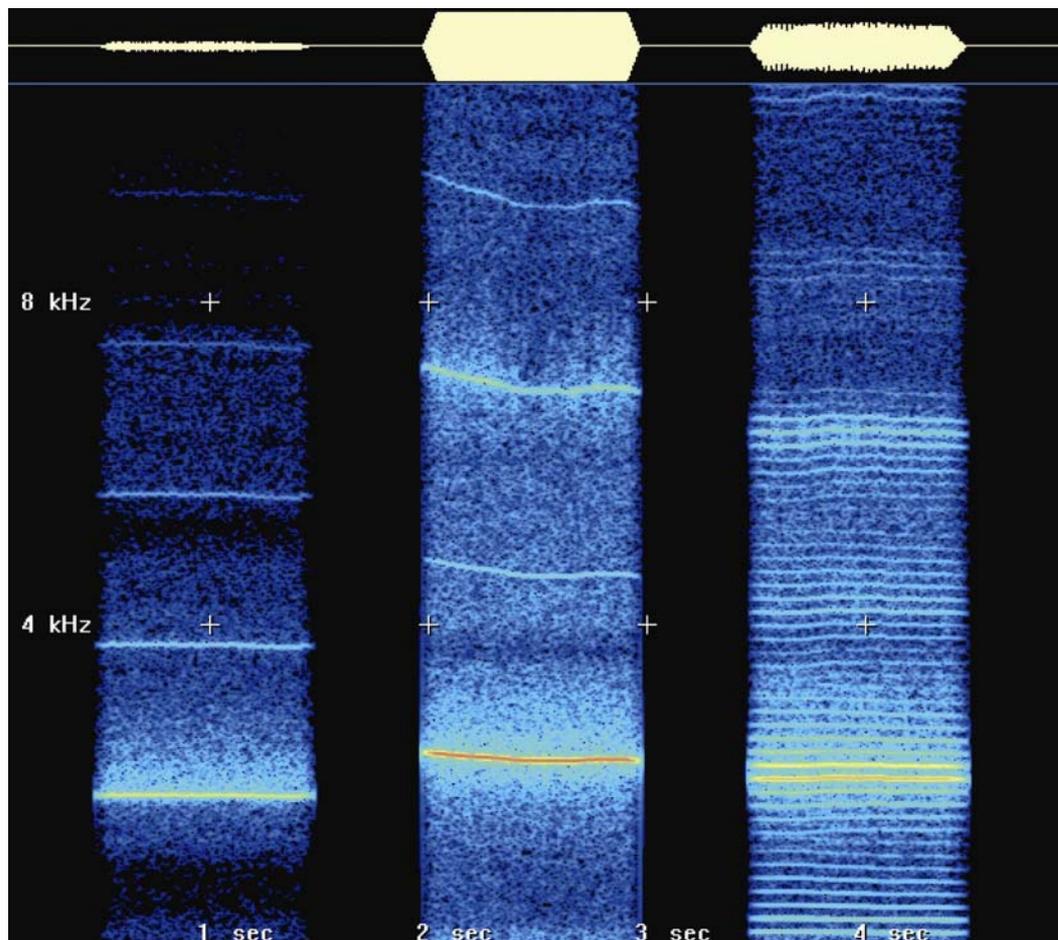
Ejecución simultánea [grabación no. 69 



Espectrograma 25. Trompeta-silbato de cerámica Elem. 19 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).

Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do7	Do#	Re	Re#	Mi
								+9.6 1875		+5.8 2100		-33 2305		

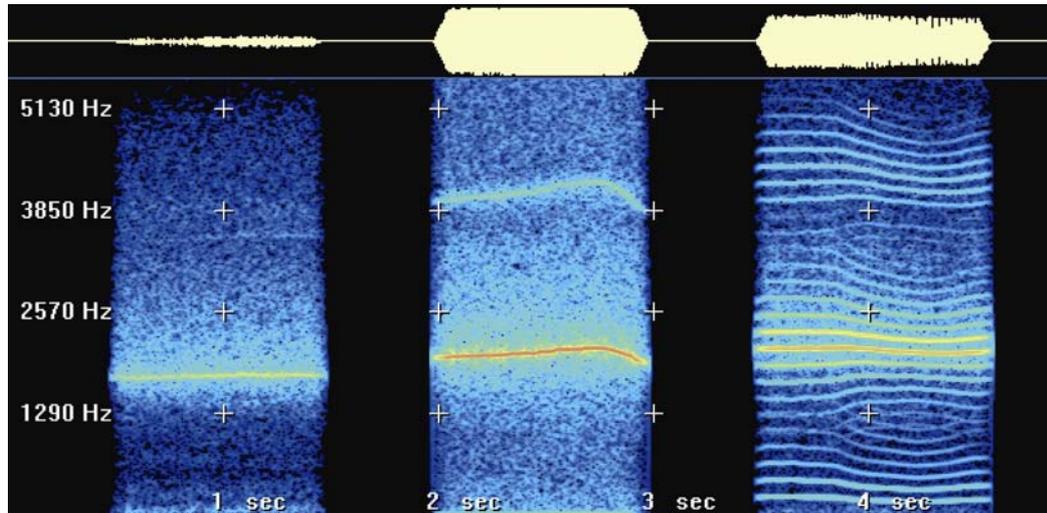
Tabla 37. Rango tonal de la trompeta-silbato, Elem. 19 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).
 $La_4 = 440$ Hz. Valor azul = F_0 del modo vibrante.



Espectrograma 26. Trompeta-silbato de cerámica Elem. 20 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).

Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do7	Do#	Re	Re#	Mi
								+9.6 1875		+5.8 2100		+29.7 2390		

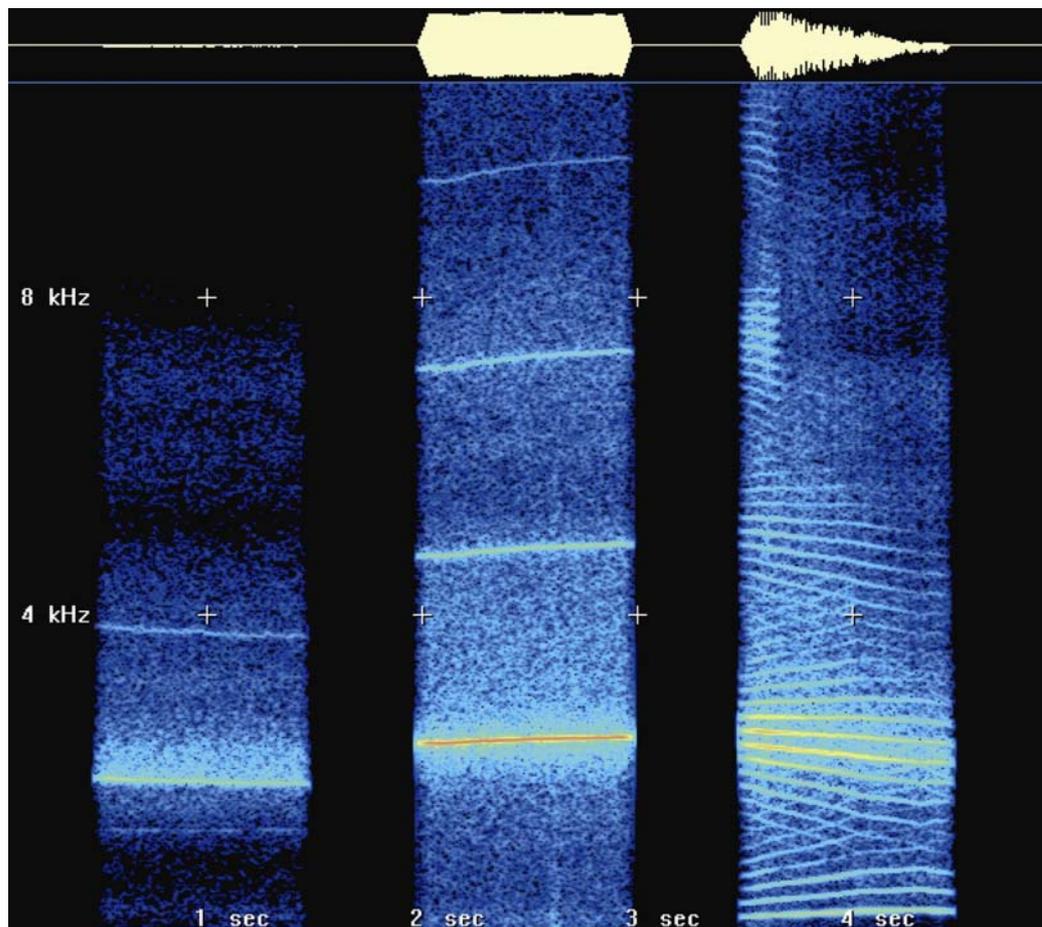
Tab. 38. Rango tonal de la trompeta-silbato, Elem. 20 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).
 $La_4 = 440$ Hz. Valor azul = F_0 del modo vibrante.



