

Descripción acústica de la sala A del auditorio SODRE



Arq. Gonzalo Fernández Breccia
Consultor independiente en acústica, control de ruidos y vibraciones
Director de departamento. Asesor en acondicionamiento acústico
Universidad de la República Oriental del Uruguay
Socio fundador de la Asociación Uruguaya de Acústica (AUA).
gf@consultoriaacustica.com.uy

PACS 43.55.Fw

Resumen

El complejo cultural Adela Retta del SODRE, constituye el más grande en su tipo en el Uruguay. El espacio principal lo constituye la sala Eduardo Fabini, una sala multipropósito con capacidad para 2000 espectadores. Asimismo el complejo cuenta con tres salas de ensayo (orquesta, coro y ballet), camerinos y sector administrativo.

Se describen a continuación las características de la sala, destacando en particular su adaptabilidad acústica a diferentes tipos de usos, modificando la posición de sus revestimientos, así como el procedimiento de control y fiscalización desarrollado durante la ejecución de la última etapa de construcción y los primeros meses de uso a los efectos de verificar su ajuste a los valores recomendados e instruir a los operadores en las configuraciones de revestimientos recomendables según las características acústicas del espectáculo.

Abstract

SODRE ADELA RETTA COMPLEX is the biggest in its type in Uruguay. The main area, "Eduardo Fabini Auditorium", is a multipurpose one, with room for an audience of 2000 people. There are also rehearsal sectors for the orchestra, choir and ballet, as well as changing rooms and administrative offices.

We will focus on describing the auditorium itself, with emphasis on its acoustic adaptability to different types of artistic performances, the control and supervision process

during the last stages of its construction and the assessment of its acoustic parameters once it started functioning, followed by guidelines and recommendations to fully exploit the acoustics flexibility the auditorium offers.

1. Introducción histórica

El SODRE, Servicio Oficial de Difusión Radiotelevisión y Espectáculos, es un servicio dependiente del Ministerio de Educación y Cultura. Uno de sus principales cometidos es fomentar y difundir las actividades artísticas nacionales. Durante el primer gobierno democrático posterior a la dictadura militar, surgió la necesidad de contar con un edificio que permita desarrollar tanto la actividad de los cuerpos estables del coro la orquesta y el ballet como las actividades artísticas de nivel internacional.

Es así que en setiembre de 1986, el SODRE designa como consultor técnico acústico al Ing. Conrado Silva para asesorar en la materia y elaborar los requisitos del futuro complejo artístico. Se realiza el llamado a concurso y el equipo ganador del mismo, integrado por los Arqs. Isidoro Singer, Carlos Vanini, Diego Magnone y Jorge Di Pólito cuenta con el asesoramiento del Ing. Federico Malvárez.

Desde mayo de 1987 hasta febrero de 1988 el equipo proyectista se encarga de elaborar los recaudos gráficos definitivos con los asesores acústicos antes mencionados.

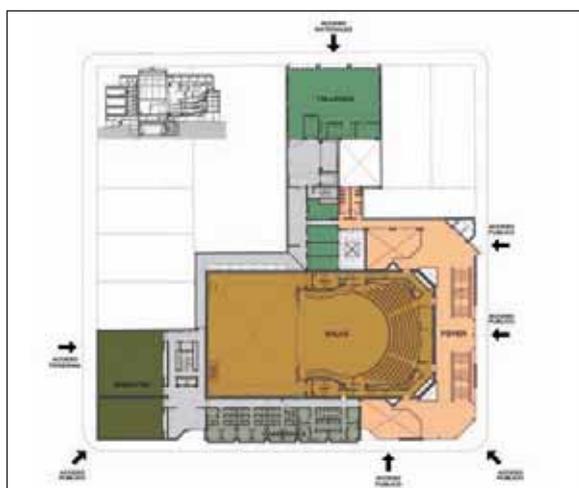
Las obras comenzaron en Noviembre de 1989 y en esa primera etapa sólo duraron un año. El avance significativo

en los trabajos se produce cinco años después, entre 1995 y 1999, donde se finalizan las etapas de hormigón y mampostería rústica. Es durante ese lapso que se incorporan como asesores del equipo de proyecto la firma JHS, Jaffe, Holden & Scarbrough, quienes introducen modificaciones significativas en el diseño de la sala, las cuales serán desarrolladas más adelante en el presente escrito.

