



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

CLAPETA COMO FUENTE ACUSTICA PARA INTERIOR DE VEHICULOS

PACS: 43.38.Ja

Cervantes-Madrid, Gines; Peral-Orts, Ramón; Campillo-Davó, Nuria; Campello-Vicente, Hector.

Universidad Miguel Hernández de Elche

Av. Universidad s/n,

03202 Elche, Alicante. España

E.mail: gines.cervantes@graduado.umh.es; ramon.peral@umh.es; ncampillo@umh.es;

hcampello@umh.es

Palabras Clave: Evaluación acústica; Ruido y vibración; Fuente de ruido de impacto; Noise, Vibration and Hardness (NVH); Ensayos NVH en vehículos.

ABSTRACT

This work presents the design and characteristics of a specially proposed clapper as impulse noise sound source. Near-field omnidirectional radiation in the frequency range of interest, between 20 to 500 Hz, is where this work is focused.

This self-made source intends to operate as a quick alternative impulse sound source for experimental assessments in vehicle cabins or small spaces.

Sound power, spectral characteristics and directivity of the clapper impulse noise are described here.

RESUMEN

Este estudio presenta el diseño y características de una clapeta especialmente diseñada como fuente de ruido de impacto. Este trabajo se centra en la radiación omnidireccional en campo cercano para el rango de frecuencias de interés, 20 a 500 Hz.

Esta clapeta, de fabricación propia, pretende operar como una fuente puntual de ruido de impacto dentro de espacios reducidos, como pequeñas habitaciones o cabinas de vehículos.

Se revisará la potencia, características sonoras desde el dominio de la frecuencia y la directividad para definir el comportamiento de la fuente.



FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre**

INTRODUCCION

Muchas aplicaciones en acústica necesitan una o varias fuentes sonoras localizadas en determinados puntos y, por tanto, se han desarrollado muchos tipos de fuente según las necesidades específicas de cada situación.

Las más comunes son las fuentes electroacústicas y existen diferentes modelos, de diversos fabricantes, que serán más o menos idóneos en función de los requerimientos de cada ensayo. Habitualmente este tipo de fuentes incluyen uno o varios altavoces omnidireccionales, un generador de señales y un amplificador de potencia. Incluso teniendo en cuenta que a veces todos estos dispositivos se incorporan en una unidad, se trata de equipamiento que resulta pesado de transportar, o incluso de instalar cuando se pretende utilizar en espacios reducidos como la cabinas de los vehículos utilitarios.

Además las fuentes omnidireccionales convencionales son bastante costosas, y no siempre proporcionan buenos valores de omnidireccionalidad y presión acústica en campo cercano, especialmente en frecuencias bajas.

El objetivo, por tanto, es encontrar una fuente alternativa a las electroacústicas. Para esto se han evaluado distintos tipos de fuentes disponibles, analizando su comportamiento desde el punto de vista del nivel de potencia sonora (SWL) en bajas frecuencias y la omnidireccionalidad en campo cercano.

Entre estas fuentes analizadas se encuentran los globos explosionados [1,2], (tanto rellenos de aire como de materiales inflamables o explosivos), petardos [3], pistolas [4], chispas eléctricas [5] y clapetas [6,7].

Es bastante obvio que las fuentes que implican explosiones, detonaciones o arcos eléctricos resultan inapropiadas para su utilización en el interior de un vehículo. Por otro lado para obtener buenos resultados a bajas frecuencias los globos rellenos con aire necesitarían un diámetro de más de un metro, lo que los hace inviables para esta aplicación.

Tanto por cuestiones de espacio físico como por cuestiones de seguridad, tras verificar la aplicabilidad e idoneidad de estos tipos de fuentes se concluyó que las clapetas resultan el camino más lógico y seguro para desarrollar una fuente alternativa.

La clapeta consiste en dos planchas o superficies planas rígidas unidas en un extremo por una bisagra que les permite girar sobre el mismo eje. Esas dos superficies se pueden hacer chocar una contra otra generando un ruido de impacto. Ambas planchas tienen asas en su parte trasera para facilitar la manipulación.

