

MEDICIONES DE ABSORCION ACUSTICA EN CIELO RASO Y PANELES DE REVESTIMIENTO DE PAREDES DEL NUEVO TEATRO ARGENTINO DE LA PLATA

REFERENCIA PACS 43.55.Ev

Méndez Antonio M.; Stornini Alberto J.
Laboratorio de Acústica y Luminotecnia de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (LAL).
Camino Centenario entre 505 y 508.
CP 1897 – Manuel B. Gonnet – Provincia de Buenos Aires – Rep. Argentina.
Tel: + (54)-(221) 484 2686 / 471 2721
Fax: + (54)-(221) 484 2686 / 471 2721
E-mail: ciclal@gba.gov.ar

ABSTRACT

In the design of theatres is of fundamental importance to achieve that the reverberation times are the most appropriate for a correct audition for the audience. It becomes difficult to predict these times based on available data of absorption of taken materials from bibliography, for what is necessary to make laboratory measurements on the elements to place in the final stage of the works in the room. These measurements allowed to check that the elected ceiling fulfilled the foreseen conditions of absorption; also it was possible to adjust some details in the design of the panels that cover the walls of the theatre, so that finally it was obtained the wanted reverberation times.

RESUMEN

En el diseño de teatros de opera es de fundamental importancia lograr que los tiempos de reverberación sean lo más adecuados para una correcta audición por parte de la audiencia. Se hace difícil predecir estos tiempos en base a datos de absorción de materiales tomados de la bibliografía disponible, por lo que es necesario hacer mediciones de laboratorio sobre los elementos a colocar en la etapa final de los trabajos en la sala. Estas mediciones permitieron comprobar que el cielo raso elegido cumplía con las condiciones de absorción previstas; asimismo se logró ajustar algunos detalles en el diseño de los paneles que cubren las paredes del teatro, de modo que finalmente se llegó a obtener los tiempos de reverberación deseados.

INTRODUCCION

Es sabido que los tiempos de reverberación adecuados y la correcta elección de las superficies reflejantes que conduzcan a una distribución pareja del sonido son factores preponderantes en el diseño de una sala de opera ya que así puede lograrse una adecuada audición de todos los espectadores.

Cuando la empresa constructora del Teatro Argentino de La Plata llegó a la etapa final de la obra de la sala lírica se debieron definir algunos de los absorbentes sonoros a colocar en ese momento.

Es por ello que se hicieron mediciones de absorción acústica de los elementos a instalar; y al Laboratorio de Acústica y Luminotecnia le tocó trabajar en el cielo raso de yeso y los paneles que recubren las paredes de la sala.

La metodología de las mediciones se basó en el procedimiento de la Norma ISO 354.

La sala reverberante utilizada posee un volumen de 189 m^3 , es de caras no paralelas, y la superficie interior es de 208 m^2 .

En materia de difusores, posee 4 placas acrílicas de $1,22 \times 1,22 \text{ m}$, ligeramente curvadas, y 5 esferas de poliestireno expandido de $0,94 \text{ m}$ de diámetro cada una. Esto representa una superficie total de difusores de $25,8 \text{ m}^2$.

Durante la medición se utilizaron 2 posiciones diferentes de las fuentes sonoras y 6 posiciones del micrófono, con lo cual, cada tiempo de reverberación resulta como promedio de 12 caídas, siguiendo los recaudos expuestos en la Norma antes citada.

Como se efectuaron mediciones en días diferentes, cada vez que se realizó un registro de tiempos de reverberación se midió la temperatura y humedad relativa del aire dentro de la sala reverberante. La temperatura varió entre 16° y 18° , y la humedad relativa entre 70% y 78%.

Se usó un generador de ruido blanco y rosado, con filtros de tercios de octava y amplificador incorporado, modelo SMB 3340. Con él se alimentó a un conjunto de 2 fuentes sonoras de forma cúbica, con 3 parlantes cada una que fueron ubicadas en dos vértices de la sala.

La medición fue realizada con un Analizador en Tiempo Real Larson Davis modelo 2900B, equipado con un micrófono de la misma marca, de $1/2$ pulgada, modelo 2560. Los tiempos de reverberación se calcularon en todas las bandas de tercios de octava entre 100 y 5000 Hz.

MEDICIONES EFECTUADAS AL CIELO RASO

Conviene aclarar que, por razones prácticas, el cielo raso fue montado en forma invertida, es decir con la cara expuesta hacia arriba; los soportes intermedios, que en el caso real son hierros colgantes de la estructura del techo, fueron reemplazados por hierros apoyados en el piso. Se dejó una capa de aire de 24 cm tras el cielo raso montándolo en forma elástica sobre una pared de ladrillos perimetral.

La muestra ensayada consistió en una placa de yeso construida en la sala reverberante de este Laboratorio siguiendo el mismo procedimiento constructivo que el real, pero de dimensiones $3,44 \times 3,57 \text{ m}$, o sea una superficie de $12,28 \text{ m}^2$. El espesor variaba entre 35 y 45 mm .

