

Calculadora acústica Ecophon

Valores precisos por adelantado

Ecophon Ac

Results and Ecophon

Reverberation time T_{20} (s)

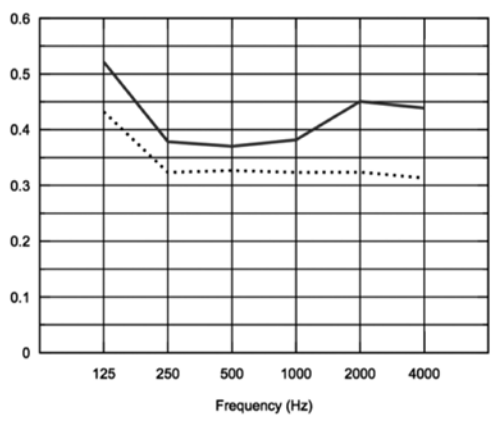
Sabine calculation
0.34

RAC calculation
0.42

Ecophon recommendation
 ≤ 0.5

Note: Average bands over octave bands 125 to 4000 Hz.
Ecophon recommendations are based on our experience
from Acoustic Comfort (RAC) calculations for rooms with a
correspondence to measurements than Sabine formula.

Reverberation time T_{20} (s)



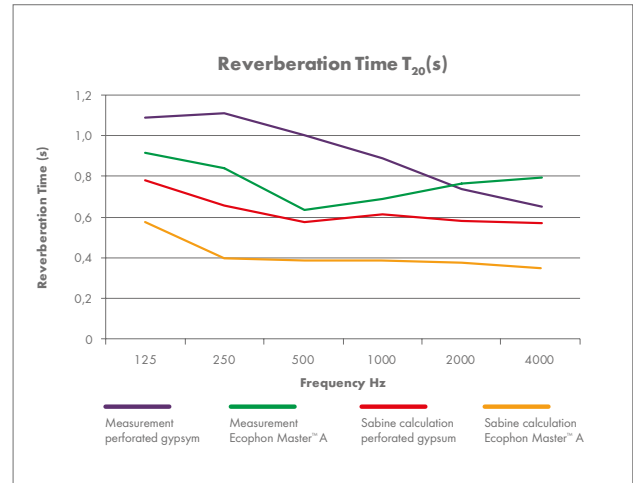
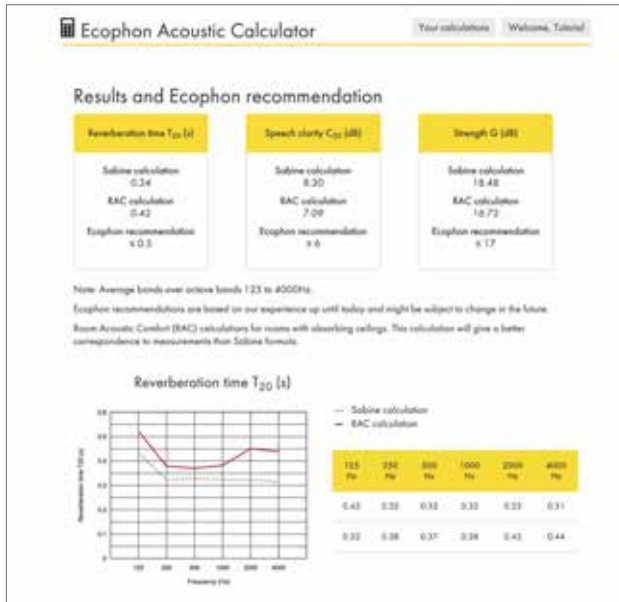
...	RAC
125 Hz	0.43
0.43	0.32
0.52	0.38