El trabajo de Sumarac-Pavlovic et al [7], muestra que un impulso generado en la clapeta es más largo que el producido por una fuente explosiva o un globo, y el nivel de potencia sonora cumple los requerimientos para un rango dinámico en todas las banda de octava relevantes (en su caso de 125Hz hasta 8KHz).

Los diagramas de directividad reflejan que la clapeta tiene una mejor uniformidad de radiación de sonido comparada con las pistolas y explosiones de globos. Además cuando la clapeta es operada por personal entrenado se consigue incluso mejor repetibilidad que con los globos o petardos, como se mostrará en la figura 2.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

En vista de estas características, la clapeta parece el método que mejor se puede adaptar a espacios reducidos. Sin embargo, como las clapetas normales se hacen para usarse en acústica arquitectónica, será conveniente realizar un diseño específico para mejorar la respuesta a los siguientes requerimientos:

- Emitir un suficiente nivel de potencia sonora en el rango de frecuencias de interés.
- Mejorar la omnidireccionalidad en campo cercano, concretamente en distancias inferiores a un metro.

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA FUENTE

Generalmente las clapetas utilizadas en acústica arquitectónica tienen formas rectangulares, por simplicidad de fabricación y porque la forma no interfiere demasiado en la propagación del sonido en campo lejano (En cuanto nos alejamos unos metros de la fuente).

Considerando el interés en usar la fuente en un campo cercano (inferior a un metro), la primera decisión tomada en cuanto al diseño fue cambiar la forma de rectangular a circular, ya que en el plano de contacto entre las dos partes de la clapeta se producía una propagación irregular debido a las esquinas.

Además, se han creado dos cavidades para aumentar la potencia sonora de la clapeta. Con el fin de reducir el fenómeno de reverberación se han colocado unas piezas de espuma de poliuretano de densidad media en su interior, al objeto de absorber la mayor parte de estas ondas.

Para mejorar la emisión en bajas frecuencias sin incrementar el tamaño y el peso se añaden unas láminas de caucho en la parte exterior de las cavidades. Estas láminas actúan como la membrana de un tambor, mejorando en gran medida el comportamiento en las frecuencias más bajas.

El diseño final es un equilibrio entre potencia y directividad, con un diámetro de clapeta de unos 30 cm aproximadamente, dando lugar a la forma que se muestra en la siguiente figura 1.

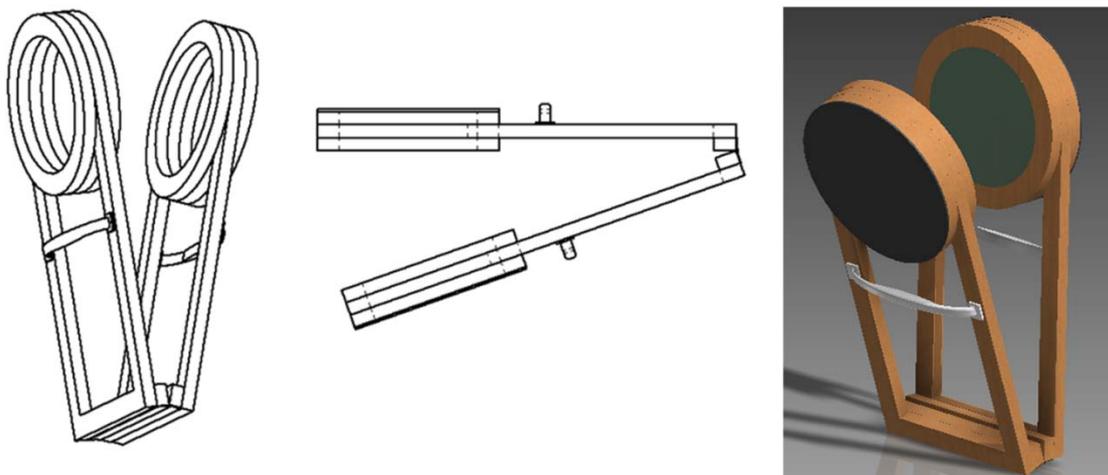


Figura 1: Planos y aspecto final de la clapeta

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

CARACTERISTICAS Y POTENCIA SONORA DE LA FUENTE

Para caracterizar la fuente, se realizaron una serie de ensayos tendentes a verificar tanto el tipo de señal emitida como el nivel de potencia sonora global. En la figura 2 se pueden observar superpuestos 5 impactos sucesivos, queda bastante claro que la señal en el tiempo es la típica de las fuentes de ruido de impacto, de menos de 50 milisegundos de duración. También se observa la buena repetibilidad de la fuente, a pesar de ser manualmente operada.

