



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A144

Avances en la Técnica Intensimétrica Aplicada a la Inmisión Sonora

Jorge Pérez Villalobo^(a),
Mario Serra^(a,b),
Germán Miretti^(a).

(a) Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), UA del CONICET, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba. Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, Córdoba (5016), Argentina. E-mail: jperez@electronica.frc.utn.edu.ar

(b) Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina.

Abstract

This study is carried out in the frame of the multidisciplinary program addressed to the Prevention and Promotion of the Hearing in Adolescents, implemented at CINTRA, with the aim to develop alternative procedures in order to improve the sound immersion measurements and evaluations methods during non occupational noise exposure of the adolescents. Following with the developments for the application of the intensimetric technique for estimating the sound immersion through the acoustical power calculation in recreational closed environments, with their own acoustical characteristics, new steps are being reached. At present, a group of new measurements in situ have been carried out. The got values by this way are contrasted with those got through the traditional method of sound pressure. They are plotted in order to show the behavior of both techniques. The results are promising, showing the possibility to use the intensimetric technique as an alternative method for getting the sound immersion in that kind of environment.

Resumen

El estudio que se presenta se enmarca dentro del Programa multidisciplinario dirigido a la "Prevención y Promoción de la Audición en Adolescentes", que se lleva a cabo en el CINTRA, con la finalidad de desarrollar procedimientos alternativos en la búsqueda de perfeccionar los métodos de medición y evaluación de la inmisión sonora por la exposición a ruidos no ocupacionales de esta franja etaria en estudio. Se ha continuado avanzando con el uso de la técnica intensimétrica para estimar la inmisión sonora mediante el cálculo de la potencia acústica en ambientes cerrados de esparcimiento con características acústicas propias. Al momento se han llevado a cabo un grupo de mediciones in situ. Los valores obtenidos son contrastados con los valores provenientes de mediciones de presión sonora por el método tradicional y expresados en curvas en las que se observa el comportamiento de ambas técnicas. Los resultados son promisorios mostrando la posibilidad que la técnica intensimétrica sea un método alternativo que permita determinar la inmisión sonora en este tipo de ambiente.

1 Introducción

Uno de los usos más generalizados de la técnica de intensimetría está relacionado al cálculo de la potencia acústica generada por una fuente sonora dada. A partir de este concepto y con la finalidad de encontrar nuevas aplicaciones de la técnica, se continúa estudiando la posibilidad de utilizarla para el cálculo de la potencia acústica absorbida por un objeto, como una nueva alternativa de medición de la inmisión sonora. En esta etapa del estudio, se analizan las posibles limitaciones que presenta la técnica en esta nueva aplicación.

Son muy escasos los antecedentes de estudios similares donde se analice el uso de la intensimetría en el cálculo de la potencia acústica absorbida por un cuerpo.

El estudio está encuadrado dentro de un Programa de Conservación de la Audición dirigido a jóvenes y adolescentes y sus exposiciones a ruidos no ocupacionales en ambientes de esparcimiento, especialmente en discotecas. En estos ambientes, que generalmente son locales cerrados, los jóvenes son los involucrados en la absorción de la energía acústica emitida por las distintas fuentes sonoras que interactúan simultáneamente, constituyendo lo que se conoce como inmisión sonora.

Una fuente sonora emite energía acústica en diferentes direcciones y con diferentes niveles según sea la dirección. En este caso, una fuente sonora entrega energía al medio y por lo tanto se habla de una potencia acústica emitida por la fuente. Para medir esta potencia se puede aplicar la técnica tradicional o de presión sonora, la cual es laboriosa y presenta ciertas limitaciones. Por lo contrario, la técnica de intensimetría sonora resulta más ágil y con escasas limitaciones.

Cuando se pretende calcular la potencia acústica absorbida por un objeto en presencia de fuentes sonoras a su alrededor, no existen métodos o técnicas desarrolladas que permitan analizar estas situaciones.

Este trabajo analiza las posibles limitaciones de la intensimetría sonora aplicada al cálculo de la potencia acústica absorbida por un objeto en ambientes cerrados y su contrastación con mediciones de inmisión sonora utilizando la técnica tradicional de presión sonora.