Recientemente, a fines del año 2008, el gobierno uruguayo decidió retomar los trabajos con el objetivo inaugurar la sala principal, halles y foyer a fines del año 2009. El autor de este trabajo desempeñó tareas de asesoramiento acústico en esta etapa, definiendo a nivel de proyecto los cerramientos y revestimientos finales de la sala y los espacios adyacentes así como también realizando las mediciones de tiempo de reverberación y aislamiento necesarias.

2. Descripción general

El complejo de espectáculos se ubica en la esquina de las calles Andes y Mercedes, llegando hasta la calle Florida, en pleno centro de la ciudad, y en un enclave particularmente singular: el entronque de la ciudad vieja y la ciudad moderna.



En el edificio se desarrollan un conjunto de actividades en las que el espectáculo es el objetivo final de las mismas: el escenario y la sala de espectadores emerge del centro de la manzana como una caja cerrada, alrededor de la cual se articulan todos los sectores del edificio.

► SALA “A” EDUARDO FABINI

El protagonista principal del complejo es la sala “A”. Se ha proyectado un espacio de carácter íntimo, compacto, procurando generar la sensación de estar en una sala bastante más pequeña de lo que realmente es, organizada en platea y tres balcones, que con su circularidad, rodean el espacio central, generando verdaderas paredes de gente, en contraposición al concepto de frontalidad.

Las capacidades de los diferentes sectores son: platea 873 localidades; tertulia 335 localidades; galería baja 317 localidades y galería alta 445 localidades.

Un cielorraso de material perforado transparente acústicamente cubre el espacio, lo que posibilita que el volumen de reverberación sea bastante más grande que el espacio percibido.

Sobre éste cielorraso se disponen cortinados automatizados, que permiten realizar la regulación acústica. La sala está revestida de madera y sus balcones y cielorrasos en yeso.

Los cuatro niveles de foyer que dan acceso a las diferentes ubicaciones están vinculados espacialmente mediante 2 balcones, y todos participan de las visuales a la ciudad. El piso alfombrado y los cielorrasos aportan la absorción sonora necesaria para reducir el ruido generado hacia la sala.

► LA SALA “C” HUGO BALZO

Se trata básicamente de un espacio neutro, de 20m x 20m y 7m de altura libre, definido como Sala “polivalente”.

Es un contenedor de paredes de ladrillo visto con rieles perimetrales para regular la acústica según la actividad.

El equipamiento móvil consiste en módulos de gradas telescópicas y retráctiles. Gracias a esta movilidad las organizaciones del espacio pueden ser múltiples: frontal, bifrontal, semicircular, arena, y en cada caso siempre se cuenta con varias alternativas de entrada de artistas y cómodas dimensiones del área escénica.

► SALA DE ENSAYOS “A”

La sala de Ensayos - localizada a nivel del escenario - es de dimensiones algo mayores que el área escénica, y posibilita la realización de puestas en condiciones similares a las del escenario. La acústica es regulable, y la aislación de ruidos externos está asegurada por ventanas dobles específicamente diseñadas.

► SALA DE ENSAYO DE MÚSICA

En el nivel escenario y en el nivel superior están localizadas las Salas de ensayo de música. Se tratan de 2 Salas de aproximadamente 50m² para pequeños grupos y 3 salas de aproximadamente 18m² para estudio y ensayo de solistas.

► SALAS DE ENSAYO DE BALLETO

El cuerpo de Baile contará con dos Salas de ensayos: la mayor- de 15m x 15m - es, como la Sala de ensayos “A”, de dimensiones algo mayores que el área escénica. La sala menor es de 15m x 9m.

► SALAS DE ENSAYO DE COROS

Ocupando los dos niveles superiores del Sector se ubican las salas de ensayos de coros. Se trata de dos salas con características similares al resto del conjunto, en lo que respecta a dimensiones, aspectos técnicos, acústicos y acondicionamiento ambiental. Como las demás Salas de ensayos, también son de doble altura, y en coincidencia con ellas se localizan los dos niveles de camarines de los coristas.

► LOS CAMARINES

Los 58 camarines del complejo tienen capacidad para atender las necesidades de aproximadamente 250 artistas.

