

PROBLEMAS ACÚSTICOS Y SUS SOLUCIONES

PARA ESPACIOS DE ENSAYO Y PRÁCTICA

VERSIÓN 1.2

¿POR QUÉ CREAMOS ESTA GUÍA?

En esta guía, "Problemas acústicos y sus soluciones", abordamos algunos de los problemas acústicos más habituales que enfrentan los docentes de música en sus espacios de ensayo y práctica. Ayudamos a definir los problemas y explicamos los pasos que puede dar para solucionarlos o, al menos, minimizarlos. Algunas soluciones son sencillas, la mayoría exige alguna inversión y, en algunos casos, hay muy poco que se pueda hacer salvo renovar su espacio. Pero, en todos los casos, consideramos que esta guía le ayudará a comprender y evaluar mejor sus propias áreas, y a que no gaste tiempo ni dinero en soluciones que en realidad no sirven. También le dará un punto de partida y algunos datos para proponer mejoras eficaces en sus espacios.

TAMBIÉN DE WENGER

• GUÍAS DE PLANIFICACIÓN PARA NUEVAS CONSTRUCCIONES Y RENOVACIONES

Las Guías de planificación de Wenger, que son utilizadas por miles de docentes de música, arquitectos y administradores, han ayudado a establecer varios estándares básicos para instalaciones que permiten lograr un ambiente eficaz para la enseñanza y la ejecución de música. Aunque no esté buscando llevar a cabo un nuevo proyecto de construcción, esta guía ofrece una base sólida para comprender temas como la distribución, la acústica, el almacenamiento y los equipos.



Wenger trabaja con el American Institute of Architects Continuing Education System como proveedor registrado de AIA/CES.

• GUÍA DE PLANIFICACIÓN BÁSICA

Esta guía abarca los principios básicos para crear un espacio musical general de educación básica. Está centrada en los beneficios de un espacio que sea abierto y permita transiciones veloces y sencillas de actividades, métodos y equipos.

• MANUAL BÁSICO SOBRE ACÚSTICA

El Manual básico sobre acústica de Wenger fue desarrollado como un documento asociado a otras guías de Wenger para instalaciones. Por sí solo, también es una estupenda herramienta de consulta para ayudar a los docentes a entender mejor algunos de los principios acústicos y las definiciones clave que afectan las áreas donde imparten sus enseñanzas y tocan música. El Manual básico describe los aspectos físicos y científicos del sonido en términos simples, gráficos y tablas que los docentes, administradores y arquitectos pueden comprender rápidamente.



Llame a Wenger y haga que estas guías sean parte de su biblioteca personal.

ESTA PUBLICACIÓN DE WENGER FUE REVISADA POR EL PROFESOR M. DAVID EGAN

Miembro honorario del AIA, Egan es consultor de acústica y profesor emérito de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Clemson. Fue el consultor principal de Egan Acoustics en Anderson, Carolina del Sur, durante más de 35 años. Egresado de la Facultad de Lafayette (como bachiller en Ciencias) y del MIT (maestría en Ciencias), el profesor Egan también dictó clases en la Universidad Tulane, el Instituto de Tecnología de Georgia, la Universidad de Carolina del Norte en Charlotte, y la Universidad de Washington. Es el autor de "Concepts in Architectural Acoustics", "Concepts in Thermal Comfort", "Concepts in Building Firesafety" y "Concepts in Architectural Lighting" (dos ediciones). Además de su trabajo como consultor, docente y escritor, el profesor Egan es miembro de la Acoustical Society of America, miembro del National Council of Acoustical Consultants, y profesor distinguido de la Association of Collegiate Schools of Architecture (ACSA).

GUÍAS EDUCATIVAS BASADAS EN NUESTRA EXPERIENCIA Y SUS APORTES

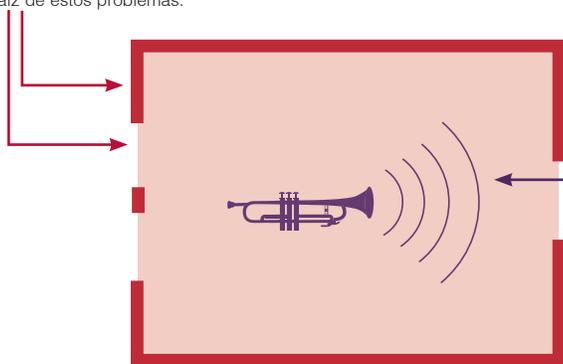
Así es como Wenger Corporation confecciona las guías educativas. En Wenger Corporation, contamos con más de 54 años de experiencia analizando la educación musical y proporcionando soluciones para las necesidades que enfrenta. Nuestro personal incluye a algunos de los principales expertos de la industria en el ámbito de las instalaciones de educación y de presentación musicales, la acústica, el almacenamiento y los equipos. Y, a continuación, acudimos a los verdaderos expertos: los docentes de música. Después de más de 6000 encuestas, cientos de entrevistas y visitas a lugares, centramos nuestra atención en las cuestiones y los problemas que los docentes enfrentan a diario.

Las temáticas que tratamos en nuestras guías de Wenger son resultado de un esfuerzo conjunto: una combinación de nuestros conocimientos; los aportes y escritos de los principales expertos en acústica, arquitectos y proyectistas de instalaciones; y, por supuesto, las soluciones creativas de los docentes de música. Existen tantas variaciones de estas temáticas como escuelas en Norteamérica. Pese a que todas las instalaciones y todas las situaciones son únicas, las guías de Wenger ofrecen un punto de partida para abordar muchas de las preguntas que se plantean y los problemas que se enfrentan en las instalaciones. Siempre trabajamos en versiones actualizadas y en nuevos temas. Llame para obtener una lista actual de las guías de Wenger para docentes de música y para los espacios donde imparten sus enseñanzas y tocan música.

CUATRO ÁREAS DE INTERÉS ACÚSTICO

AISLAMIENTO DE SONIDO

Aquí ofrecemos algunos consejos básicos para identificar la manera en que los sonidos indeseados invaden sus áreas musicales y la manera en que su música podría estar perturbando las aulas u oficinas cercanas. Explicamos lo que se puede hacer con las puertas, las paredes de ventana, los pisos, los cielorrasos y los conductos de ventilación que suelen ser la raíz de estos problemas.



ACÚSTICA INTERNA DE LA SALA

Esta sección aborda problemas tales como salas excesivamente ruidosas, sonidos bajos resonantes, zonas muertas, ecos, etc. Explica la manera en que el tamaño de la sala, su forma y los materiales de las superficies afectan la acústica interna, y cómo se pueden modificar para reflejar con mayor precisión los sonidos musicales en sus salas de ensayo.



RUIDOS MECÁNICOS

Los sonidos de "viento" de los conductos de ventilación, las vibraciones de las unidades de compresores, los zumbidos de los balastos de luces... todos ellos son distracciones indeseadas en un espacio musical. En esta sección ofrecemos algunas sugerencias para minimizar esos ruidos en sus salas de ensayo.



ACÚSTICA DE LA SALA DE PRÁCTICA

Esperamos que se produzca mucho crecimiento musical durante las sesiones de práctica de los alumnos; sin embargo, con mucha frecuencia, las salas de práctica proporcionadas son entornos horribles desde el aspecto acústico. Las soluciones para aislar sonidos y los tratamientos acústicos para interiores o las opciones modulares pueden mejorar en gran medida estos importantes entornos.

PUERTAS Y VENTANAS.....	5
PAREDES.....	7
CIELORRASOS Y PISOS	9
SALAS RUIDOSAS.....	13
SALAS RESONANTES Y CON BAJOS PESADOS.....	15
ECOS Y ONDAS ESTACIONARIAS	17
CONJUNTO DEFICIENTE: DIFICULTADES AUDITIVAS	19
RUIDOS MECÁNICOS	21
EL PARADIGMA DE LA SALA DE PRÁCTICA ..	23
TÉRMINOS ACÚSTICOS	25
BIBLIOGRAFÍA	26
LECTURAS ADICIONALES	26
ENCUENTRE CONSULTORES ESPECIALIZADOS EN ACÚSTICA	26
OTRAS GUÍAS DE WENGER SOBRE EDUCACIÓN Y INTERPRETACIONES ARTÍSTICAS	26

PROFESIONALES Y EXPERTOS EN ACÚSTICA

No hay sustituto para el asesoramiento y las indicaciones que proporcionan los profesionales y expertos en acústica. Sus aportes le ayudarán a precisar problemas acústicos y a comprender las medidas correctivas adecuadas.

En la página 26, ofrecemos información de contacto para comunicarse con profesionales en acústica que le ayuden con sus proyectos.

AISLAMIENTO SONORO INCORRECTO EN SALAS DE ENSAYO DE GRAN TAMAÑO

“

“Los ruidos de otras áreas del edificio invaden mi sala de ensayos.”

“Constantemente me recuerdan que, cuando ensayamos, provocamos distracciones en las aulas y oficinas administrativas adyacentes.”

“Comparto una pared con la sala de la banda y el ruido es un problema tremendo para los ensayos de nuestro coro.”

“Cada vez que se enciende al aire acondicionado del edificio, escuchamos todos los ruidos... chirridos rítmicos, el estruendo de los motores y las vibraciones del condensador.”

”

SÍNTOMAS DE UN AISLAMIENTO SONORO DEFICIENTE

El sonido se desplaza de un área a otra atravesando:

- Puertas y ventanas cerradas
- Paredes
- Cielorraso y piso
- Conductos y ventilas de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (sistemas de climatización)
- Grietas y aberturas

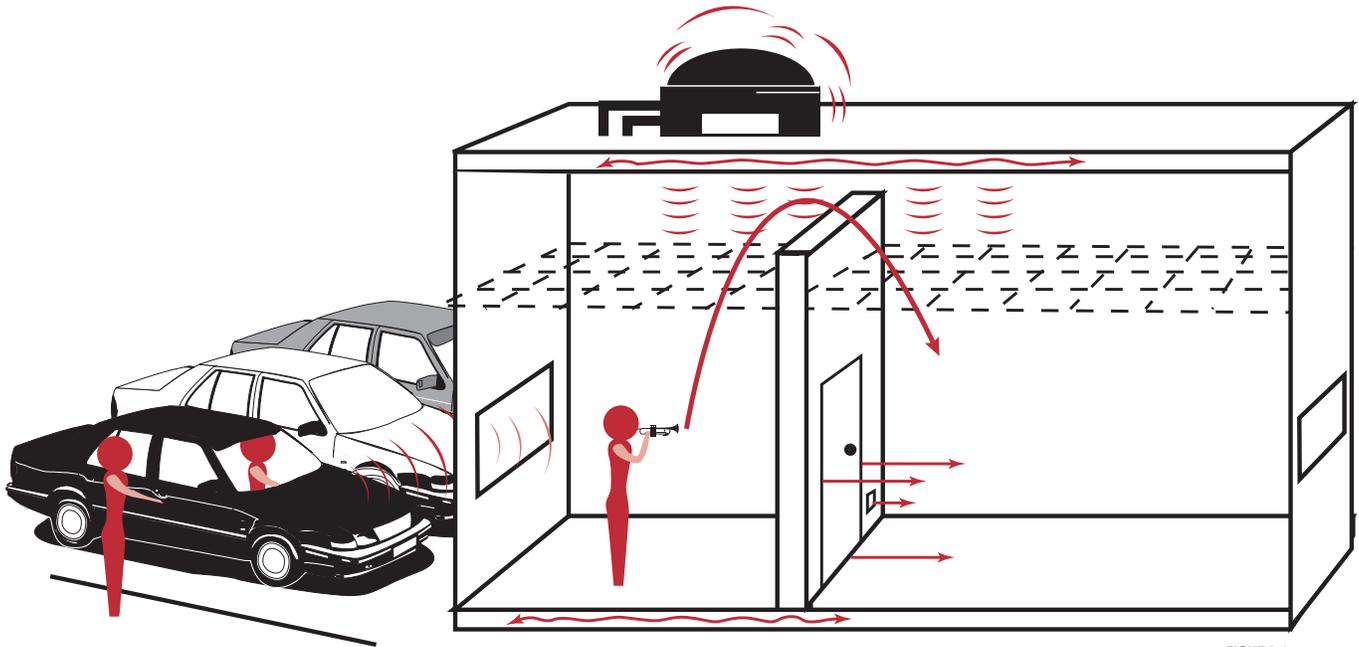


FIGURA 1

PUERTAS Y VENTANAS

Para ofrecer un aislamiento sonoro eficaz, las puertas deben estar construidas sólidamente con suficiente masa. La mayoría de las puertas tienen un grosor de 1³/₄" (44 mm) y no están fabricadas para brindar un aislamiento sonoro adecuado. También deben contar con un sello hermético alrededor de la jamba y sobre el umbral para contener los sonidos.