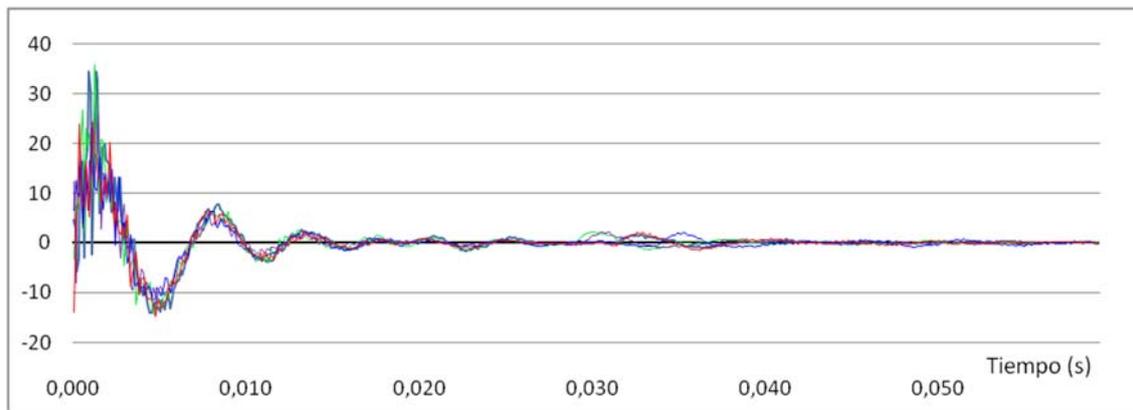


Figura 2: Señales de 5 impactos superpuestos

El nivel de potencia sonora se ha evaluado siguiendo el Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante, descrito en la norma ISO 3744 [8], desarrollado según el procedimiento descrito en su anexo B, correspondiente a superficie de medición semiesférica.

Esto consiste en situar la fuente en el centro de una superficie semiesférica, de radio dependiente de las dimensiones de la fuente, donde se colocan 10 micrófonos regularmente distribuidos.

Como se puede ver en la figura 3, se ha cumplido con creces el requisito de superar en 15 dB el ruido de fondo en cualquiera de los puntos de medición, ya que se ha mantenido un nivel de presión acústica en cada uno de ellos de 30 dB como mínimo.

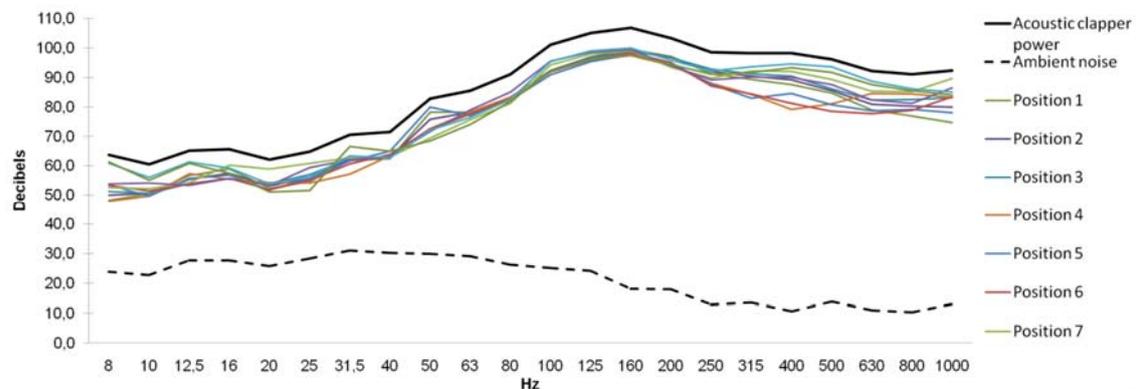


Figura 3: Potencia sonora, Ruido de fondo y Puntos de medicion

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

DIRECTIVIDAD

Los ensayos de directividad de la clapeta se realizaron en campo libre de acuerdo a las especificaciones de la norma ISO 3744.

