



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

FIA2008- A155

## Preservación de la calidad acústica del Teatro Colón de Buenos Aires durante los recientes trabajos de restauración

Basso, Gustavo <sup>(a)</sup>,  
Haedo, Alberto <sup>(b)</sup>,  
Sánchez Quintana, Rafael <sup>(c)</sup>.

(a) Cátedra de Acústica, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata. Calle 5 N° 84, La Plata (1900), Argentina. E-mail: basso@isis.unlp.edu.ar

(b) Ingeniero, Asesor Acústico de las Obras de la Sala y del Escenario del Teatro Colón. Paraguay 1971 3° A, Buenos Aires (1121), Argentina. E-Mail: ahaedo@ciudad.com.ar

(c) Ingeniero, Asesor en Acústica, designado por el GCBA para las obras de puesta en valor del Teatro Colón. Tucumán 1687.3° D. Capital Federal.(1050). E-mail: rsq@ciudad.com.ar

### Abstract

The general criteria and the works carried out until the year 2007 in order to preserve the acoustical quality of the Teatro Colón of Buenos Aires are described in this paper. The acoustical measurements of the previous state of the hall; the acoustic measurements carried out during its dismantling; the acoustical measurements taken out at laboratory; the analysis through statistical methods and digital models are shown. This methodology allows us to design the main criteria in order to preserve the acoustical quality of this well known hall.

### Resumen

Se describen los criterios generales y los trabajos realizados hasta el año 2007 cuyo objetivo es el de preservar la calidad acústica de Teatro Colón. Se detallan las mediciones del estado acústico previo de la sala; las mediciones acústicas realizadas durante las tareas de desarme de la sala; las mediciones en laboratorio de muestras de los elementos y materiales originales; y la medición en laboratorio de los nuevos elementos a instalar en reemplazo de los existentes deteriorados. En este trabajo se expone el cuidadoso diagnóstico previo que, a partir de las mediciones mencionadas, del análisis mediante métodos estadísticos y modelos digitales, y de la evaluación auditiva de la respuesta a diferentes fuentes acústicas, permitió establecer los criterios centrales a seguir durante la restauración de la célebre sala.

## 1 Introducción

El Teatro Colón comenzó a construirse en el año 1889 a partir de un proyecto original del arquitecto Francisco Tamburini, que falleció antes de finalizar la obra. La continuó su colaborador y colega Víctor Meano. Meano muere en 1904 y lo sucede el célebre arquitecto belga Jules Dormal, quien se contrata para concluir la obra. Las diferentes manos que actuaron sobre el proyecto se ven reflejadas en el eclecticismo estilístico que presenta el edificio: a los elementos propios del renacimiento italiano y de la arquitectura teatral alemana se le suman claras características provenientes de la de escuela francesa, acentuadas a partir de la intervención de Jules Dormal. Finalmente, el Teatro Colón de Buenos Aires se inauguró el 25 de mayo de 1908.

La sala principal, en forma de herradura, cumple con las características generales del teatro italiano clásico en herradura. Tiene una capacidad total de 2.478 localidades, a los que se le pueden agregar unas 500 personas de pie. La platea tiene 29,25 m de ancho máximo, 32,65 m de largo y el cielorraso está a 28 metros de altura. La planta está bordeada de palcos abiertos, en estilo francés, hasta el tercer piso. A partir de este nivel se ubican las localidades de Cazuela, Tertulia, Galería y Paraíso. En total siete niveles por encima del de la platea. El piso de la platea presenta una suave pendiente. Es posible nivelar este piso mediante un sistema de gatos mecánicos para transformar el recinto en un gran salón.

El escenario tiene 35,25 m de ancho, 34,50 m de profundidad y 48 metros de altura. Su piso presenta una inclinación de tres centímetros por metro y posee un disco giratorio de 20,30 m que permite cambiar rápidamente las escenas. La boca del escenario está cerrada con un gran telón de terciopelo que se abre hacia los ángulos superiores a velocidad variable. El foso de la orquesta, enmarcado por los palcos del arco del proscenio, tiene una capacidad para 120 músicos.