Las ventanas pueden ofrecer un aislamiento sonoro eficaz si están construidas con dos paneles aislantes. Es mejor si cada panel tiene un grosor distinto, superior a 1/4" (6 mm), para que no resuenen a la misma frecuencia. Además, separar los paneles con un espacio de aire absorbedor de 2" (51 mm) como mínimo mejora en gran medida el aislamiento sonoro. Las ventanas que se abran también deben contar con juntas para sellarse herméticamente.

► CONTROL DE PUERTAS Y VENTANAS

- Revise la estructura básica para detectar problemas.
 - ¿Las puertas son demasiado delgadas?
 - ¿Son huecas?
 - ¿Las puertas tienen paneles de rejillas?
 - ¿Las ventanas están construidas con un solo panel de vidrio?
 - ¿Qué grosor tiene el vidrio?
- Revise el hermetismo.
 - ¿Las jambas de las puertas y ventanas no tienen burletes o juntas? ¿Las juntas están gastadas, rotas o desalineadas? Revise los burletes cerrando la puerta o ventana sobre una hoja de papel. Si puede quitar el papel fácilmente a través de la jamba, y siente poca o ninguna resistencia, los burletes no son tan buenos como deberían ser. Cuando sienta un movimiento del aire o vea que pasa una luz, también es un indicador de un área problemática.
- Revise el burlete con cepillo en la parte inferior de la puerta.
 - ¿La parte inferior de la puerta sella herméticamente sobre el umbral? El método de la hoja de papel también es útil aquí.
- Vea la documentación sobre el diseño y la construcción de su edificio para saber si puede encontrar alguna especificación acústica para puertas y ventanas. Asegúrese de que se las haya respetado.

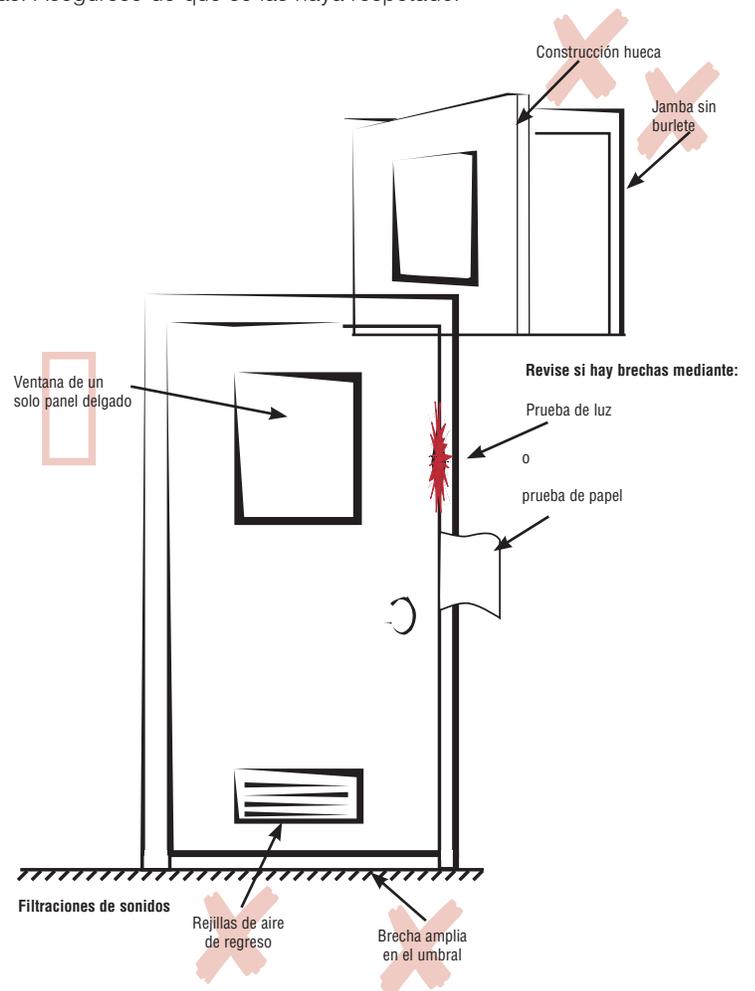


FIGURA 2

► SOLUCIONES PARA PUERTAS Y VENTANAS

MEJOR SOLUCIÓN

Si sus puertas o ventanas no están calificadas para sonidos, reemplácelas por productos calificadas para sonidos (mínimo STC 43, consulte el glosario). Revise que estén instaladas y selladas correctamente.

- En el caso de puertas mal construidas, es posible incrementar su capacidad de aislamiento sonoro agregando masa con materiales como $\frac{3}{8}$ " (19 mm) de madera contrachapada o una chapa metálica aplicada de ambos lados. Evalúe cómo puede afectar eso a la cerradura, las bisagras y la jamba. Para esta solución, recomendamos que trabaje con un carpintero. Además, evalúe los costos de este tratamiento comparados con los de la instalación de una puerta nueva.
- Para eliminar las filtraciones de sonidos a través de un solo panel de vidrio, considere agregar un segundo panel de vidrio laminado. Use un vidrio que tenga al menos $\frac{1}{4}$ " (6 mm) de grueso y separe los dos paneles tanto como sea posible. Asegúrese de que sus modificaciones no comprometan el cumplimiento de los códigos de incendios y vuelva a comparar con los costos de instalar ventanas nuevas.
- Si sus puertas y ventanas no tienen burletes, o si estos están rotos o faltan, agregue burletes nuevos. Los burletes magnéticos funcionan mejor pero, si no son una opción, asegúrese de elegir unos fabricados de un material denso y flexible como el neopreno. Cuando la puerta o ventana está cerrada, los burletes deben estar alineados con una superficie limpia y plana, y comprimirse contra ella. El objetivo debe ser lograr una unión hermética.
- Muchas puertas tendrán un burlete con cepillo que produzca un sello contra el umbral cuando la puerta esté cerrada. Con frecuencia, simplemente están desalineadas y se pueden ajustar con un destornillador. Si no tienen un burlete con cepillo, instale uno. Habitualmente, están compuestas por un cierre de cepillo y una talonera para el umbral. Serán necesarias revisiones frecuentes para garantizar que estén bien alineadas.
- En el caso de paneles de ventana flojos en sus montantes, vuelva a barnizar las aberturas o selle los paneles para que sean herméticos.
- Evalúe las necesidades de cada puerta y, en especial, de cada ventana. En algunos casos, podría deshacerse de ellas. Si puede taparlas con una pared, asegúrese de revisar los códigos edicios y de incendios para cumplirlos.
- Puede aumentar el aislamiento sonoro de sus entradas agregando una segunda puerta frente a la puerta original, algo parecido a las puertas dobles que suelen encontrarse en habitaciones contiguas de los hoteles. Esto es más fácil si la puerta está empotrada o dentro de un pequeño nicho. Nuevamente será necesario contar con el aporte de un experto en acústica y un carpintero.
- Las rejillas de las puertas se pueden retirar y el orificio que quede se puede aislar y tapar con tablas de madera sólidas. Asegúrese de consultar a un ingeniero mecánico o al supervisor de mantenimiento de su edificio para comprobar que la circulación del aire de retorno no se vea interrumpida.

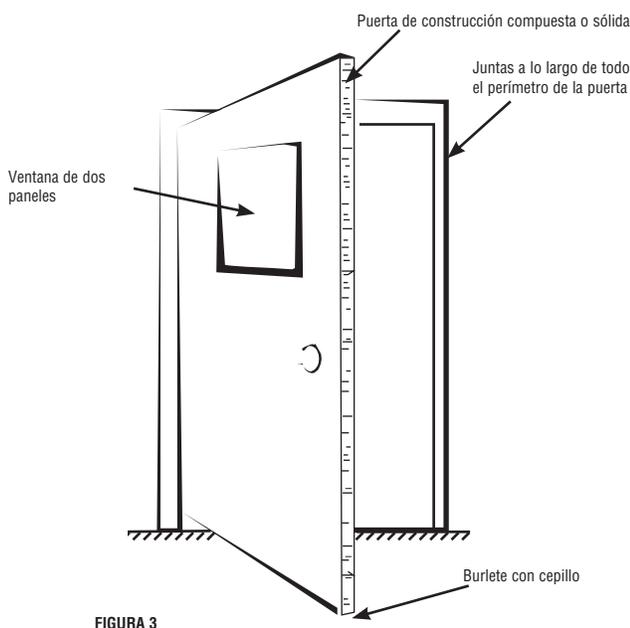


FIGURA 3

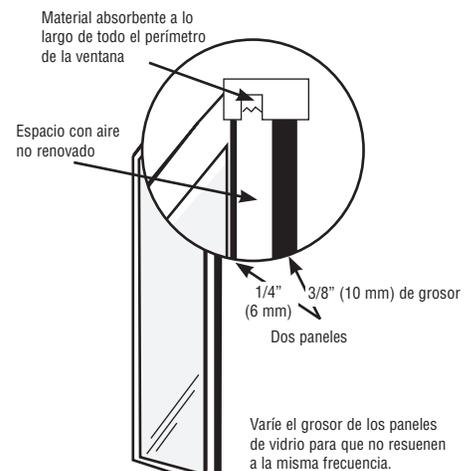


FIGURA 4

PAREDES

Aunque las paredes son impenetrables barreras visuales, con frecuencia son malas barreras sonoras. Y tenga en cuenta que no hace falta mucho para poner en peligro la eficacia aislante de una pared. De hecho, si tiene una pared sólida de 4' x 8' (1219 x 2438 mm) y le hace un orificio pequeñísimo del tamaño de una moneda de 25 centavos, reducirá la eficacia de la pared un 80 %. Necesitará una inspección minuciosa para identificar las áreas problemáticas. Las paredes en las que seguramente quiera enfocarse son las paredes internas, en especial las compartidas por aulas u oficinas contiguas. Para ofrecer un aislamiento sonoro adecuado, las paredes deben contar con una gran cantidad de masa, estar selladas en la unión con el piso y el cielorraso, e incluir un espacio de aislamiento y aire no renovado.

► CONTROL DE PAREDES

- En primer lugar, inspeccione las paredes. Fíjese si hay brechas o aberturas visibles. Pida a alguien que vaya del otro lado de la pared y haga ruido; luego, detecte las áreas problemáticas. Determine lo mejor que pueda de qué están compuestas las paredes. ¿De bloques de cemento? Algunos bloques de cemento livianos son muy porosos y pueden propagar una gran parte del sonido. Si se trata de vigas de madera o metal y una sola capa de paneles de yeso sin aislamiento, seguramente escuche un nivel significativo de ruido a través de las paredes (figura 7).
- ¿Las paredes están selladas a lo largo de su unión con el piso? Si nota sonidos o movimientos de aire que vienen de la parte inferior de la pared, revise si está sellada y unida al piso con masilla. Es posible que deba quitar una pequeña sección de la moldura o el zócalo. Fíjese si hay brechas e incluso si hay luz que venga del otro lado de la pared.
- ¿Hay sonidos que bajan de la parte alta de la pared? Fíjese arriba del cielorraso suspendido para ver si la pared se extiende hasta la losa del techo (figure 5). A menudo, cuando se usan cielorrasos suspendidos, las paredes no se extienden todo el recorrido hasta la losa del techo. Las paredes deberían extenderse hasta la construcción superior y sellarse.
- Fíjese en todos los lugares donde se hayan cortado orificios pequeños en las paredes (placas para interruptores, cajas eléctricas, puertos para teléfonos y datos). Con frecuencia, estos orificios atraviesan la pared hasta la sala del otro lado y comprometen inmensamente el aislamiento sonoro.
- Fíjese en todas las aberturas grandes en las paredes. Puertas, ventanas, conductos de ventilación. Revise el armazón para comprobar que la pared esté sellada herméticamente contra la jamba, el alféizar o el conducto. Es posible que deba quitar una parte de la moldura para encontrar la filtración.