La clapeta se situó en el centro de una estructura donde se encontraban 9 micrófonos proporcionalmente distribuidos a 0,6 metros del centro de la fuente. Cada posición de la clapeta fue medida dos veces para cubrir la circunferencia completa. Los micrófonos 1 y 9 se duplican en las mediciones usándose como medida de control.

Los resultados obtenidos para las seis bandas de octava dentro del rango de frecuencias de interés se muestran en las siguientes figuras 4 a 6.

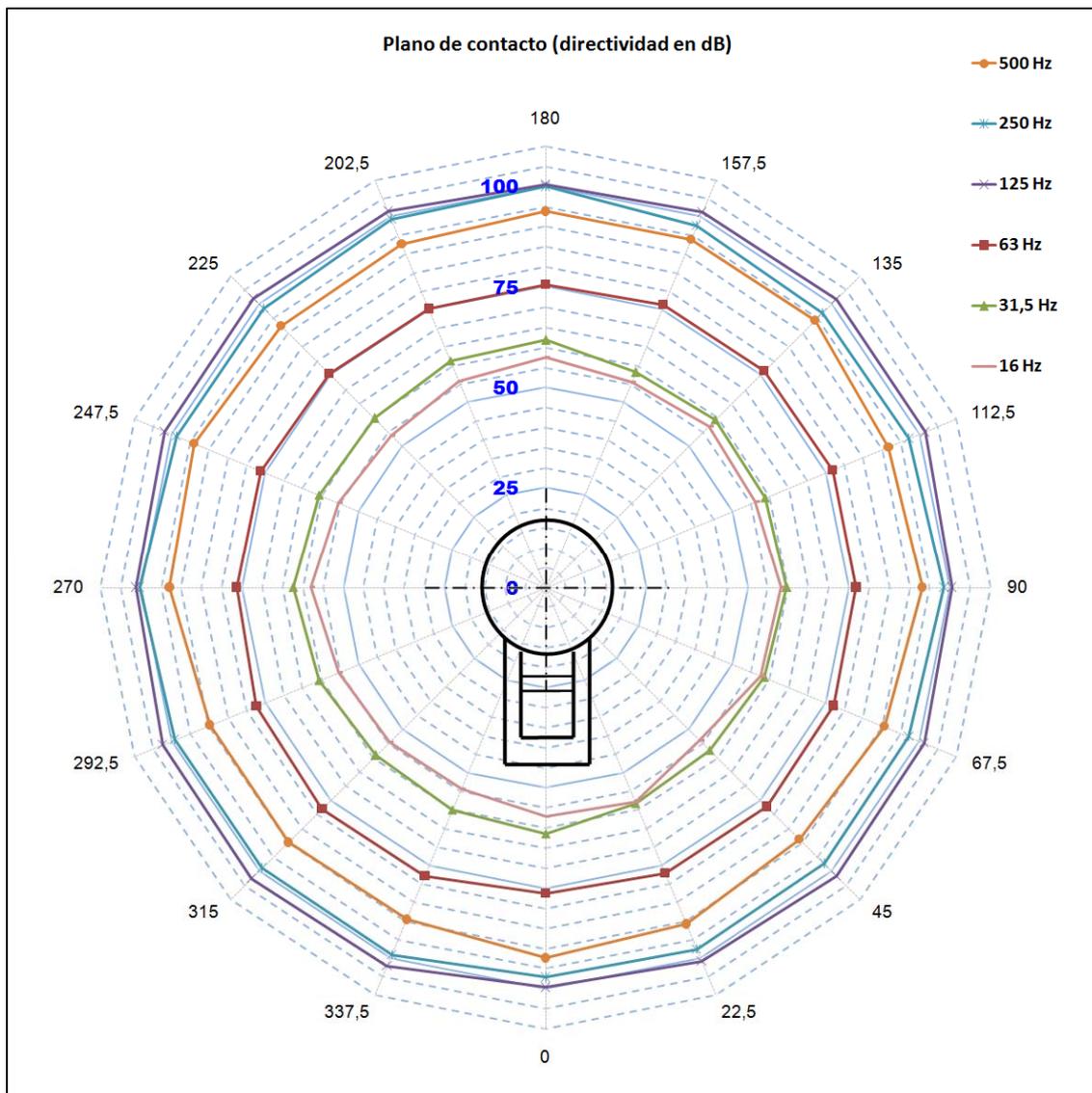


Figura 4: Directividad en plano de contacto

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

La anterior figura 4 muestra la radiación sonora de la clapeta en el plano de las superficies que impactan una contra otra, en la figura 5 (abajo) se muestra la radiación en un plano de corte transversal a la clapeta y en la página siguiente encontramos la figura 6 que muestra la radiación correspondiente al plano horizontal de corte de la parte esférica de la clapeta.

Los diagramas polares indican que la las desviaciones son del, en los peores casos, siempre inferiores a los 4 dB. La desviación estándar no excede los 2.1 dB, quedándose alrededor del 1.2 dB en la mayoría de los casos.

Tanto en el plano de contacto como en el transversal se observan pequeñas alteraciones que pudieran corresponder a la propia interferencia de la parte inferior del cuerpo de la clapeta, este efecto no afectará a ensayos en vehículos ya que el propio asiento donde se situó lo eliminará.