En el año 2001 comenzaron los trabajos de restauración y puesta en valor del edificio, que comprenden tres áreas bien definidas: el edificio histórico, la plaza y la caja escénica. Uno de los objetivos principales de los trabajos es el de preservar la reconocida calidad acústica de la gran sala del Teatro Colón. Dos de los autores de este artículo participaron como Asesores en Acústica del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y el restante como Responsable en Acústica de las empresas contratadas para realizar los trabajos. El objeto de este trabajo es el de describir la metodología diseñada para proteger la calidad acústica original del Teatro.

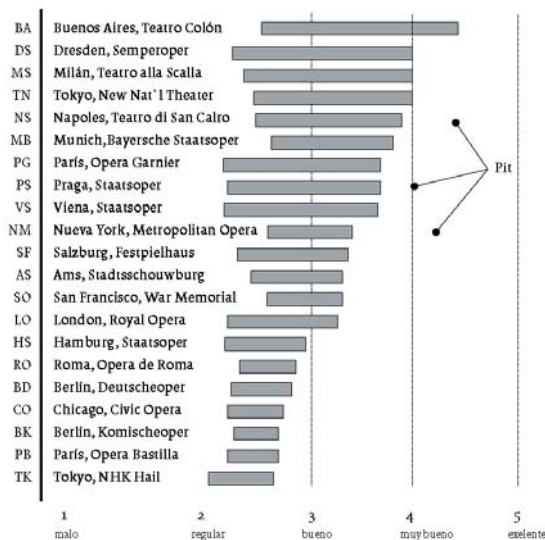
### 1.1 Calidad acústica del Teatro Colón

En 1892, debido a las dudas surgidas acerca de la continuidad de la construcción del Teatro Colón, Víctor Meano publica un trabajo -a pedido de la Sociedad Científica Argentina- en donde enuncia los principios básicos del proyecto y describe sus características generales. En la publicación incluye un capítulo dedicado a las "Condiciones Acústicas", en el que sostiene: "Todos los autores que han tratado la acústica aplicada a la construcción de salas de espectáculos, están de acuerdo en declarar, que la resolución de tal problema, carece de bases sólidas y seguras." Meano fundamenta la forma de la sala esferoide, apoyándose en que la propagación de las ondas sonoras se da en forma esférica, poniendo como ejemplo la distribución semicircular de los teatros griegos y romanos, defiende la elección de la forma de

herradura porque: “consigue una buena ubicación visual y auditiva para los espectadores y por los excelentes resultados que dio la forma de herradura italiana a los teatros europeos”. Además sostiene que el sonido debe morir detrás de los oyentes a fin de no generar reflexiones o ecos no deseados. En su texto remarca la diversidad de opiniones y puntos de vista que existían en la acústica de la época.

Al margen de los datos históricos referidos, lo cierto es que poco a poco la acústica del Teatro Colón fue adquiriendo un reconocimiento generalizado. La idea de que el Colón posee una acústica extraordinaria circula desde hace mucho tiempo entre músicos y especialistas. Se había instalado a partir de comentarios aislados, de dichos de procedencia incierta y de unos pocos juicios realmente fundados. Las pocas opiniones realmente confiables provenían de músicos que, a partir de una carrera internacional, podían comparar la acústica del Colón con la de una buena cantidad de teatros de ópera de primera línea.

La calidad acústica se establece a partir de lo que perciben los oyentes. Sus opiniones y juicios no pueden ser reemplazados, por ejemplo, con los resultados de mediciones físicas. La única manera de establecer una lista ordenada de teatros de ópera de acuerdo a su calidad acústica es realizar encuestas con oyentes que conozcan dichos teatros y analizarlas con métodos estadísticos. Afortunadamente, este trabajo fue realizado por el célebre acústico Leo Beranek y publicado en el año 2000. Beranek y su colega Hidaka tuvieron que buscar personas que conocieran a la mayoría de los teatros de ópera del mundo. Lograron reunir las opiniones de 22 destacados directores de orquesta, que respondieron un cuestionario sobre la calidad acústica de salas de ópera que conocían. Las calificaron dentro de una escala de cinco niveles: mala, pasable, buena, muy buena y “una de las mejores”. El resultado del trabajo se puede ver en la tabla 1. El Colón no solamente figura entre los mejores teatros de ópera, sino que ocupa un primer lugar bien distanciado del resto. De pronto aparecieron razones sólidas para fundamentar la creencia de su excelente calidad acústica.



**Tabla 1.** Resultado del trabajo de Beranek sobre calidad acústica en teatros de ópera (Hidaka, T y Beranek, L. (2000)).