9346
43
34
46
1

Esta publicación muestra productos de la gama de productos Ecophon así como de otros proveedores. Las especificaciones están destinadas a proporcionar una guía general sobre qué productos son más adecuados para las preferencias indicadas. Los datos técnicos se basan en los resultados obtenidos en condiciones de análisis estándar o en largas experiencias en condiciones normales. Las funciones y propiedades especificadas para cada producto y sistema son válidas siempre y cuando se cumplan las condiciones que figuran en las instrucciones, diagramas y guías de instalación, instrucciones de mantenimiento así como otras condiciones y recomendaciones indicadas. Cualquier alteración o desviación, como la modificación de componentes o productos específicos, implica que Ecophon no se hará responsable de las prestaciones, características de los productos y las consecuencias de su uso. Todas las descripciones, ilustraciones y dimensiones contenidas en este folleto representan información general y no podrán ser incluidas en ningún contrato. Ecophon se reserva el derecho de modificar los productos sin previo aviso. Renunciamos a cualquier responsabilidad por errores tipográficos. Para obtener información más actualizada, recomendamos visitar www.ecophon.com o contactar con el representante de Ecophon más cercano.



Todos los materiales, como la lana de vidrio, la lana mineral y el yeso obtienen valores diferentes con los cálculos de Sabine y las medidas reales. En este gráfico podrá ver resultados calculados y medidos para Ecophon Master™ A y yeso perforado.

Descubra cómo sonará una sala

Hoy en día casi todos los cálculos acústicos se basan en la fórmula de Sabine, a pesar de que es sabido que se suelen obtener valores diferentes al comparar los cálculos con las medidas reales de una sala. Por eso, Ecophon ha desarrollado una calculadora con la que se obtienen valores acústicos precisos antes de tomar medidas. La Calculadora Acústica de Ecophon es tan fácil de usar para salas que existen como para aquellas que aún no han sido construidas.

En el campo de la acústica, se va aceptando cada vez más el hecho de que hay que tener en cuenta más parámetros aparte del tiempo de reverberación. Varias normativas ya han sido revisadas para incluir parámetros como la claridad del discurso y el nivel de fuerza sonora.

Al mismo tiempo, hay una comprensión cada vez mayor de que la misma solución acústica no se puede aplicar en todos los casos. Hay que considerar la actividad que se llevará a cabo, la gente que la realizará y el espacio en sí mismo. Por ejemplo, si se trata de un aula tradicional en la que las actividades son la enseñanza y el aprendizaje, el entorno acústico adecuado tendrá que ser bastante diferente al de una oficina de planta abierta o al del vestíbulo de un hospital.

Todo esto, junto con el conocimiento de que no se obtienen los mismos resultados a partir de medidas tomadas en laboratorios según la fórmula de Sabine y las medidas reales in situ ha llevado a Ecophon a desarrollar un nuevo modelo para calcular la acústica de una sala. El modelo se basa en la energía y el dato de entrada para las soluciones absorbentes es la resistencia al flujo del aire. Los resultados son compatibles con los valores que se obtienen al tomar medidas en la vida real.

La Calculadora Acústica Ecophon es una herramienta electrónica fácil de usar basada en el nuevo modelo. Con ella podrá hacerse una idea de cómo será el entorno acústico de un espacio específico y si cumplirá los requisitos para la actividad designada. Y por supuesto, lo más importante, si verdaderamente tiene un efecto sonoro positivo sobre la gente.

Diseño Acústico Basado en la Actividad

una introducción

Muchos estudios se han centrado en las malas condiciones en escuelas y guarderías. Las situaciones estresantes en oficinas de planta abierta están más que documentadas. Así como el efecto negativo de los altos niveles de ruido en hospitales. Mucha gente realiza sus actividades diarias en este tipo de instalaciones y es muy importante que las condiciones acústicas y otros factores del ambiente interior como por ejemplo la luz, la calidad del aire y la regulación térmica estén diseñados específicamente para esas actividades. Crear una atmósfera tranquila y menos estresante mejora el bienestar y el rendimiento de la gente.