Espectrograma 27. Trompeta-silbato de cerámica Elem. 22 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).

e	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do7	Do#	Re	Re#	Mi
							+4.9 1765			+14 2110				
										+5.8 2100				

Tabla 39. Rango tonal de la trompeta-silbato, Elem. 22 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).
 $La_4 = 440$ Hz. Valor azul = F_0 del modo vibrante.



Espectrograma 28. Trompeta-silbato de cerámica Elem. 25 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).

Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do7	Do#	Re	Re#	Mi
								+9.6 1875		+5.8 2100			-27.4 2450	

Tabla 40. Rango tonal de la trompeta-silbato, Elem. 25 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).
 $La_4 = 440$ Hz. Valor azul = F_0 del modo vibrante.

7.2 Silbatos-trompeta, Ofrenda 3 CÁ (Juego de Pelota, 1481-1521 d.C.)

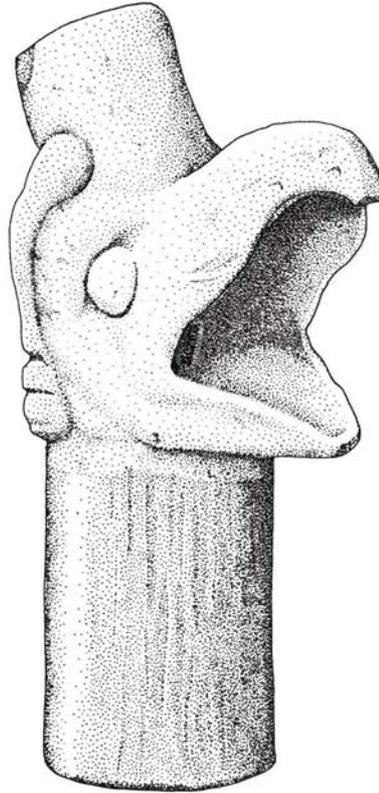


Figura 108. Silbato-trompeta, Tipo B-2, Elem. 2
(Ofrenda 3 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: Carolina Hohmann.

7.2.1 Contexto arqueológico

La Ofrenda 3 CÁ se depositó sin caja de sillares en el relleno constructivo del cabezal suroeste de una ampliación del Juego de Pelota de la segunda fase principal de construcción del Recinto Sagrado (1481-1521 d.C.), al sur de la Ofrenda 2 CÁ (Fig. 4).¹⁵¹ Consistió exclusivamente de dos trompetas-silbatos, dos cuchillos de sacrificio de pedernal y tres objetos de concha.