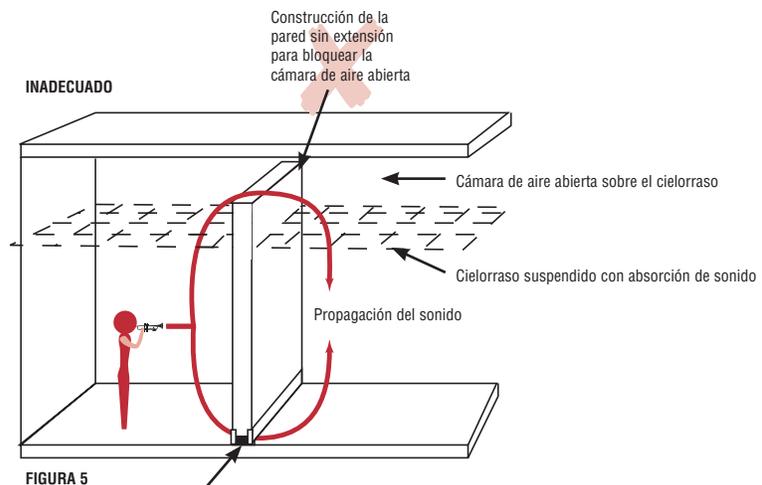


FIGURA 5

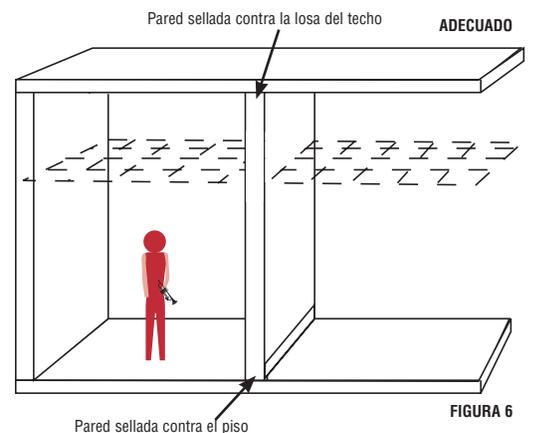


FIGURA 6

► SOLUCIONES PARA PAREDES

MEJOR SOLUCIÓN

Si tiene una pared demasiado delgada, procure agregar otra pared frente a ella o incluso derribarla y levantar una pared correcta que aisle los sonidos (figura 8). Si llega a ese extremo, también podrá abordar otros inconvenientes, como tender cables y agregar cajas eléctricas escalonadas y aisladas. Le recomendamos consultar a un especialista en acústica para redactar las especificaciones correctas para paredes reconstruidas.

- Sellar las paredes en la unión con el cielorraso, el piso y alrededor de los marcos de puertas y ventanas es algo sumamente importante y que suele pasarse por alto durante la construcción. Estas brechas pueden tener varias pulgadas o solo una fracción de pulgada, y a menudo están escondidas debajo de las molduras. Para brechas grandes, use un material que sea denso y sólido, como un panel de yeso, en lugar de limitarse a llenar el espacio con fibra de vidrio. Para brechas pequeñas, la única solución puede ser una masilla de silicona.
- Corregir paredes mal construidas (figura 5) es totalmente esencial para lograr el aislamiento sonoro adecuado. Habrá que contar con un carpintero muy hábil para extender la pared hasta la losa del cielorraso y sellarla correctamente. Otra opción que puede investigar es usar una lámina de vinilo pesada como barrera para la cámara de aire. Asegúrese de que cualquier trabajo que realice respete los códigos edilicios y de incendios vigentes.
- Las cajas eléctricas cuyas partes traseras se tocan y los tendidos de cables que filtran sonidos se pueden reparar colocando las cajas en forma escalonada horizontal y agregando un aislante fibroso. Nuevamente, contrate a un profesional para que lleve a cabo el trabajo. Recomendamos escalonar las cajas un mínimo de dos pies para asegurarse de que haya al menos una viga separando las cajas.

PARED MAL CONSTRUIDA

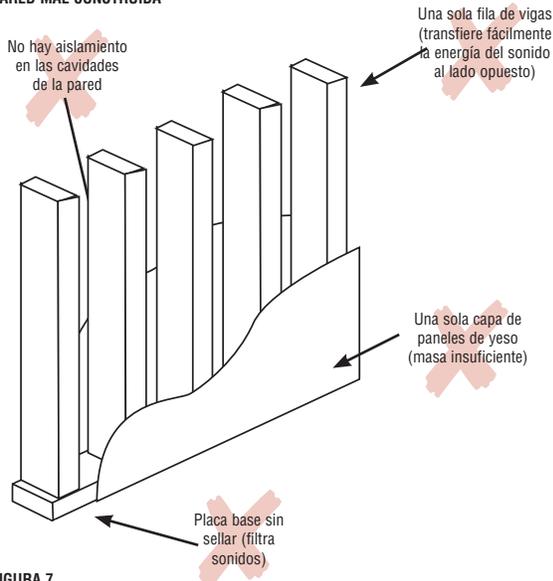


FIGURA 7

PARED BIEN CONSTRUIDA

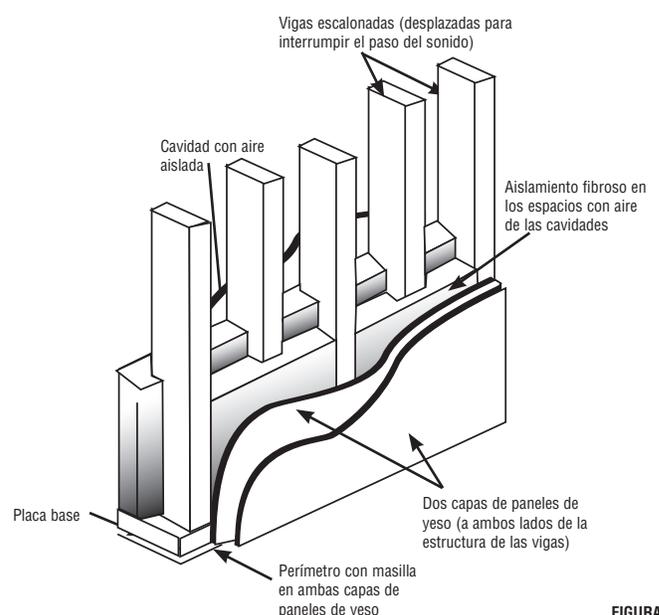


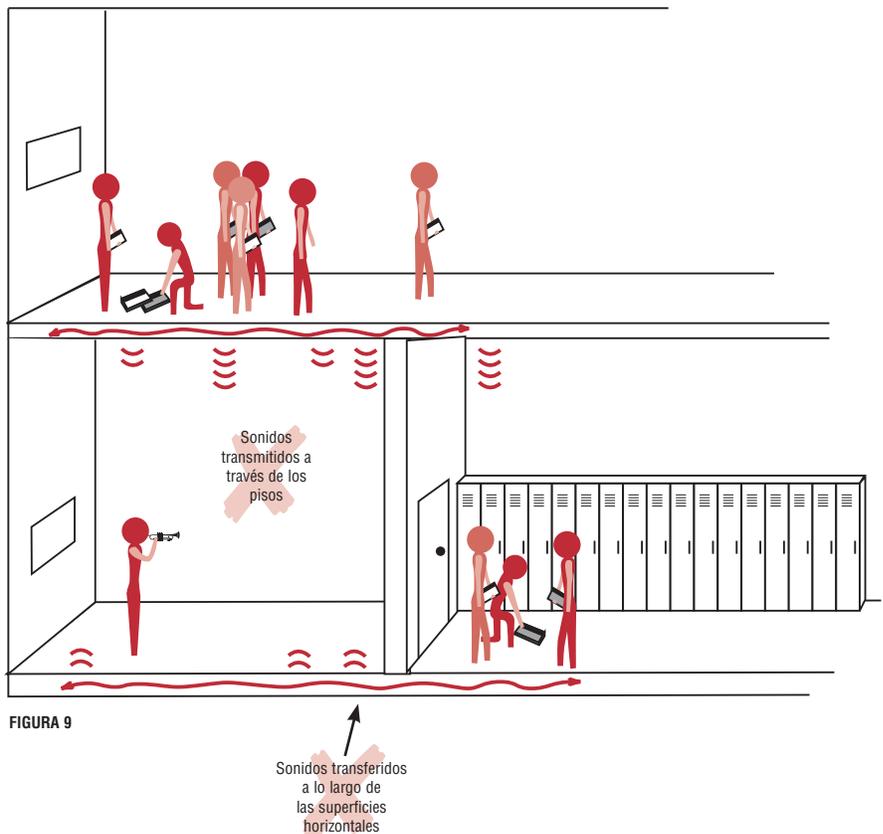
FIGURA 8

CIELORRASOS Y PISOS

Al igual que una pared, el cielorraso y el piso deben tener suficiente masa para aislar los sonidos. Los cielorrasos que son losas de techo suelen ser demasiado delgados o estar hechos de acero corrugado. Y, si el cielorraso de la sala es el piso de una sala encima de la suya, es posible que se produzca una transferencia sonora significativa. Los orificios que se hagan en los pisos y cielorrasos para sistemas eléctricos, de conductos y de cañerías también pueden causar problemas si no se los lleva a cabo correctamente.