Como corolario, en otro artículo, publicado en noviembre de 2003, Leo Beranek repite la metodología anterior para clasificar los auditorios para música sinfónica según su calidad

acústica. Aquí el Teatro Colón figura en el tercer lugar, luego de dos salas construidas específicamente para ese fin: la *Grosser Musikvereinssaal* de Viena y el *Symphony Hall* de Boston.

El Teatro Colón ocupa, por su acústica, un lugar único entre las salas para música del mundo. Es precisamente esta calidad acústica la que se debe preservar durante los actuales trabajos de restauración y puesta en valor.

## 1.2 Preservación de la calidad acústica del Teatro Colón

En este caso se trata de preservar el comportamiento acústico de una sala existente, caso muy diferente a incertidumbre propia de la creación de una nueva sala. Por lo tanto, el primer paso consiste en conocer tan profundamente como sea posible la sala tal funcionaba antes del comienzo de los trabajos de restauración.

Para realizar esta tarea contamos con varias fuentes de información:

- Planos de arquitectura actualizados.
- Archivos históricos del teatro.
- Estudios acústicos previos.
- Mediciones acústicas de la sala (modelo 1:1).
- Simulaciones digitales de la sala.
- Análisis auditivos realizados por músicos y especialistas.

A partir de este material se decidió sobre la factibilidad de cada una de las acciones previstas durante las tareas de restauración. A modo de ejemplo, se rechazaron las propuestas de modificación de los muros históricos de la capilla de escenario y el reemplazo de las rejillas originales de inyección de aire de platea por otras de mejor distribución y eficiencia térmica.

En resumen, se preservará en su totalidad la geometría de la sala -decisión que incluye las inclinaciones de los pisos de platea y escenario y la estructura de la caja escénica original. La intervención, en lo que respecta a la acústica de la sala, será reversible.

## 2 Metodología

La metodología elegida para lograr el objetivo de preservar la calidad acústica del Teatro Colón se puede dividir en las siguientes etapas:

1. Diagnóstico del estado acústico previo al comienzo de las tareas de restauración. Realización de mediciones del campo acústico en base a la norma ISO 3382.
2. Mediciones acústicas de la sala durante su desarme secuenciado
3. Medición en laboratorio de las características acústicas de los componentes y materiales retirados de la sala.
4. Medición en laboratorio de las características acústicas de los componentes y materiales a incorporar en reemplazo de los retirados de la sala.
5. Elaboración de un modelo acústico digital para control del proceso de desarme-armado de la sala.
6. Mediciones acústicas de la sala durante su rearmado secuenciado.
7. Medición final con la sala completamente equipada y puesta en valor.

8. Comparación de las mediciones mencionadas en la etapa 1 (condición inicial) y en la etapa 7 (condición final)

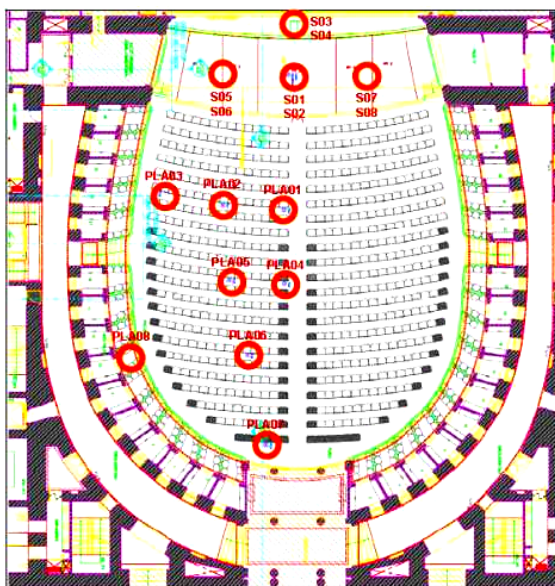
### 3 Mediciones

Se realizaron numerosas mediciones en la sala y mediciones en laboratorio con los métodos de cámara reverberante y de tubo de ondas estacionarias (tubo de Kundt). En lo que sigue se describen someramente dichas mediciones.