Diseño Acústico Basado en la Actividad

Para crear un espacio en el que la gente pueda realizar una actividad concreta al máximo de sus capacidades y estar cómoda mientras lo hace, Ecophon ha desarrollado el Diseño Acústico Basado en la Actividad. Es un método para diseñar acústicamente ambientes interiores. En la práctica, significa definir las necesidades desde

tres perspectivas: actividad, personas y espacio; y encontrar los puntos comunes que beneficien a todas las perspectivas.

El Diseño Acústico Basado en la Actividad implica que se necesitan varios parámetros de la acústica de sala para caracterizar adecuadamente el entorno acústico.

1 Actividad

¿Qué hará la gente en el espacio? ¿Hablará por teléfono? ¿Enseñará? ¿Aprenderá? ¿Descansará y se recuperará? ¿Se hará ruido? ¿Cuánto tiempo se empleará en la comunicación?

¿Quiénes realizarán las actividades?
¿Cuántos serán? ¿Qué edad tendrán?
¿Tendrán necesidades especiales?

2 Personas

3 Espacio

¿Es grande o pequeño? ¿Dónde está situado dentro del edificio? ¿Tiene paredes, techos y suelos de hormigón desnudos? ¿Hay ventiladores, alarmas u otros sonidos frecuentes?

Tipos de sala

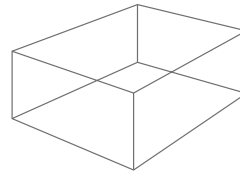
Se pueden identificar tres tipos de sala con diferentes comportamientos acústicos. Tenemos la sala Sabine, la sala con un techo suspendido fonoabsorbente y el espacio de planta abierta.

La sala Sabine asume un campo sea difuso que requiere que la absorción de sonido esté bastante baja y bien distribuida por todas las superficies. Este tipo de sala se caracteriza bien con el uso del tiempo de reverberación.

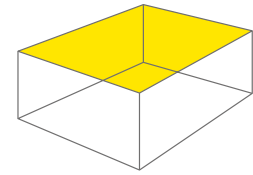
Además, en la sala Sabine la claridad del discurso y el nivel de sonido están relacionados con el tiempo de reverberación. La situación es diferente para la sala con un techo suspendido fonoabsorbente. En este tipo de sala, el campo sonoro no es difuso y el tiempo de reverberación, la claridad del discurso y el nivel de sonido no están relacionados entre sí. En consecuencia, estos parámetros deben evaluarse individualmente.

Respecto al espacio de planta abierta, el tiempo de reverberación y la claridad del discurso dependerán de la distancia a la fuente de sonido. Por tanto, en espacios de planta abierta es más relevante introducir medidas para reducir la propagación del sonido.

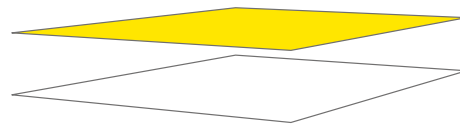
Sala reverberante (sala Sabine, campo sonoro difuso)



Sala con techo absorbente (campo sonoro no difuso)



Espacios de planta abierta (campo sonoro no difuso)



Parámetros de la acústica de sala

Para escuelas, oficinas e instalaciones sanitarias, usamos los parámetros de tiempo de reverberación, claridad del discurso y nivel de fuerza sonora para evaluar las condiciones acústicas. Estas medidas aparecen definidas en las normas ISO 3382-partes 1 y 2. Para las oficinas de planta abierta, se usan las medidas relacionadas con la propagación del sonido y aparecen definidas en la norma ISO 3382-parte 3.

Parámetro	Medida	Explicación
Tiempo de reverberación	T_{20} (s)	Mide a qué velocidad desaparece la energía sonora en el espacio. Un tiempo de reverberación menor significa que el espacio tiene menos ecos molestos y da una sensación de mayor calma.
Claridad del discurso	C_{50} (dB)	Mide la calidad de la percepción del discurso en el espacio. Si el valor aumenta, la claridad del discurso, mejora.
Nivel de fuerza sonora	G (dB)	Mide cómo contribuyen las reflexiones de sonido de todas las superficies al nivel de sonido en un espacio. Un valor bajo significa que el nivel de sonido en el espacio es más bajo