2 Mediciones

Las primeras mediciones para estudiar la aplicabilidad de la técnica en ambientes de esparcimiento fueron llevadas a cabo en Laboratorio con la finalidad de analizar y determinar una serie de parámetros que serían importantes para la realización de las mediciones *in situ*. Durante las mismas se analizaron diferentes configuraciones en lo relativo a cantidad y posición de las fuentes sonoras, tipos y niveles de sonidos, características acústicas de la sala, particularidades del objeto a medir, etc.

En una segunda etapa se iniciaron las mediciones *in situ* comenzando con ambientes cerrados de esparcimiento tipo discoteca donde se escucha diferentes tipos de música (Pérez y Serra, 2007).

La continuidad del estudio se ha concretado con nuevas mediciones *in situ* llevadas a cabo esta vez en dos discotecas donde se transmite un mismo tipo de música. Se describen a continuación las características edilicias y del sistema de sonido presentadas por ambas discotecas.

Discoteca 1: consiste en un local de aproximadamente 30 m de largo, 10 m de ancho y 5 m de altura. Las paredes y techo son de mampostería, sin tratamiento acústico y la forma del recinto es un monoambiente tipo paralelepípedo regular. El piso también es de mampostería con acabado fino de cemento. El sistema de sonido contaba con cuatro cajas acústicas

Electrovoice de 15 pulgadas con driver de $\frac{1}{2}$ pulgada y dos subwofer de 18 pulgadas de la misma marca. Como objeto de medición se continuó utilizando la cabeza y torso artificial normalizados de la firma Brüel & Kjaer modelo 4128. Al torso se le colocó ropa informal liviana simulando la absorción de una persona vestida. El conjunto fue instalado en la periferia de la pista de baile (ver Figura 1).



Figura 1. Medición en Discoteca 1.

Discoteca 2: consiste en un local de aproximadamente 26 m de largo, 12 m de ancho y 6 m de altura, con paredes, techo, piso y forma similares a la primera. El sistema de sonido estaba conformado por cuatro cajas acústicas con dos parlantes Electrovoice de 15 pulgadas con driver de $\frac{1}{2}$ pulgada y cuatro subwofer de 18 pulgadas de la misma firma. El conjunto torso-cabeza artificial fue colocado próximo a la parte central de la pista de baile (ver Figura 2) y con los mismos atuendos que en la primer discoteca.



Figura 2. Medición en Discoteca 2.

Cuando se habla de una potencia acústica absorbida se supone –en contraposición a la emitida– que se tendrá como resultado valores negativos (como lo hemos comprobado hasta

ahora), debido a que la intensidad sonora alrededor de una superficie cerrada y medida en dirección hacia el centro de la superficie, mayormente debería ser negativa, es decir:

$$Pot = - \int_S \vec{I} \cdot \vec{ds}$$

Los cálculos de potencia acústica fueron realizados utilizando los lineamientos fijados por la norma ISO 9614-1, 1993, pero teniendo muy poco en cuenta los indicadores que plantea dicha norma. Esto se debe a que en ambientes con mucha difusividad algunos indicadores resultan insatisfactorios y la precisión de esta técnica no sería la óptima (Jacobsen, 1992; Fahy, 1995; Herráez, 1996).

Para estos cálculos es necesario definir una superficie virtual de medición alrededor del objeto que absorbe la energía acústica. El objeto utilizado para todas las mediciones fue el conjunto de cabeza y torso artificial, que presenta las medidas antropométricas promedio de un individuo. Como superficie virtual de medición se determinó una esfera concéntrica con la cabeza artificial con un diámetro de 0,40 m. A su vez, esta esfera fue dividida en 8 superficies menores –de igual tamaño– resultando 8 puntos de medición en toda la esfera. Cada uno de estos puntos fue localizado en el centro de cada superficie menor.

Los tiempos de integración de la medición en cada punto dependen del rango dinámico de la música a medir, por lo que se utilizaron tiempos cercanos a los 25 segundos en promediación lineal.