► LOS TALLERES

Desarrollados en tres niveles de doble altura, los talleres se ubican alejados de las Salas de espectáculos y de Ensayos por razones de aislación acústica y de seguridad.

3. Descripción de la sala A Eduardo Fabini

3.1 Introducción

Corresponde aclarar que el presente trabajo se limita al acondicionamiento acústico interior de la sala. No se desarrollan o describen las medidas de control de ruido y vibraciones que se tomaron para lograr los objetivos acústicos que corresponden para este tipo de sala, inserta en la zona céntrica de la ciudad.

Partiendo de un volumen de diseño de 8 m³ por espectador, valor recomendable para concierto sinfónico, la sala cuenta con 16.000 m³ y capacidad para 2000 personas.

No obstante en la sala pueden desarrollarse espectáculos de cualquier característica, desde prosa y ópera hasta conciertos con coros. Este amplio rango de actividades determinó la necesidad de modificar las características acústicas de la sala de acuerdo al uso, como se describe más adelante.

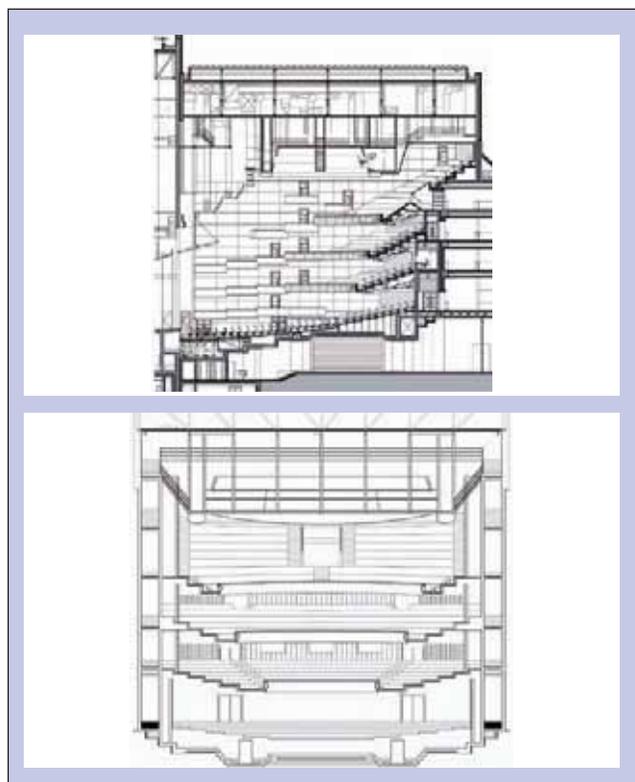
La totalidad de las localidades cuenta con una visibilidad

total del escenario, asegurando también una escasa interferencia sonora de parte de los espectadores

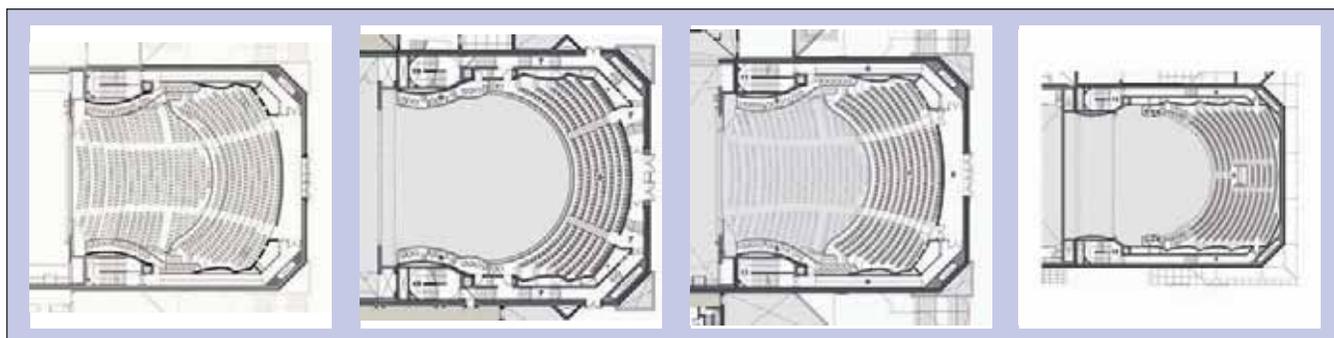
Las bandejas cumplen con la relación fijada por Barron, es decir que la profundidad de la zona situada debajo del balcón no supera dos veces y media la altura de la abertura.