Diferencias perceptibles según la ISO 3382-1

Aspecto subjetivo del oyente	Cantidad de acústica de sala	Diferencia perceptible
Reverberación percibida	Tiempo de reverberación T_{20} en segundos	5%
Claridad de sonido percibida	Claridad del discurso C_{50} en dB	1 dB
Nivel de fuerza sonora percibida	Nivel de fuerza sonora G en dB	1 dB



Diseño de acústica de sala

El objetivo del diseño de acústica de sala es encontrar una solución acústica optimizada para la actividad que se realiza en la sala y para el tipo de sala que sea. En la práctica, esto significa encontrar un equilibrio entre nuestros tres parámetros acústico para llevar a cabo la actividad en las mejores condiciones posibles. Ninguno de los extremos, en forma de una cámara anecoica o una sala de reverberación es adecuado para entornos laborales normales. La solución es encontrar un término medio.

Basándose en investigaciones de campo y pruebas de escucha, Ecophon recomienda los siguientes valores T_{20} , C_{50} y G para un aula tradicional:

Criterios	Cantidad	Valores de referencia
Claridad del discurso	C_{50} (dB)	6-8 dB ¹
Nivel de fuerza sonora	G (dB)	15-17 dB ²
Tiempo de reverberación	T_{20} (s)	0.40-0.50 s

¹ Las primeras reflexiones, de hasta 50 milisegundos, deberían ser de 6 a 8 dB más altas que las últimas reflexiones.

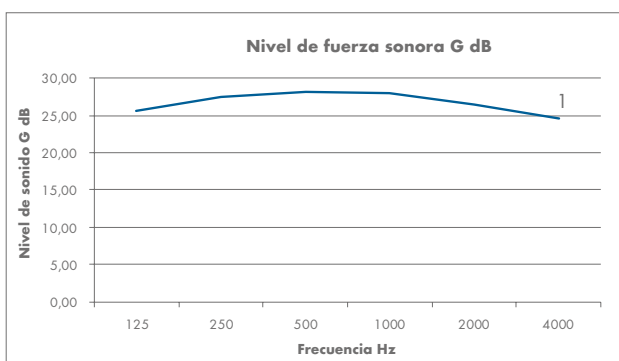
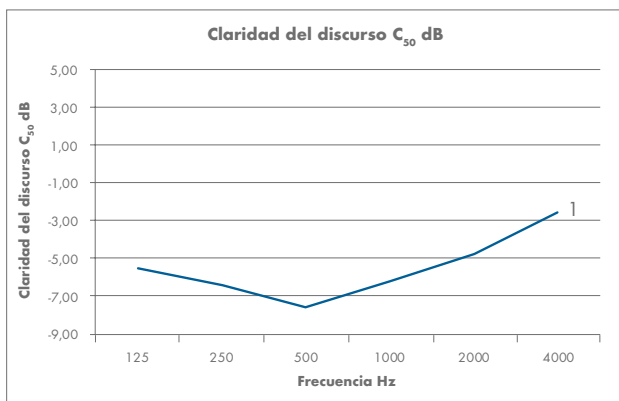
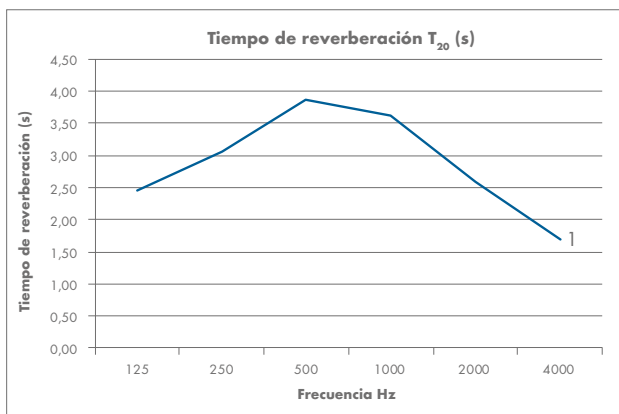
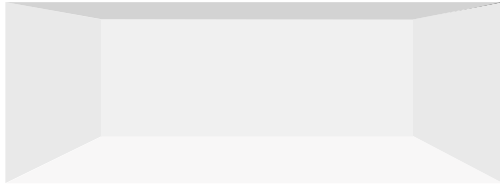
² El nivel de fuerza sonora debería ser entre 15 y 17 dB más alto que la medida en una cámara anecoica.