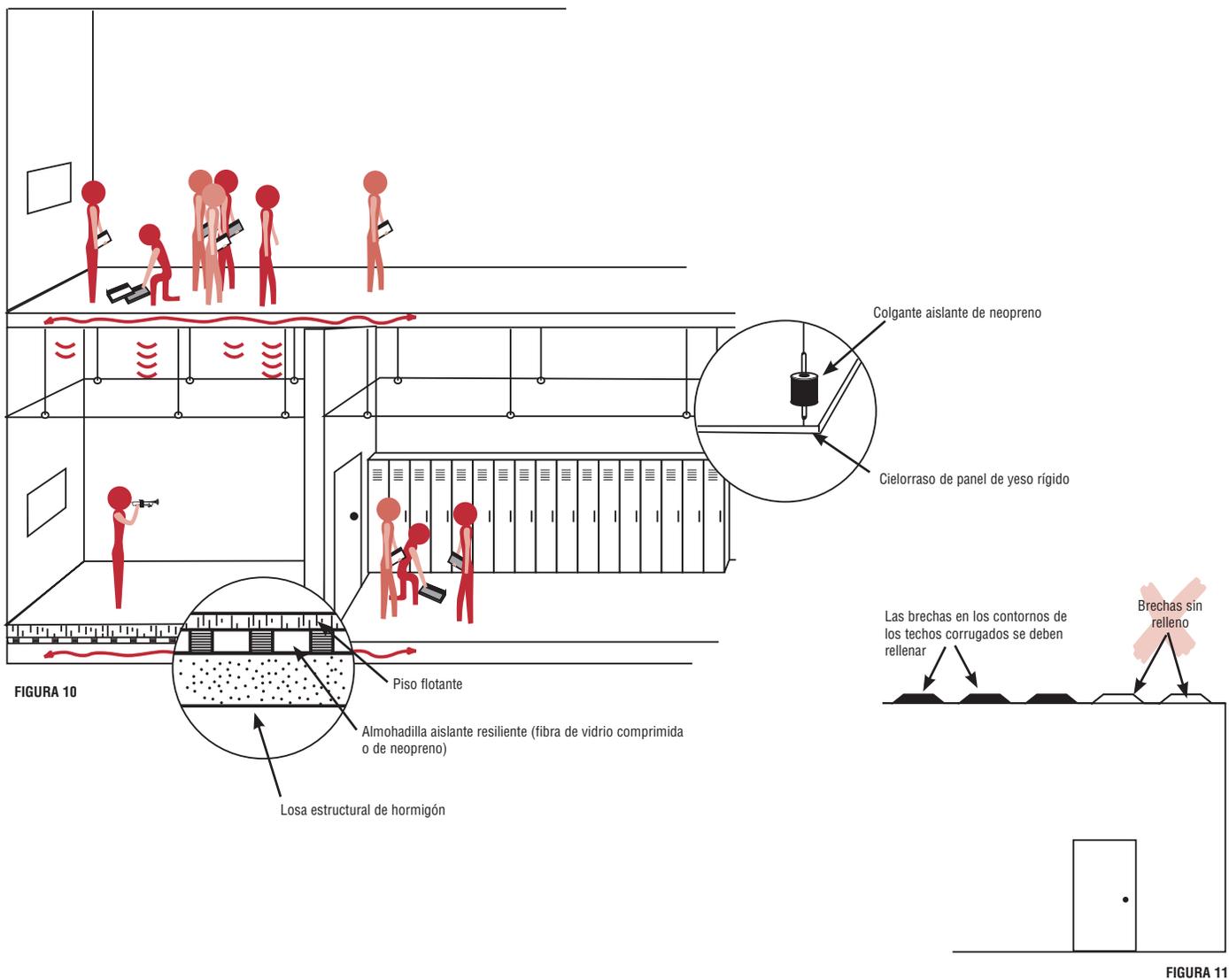
► CONTROL DE CIELORRASOS Y PISOS

- Revise la construcción de los cielorrasos.
 - a. Si están hechos de hormigón (figura 9), los problemas de aislamiento sonoro probablemente se deban a la transmisión sonora de una actividad ruidosa durante las clases que se llevan a cabo en el piso de abajo o en las áreas contiguas, o de las maquinarias del edificio.
 - b. Si su cielorraso es también el techo del edificio y está hecho de acero corrugado, es posible que no tenga suficiente masa para aislar sonidos.
- Revise los pisos y cielorrasos para detectar orificios y uniones con paredes mal selladas. Fíjese alrededor de conductos, tuberías y cañerías, y revise si hay sonidos, luces o movimientos de aire.



► SOLUCIONES PARA CIELORRASO Y PISO

- Si sospecha que el cielorraso no tiene suficiente masa y escucha ruidos como de aeronaves o lluvia, agregue un cielorraso suspendido aislante de sonidos que se sostenga mediante colgantes acústicos (figura 10) para incrementar el aislamiento de sonido superior. Llame a un experto en acústica para que evalúe su situación.
- Los techos metálicos suelen ser corrugados y no tener la unión con las paredes sellada (figura 11). Las cerchas son otra área problemática típica para el aislamiento. Asegúrese de que las aberturas comunes entre las salas estén selladas.
- Si experimenta la entrada de sonido a su sala desde el piso, es posible que deba considerar la instalación de un piso flotante (figura 10). Nuevamente, esta es una solución cara y compleja que exigirá del aporte de un experto en acústica o un arquitecto.
- Para sellar orificios alrededor de tuberías, conductos, ventilas, etc., emparche la abertura con una placa de yeso u otro material pesado, y selle el perímetro de la unión en el área de penetración con un sellante acústico.



LA ACÚSTICA DE LAS SALAS DE MÚSICA REQUIERE UNA ATENCIÓN ESPECIAL

La mayoría de las aulas de una escuela están diseñadas para dictar clases en formato discurso. Desde el punto de vista acústico, estas salas solo deben promover una comunicación hablada. En las áreas para música, ocurre exactamente lo opuesto. Allí la construcción y los acabados que son buenos para las aulas pueden provocar problemas acústicos. Una sala cuadrada con alfombra y cielorraso a 9' (2743 mm) de altura puede estar bien para una clase de idiomas, pero es un desastre para enseñar música. A menudo vemos que, aunque una sala de música deficiente no puede convertirse en una sala perfecta desde el aspecto acústico sin una reconstrucción significativa, sí suele poder mejorarse. Esta sección se enfoca en identificar las causas primordiales de los problemas acústicos en los espacios para ensayar música y sugerir algunas de las medidas que se pueden tomar para realizar mejoras.

PROBLEMAS ACÚSTICOS INTERNOS EN SALAS DE ENSAYO

RELACIONADOS AL TAMAÑO, LA FORMA Y LAS SUPERFICIES

“

“Mi sala es demasiado ruidosa. Me zumban los oídos todos los días.”

“Hay un sonido resonante y con bajos pesados en la sala.”

“Resulta difícil escuchar en la sala. No puedo identificar las piezas y hay algunas secciones totalmente perdidas.”

“Hay ecos extraños y algunas frecuencias parecen un zumbido.”

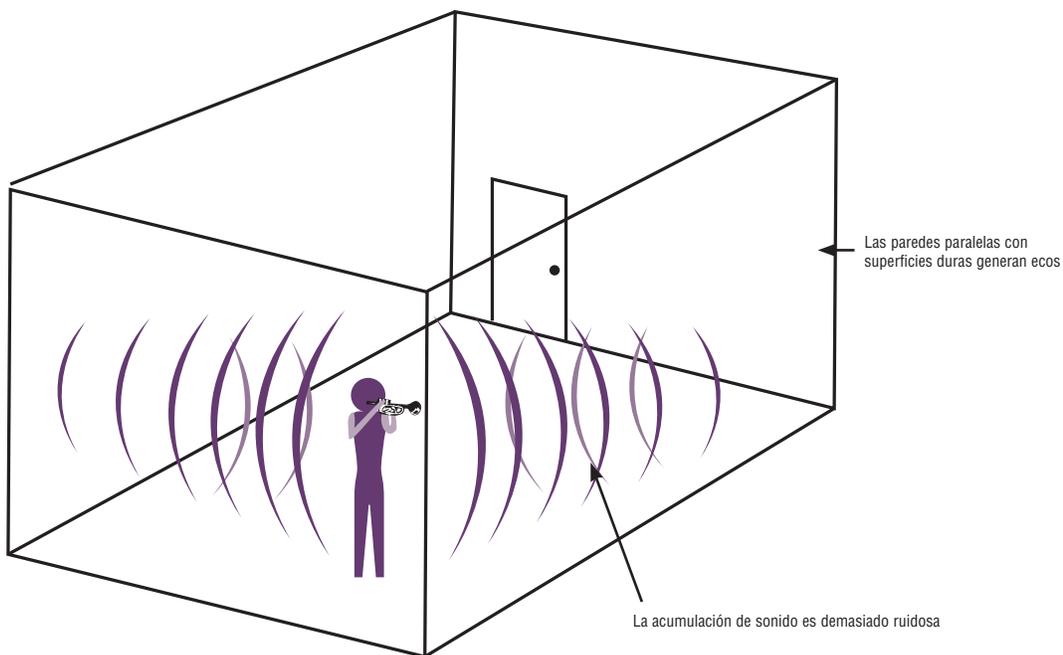
“La sala se traga los sonidos... llega tan poco que parece una sala muerta.””

”

PROBLEMAS DE ACÚSTICA INTERNA

El tamaño, la forma y los materiales de las superficies del área de ensayos desempeñan papeles clave para definir la acústica del lugar. Si hay algo que no esté bien en su sala, existen varios problemas que puede estar escuchando.

- La sala es demasiado ruidosa
- La sala es resonante y con bajos pesados
- Ecos, sonidos ondulantes y anomalías en cuanto a frecuencias
- Dificultades para escuchar: zonas calientes, zonas muertas, sonidos embarrados, reverberación excesiva



SALAS RUIDOSAS

Las salas ruidosas son uno de

los reclamos más comunes

en las áreas de ensayos.

Habitualmente, esto se debe a

salas pequeñas que no ofrecen el

volumen espacial adecuado. Las

superficies duras y reflectantes en

la sala también pueden contribuir

a generar volumen excesivo.

MATERIALES QUE SE DEBEN EVITAR

No use cortinas delgadas, espuma, alfombras ni paneles delgados para absorber sonidos. Esos materiales simplemente no cuentan con las propiedades físicas necesarias para lograr una absorción de sonidos musicales de amplio rango. De hecho, cuando se usan, está casi garantizado que generarán más problemas que los que solucionan. Recuerde que las soluciones que sirven para salas pensadas para dictar clases en formato discurso podrían no servir para las áreas para música.

► CONTROL DE SALAS RUIDOSAS

- Revise el tamaño de la sala; la medida fundamental es el volumen espacial, es decir, los metros cuadrados multiplicados por la altura del cielorraso (figura 12). Aunque la sala parezca grande, asegúrese de que no sea toda superficie del piso; el cielorraso debe estar a 16' de altura como mínimo. Compare con los lineamientos generales de Wenger (tabla 1) y asegúrese de tomar en cuenta el tamaño de sus conjuntos.
- Evalúe las superficies de la sala. ¿Está rodeado de materiales duros y reflectantes en su cielorraso, pisos y paredes (figura 13)? De ser así, el volumen excesivo es solo uno de los problemas que escucha (consulte también la sección sobre ecos y ondas estacionarias en la página 17).

¿CUÁNTO VOLUMEN ESPACIAL ES SUFICIENTE?				
REGLA GENERAL				
SALA	TAMAÑO DE LA CLASE	ALTURA DEL CIELORRASO	SUPERFICIE MÍNIMA DEL PISO	VOLUMEN ESPACIAL DE LA SALA RESULTANTE
Ensayo coral	60 a 80 alumnos	16' a 20' (4877 a 6096 mm)	1800 pies cuadrados	28 800 a 36 000 pies cúbicos
Ensayo de banda/orquesta	60 a 75 alumnos	18' a 22' (5486 a 6706 mm)	2500 pies cuadrados	45 000 a 55 000 pies cúbicos

TABLA 1

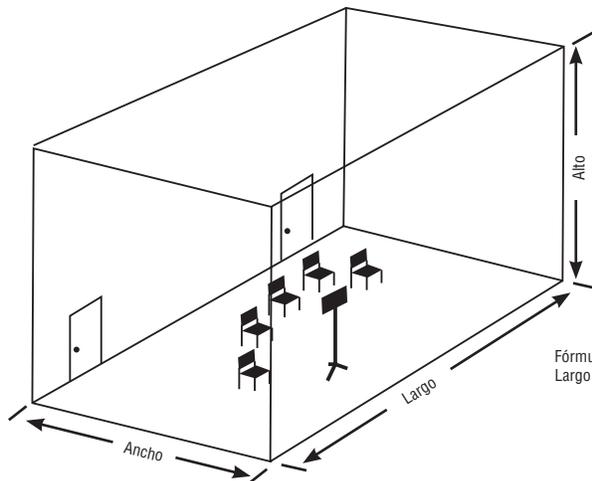


FIGURA 12

Fórmula de volumen espacial:
Largo x Ancho x Alto = Volumen espacial

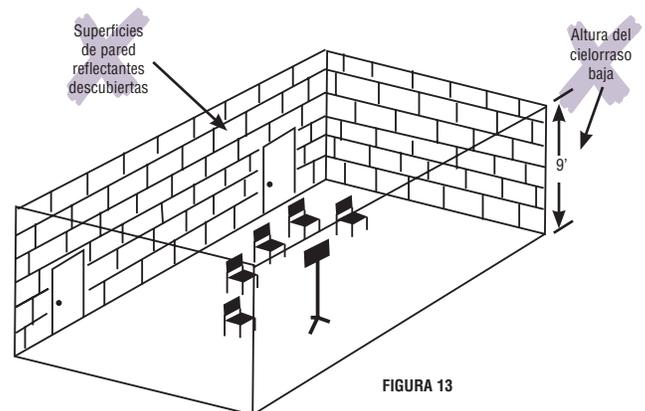


FIGURA 13

► SOLUCIONES PARA SALAS RUIDOSAS

MEJOR SOLUCIÓN

Encuentre una manera de aumentar el volumen espacial de su ambiente. Eso se puede lograr mediante varios métodos, como eliminar una parte del cielorraso suspendido. Si cuenta con elevadores cerrados, fíjese si se los puede quitar y ensaye sobre un piso plano o sobre elevadores portátiles abiertos que aporten el volumen espacial debajo de ellos a la sala. Elimine una pared y amplíe la sala (figura 14). No importa cómo aumente el volumen espacial, recomendamos consultar primero a un experto en acústica. Para el caso de modificaciones estructurales, trabaje junto a su arquitecto.