La llamada señal útil, es decir la suma de la energía aportada por el sonido directo y el conjunto de las primeras reflexiones se logra por el aporte de las paredes laterales, totalmente reflejantes así como la caja acústica del escenario y el módulo de techo en el proscenio.

Un alto grado de difusión se obtiene por las superficies convexas, con variedad de radios de curvatura localizadas en las paredes laterales, fondo y frentes de palcos y bandejas



Corte longitudinal y transversal



Plantas de los distintos niveles

Para evitar ecos o focalizaciones del sonido se evitaron superficies planas reflectantes de grandes dimensiones, tanto en el techo como en las paredes y se orientaron las posibles superficies conflictivas hacia sectores sin oyentes

3.2 Cielorraso

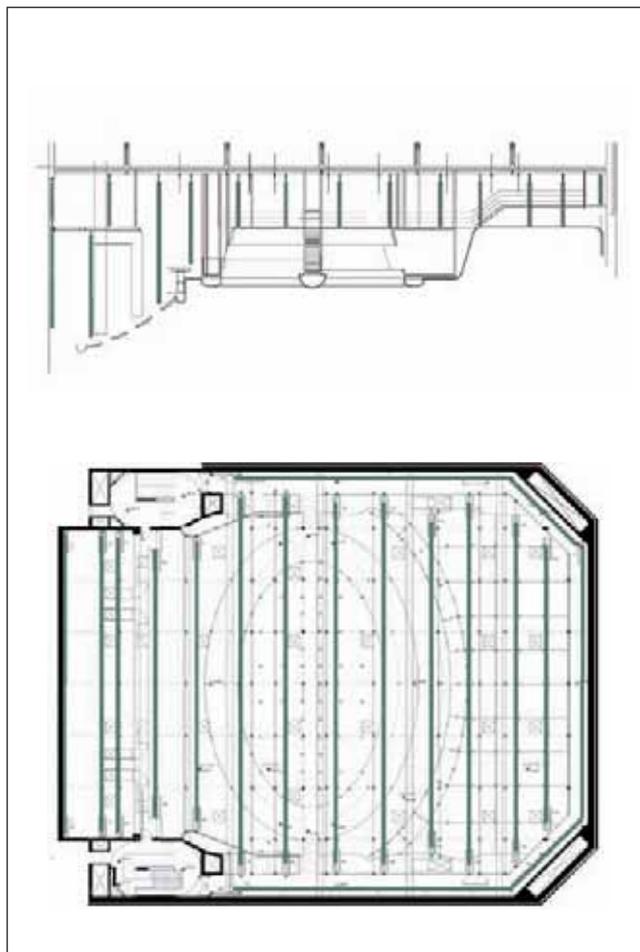
El límite físico superior de la sala es una losa de hormigón, sistema “steel deck”, con pintura ignífuga como terminación.



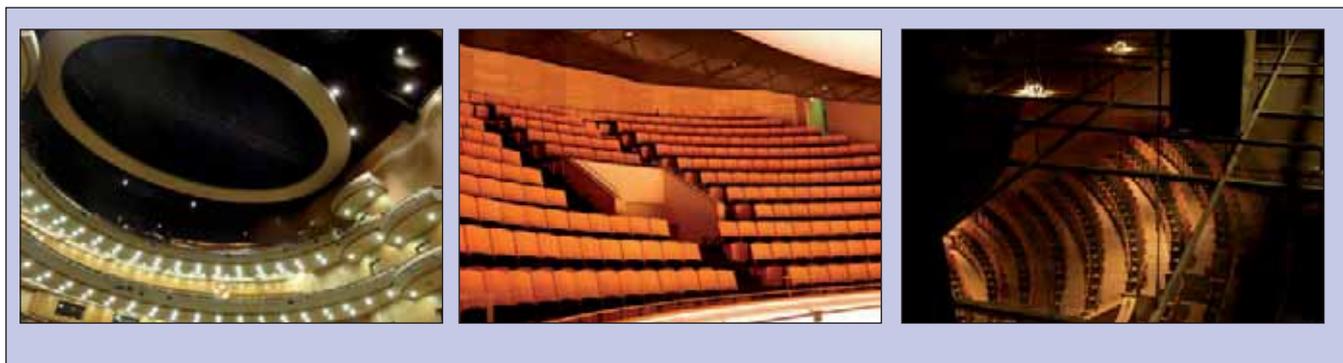
Superficie inferior de la losa. A la izquierda previo a la aplicación de la pintura ignífuga y a la derecha luego de aplicada la misma