#### 3.1 Mediciones del campo acústico de la sala antes del desarme

Durante los días 28 de junio, 17 de noviembre y 7 de diciembre de 2006 se realizaron mediciones acústicas en el Teatro Colón con el objeto de relevar las características acústicas del mismo acorde con la normativa específica de salas ISO-3382-1997. Fueron realizadas por el *Instituto Argentino de Acústica, Electroacústica y Áreas Vinculadas* bajo supervisión de los asesores acústicos responsables de las obras y certificadas por el *Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM)*.

Se colocó una fuente omnidireccional normalizada (dodecaedro) en 4 posiciones diferentes, con el piso del foso bajo y a nivel del piso del escenario, tal como se puede ver en la figura 1. La fuente se excitó con un barridos senoidales logarítmicos de 5,5 s de duración. Los micrófonos de medición se ubicaron en 21 posiciones diferentes dentro de la sala. En la figura 1 se pueden apreciar las posiciones en la platea.



**Figura 1.** Posiciones de la fuente en escenario/foso y puntos de medición en platea.

El conjunto de mediciones, que incluyen todos los parámetros definidos por la norma ISO 3382, permiten definir un mapa muy completo del comportamiento acústico del Teatro Colón antes de la intervención. Dicho mapa será usado como referencia base para toda la obra

de puesta en valor. En las figuras 2 y 3 se puede apreciar un momento en el desarrollo de las mediciones.



**Figura 2.** Mediciones previas en la sala.



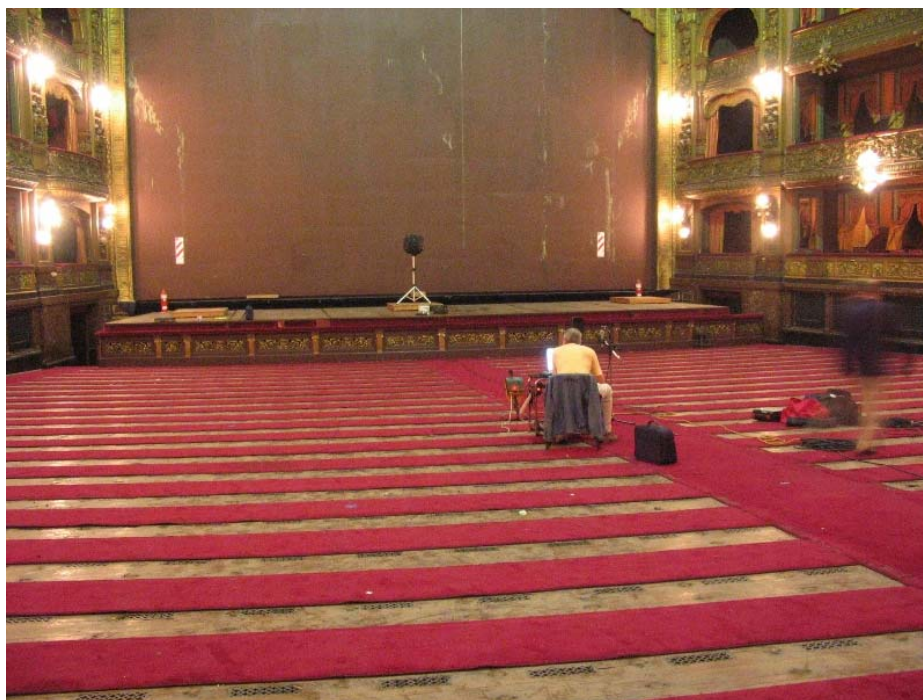
**Figura 3.** Mediciones previas en escenario.

### 3.1.1 Secuencia de mediciones durante el desarme escalonado de la sala

Se realizaron mediciones parciales bajo norma ISO 3382 -Tiempo de Reverberación (T30) e intensidad relativa (Strength G) en platea, palcos y niveles superiores- cada vez que se completaba un paso en la secuencia de desarme de la Sala. Dicha secuencia fue la siguiente:

- Retiro de las butacas de platea
- Retiro de las alfombras de platea
- Retiro de las butacas de niveles superiores
- Retiro de las sillas de palcos y banquetas de los antepalcos
- Retiro de los cortinados de palcos
- Retiro de las alfombras de palcos
- Retiro de los cortinados de accesos
- Retiro de las alfombras del Paraíso

En las figuras 4 y 5 se pueden apreciar diferentes etapas de este proceso.