- Si el espacio es demasiado pequeño y no puede agrandarlo, lo que pueda hacer para reducir el volumen estará limitado. Fíjese en otras áreas más grandes de las instalaciones donde pueda reubicar las salas de ensayo.
- Quite todo lo que pueda para hacer más espacio para el sonido. Reubique gabinetes, escritorios, equipos de la banda para desfiles, etc.
- Si la sala está rodeada de salas de práctica individuales, abra las puertas de esas salas cuando no están en uso para aumentar el volumen acústico de la sala de ensayos.
- Los paneles de absorción sonora, cuando se los usa correctamente, son otra manera de silenciar una sala. Para ser eficaces para un amplio rango de frecuencias, deben tener al menos 3" (76 mm) de grosor (figura 16). Los paneles absorbentes también se usan para tratar varios otros problemas acústicos y siempre deben emplearse junto a superficies difusivas. Consulte a un experto en acústica o a una empresa experimentada en soluciones de paneles acústicos.
- Las cortinas pesadas también pueden ofrecer absorción acústica cuando se las aplica correctamente. Use cortinas aterciopeladas de 18 onzas que cuelguen en su totalidad a unos 12" (305 mm) delante de la pared reflectante. El espacio de aire atrapado es fundamental para mejorar el efecto absorbente de bajas frecuencias de la cortina (figura 15).
- En última instancia, puede considerar reducir la energía del sonido dividiendo el tiempo de los ensayos y reduciendo el tamaño del grupo.

Amplíe el volumen del espacio elevando el cielorraso o elimine la pared entre salas contiguas.

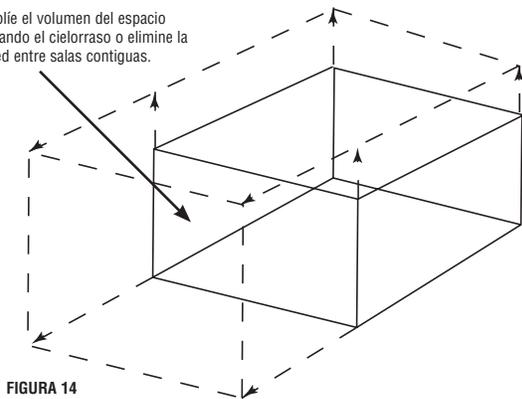


FIGURA 14

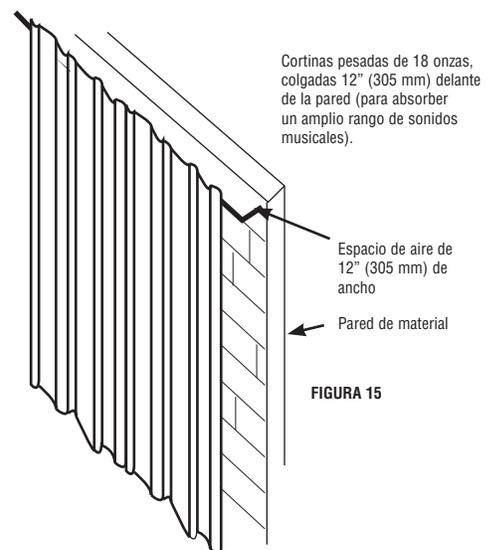


FIGURA 15

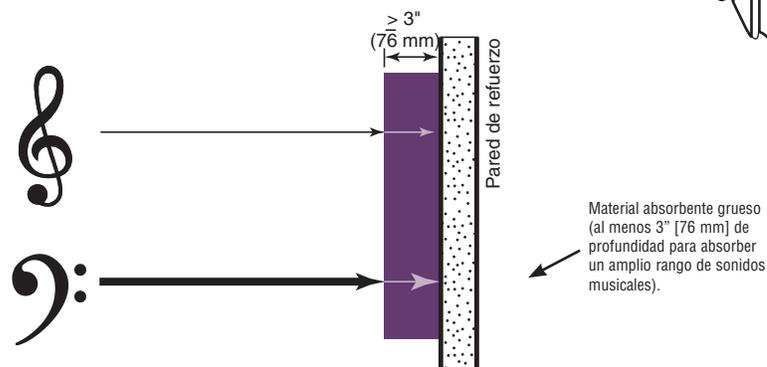


FIGURA 16

SALAS RESONANTES Y CON BAJOS PESADOS

A veces se cree en forma errónea que las salas son demasiado ruidosas cuando el verdadero problema son las frecuencias bajas exageradas que vuelven a la sala resonante y con bajos pesados. En salas así, pasan cosas que eliminan las frecuencias más altas al tiempo que mantienen las frecuencias más bajas sin alterar. Por lo general, esto es consecuencia de tratamientos inadecuados para las superficies. En palabras simples, los tratamientos para superficies que son demasiado delgados pueden absorber frecuencias altas, como las de flautas y sobretonos armónicos, pero no cuentan con las características físicas para absorber sonidos de frecuencias bajas potentes. El resultado es una sala que absorbe las frecuencias altas, acentuando las bajas.

► CONTROL DE SALAS RESONANTES Y CON BAJOS PESADOS

- Revise el volumen espacial de la sala y compárelo con los lineamientos generales de Wenger (tabla 1, página 13).
- Evalúe los materiales de las superficies de la sala. Los sonidos bajos resonantes suelen ser provocados por intentos de silenciar una sala con los materiales equivocados: alfombras en paredes, espuma tipo cartón de huevo, paneles absorbentes delgados, fundas delgadas, placas de cielorraso estándares. Todos esos son materiales problemáticos que eliminarán las frecuencias más altas y mantendrán las frecuencias más bajas sin alterar.

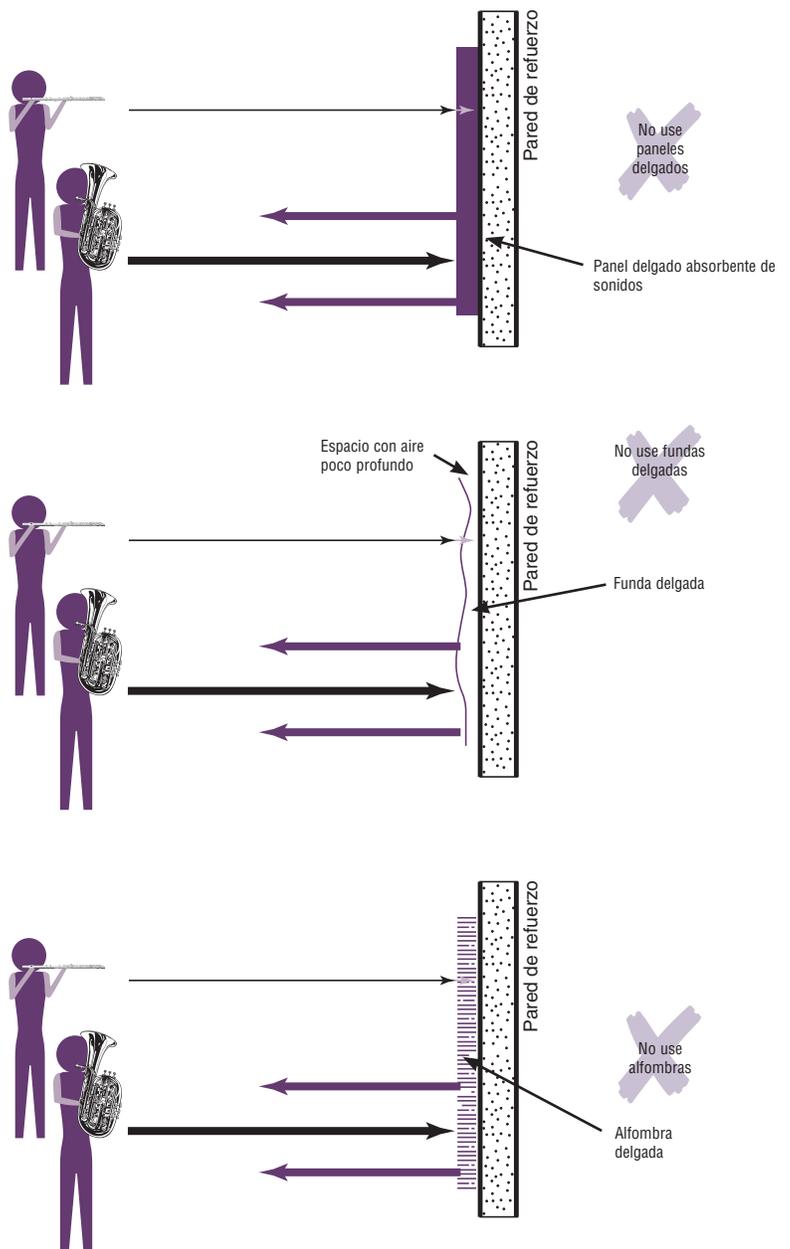


FIGURA 17

► SOLUCIONES PARA SALAS RESONANTES Y CON BAJOS PESADOS

- Quite las cortinas y alfombras (en especial de las paredes) y reemplácelas por materiales que brinden una absorción eficaz para un amplio rango de frecuencias.
- Aplique paneles absorbentes de al menos 3" (76 mm) de grosor. Cuanto más grueso sea el material absorbente, mayor es la reducción del volumen de las frecuencias de bajos. Estas soluciones pueden exigir la participación de profesionales en acústica.
- Reemplace las placas de cielorraso reflectantes por paneles de fibra de vidrio absorbentes de acústica (con clasificación mínima de NRC 0,95) de 1" (25 mm) de grosor (figura 19). Recuerde que cuanto más espacio exista encima de esos paneles, mejor será la absorción de frecuencias bajas.

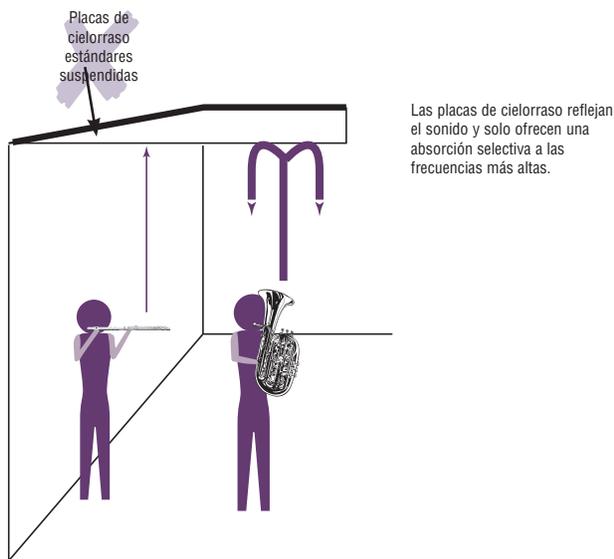


FIGURA 18

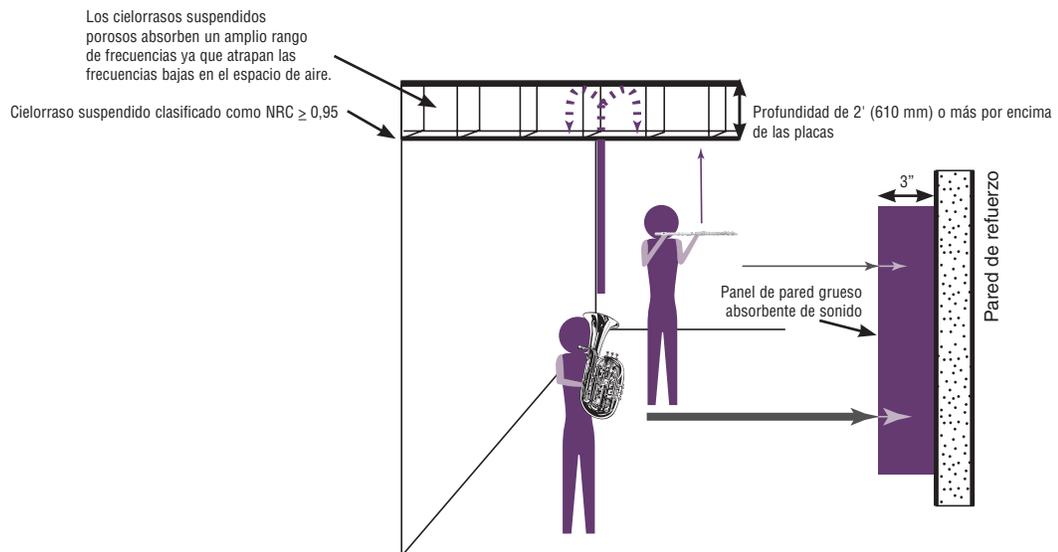


FIGURA 19

ECOS Y ONDAS ESTACIONARIAS

La forma de la sala y los materiales de las superficies desempeñan el papel más importante para la generación de ecos indeseados y anomalías de frecuencias, como las ondas estacionarias. Las superficies reflectantes, paralelas y planas sin tratamiento, como las paredes de ladrillo u hormigón, que están unas frente a otras suelen ser las culpables. Tenga en cuenta que, en la mayoría de las salas, las dos superficies enfrentadas más grandes son el piso y el cielorraso.