El límite visual de la sala es el cielorraso perforado “barri-sol”, el cual es transparente desde el punto de vista acústico permitiendo la incorporación de volumen a la sala sin tener la sensación de estar en un espacio excesivamente elevado. Para el espectador, la sala se limita superiormente al nivel del piso de la parrilla técnica.

Entre el espacio definido por la losa de hormigón y el cielorraso perforado es donde se ubican las cortinas móviles. La apertura o el cierre de las mismas permite variar la reverberación de la sala según el uso.



Distribución de cortinas



Desde el espacio sobre el cielorraso perforado puede apreciarse la transparencia del mismo

Existen en la sala aproximadamente 1.000 m² de cortinas distribuidas según se indica en la figura.



Para el desarrollo de espectáculos que requieren mayor reverberación, las cortinas se ubican en cajas (arriba) confeccionadas con elementos reflejantes.

Cuando es necesario reducir la reverberación, por ejemplo para una ópera, las cortinas se despliegan.

El mecanismo permite configuraciones intermedias de reverberación, desde la totalidad de las cortinas dentro de las cajas hasta la totalidad de las mismas desplegadas. (ver gráficos al final del artículo).

3.3 Paredes laterales

Estas superficies son totalmente reflejantes, se trata de paneles de madera lustrada atornillados directamente sobre la pared convexa previamente revocada. La concavidad de estas paredes contribuye a difundir el sonido en la sala.

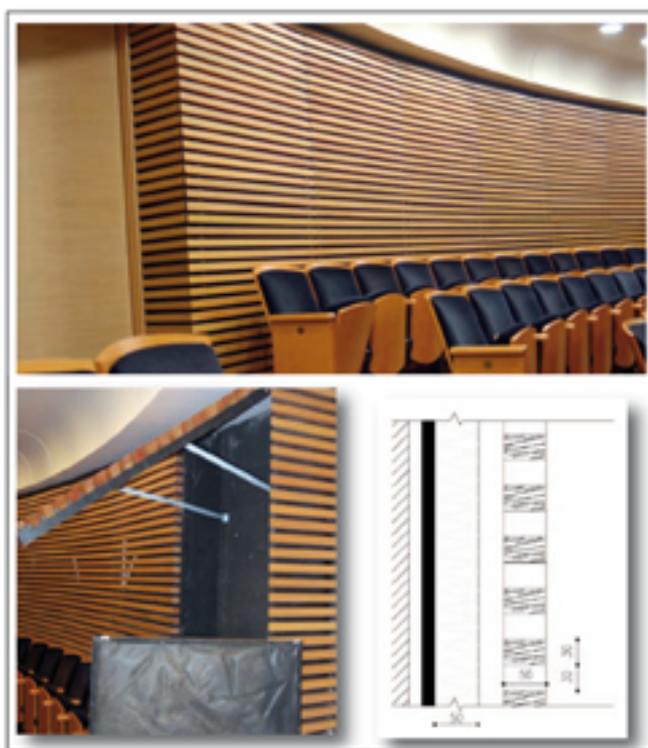


3.4 Paredes posteriores

Un sector de las paredes posteriores está conformado por listones de madera horizontales sobre pared de mampostería revocada, de superficie convexa.



Los radios de curvatura varían en diferentes sectores contribuyendo así a difundir el sonido en una amplia gama de frecuencias.



Asimismo además de los dispositivos anteriormente descritos, en todos los niveles de las paredes posteriores, se construyó un revestimiento de listones de madera horizontales con el mismo aspecto de los dispositivos descritos anteriormente.

Detrás de estos listones se ubican paneles móviles con una cara absorbente y otra reflejante lo que, sumado a las cortinas del cielorraso, posibilita variar las características reverberantes de la sala.