El efecto del tratamiento acústico en los parámetros de acústica de sala

El efecto de los diferentes tratamientos acústicos sobre los parámetros de acústica de sala como el tiempo de reverberación, la claridad del discurso y el nivel de fuerza sonora se ilustra con las medidas en la configuración de un aula. El primer caso muestra los resultados para la sala vacía sin un techo suspendido fonoabsorbente. Comparándolos con los valores de referencia de la tabla 1 podemos concluir que están muy lejos de cumplirlos.

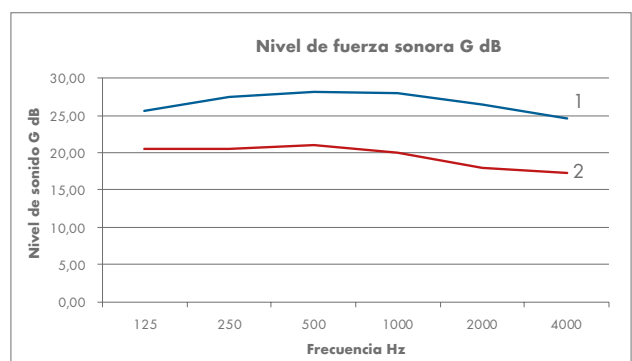
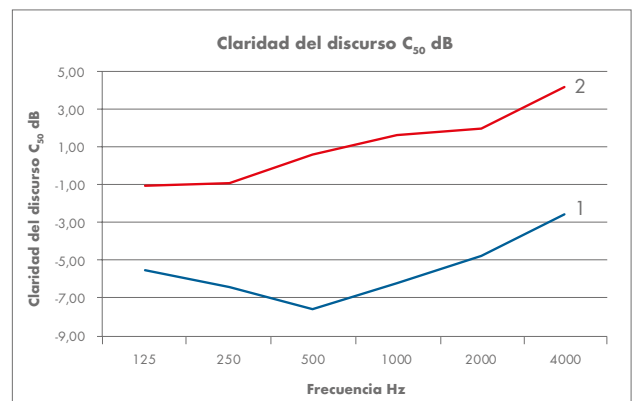
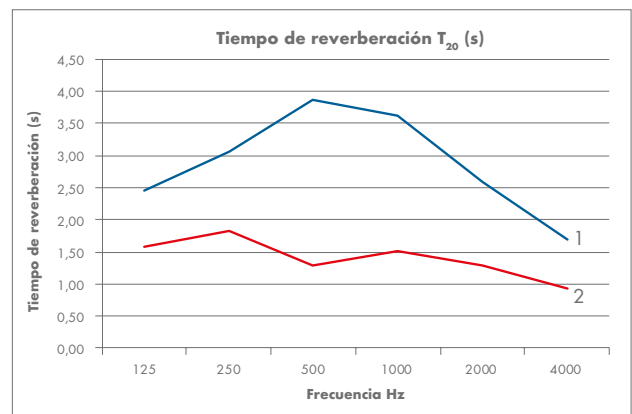
1. Sala sin techo suspendido fonoabsorbente y sin muebles

El tiempo de reverberación es largo a frecuencias medias pero desciende ligeramente con las frecuencias altas y bajas. Basado en la definición de C_{50} puede dar valores negativos. Esto significa que las reflexiones sucesivas contienen más energía que las primeras. Las primeras reflexiones son importantes para la claridad del discurso que se percibe.