DEJE EL PISO SIN TRATAMIENTO ALGUNO

En la mayoría de los casos, el sonido de la música reacciona mejor con los pisos de madera o baldosa. Ese tipo de superficie brinda reflexiones rápidas y tempranas para cada músico. Las alfombras eliminan las frecuencias más altas, lo que proporciona solo una reflexión selectiva. Las salas que generalmente ofrecen la mayor satisfacción cuentan con pisos sin tratamiento, y paredes y cielorraso con tratamiento acústico.

► CONTROL DE ECOS Y ONDAS ESTACIONARIAS

- Fíjese en la forma de la sala.
 - a. Las salas cuadradas son las peores en cuanto a problemas de ecos y ondas estacionarias.
 - b. Las salas rectangulares tienen paredes reflectantes grandes que suelen generar ecos slapback y ecos ondulantes.
- Fíjese en las superficies de las paredes y del cielorraso de su sala. ¿Son de ladrillo, hormigón, azulejos, vidrio u otro material reflectante plano? De ser así, necesitará realizarles un tratamiento.

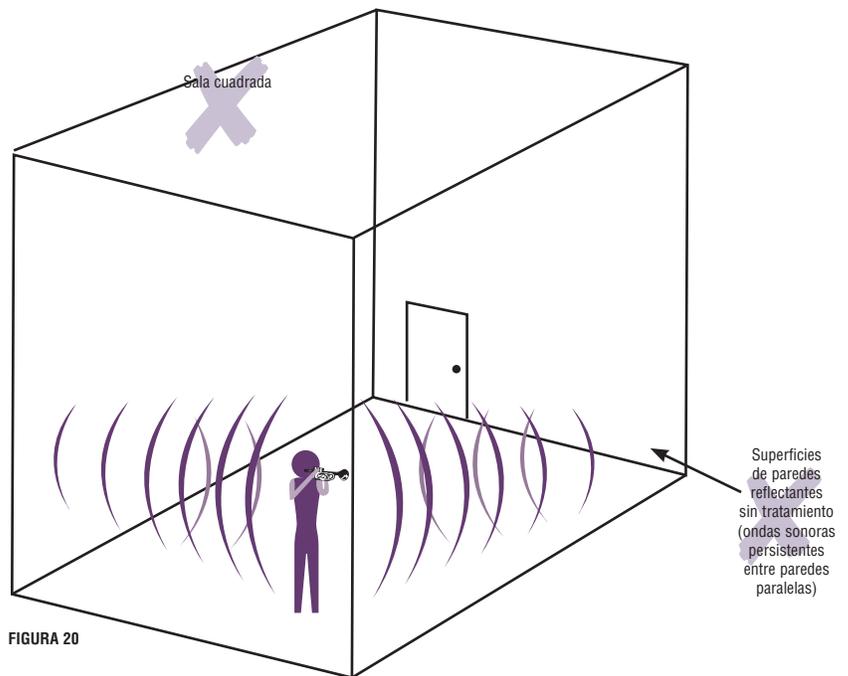


FIGURA 20

CONJUNTO DEFICIENTE: DIFICULTADES AUDITIVAS

Las salas que son descritas simplemente como “difíciles para escuchar” suelen exhibir problemas vinculados con la forma de la sala y los tratamientos para interiores. Zonas calientes, zonas muertas, reverberación excesiva, falta de claridad, o una combinación de estos problemas hacen que lograr el conjunto correcto sea difícil, si no imposible. Estos problemas se suelen poder tratar con la mezcla justa de absorción y difusión. Si resulta difícil escuchar en su sala como consecuencia de ruidos competidores, consulte la sección “Aislamiento sonoro” (páginas 5 a 10) y la sección Ruidos mecánicos (páginas 21 y 22).

ABSORCIÓN Y DIFUSIÓN TRABAJAN JUNTAS

Es muy frecuente aplicar tratamientos de absorción sin integrar adecuadamente el aspecto de la difusión. Es importante comprender que, para que un espacio musical promueva una escucha crítica, sus cualidades de absorción y difusión deben interactuar. Pese a que una absorción adecuada puede balancear la dinámica de las frecuencias y controlar el volumen, la difusión también debe estar presente para distribuir y combinar el sonido de la música. Un consultor acústico con experiencia en salas de ensayo de música podrá recomendarle la combinación adecuada de absorción y difusión.

► CONJUNTO DEFICIENTE: CONTROL DE DIFICULTADES AUDITIVAS

- Estos problemas suelen ser una consecuencia de muchas variables y son difíciles de identificar como un inconveniente que pueda recibir tratamiento. Lo mejor que puede hacer es concentrarse en lo que escucha en la sala, y lo que no. Muévase alrededor del espacio para evaluar las diferencias acústicas dentro de la sala.
- Asegúrese de fijarse en la forma de la sala. Los cielorrasos cóncavos y las paredes curvas enfocan la energía del sonido generando zonas calientes y muertas (figura 23).
- El material del cual están hechas las superficies también desempeña un papel clave.
 - a. Un espacio que absorba sonidos en demasía con muchas alfombras, cortinas o paneles puede generar una sala demasiado muerta.
 - b. Contrariamente, la falta de absorción genera una sala reverberante en exceso.
- Las salas sin superficies reflectantes difusivas casi siempre provocarán un conjunto deficiente.

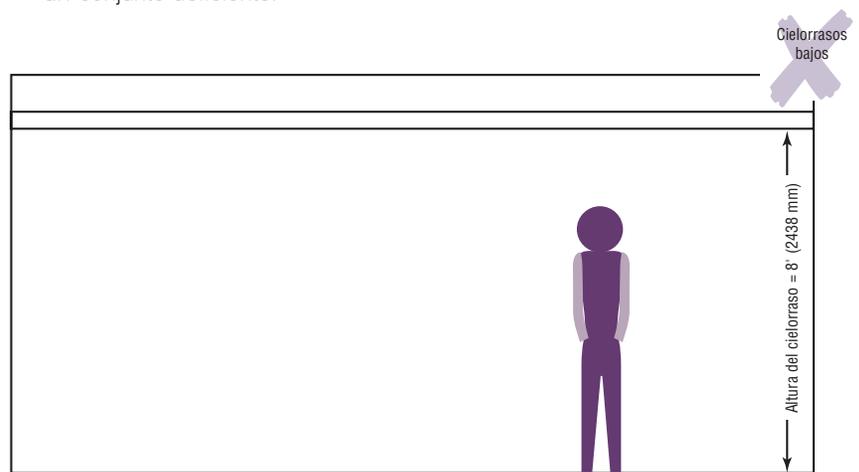


FIGURA 22

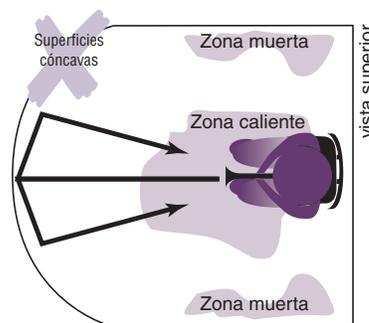


FIGURA 23

► CONJUNTO DEFICIENTE: SOLUCIONES PARA DIFICULTADES AUDITIVAS



Haga que un consultor especializado en acústica que tenga experiencia en salas de ensayo evalúe su sala. La solución debería ser un equilibrio correcto entre absorción y difusión en las paredes y el cielorraso (figura 24). Asegúrese de emplear los materiales adecuados que sean eficaces para un amplio rango de frecuencias.

- Si la losa del cielorraso estructural está a menos de 10' (3048 mm) del piso (figura 22), deberá empezar a buscar un nuevo espacio. Los cielorrasos tan bajos hacen que la difusión correcta y el conjunto resultante sean imposibles de lograr.
- Esté preparado para el caso en que su consultor acústico quiera deshacer algún tratamiento inadecuado en su sala. Por ejemplo, si las paredes están alfombradas, es posible que deba quitar las alfombras. Los paneles de cielorraso suspendido son otro tratamiento existente que posiblemente sea necesario modificar.
- Otro elemento clave para contar con un conjunto adecuado son los tiempos de reverberación que, entre otras cosas, brindan al espacio musical una cualidad de presencia. Un espacio que ofrece a los músicos una sensación de presencia devolverá las reflexiones a los músicos con suficiente retraso después del sonido principal para que el oído humano pueda procesar la información. Los músicos suelen referirse a los espacios como este diciendo que pueden “escuchar el sonido en la sala”. Consulte la tabla 2 para conocer los lineamientos de Wenger sobre tiempos de reverberación que generan un espacio favorable para la música sin ser demasiado reverberante. Un profesional en acústica capacitado puede ayudar a evaluar la reverberación en sus áreas.
- Asegúrese de que sus tratamientos estén ubicados correctamente conforme a las especificaciones precisas de su consultor acústico.

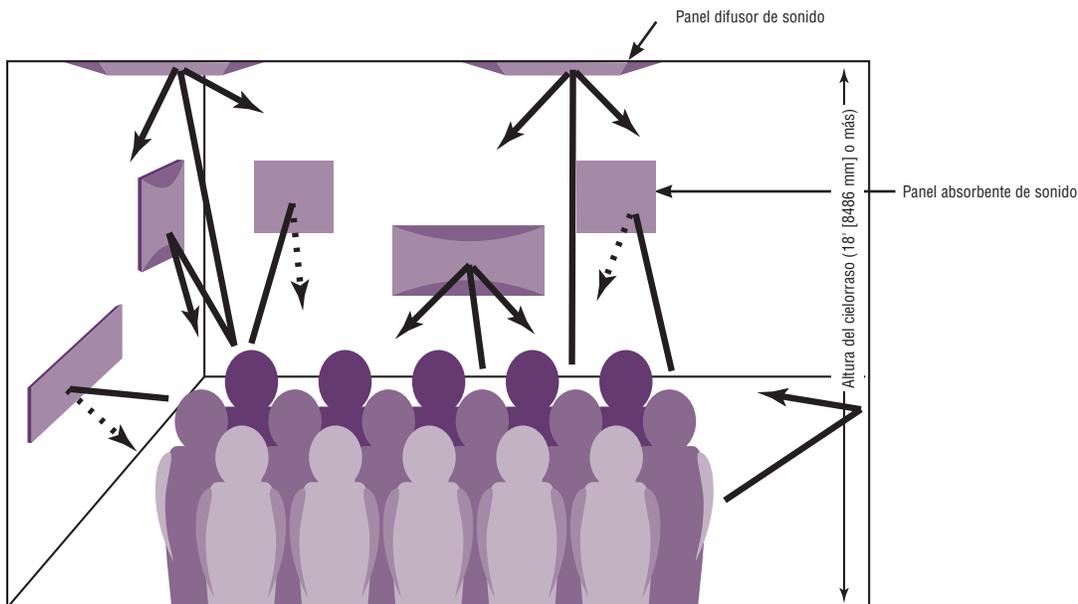


FIGURA 24

TIEMPOS DE REVERBERACIÓN RECOMENDADOS	
SALA	TIEMPO DE REVERBERACIÓN
Ensayo coral	hasta 1,3 segundos
Ensayo de banda/orquesta	0,8 a 1,0 segundo

TABLA 2

RUIDOS MECÁNICOS

Existe una amplia variedad de sistemas y equipos edilicios dentro de una sala que pueden generar ruidos indeseados. Los mayores culpables son los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (sistemas de climatización). Sin embargo, los sistemas de iluminación, los dispositivos dentro de la sala e, incluso, el compresor de una fuente de agua potable pueden generar sonidos molestos en una sala de música. No solo producen distracciones de la música, sino que pueden enmascarar ciertas frecuencias musicales, haciéndolas difíciles o imposibles de escuchar. Con un aislamiento y tratamiento adecuados, los ruidos mecánicos indeseados se suelen poder reparar o silenciar.