¹⁵¹ La ofrenda fue rescatada en el año de 1998 en la excavación de la Capilla de las Ánimas de la Catedral Metropolitana por el equipo de arqueólogos del *Programa de Arqueología Urbana (PAU)*. La información se basa en los datos integrados por Álvaro Barrera (comunicación personal).

7.2.2 Análisis organológico

(I) Clasificación tipológica

La clasificación tipológica de los silbatos-trompeta es igual que las de la Ofrenda 2 CÁ. La única diferencia es que corresponden al Tipo B-2 distinguido por un tamaño grande (señalado con la mayúscula) y una ornamentación monocroma (señalado con el numeral arábigo).

(II) Material de manufactura

Los instrumentos se manufacturaban con una arcilla de color beige proveniente del mismo banco como la de los silbatos-trompeta de la Ofrenda 2 CÁ.

(III) Técnica de manufactura

La técnica de manufactura es prácticamente igual que la de las trompetas-silbatos de la Ofrenda 2 CÁ (véase Cap. 7.1). En las trompetas-silbatos de la Ofrenda 3 CÁ daban un baño de engobe de tono rojo y un pulido al tubo, dando la impresión de una tonalidad más oscura.

(IV) Morfología

Los silbatos-trompeta de la Ofrenda 3 CÁ miden 10.4 y 11.3 cm de altura y 5.9 y 6.8 cm de ancho, respectivamente (Tabla 41; Figs. 110-111). Como muestra la radiografía (Radiografía 7; Fig. 109), los resonadores presentan un diámetro de aproximadamente 2.5 cm.

(V) Ornamentación

La ornamentación consistió en una aplicación monocroma de rojo.



Radiografía 6.



Figura 109. Sección.

Silbato-trompeta de cerámica Tipo B-2, Elem. 2
(Ofrenda 3 CÁ, Juego de Pelota).