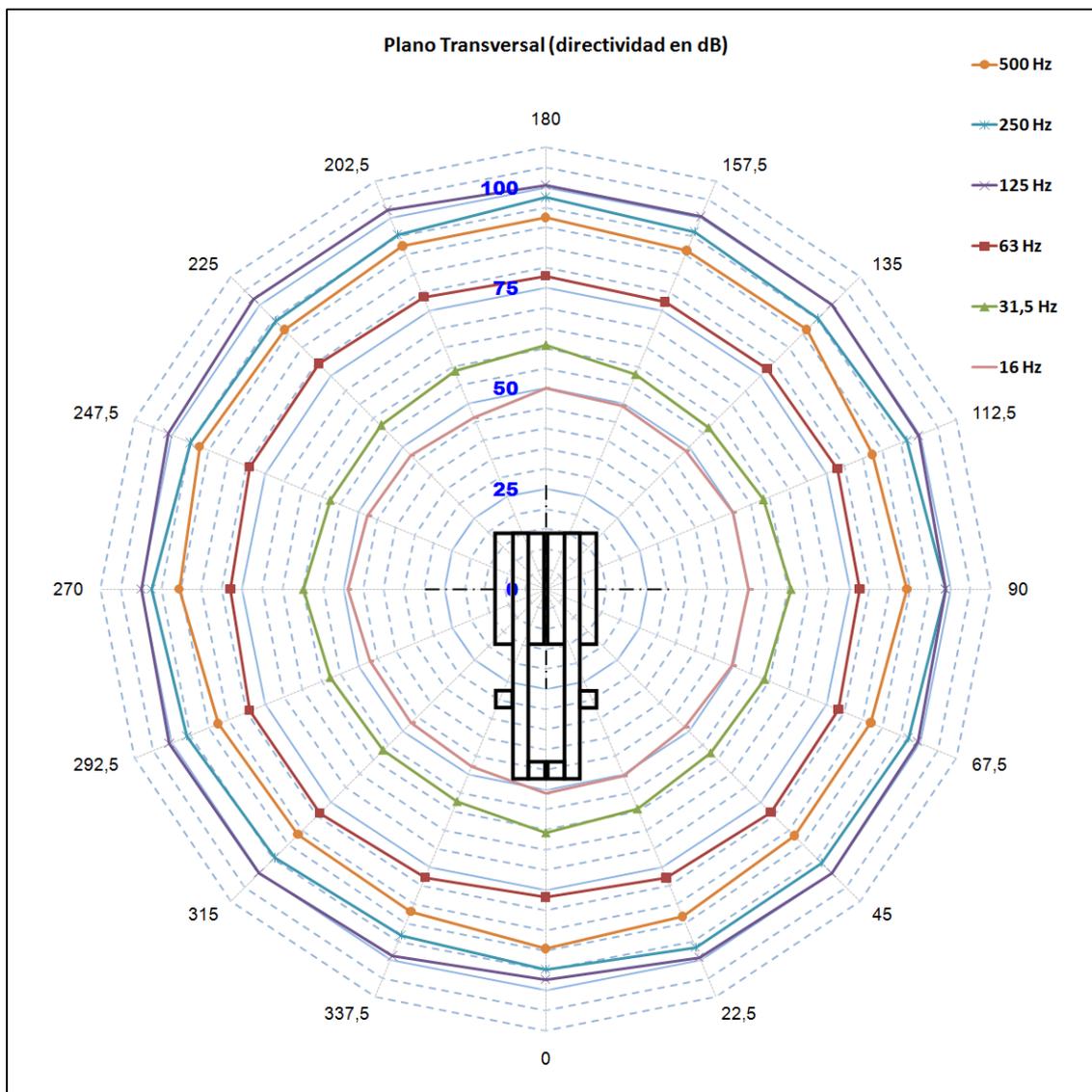


Figura 5: Directividad en plano transversal

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

Resulta sorprendente el buen resultado alcanzado en el plano horizontal, donde se podría esperar un comportamiento más bi-lobulado debido a la propia configuración física de la clapeta.

La reducción del tamaño de la clapeta ha sido crucial en este apartado, donde clapetas de más de 40 cm de diámetro comienzan a mostrar un comportamiento más achatado en la parte superior e inferior del gráfico.

Este es el plano de trabajo más importante desde el punto de vista de la aplicación de la fuente a ensayos en interior de vehículos, ya que es el que menos interferencias tendrá para propagar el ruido dentro de la cabina. Es además el que más afecta a los cristales del vehículo, que se comportan como membranas transmitiendo la vibración a/de la carrocería.