PROBLEMAS POR RUIDOS MECÁNICOS

“Los sonidos de “viento” que salen de las ventilas en mi sala generan un ruido blanco y hacen muy difícil enfocarse en las sutilezas de nuestra música.”

“Las unidades de aire acondicionado del edificio están justo encima de nuestra sala.”

“Nuestra red de conductos canaliza el ruido del sistema de calefacción y escuchamos los traqueteos y chirridos que salen de la sala de calderas como si estuviera en la sala contigua.”

► CONTROL DE RUIDOS MECÁNICOS

- ¿Escucha un molesto sonido “de viento” que sale de sus ventilas de salida de aire? Esa suele ser la consecuencia de aberturas demasiado pequeñas o de rejillas demasiado estrechas (por ejemplo, metal perforado), que restringen el paso del aire (figura 27).
- Si las salas mecánicas de los sistemas de climatización están cercanas o contiguas a su sala de música, seguramente lo distraigan las vibraciones y los ruidos del compresor. Encuentre el equipo: fíjese en el techo encima de su sala, fuera de su sala a nivel del suelo o debajo de su sala en el sótano. Si el equipo no está aislado correctamente, producirá un sonido de baja frecuencia que atravesará la estructura edilicia (figura 25).
- Escuche si hay sonidos que provengan de sus ventilas. Si el equipo de climatización está alejado y aun así escucha ruidos, traqueteos y chirridos del compresor, la red de conductos está canalizando los ruidos hasta su sala. Si escucha los sonidos de salas contiguas a través de las ventilas, los conductos también están sirviendo como canal para los ruidos.
- Con frecuencia, los ruidos se generan debido a rodamientos y correas gastados, falta de lubricación o sistemas de distribución de aire mal balanceados. Asegúrese de realizar el mantenimiento de los equipos de climatización con regularidad.
- ¿Zumban las luces? Los transformadores y los balastos de luces fluorescentes (electromecánicos) antiguos generan un zumbido sumamente perceptible que enmascara el sonido de la música. Asegúrese de que los balastos estén clasificados para una baja salida de ruidos.

► SOLUCIONES PARA RUIDOS MECÁNICOS

- Recuerde que las salas de música necesitan casi el doble de tasa de cambio de aire puro que un aula del mismo tamaño debido a la actividad física que implica tocar música. Como consecuencia, las aberturas de las ventilas deben ser grandes, con rejillas abiertas (figura 28). Trabaje con sus ingenieros de construcción para resolver el problema de las ventilas pequeñas y las rejillas demasiado protegidas.
- Si las salas mecánicas del sistema de climatización están demasiado cercanas a su sala, la mejor solución es reubicarlas. Si eso no fuera posible, comuníquese con un profesional en acústica y determine qué tipo de aislantes sonoros pueden instalarse para solucionar el problema. A menudo, los aisladores de resorte y de neopreno pueden “desacoplar” los equipos de la estructura que los rodea (figura 26).
- La red de conductos que canaliza sonidos puede silenciarse con revestimientos absorbentes o deflectores (llamados “atenuadores sonoros”). Nuevamente será necesaria la ayuda de un profesional en acústica y su ingeniero de construcción.
- Los chirridos y traqueteos suelen indicar que los sistemas de climatización necesitan algún tipo de mantenimiento. Pregunte a su ingeniero de construcción si el uso de lubricantes, nuevos rodamientos y correas u otro procedimiento podrán silenciar el sistema.
- Silenciar los transformadores y los balastos de luces ruidosos es algo sencillo y permite ahorrar energía. Los balastos electrónicos que cuentan con una clasificación de sonido “A” son silenciosos y consumen menos energía. Trabaje con su ingeniero de construcción para actualizar sus sistemas de iluminación.

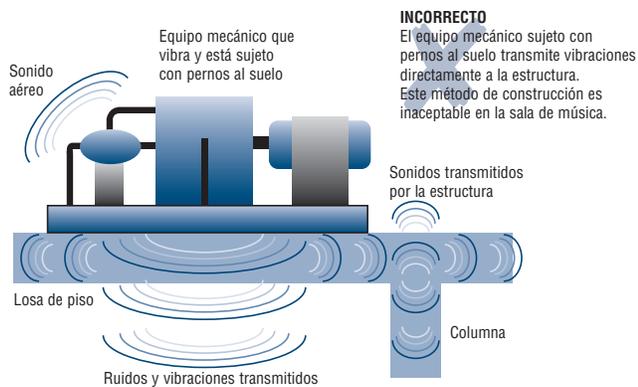


FIGURA 25

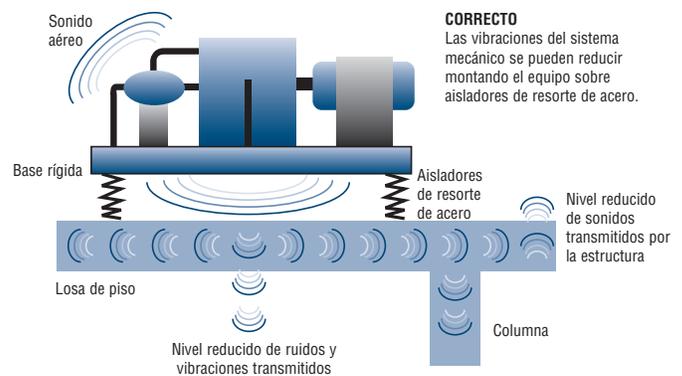


FIGURA 26

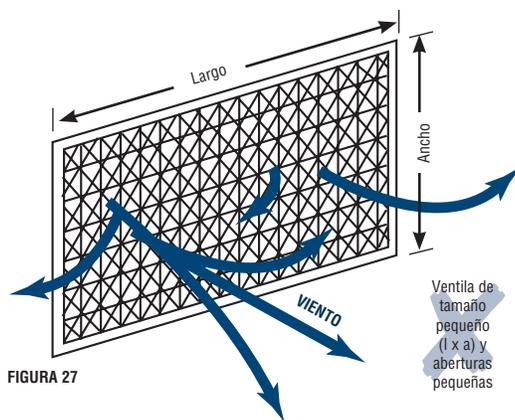


FIGURA 27

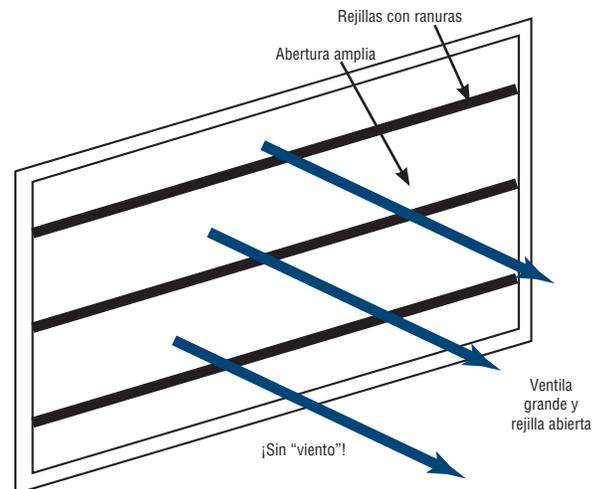


FIGURA 28

EL PARADIGMA DE LA SALA DE PRÁCTICA

Al igual que las salas de ensayo de gran tamaño, las buenas salas de práctica deben ofrecer aislamiento sonoro y una acústica interna favorable desde el punto de vista musical. Desafortunadamente, las salas de práctica son uno de los peores espacios musicales, ya que infringen la primera regla de una buena acústica: no ofrecen un volumen espacial suficiente para disipar correctamente la energía del sonido generada internamente. Las mejores de estas salas contarán con un gran nivel de absorción para que el sonido en la sala sea equilibrado en un amplio rango de frecuencias. Una consecuencia inevitable del gran nivel de absorción es que la sala sea muy seca desde el punto de vista acústico. Pese a que esos espacios secos pueden ser adecuados para trabajar técnicas básicas y la mecánica de hacer música, son el opuesto acústico de los entornos donde los músicos elegirían tocar.

TECNOLOGÍA DE ACÚSTICA ACTIVA

La acústica activa emplea sistemas electrónicos, tecnología informática y procesamiento de señales digitales para proporcionar un tratamiento acústico a un entorno. Esta tecnología vanguardista se utiliza para crear espacios acústicos virtuales y está siendo adoptada rápidamente en todo el mundo para convertir entornos musicales malos en entornos estupendos con solo presionar un botón. En las salas de práctica musicales, la acústica activa ha cambiado el paradigma de las prácticas: ahora es posible recrear el respaldo acústico de un auditorio de primer nivel en una sala de práctica que podría no ser más grande que un armario. La acústica activa también se puede usar para tratar una sala de ensayos de gran tamaño, no solo para ofrecerle opciones acústicas variables, sino también para solucionar problemas acústicos sin necesidad de una renovación o construcción.

PROBLEMAS ACÚSTICOS EN LA SALA DE PRÁCTICA

“Hace años que no usamos nuestras salas de práctica porque no contienen el sonido. En una guardamos dulces, en las otras guardamos los equipos de nuestra banda para desfiles.”

“Tenemos una hilera de salas de práctica, pero solo usamos una sí, otra no. Es la única manera de controlar el sonido.”

“Invertimos un montón de dinero en puertas más gruesas y paredes aislantes, pero todavía se puede escuchar claramente las salas de práctica desde la sala de la banda.”

► CONTROL DE LOS PROBLEMAS EN LA SALA DE PRÁCTICA

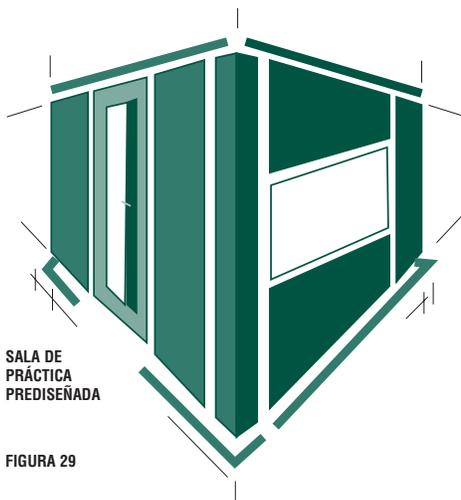
- Recomendamos contar con el aporte de un profesional en acústica que ayude a evaluar sus salas.
- Evaluar el aislamiento sonoro. ¿Sus salas de práctica tienen filtraciones de sonidos? Haga que alguien toque un instrumento en la sala y, en lo posible, detecte las áreas problemáticas. Preste especial atención a la puerta, la ventana, las cajas eléctricas, los conductos de ventilación y las paredes. Con la mayoría de las salas de práctica integradas, es habitual que haya varias áreas problemáticas, y puede ser difícil identificar todas. Consulte las páginas 3 a 10; aplican las mismas reglas a la revisión de cosas tales como las juntas para puertas, la construcción de las paredes, los cielorrasos sellados, etc.
- Evaluar la acústica interna. ¿La sala está tratada con algún material absorbente? En caso negativo, las superficies reflectantes y duras dentro de una sala de práctica complicarán aún más la calidad acústica de estas áreas pequeñas. Dado que las salas de práctica tienen un volumen espacial tan limitado, normalmente sufrirá una amplia gama de deficiencias acústicas con elementos en común. En la mayoría de los casos, la sala parecerá demasiado ruidosa y acentuará las frecuencias de bajos. Es posible que también note dificultades para escuchar todas las cualidades sonoras que esperaría. Esto se debe, en parte, al hecho de que las reflexiones regresan demasiado rápido para que su oído distinga los componentes esenciales del sonido.
- Evaluar los ruidos de los sistemas eléctrico y de climatización. Preste atención a otros problemas posibles, como los conductos de ventilación ruidosos, los sistemas de climatización o los zumbidos de los balastos de luces. Consulte las páginas 21 y 22 para obtener una explicación más profunda de cómo diagnosticar y solucionar ruidos mecánicos indeseados.