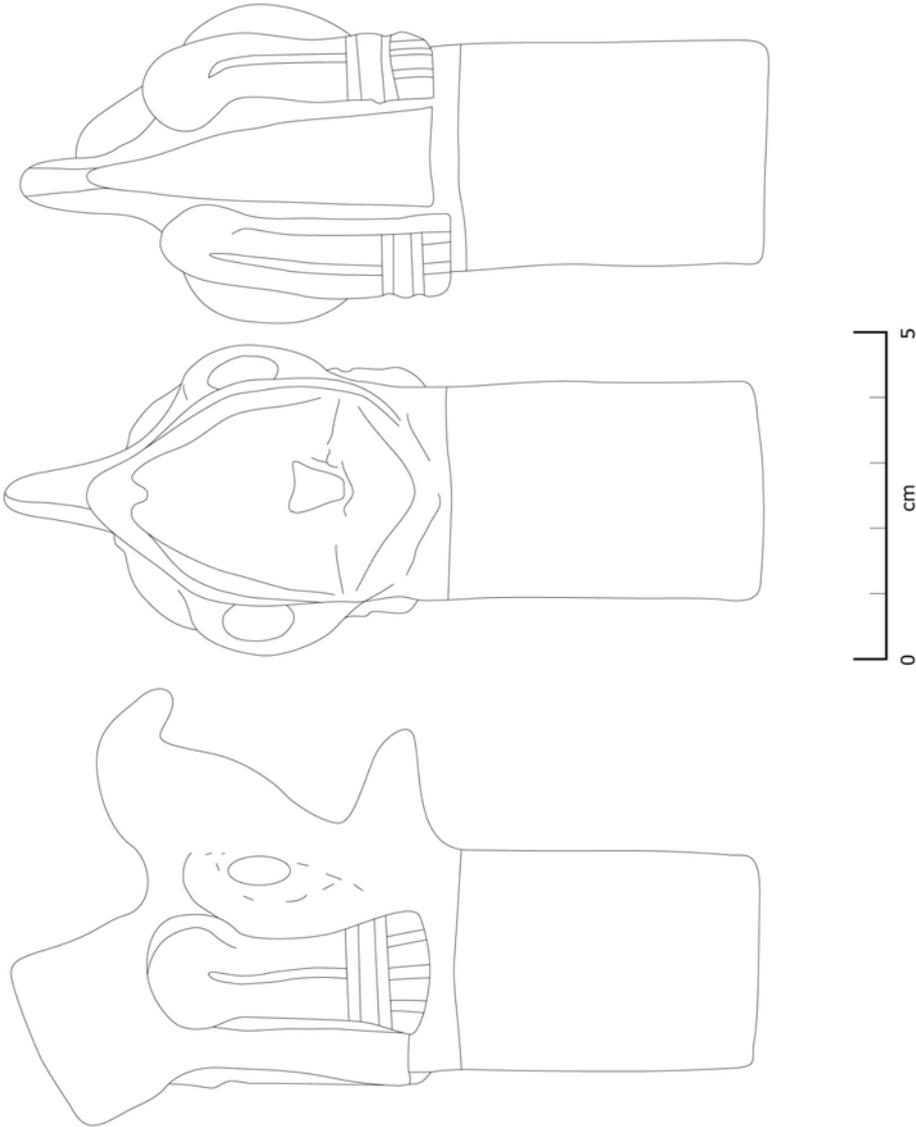


Figura 110. Silbato-trompeta de cerámica Elem. 1 (Ofrenda 3 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: C. Koch.