El instrumento de medición consistió de un analizador de doble canal en tiempo real de la firma Brüel & Kjær modelo 2144. La sonda de intensidad usada fue de la misma firma, modelo 3548, con micrófonos apareados tipo 4181 y espaciador de 12 mm. Esto otorga un ancho de banda teórico más bien reducido (250 Hz – 5KHz) aunque satisfactorio para el objetivo propuesto.

Como elemento de contrastación se realizaron mediciones de inmisión por la técnica de presión sonora simultáneamente con las mediciones de intensidad y con el mismo instrumental. Estos valores son representados por un único valor, que es el promedio de los valores medidos sobre los diferentes puntos de la superficie virtual.

3 Resultados

En las siguientes tablas (Tabla 1 y 2) se presentan los valores de presión sonora relevados y los niveles de potencia acústica calculados en cada situación de ambas discotecas.

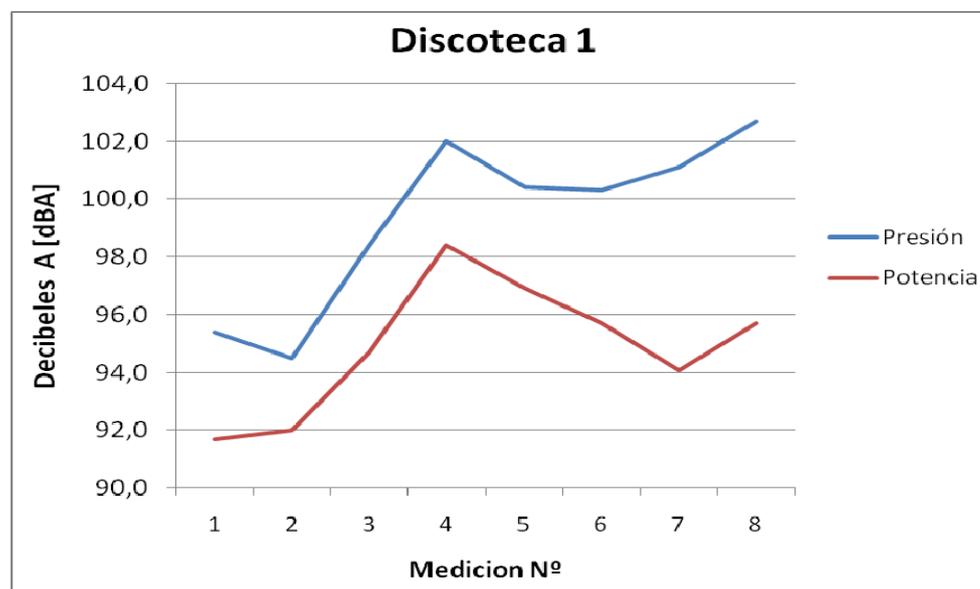
Tabla 1. Valores relevados y calculados en Discoteca 1.

Nº de Medición	Nivel SPL (dBA)	Potencia (dBA)	Tipo de música
1	95,4	-91,7	Electrónica
2	94,5	-92,0	Electrónica
3	98,4	-94,7	Electrónica
4	102,0	-98,4	Electrónica
5	100,4	-96,9	Electrónica
6	100,3	-95,7	Electrónica
7	101,1	-94,1	Electrónica
8	102,7	-95,7	Electrónica

Tabla 2. Valores relevados y calculados en Discoteca 2.

Nº de Medición	Nivel SPL (dBA)	Potencia (dBA)	Tipo de música
1	95,2	92,7	Electrónica
2	94,6	93,1	Electrónica
3	94,9	92,0	Electrónica
4	97,1	95,1	Electrónica
5	97,1	96,7	Electrónica
6	96,8	95,6	Electrónica
7	98,1	94,2	Electrónica
8	100,0	92,3	Electrónica
9	99,3	92,6	Electrónica
10	101,3	96,3	Electrónica

Los resultados también son presentados gráficamente a través de curvas de tendencia donde se comparan ambas técnicas de medición (Figura 3 y 4). Es importante destacar que los niveles de potencia calculados en la Discoteca 1 son negativos y en la Discoteca 2 positivos, consideración que no se tiene en cuenta en las curvas.