El apoyo perimetral era una pared de ladrillos de 15 cm de espesor y 24 cm de altura, que se construyó previamente, midiéndose su absorción individual.

La medición debió dividirse en dos partes. Se realizó una primera medición con sólo la pared de apoyo en la sala, para calcular su absorción total en Sabines. Luego se construyó el cielo raso propiamente dicho, y se efectuó una segunda medición para conocer la absorción de todo el sistema. En esta situación sólo queda expuesta parte de la pared, por lo que deberá tenerse en cuenta su contribución a la absorción para descontar la absorción del dispositivo de montaje y obtener la absorción neta de la muestra.



En el gráfico siguiente se indican los coeficientes de absorción aparente (incluyendo la pared) y

Absorción del cielorraso



el propio de la muestra, en Sabines / m².

Nótese que la absorción es muy baja, pero esto era lo que se pretendía obtener, ya que como el cielo raso posee 946 m², influye fuertemente en las reflexiones útiles que contribuyen a mejorar la audición de los espectadores más alejados del escenario.

Para determinar con exactitud la frecuencia a la que resonaba el cielo raso se montó sobre el mismo un acelerómetro cuya señal se estudió mediante el analizador ya citado. La excitación de la muestra se logró mediante un impacto.

MEDICIONES EFECTUADAS A LOS PANELES

La muestra ensayada consistió en paneles de madera terciada agujereada, de 3 mm de espesor; los agujeros eran de 52 mm de diámetro y se hallaban separados 105 mm entre centros. Por detrás había un espacio de aire de 50 mm. Por delante existía un revestimiento formado por una capa de guata y una tela gruesa. Estos absorbentes se comportan como resonadores.

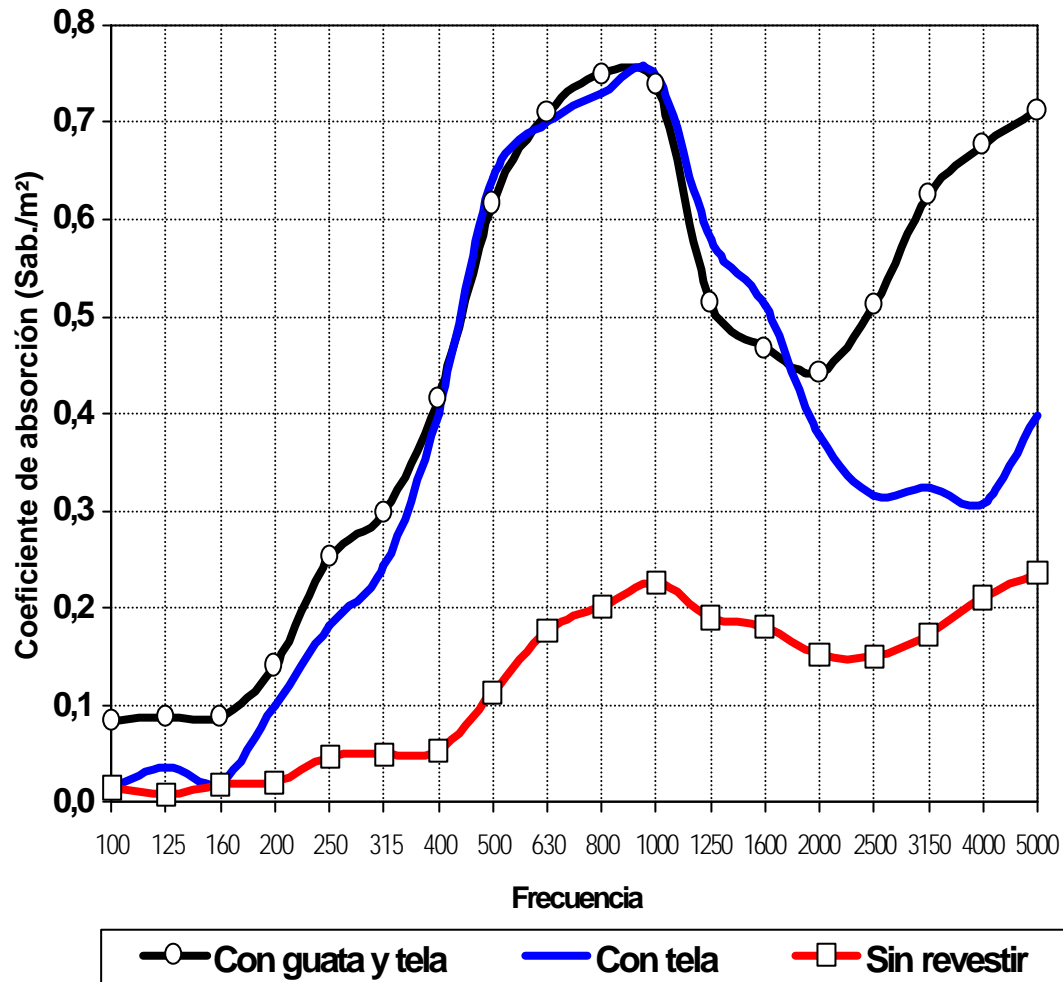
Estos paneles fueron medidos en tres condiciones:

- Sin revestimiento.
- Revestidos con guata.
- Revestidos con guata y tela.