3.5 Frente bandejas y de palcos laterales



En estas superficies el revestimiento de yeso elaborado en sitio sobre encofrado de madera, conformando superficies convexas de geometría variable denominadas “pecho de paloma” aumenta el grado de difusión sonora.



3.6 Cielorrasos de bandejas

En estos sectores se desarrolló un sistema constructivo similar a los frentes, es decir yeso elaborado en sitio sobre encofrado de madera, conformando superficies de geometría y concavidad variable.



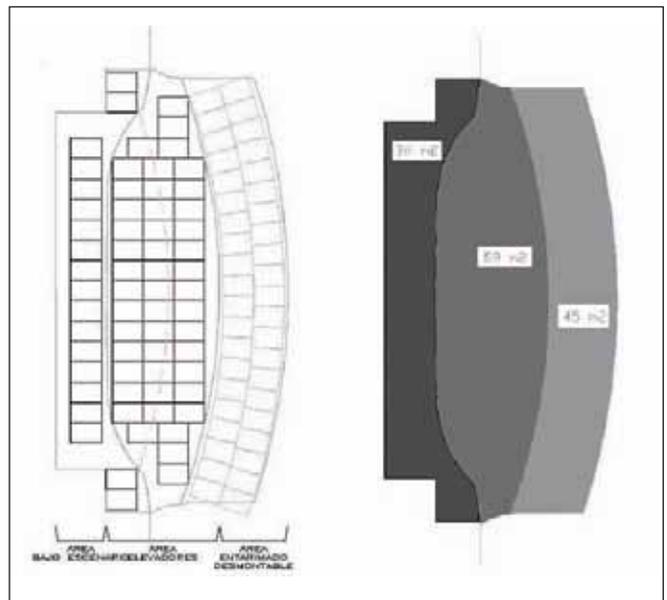
3.7 Butacas

La sala cuenta con butacas con un porcentaje medio de superficie tapizada seleccionadas según su coeficiente de absorción sonora medido en cámara reverberante.



El piso debajo de las mismas es de lapacho lustrado sobre planchas de compensado de madera y listones.

En las circulaciones se colocaron alfombra de alto tránsito, 6 mm. de espesor tanto para aportar absorción como para atenuar el impacto de las pisadas.



El foso de orquesta puede configurarse automáticamente en un foso de 95 m², capaz de alojar hasta 80 músicos y manualmente puede llegar a 140 m² permitiendo albergar una orquesta de 120 músicos. Asimismo el sector automatizado puede elevarse hasta el nivel del escenario, prolongando así la superficie del mismo hacia la sala

La caja acústica del escenario está compuesta por tres torres y tres “techos”, divididos en tres módulos de directriz circular, convexos de 1,20 m de longitud de arco y un radio generatriz de 1,50 m.



Cada módulo está basado en una estructura de perfilera metálica con rodamientos que permiten su transporte, montaje y almacenamiento.

Las superficies interiores están revestidas con paneles de madera dura, densidad 20 kg/m³ y espesor 25 mm, montados sobre superficies rígidas.

4. Ejecución de la obra

Al inicio de esta última etapa de trabajos los límites físicos estaban construidos por lo que el volumen definitivo de la sala estaba conformado. De este modo, la sucesiva incorporación de los revestimientos y el equipamiento irían progresivamente modificando las características acústicas de la sala hasta lograr lo proyectado.

Asimismo, de todos los revestimientos proyectados puede predecirse su comportamiento acústico, pero para algunos el margen de error puede ser significativo. En el proceso de concreción de un proyecto debe tomarse la decisión de que material o procedimiento constructivo incorporar a la obra, considerando por supuesto las exigencias acústicas, pero también las exigencias económicas, temporales y estéticas. Para cada tipo de revestimiento proyectado, la situación fue diferente:

En las paredes laterales no existirían mayores diferencias entre lo proyectado y lo ejecutado ya que se trata de superficies totalmente reflejantes.

El material absorbente ubicado en las paredes posteriores (lana de vidrio) es un material ampliamente documentado.

Las butacas y las cortinas son las que presentan un mayor abanico de opciones, las cuales, afortunadamente, están suficientemente documentadas.