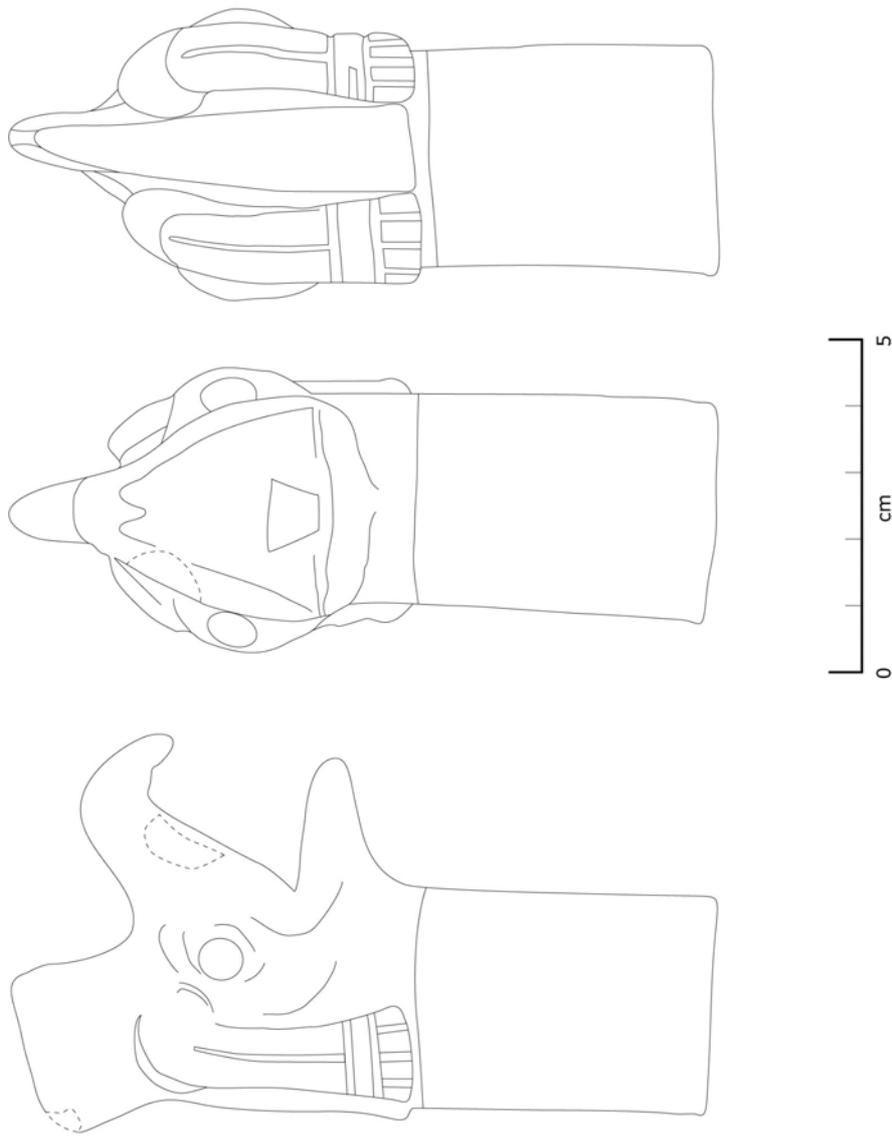


Figura 111. Silbato-trompeta de cerámica Elem. 2 (Ofrenda 3 CÁ, Juego de Pelota). Dibujo: C. Koch.

Tipo	B-2	B-2
Elemento	1	2
altura total	11.3	10.4
ancho total	6.8	5.9
diámetro de la embocadura (tubo sobrepuesto)	3.3	3.25
largo tubo sobrepuesto	5.9	5.6
espesor de la pared del tubo sobrepuesto	0.45	0.4
boca sonora (largo x ancho del bisel)	0.9 x 0.85	0.8 x 0.85
diámetro resonador globular	c. 2.5	c. 2.5
peso (gr.)	119.2	100.3

Tab. 41. Silbatos-trompeta de cerámica (Ofrenda 3 CÁ, Juego de Pelota). Mientras que no se indique de otra manera, todas las medidas aparecerán en cm.

7.2.3 Análisis acústico

(I) Capacidad sonora

Los silbatos-trompeta presentan una sonoridad en el rango de frecuencias entre un Re_6 y un $Fa\#_6$.

Elem. 1 [grabación no. 70

Operando el instrumento por medio de un soplo constante se generó un rango tonal que está entre una fundamental de 1175 Hz, equivalente a un Re_6^{+1} (baja presión, sin armónicos) y 1455 Hz, equivalente a un $Fa\#_6^{-30}$ (alta presión, con un armónico, los dos primeros fuertes) (Tabla 42).

Excitando el instrumento con vibraciones de los labios se generó un sonido muy complejo compuesto por una fundamental, componentes y armónicos múltiples (Espectrograma 29). La fundamental está ubicada en 1370 Hz (equivalente a un Fa_6^{-24}) y el primer armónico en 1500 Hz (equivalente a un $Fa\#_6^{+23}$). Se genera un grupo de componentes de frecuencia cercanos ubicados por arriba y por abajo de la fundamental. El espectrograma además muestra tres componentes de muy bajas frecuencias (335, 225 y 120 Hz).