**Figura 3.** Comparación de tendencias de ambas técnicas en Discoteca 1.

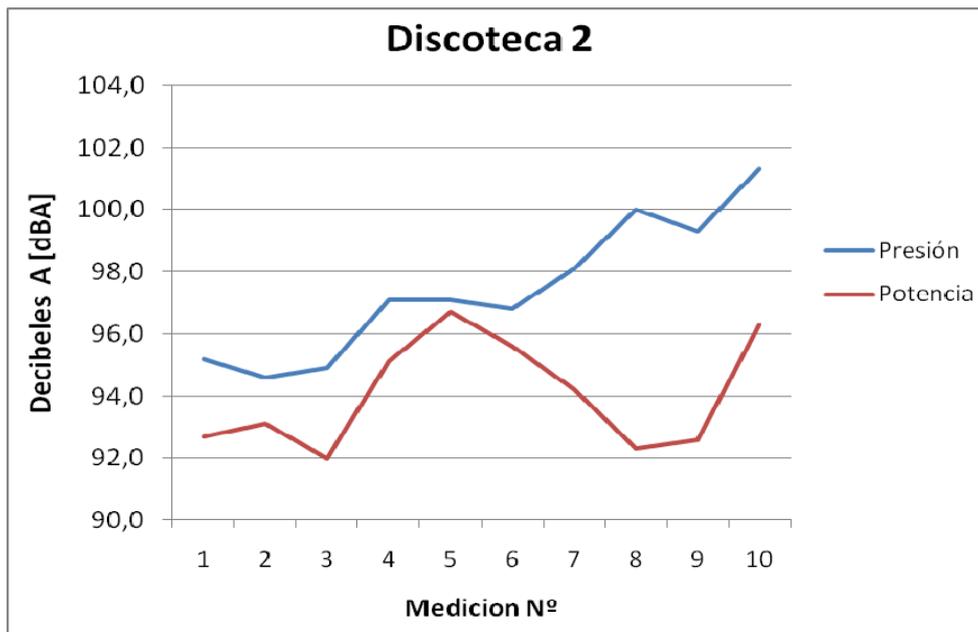


Figura 4. Comparación de tendencias de ambas técnicas en Discoteca 2.

Por último, se muestra el análisis espectral de frecuencia de la potencia acústica calculada en la primer medición de cada Discoteca (Figura 5 y 6).

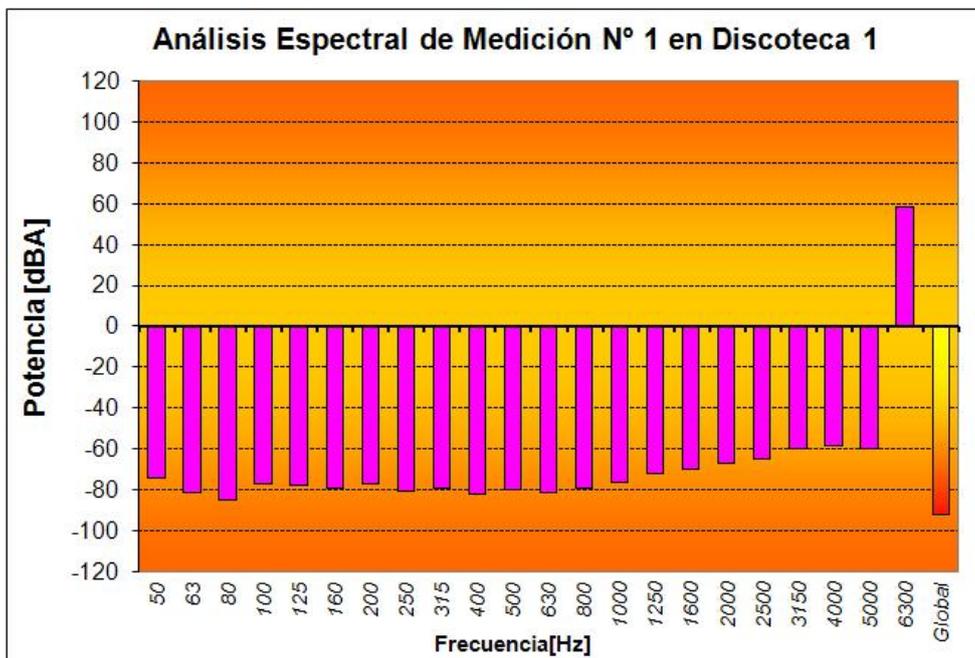


Figura 5. Análisis espectral de la potencia acústica en Discoteca 1.