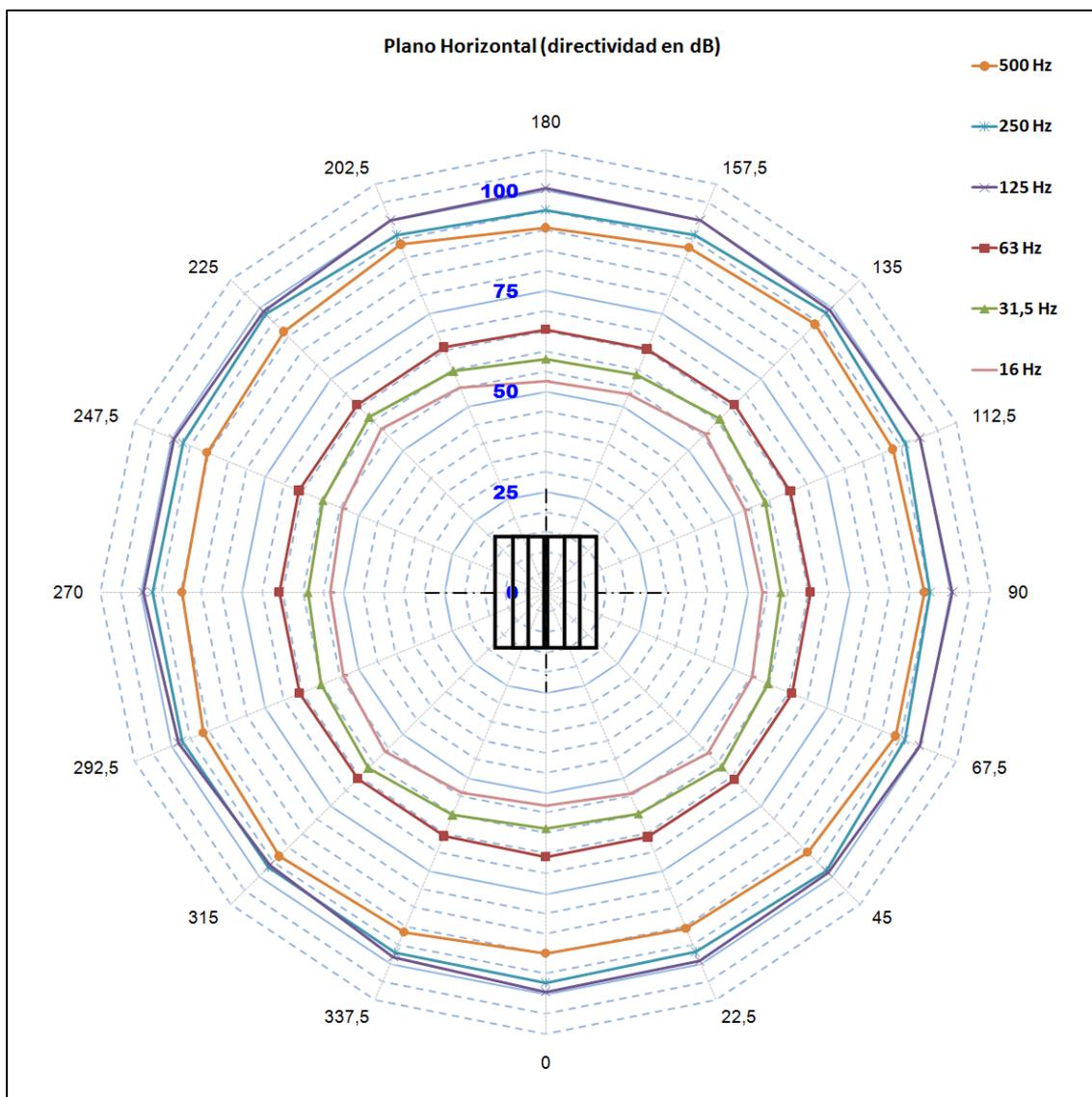


Figura 6: Directividad en plano horizontal



FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

CONCLUSIONES

- El presente trabajo revela que a pesar de que la clapeta es una fuente de tamaño moderado, tiene potencia suficiente para ser utilizada como fuente sonora para excitar estructuras.
- Además, la clapeta es casi omnidireccional en campo cercano, unas desviaciones menores de 4 dB en todos los rangos de frecuencia estudiados dan una clara idea de la uniformidad de radiación sonora de la clapeta, mejor incluso a corta distancia que otras fuentes mucho más costosas.
- Se puede determinar que, en comparación con otras fuentes de ruido de impacto, la clapeta produce un aceptable pico sonoro, es barata, fácil de transportar y operar, y cumple los requerimientos para ser utilizada como fuente de ruido de impacto.
- Por tanto, esta clapeta resulta idónea para ser utilizada en ensayos de ruido y vibración en el interior de vehículos.

REFERENCES

- [1] J. Pätynen, B. F. G. Katz, and T. Lokki, "Investigations on the balloon as an impulse source," *J. Acoust. Soc. Am.* 129, EL27–EL33 (2011).