**Figura 4.** Medición luego del retiro de las butacas de platea.



**Figura 5.** Medición luego del retiro de las alfombras de platea

### **3.1.2 Secuencia de mediciones programadas durante el armado escalonado de la sala**

Está prevista la realización de mediciones parciales bajo norma ISO 3382 -Tiempo de Reverberación (T30) e intensidad relativa (Strength G) en platea, palcos y niveles superiores- cada vez que se complete un paso en la secuencia de armado de la Sala. Dicha será la siguiente:

- Colocación de las alfombras de palcos
- Colocación de los cortinados de palcos
- Colocación de las sillas de palcos y banquetas del antepalco
- Colocación de las butacas de los niveles superiores
- Colocación de las alfombras de la platea
- Colocación de las butacas de platea

### **3.2 Mediciones en laboratorio**

Se midieron en el Laboratorio de Acústica y Luminotecnia (LAL-CIC) de la Provincia de Buenos Aires muestras de los elementos retirados de la sala. Se empleó en casi todos los casos el método de medición de la absorción acústica en cámara reverberante -Norma IRAM 4065/95 o ISO 354. En algunos casos se empleó el método del tubo de ondas estacionarias - tubo de Kundt- para realizar mediciones preliminares.

Los nuevos materiales que reemplazarán a los deteriorados son medidos en idénticas condiciones y deben cumplir con las condiciones acústicas impuestas en el proyecto. En las figuras 6 y 7 se pueden apreciar diferentes etapas del proceso de medición en laboratorio.





**Figura 6.** Medición en laboratorio de los cortinados de la sala.



**Figura 7.** Medición con tubo de Kundt de las alfombras de paraíso.

### **3.3 Mediciones de ruido**

Las mediciones de nivel sonoro realizadas en Sala y Escenario mostraron cierta debilidad en el aislamiento debido a cerramientos vidriados de escaso espesor (adecuados para la época en que el tránsito automotor no era tan ruidoso e intenso). Se han proyectado cerramientos adicionales interiores (para no afectar estéticamente las fachadas) que mejorarán substancialmente los niveles interiores de ruido.

## 4 Conclusiones

La acústica original de la sala presenta leves variaciones debido a las distintas condiciones de uso de la sala tales como sala vacía, con distinta cantidad y tipo de público, con cámara de concierto, con telón de escena colocado, con telón cortafuego, con diferentes escenografías, a escenario descubierto, etc. Como además el envejecimiento natural de los materiales altera su absorción, hemos decidido tomar como modelo a preservar el estado acústico de la sala anterior al comienzo de las actuales tareas de restauración y puesta en valor.

Es bien conocido el hecho de que la memoria auditiva de largo término es poco estable (se podría decir “suena distinto” aún en ausencia de cambios). Por lo tanto hemos puesto gran esmero en la realización de mediciones físicas muy cuidadosas. En este caso se trata de conservar un campo acústico existente y un completo mapeo acústico de la situación a conservar resulta necesario.

Por las razones anteriormente indicadas, manteniendo la forma original de la sala y del escenario, controlando mediante mediciones las respuestas acústicas de los materiales nuevos, e instalando los nuevos materiales en los mismos lugares en que se situaban los anteriores, la calidad acústica original de la sala se mantendrá sin alteraciones.

## Referencias

- Beranek, Leo (1996). “Concert Halls and opera houses: How they sound”, Acoustical Society of America, New York, 1996)
- Beranek, Leo (2003). “Subjective Rank-orderings and Acoustical Measurements for Fifty-Eight Concert Halls”, Acta Acustica, vol. 89, 494-508.
- Canalis, Ianina (2007). “Evaluación de la calidad acústica del Teatro Colón de Buenos Aires”, UNLa, Lanús, Argentina.
- Hidaka, T y Beranek, L. (2000). “Objective and subjective evaluations of twenty-three operahouses in Europe, Japan, and the Americas”, Journal of the Acoustical Society of America, 107 (1),368-383.
- Meano, Víctor. (1892). “El nuevo Teatro Colón. Ángel Ferrari concesionario. Especificaciones y detalles de construcción y ornamentación. Cap. Condiciones acústicas” Bs. As. Argentina. Ed. Kraft.
- Norma IRAM 4065/95.
- Norma ISO 3382-1997.
- Página oficial del Teatro Colón <http://www.teatrocolon.org.ar/>
- Pliego de Especificaciones Técnicas (PET) -Acústica -Gobierno de la ciudad de buenos aires -Master Plan -Teatro Colón.