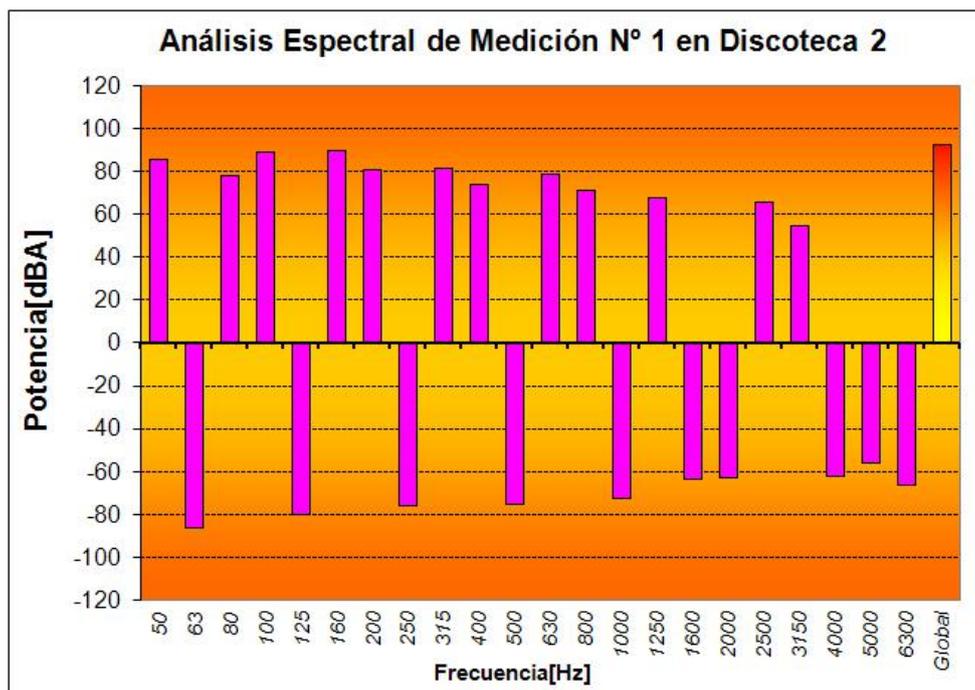


Figura 6. Análisis espectral de la potencia acústica en Discoteca 2.

4 Conclusiones

Analizando los resultados y figuras, podemos concluir que:

- Se observa que las tendencias de las mediciones de presión y potencia son relativamente similares en la Discoteca 1, sin embargo, en la Discoteca 2 las tendencias presentan una diferencia importante.
- En la Discoteca 1 los niveles de potencia acústica calculados son negativos, en coincidencia con los resultados obtenidos en mediciones anteriores realizadas en Laboratorio e *in situ* (Pérez y Serra, 2007).
- En la Discoteca 2, en cambio, los niveles de potencia calculados son positivos. Esto podría deberse a que la contribución de las componentes espectrales de baja frecuencia es mayor en esta Discoteca, presentándose como una posible limitación de la técnica de medición.
- Sería importante continuar con esta línea de medición a fin de conocer en profundidad sus bondades y limitaciones al ser aplicada en locales de esparcimiento donde los ambientes sonoros pueden presentar características propias dadas por los tipos de música, composición espectral, acústica de la sala, etc.

Referencias

Fahy, F.J. (1995). Sound Intensity. Second edition. E & FN Spon.

- Herráez ,M. (1996). Estudio experimental de los parámetros que afectan a la estimación de potencia sonora por el método de intensidad. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, España.
- ISO 9614-1: 1993, Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points.
- Jacobsen, F. (1992). Sound power determination using the intensity technique in the presence of diffuse background noise. *Journal of Sound & Vibration*.159, pp. 353-371.
- Pérez, J.; Serra, M. (2007). Medición de inmisión sonora con cabeza artificial utilizando la técnica de intensimetría. *Mecánica Computacional*, Vol. XXVI, pp 38-45.