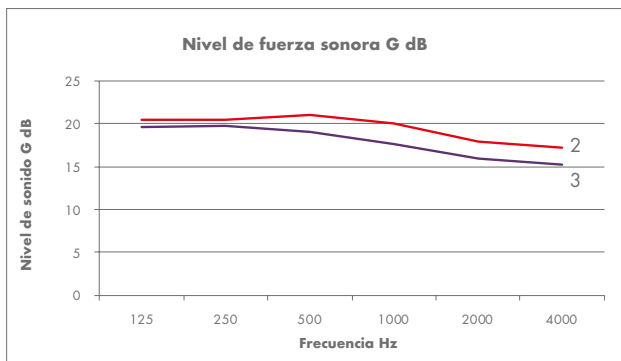
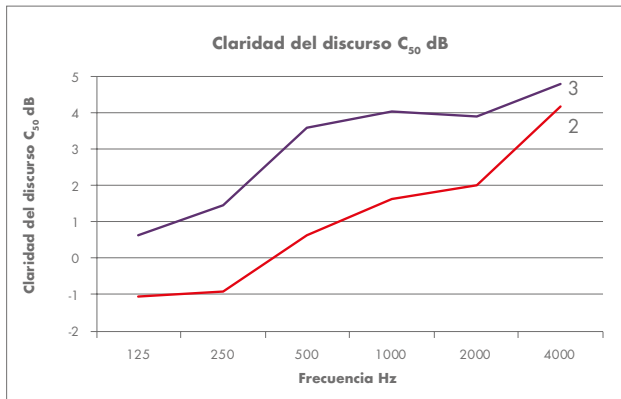
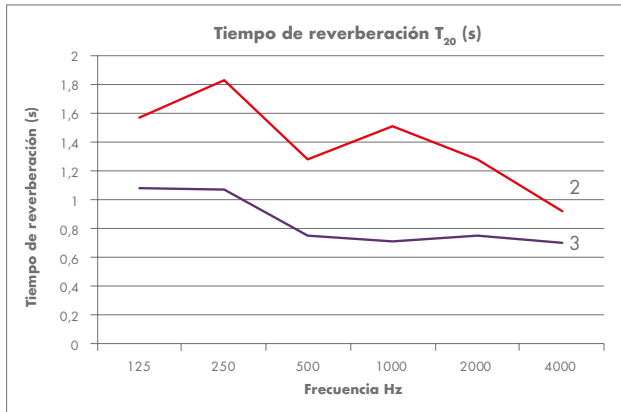
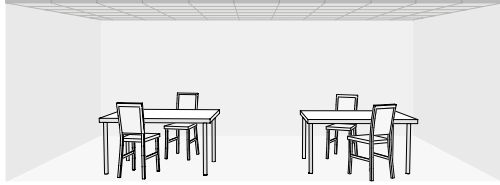
2. Sala con techo suspendido fonoabsorbente pero sin muebles

Todos los parámetros se ven afectados. Aun así el tiempo de reverberación y la claridad del discurso están lejos de los valores de referencia. Sin embargo, respecto al nivel de fuerza sonora los valores de referencia más o menos se cumplen.