► SOLUCIONES PARA LA SALA DE PRÁCTICA

MEJOR SOLUCIÓN

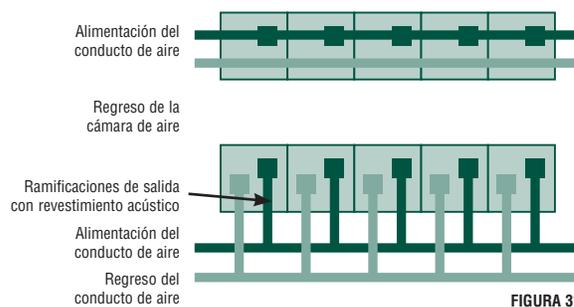
Las salas de práctica deben aislar los sonidos, y el tipo de construcción necesario para garantizar un buen aislamiento sonoro es muy complejo y costoso. La mejor manera de asegurarse de que sus salas se desempeñen correctamente es reemplazarlas con soluciones modulares y prediseñadas (figura 29). Es muy frecuente invertir tiempo y dinero en aislar puertas y construcciones solo para que las salas fallen debido a pequeños detalles que se pasaron por alto, como cajas eléctricas cuyas partes traseras se tocan. Como resultado, la garantía de las soluciones prediseñadas, sumadas a la capacidad de reubicarlas, garantiza una inversión valiosa que perdurará a futuro.

- Mediante la asesoría de un profesional en acústica, podrá mejorar la característica aislante de sus salas integradas. En general, esto exige tomar muchos de los pasos descritos en las páginas 3 a 10. Las paredes deberán edificarse aplicando técnicas de construcción para aislar sonidos (figura 8, página 8) y sellarse en el piso y el cielorraso (figura 6, página 7). Las puertas y las ventanas deberán construirse y sellarse herméticamente de manera correcta (figuras 3 y 4, página 6).
- Los conductos de ventilación ofrecerán el mejor aislamiento si tienen el interior revestido con material absorbente y si alimentan a cada sala por separado a partir de un conducto maestro (figura 31).
- Si es lo bastante afortunado para contar con una sala de práctica que aísle el sonido, lo mejor que puede hacer para favorecer la acústica interna es agregar una cantidad importante de material absorbente grueso. La regla general para una sala de práctica es usar un material absorbente de fibras y 3" (76 mm) de grosor que cubra más del 30 % de la superficie de la sala. El resultado será un espacio seco desde el punto de vista acústico, pero al menos ofrecerá una absorción equilibrada en un amplio rango de frecuencias.
- Los tratamientos de acústica activa (figura 30) son otra manera de solucionar las carencias acústicas de las salas de práctica, y además proporcionan a los músicos un entorno musical virtual que puede modificarse con solo presionar un botón. Estas soluciones se basan en el procesamiento de señales digitales y en modelos informáticos de espacios acústicos que son favorables desde el punto de vista musical. Para que estos tratamientos funcionen, se deberá aplicar primero una cantidad importante de materiales absorbentes a su sala.



SALA DE PRÁCTICA PREDISEÑADA

FIGURA 29



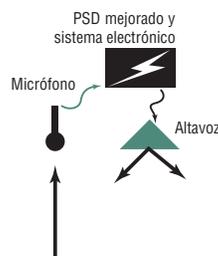
VENTILACIÓN INCORRECTA

Los conductos de alimentación directa de ventilación canalizan los ruidos mecánicos y propagan los sonidos directamente de una sala a otra. La cámara de aire es una vía abierta para transmitir ruidos.

VENTILACIÓN CORRECTA

Las ramificaciones de salida individuales alimentan cada sala a partir del conducto de alimentación maestro que está ubicado fuera de las salas. El aire de regreso también pasa por conductos de aire separados.

FIGURA 31



ACÚSTICA ACTIVA

La acústica activa, que emplea una base de paneles absorbentes para paredes y cielorrasos, utiliza altavoces, micrófonos y procesamiento de señales digitales (PSD) para simular entornos acústicos para prácticas e interpretaciones artísticas.

FIGURA 30

TÉRMINOS ACÚSTICOS ADICIONALES

Acústica activa:

También denominada arquitectura electrónica o "acústica virtual". Se emplean dispositivos electrónicos (micrófonos, altavoces, procesadores de señales digitales, etc.) para mejorar la acústica natural de un espacio. La acústica activa eficaz también depende de que la sala reciba el correcto tratamiento acústico pasivo.

Ecos:

Los ecos se producen cuando las superficies reflejan el sonido hacia el público después de que se ha escuchado el sonido directo proveniente de la fuente. Por ejemplo, la sección de cuernos en el escenario podría generar un eco que genere una distracción proveniente de la pared posterior del auditorio. Aunque tanto los absorbedores como los difusores pueden ayudar a corregir este tipo de eco, en general se prefiere el uso de difusores porque permiten conservar más energía del sonido.

Ondulante:

Los ecos ondulantes se producen cuando hay una fuente sonora ubicada entre superficies paralelas que reflejan sonidos. La consecuencia es un zumbido prolongado. Por ejemplo, un golpe en el aro de un redoblante dentro de una sala sin tratamiento producirá un eco ondulante perceptible.

Enmascaramiento:

El enmascaramiento se produce cuando un sonido indeseado entra en conflicto o enmascara la capacidad de un músico de escuchar sonidos musicales de un tono similar o más alto. Por ejemplo, el sonido de "viento" que hace el aire al salir de un conducto de suministro de aire puede enmascarar sonidos musicales.

NC:

Noise Criteria. Se trata de una valoración numérica que cuantifica el nivel de ruido de fondo. Cuanto más bajo es el NC, más silencioso es el lugar.

Acústica pasiva:

Este término se refiere al uso del diseño arquitectónico (no electrónico) y los tratamientos para superficies acústicas que tienen como fin crear un espacio musical. Divididos principalmente por sus propiedades absorbentes y difusoras, elementos tales como la forma geométrica de paredes y cielorrasos, y los paneles acústicos en paredes y cielorrasos son ejemplos de acústica pasiva.

Reflexión:

La reflexión sonora de una superficie dura se puede comparar con la reflexión lumínica de un espejo. Sin superficies reflectantes tales como las cubiertas acústicas y los elevadores en un escenario con proscenio, por ejemplo, la energía del sonido se puede disipar o ser absorbida sin siquiera llegar al público.

Vía de transmisión del sonido:

Por vía aérea: Se trata del sonido que se transmite por el aire, golpea una barrera y se retransmite al otro lado.

STC:

Clase de transmisión del sonido. Se trata de un sistema de valoración numérica que describe el grado de aislamiento sonoro que brinda un elemento arquitectónico (es decir, una pared, una puerta, una ventana, etc.). En general, la Clase de transmisión del sonido (STC, por sus siglas en inglés) es la mejor manera de representar la capacidad de un elemento arquitectónico para aislar conversaciones. Cuanto mayor es la STC medida en el laboratorio, mayor es el aislamiento sonoro del elemento arquitectónico.

Estructura/Propagación:

Se trata del sonido que se transmite mediante contacto directo con la fuente de sonido, como un compresor de aire conectado al piso de la sala o las patas de un piano de piso en contacto con el suelo.

NIC:

Clase de aislamiento de ruido. Es parecida a la STC, pero toma en cuenta todas las partes de la estructura que rodea una sala. Cuanto mayor sea la Clase de aislamiento de ruido (NIC, por sus siglas en inglés), mayor será el aislamiento sonoro entre las salas.

NRC:

Coefficiente de reducción de ruido. Es un número que describe la absorción promedio (medida como porcentaje de la absorción ideal) de una frecuencia de banda de un octavo a 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz y 2 kHz. El Coeficiente de reducción de ruido (NRC, por sus siglas en inglés) ofrece un buen estimativo de la absorción cuando se emplea para el rango vocal, pero tiene un valor limitado cuando se emplea en aplicaciones musicales ya que pasa por alto frecuencias inferiores a los 176 Hz y superiores a los 2825 Hz.

BIBLIOGRAFÍA

- Architectural Acoustics de M. David Egan; 1988 por McGraw-Hill; ISBN: 0-07-019111-5
- Architectural Acoustics de M. David Egan; 2007 por J. Ross Publishing; ISBN: 13: 978-1932159783
- Architectural Acoustics: Principles and Practice; editado por William J. Cavanaugh y Joseph A. Wilkes; 1999 por John Wiley & Sons, Inc.; ISBN: 0-471-30682-7
- Acoustics de Charles M. Salter Associates, Inc.; 1998 por William Stout Publishers; ISBN: 0-9651144-6-5
- Guía de planificación de Wenger para instalaciones de música en escuelas secundarias

LECTURAS ADICIONALES

- Architectural Acoustics: Principles and Design de Madan Mehta, James Johnson y Jorge Rocafort; 1999 por Prentice-Hall, Inc.; ISBN: 0-13-793795-4
- Acoustics and Noise Control Handbook for Architects and Builders de Leland K. Irvine y Roy L. Richards; 1998 por Krieger Publishing Company; ISBN: 0-89464-922-1
- Auditorium Acoustics and Architectural Design de Michael Barron; 1993 por E & FN Spon; ISBN: 0-442-31623-2
- Concert Halls and Opera Houses: (segunda edición) de Leo Beranek; 2004 por Springer-Verlag; ISBN: 0-387-95524-0
- Sound System Engineering - segunda edición de Don y Carolyn Davis; 1992 por Howard Sams & Co.; ISBN: 0-672-21857-7
- Music and Concert Hall Acoustics, editado por Yoichi Ando y Dennis Noson; 1997 por Academic Press Limited; ISBN: 0-12-059555-9
- Architectural Acoustics de Marshall Long; 2006 por Elsevier Academic Press; ISBN 10: 0-12-455551-9
- The Acoustics of Performance Halls de J. Christopher Jaffe; 2010 por W.W. Norton Company, Inc.; ISBN: 978-0-393-73255-9
- Deaf Architects & Blind Acousticians? A Guide to the Principles of Sound Design de Robert E. Apfel; 1998 por Apple Enterprises Press; ISBN: 0-9663331-0-1

ENCUENTRE CONSULTORES Y PROFESIONALES ESPECIALIZADOS EN ACÚSTICA

Contacto: National Council of Acoustical Consultants (NCAC)
 9100 Purdue Road, Suite 200
 Indianapolis, IN 46268
 (317) 328-0642 Fax: (317) 328-4629
 Sitio web: www.ncac.com

Contacto: Wenger Corporation
 555 Park Drive
 P.O. Box 448
 Owatonna, MN 55060-0448
 1-800-733-0393 Fax: (507) 455-4258
 Sitio web: www.wengercorp.com

OTRAS GUÍAS DE WENGER SOBRE EDUCACIÓN Y INTERPRETACIONES ARTÍSTICAS

- Guía de planificación para instalaciones de música en escuelas secundarias
- Guía de planificación para instalaciones de música
- Guía de planificación básica
- Manual básico sobre acústica
- Problemas acústicos y sus soluciones para espacios de ensayo y práctica
- Guía de planificación para espacios para interpretaciones artísticas



© 2018 Wenger Corporation
USA/8-18/W/LT0153



WENGER CORPORATION Teléfono 800.4WENGER (493-6437) Mundial +1.507.455.4100 | Piezas y servicio 800.887.7145 | Oficina en Canadá 800.268.0148 | wengercorp.com
555 Park Drive, PO Box 448 | Owatonna | MN 55060-0448

JR CLANCY Teléfono 800.836.1885 Mundial +1.315.451.3440 | jrclancy.com | 7041 Interstate Island Road | Syracuse | NY 13209-9713

GEARBOSS Teléfono 800.493.6437 | Correo electrónico gearboss@wengercorp.com | gearboss.com | 555 Park Drive, PO Box 448 | Owatonna | MN 55060-0448