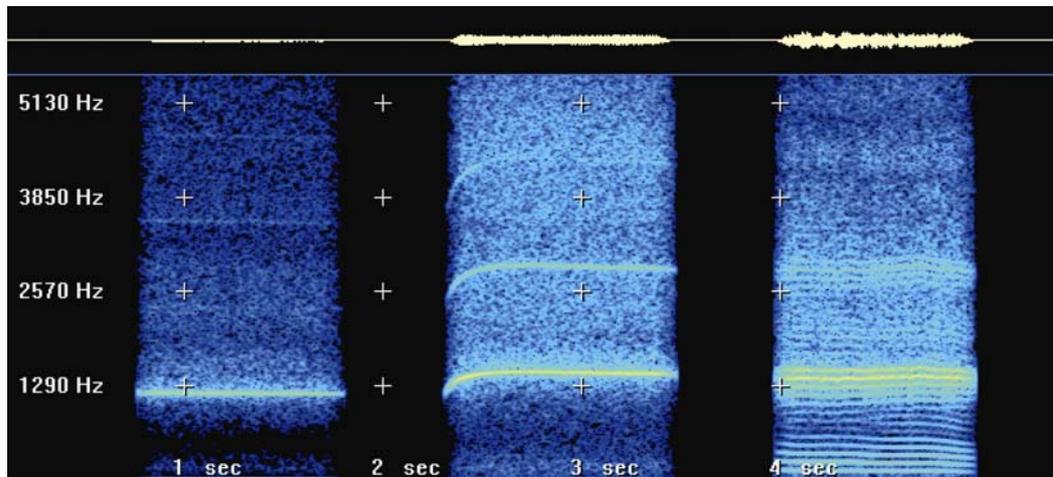
Elem. 2 [grabación no. 71

Operando el instrumento por medio de un soplo simple se generó una fundamental de 1370 Hz, equivalente a un Fa_6^{-24} (baja presión, sin armónicos) (Tabla 43). Con más presión el instrumento únicamente generó ruido.

Excitando el instrumento con vibraciones de los labios se generó un sonido muy complejo compuesto por una fundamental, componentes y armónicos múltiples (Espectrograma 30). La fundamental está ubicada en 1305 Hz (equivalente a un Mi_6^{-28}). Se genera un grupo de componentes de frecuencia cercanos ubicados por arriba y por abajo de la fundamental. El espectrograma además muestra dos componentes de muy bajas frecuencias (165 Hz a 175 Hz).

(II) Experimentaciones

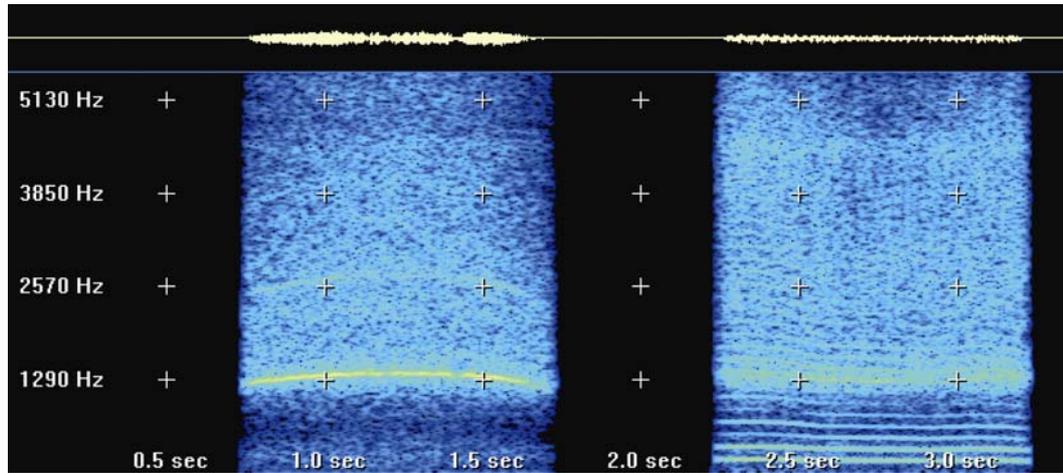
Solos improvisados [CD 1; No. 72 ; 73 ; 74 ; 75 



Espectrograma 29. Trompeta-silbato de cerámica Elem. 1 (Ofrenda 3 CÁ, Juego de Pelota).

Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do7	Do#	Re	Re#	Mi
+0.5 1175			-23.7 1370	-29.5 1455										

Tabla 42. Rango tonal de la trompeta-silbato, Elem. 1 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).
 $La_4 = 440$ Hz. Valor azul = F_0 del modo vibrante.



Espectrograma 30. Trompeta-silbato de cerámica Elem. 2 (Ofrenda 3 CÁ, Juego de Pelota).

Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do7	Do#	Re	Re#	Mi
		-27.8 1305	-23.7 1370											

Tabla 43. Rango tonal de la trompeta-silbato, Elem. 2 (Ofrenda 2 CÁ, Juego de Pelota).
 $La_4 = 440$ Hz. Valor azul = F_0 del modo vibrante.

ARND ADJE BOTH