- [2] J. A. Vernon, K. L. Gee, and J. H. Macedone, "Acoustical characterization of exploding hydrogen-oxygen balloons," *J. Acoust. Soc. Am.* 131, EL243–EL249 (2012).
- [3] R. D. Ford, D. J. Saunders, G. Kerry, "The acoustic pressure waveform from small unconfined charges of plastic explosive", *J. Acoust. Soc. Am.*, 94 (1), 408-417 (1993).
- [4] M. J. R. Lamothe and J. S. Bradley. "Acoustical characteristics of guns as impulse sources," *Can. Acoust.* 13(2), 16–24 (1985).
- [5] C. Ayrault, P. Béquine, and S. Baudin, "Characteristics of a spark discharge as an adjustable acoustic source for scale model measurements," in *Proceedings of the Acoustics 2012 Nantes Conference*, Nantes, France (April 2012).
- [6] M. Horvat, K. Jambrosic, and H. Domitrovic. "A comparison of impulse-like sources to be used in reverberation time measurements," in *Proceedings of the Acoustics 2008 Paris Conference*, France (June 29 to July 4, 2008).
- [7] D. Sumarac-Pavlovic, M. Mijic, and H. Kurtovic, "A simple impulse sound source for measurements in room acoustics," *Appl. Acoust.* 69, 378–383 (2008).
- [8] ISO 3744, Determination of soundpower levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure (International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland 2010)