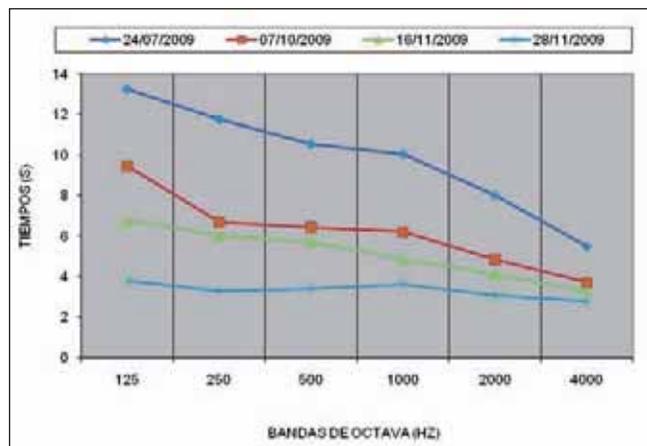
Tanto respecto a la pintura ignífuga proyectada sobre el cielorraso de la sala como los frentes y cielorrasos de palcos y bandejas ejecutados en yeso, existía un margen de incertidumbre importante ya que no se contó con información de ensayo normalizado.

En base a esa situación de partida se decidió analizar la evolución de la acústica interior de la sala a medida que se incorporarán los distintos revestimientos de la misma. Para esto se programaron una serie de mediciones, en momentos que permitieran evaluar el comportamiento acústico de cada revestimiento y de la sala.

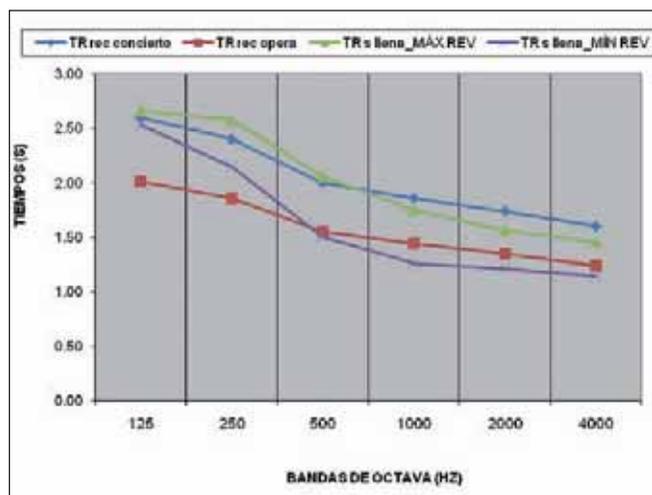
Se presentan a continuación los resultados de las mediciones en distintos momentos durante las obras:

Es importante aclarar que los espacios sala y escenario estaban totalmente vinculados al momento de las mediciones de los días 24/07/2009; 07/10/2009 y 16/11/2009, lo que explica los valores elevados de reverberación registrados.

En la medición del 28/11/2009 se montó la caja acústica, separando así ambos espacios.

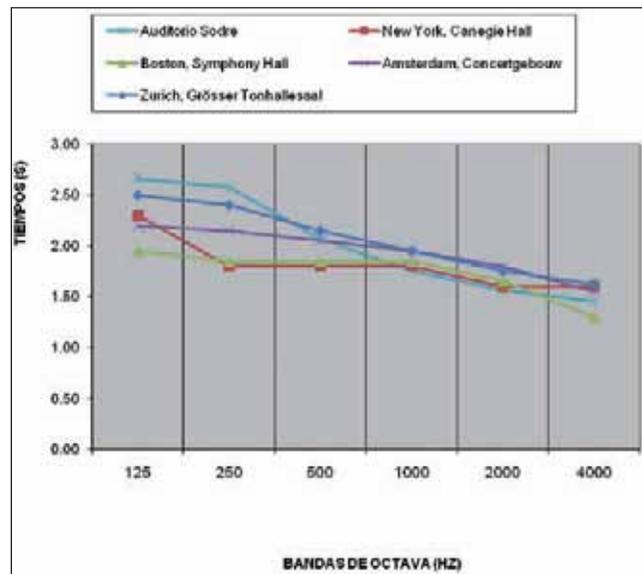


El siguiente gráfico compara los valores obtenidos con los valores a alcanzar de acuerdo a los usos de la sala:



Valores de tiempo de reverberación con sala ocupada calculados a partir de la medición del 28/11/2009 en sus dos configuraciones extremas: máxima y mínima reverberación y valores teóricos recomendados para concierto y opera.