A continuación se incluyen fotografías de las muestras de paneles utilizados en este trabajo.



Paneles agujereados

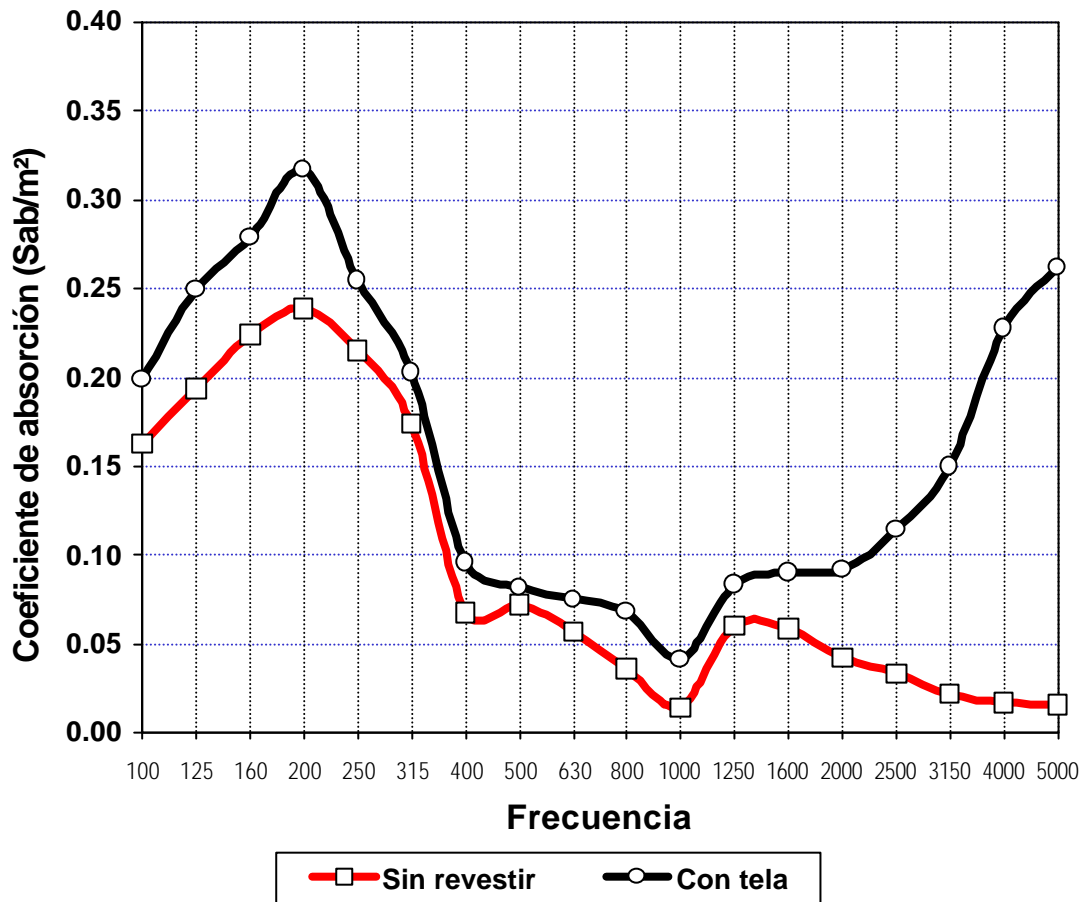


Este diseño fue descartado ya que la resonancia en 1000 Hz eleva la absorción en demasía de acuerdo a lo pretendido. Téngase en cuenta que está previsto colocar estos paneles en las paredes de los palcos, que suman una superficie de 1110 m². Es por ello que se debió construir un nuevo modelo de paneles, con la misma madera terciada, pero sin perforaciones. Estos absorbentes pertenecen al tipo de membrana.

Los paneles se midieron en dos condiciones:

- Sin revestimiento.
- Revestidos con tela.

Placa sin agujeros



Con este nuevo tipo de panel se llegó al resultado esperado, y recién entonces se colocaron en la sala.

Actualmente la sala está habilitada, y se realizaron las mediciones de tiempos de reverberación finales, los que resultaron de acuerdo a lo esperado, por lo que se estima no serán necesarias más correcciones.

BIBLIOGRAFIA

Norma ISO 354 - 1985 "Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room". Méndez A. ; Stornini A. ; Salazar E. ; Velis A. ; Giuliano G. ; y Amarilla B. "Acustica Arquitectónica" Ed. UMSA, Buenos Aires, 1994