Se comparan en el gráfico, los tiempos de reverberación de la sala con valores de salas reconocidas por su excelente acústica:



Valores de tiempo de reverberación en sus dos configuraciones extremas: máxima y mínima reverberación y valores de salas de reconocidas cualidades acústicas a nivel mundial.

5. Referencias

- [1] Carrión Isbert, A. "Diseño acústico de espacios arquitectónicos", Ediciones UPC (1998)
- [2] Beranek, L.L. "Concert and Opera Halls: How They Sound, Acoustical Society of America (1996)

PULSE LAN-XI

PRESTACIONES SIN LÍMITES



GRABACIÓN Y ANÁLISIS SIN RANGOS NI LÍMITES

Tres modos de trabajo: tiempo real con PC, grabación remota controlada por LAN, y equipo autónomo sin PC

Tecnología Dyn-X (rango dinámico de 160 dB): más fácil, sin saturaciones ni sub-rangos

Alta capacidad de almacenamiento, máxima robustez, y autonomía superior a 7 horas

Paneles intercambiables (BNC, LEMO, Carga, SMB, Sub-D, etc.), adaptando el front-end a sus cables de transductor más adecuados

Tamaño compacto y peso reducido: 54 mm x 132.3 mm x 260 mm y un peso de 1.8 kg incluyendo la batería opcional

Desde 2 hasta más de 1000 canales



www.bksv.es/LANXI

Brüel & Kjær Ibérica, S.A. - C/ Teide, 3 Bajo Edif. - Milenio - 28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid)
Teléfono: +34 91 659 08 20 - Fax: +34 91 659 08 24 - www.bksv.es - bruelkjaer@bksv.com

HEADQUARTERS: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S - DK-2850 Nærum - Denmark
Telephone: +45 7741 2000 - Fax: +45 4580 1405 - www.bksv.com - info@bksv.com

Local representatives and service organisations worldwide

Brüel & Kjær 
creating sustainable value

EFICACIA Y EFICIENCIA GARANTIZADAS EN SUS MEDICIONES ACÚSTICAS

MEJORE LA CALIDAD DE SU TRABAJO:

- Soluciones intuitivas fáciles de utilizar
- Precisión, seguridad y confianza en la misma herramienta
- Potencia de cálculo y prestaciones de última tecnología
- Ahorro de tiempo de trabajo en la gestión de datos y resultados
- Futuro garantizado con sistemas modulares



AISLAMIENTO ACÚSTICO

Soluciones completas de medida, cálculo y presentación de informes, con tecnología que busca el máximo rendimiento en el menor tiempo posible y con el mínimo coste de trabajo

INTENSIDAD SONORA

La herramienta más intuitiva en la palma de su mano. El 2270 simplifica la vida del ingeniero consultor en medidas de potencia acústica y búsqueda de fuentes

SOFTWARE DE PREDICCIÓN Y MAPAS DE RUIDO

Predictor y Lima juntos para crear el programa más rápido y fiable junto con la simplicidad de manejo. Cómodo entorno de trabajo y todas las posibilidades de importación y exportación

En España, Brüel & Kjær Ibérica existe desde hace 40 años. Al contactar con nosotros, usted siempre trata directamente con personal propio, dedicado y formado exclusivamente para la compañía, y no con representantes, intermediarios o agentes multi-marca. Asimismo, le ofrecemos una amplia gama de monitores y servicios de gestión para conocer los niveles reales de ruido en su ciudad, industria o infraestructura conforme a normativa existente.



www.bksv.es

Brüel & Kjær Ibérica, S.A. - C/ Teide, 5 Bajo Edif. - Milenio - 28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid)
Teléfono: +34 91 659 08 20 - Fax: +34 91 659 08 24 - www.bksv.es - bruelkjaer@bksv.com

HEADQUARTERS: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S - DK-2850 Nærum - Denmark
Telephone: +45 77 41 20 00 - Fax: +45 45 80 14 05 - www.bksv.com - info@bksv.com

Local representatives and service organisations worldwide

Brüel & Kjær 
creating sustainable value