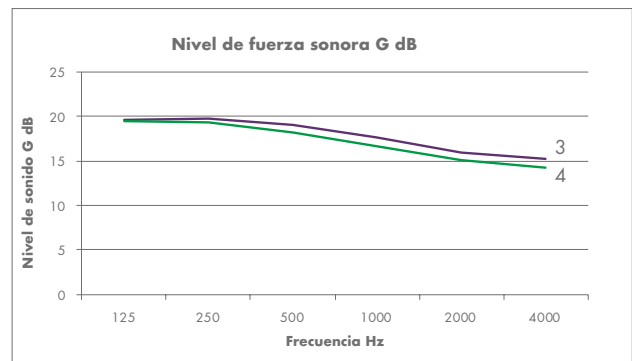
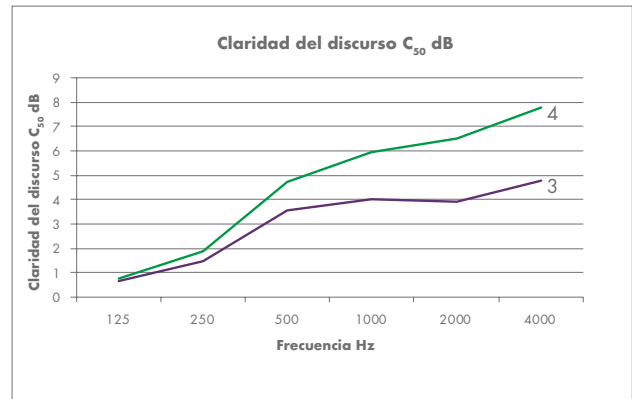
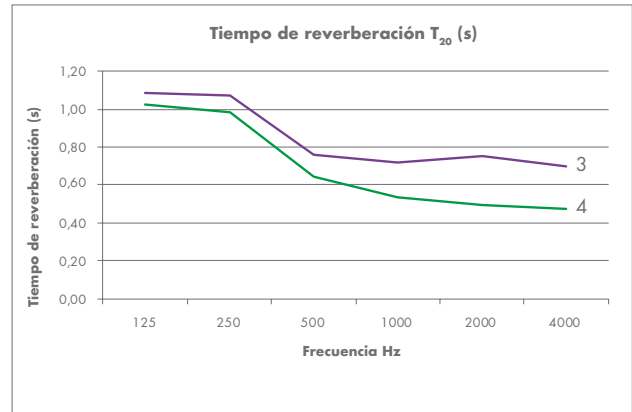
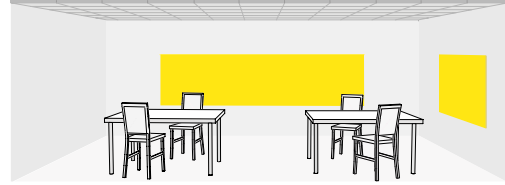
3. Sala con techo suspendido fonoabsorbente y muebles

Los muebles contribuyen a la absorción y la dispersión del sonido. Combinándolos con un techo fonoabsorbente, el efecto de la dispersión sobre el tiempo de reverberación y la claridad del discurso es significativo. Pero siguen sin alcanzarse los valores de referencia.



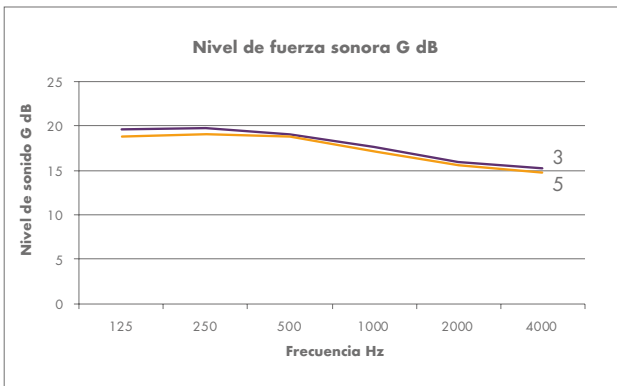
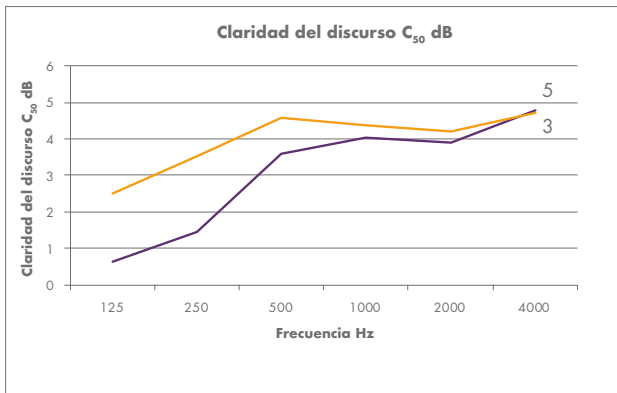
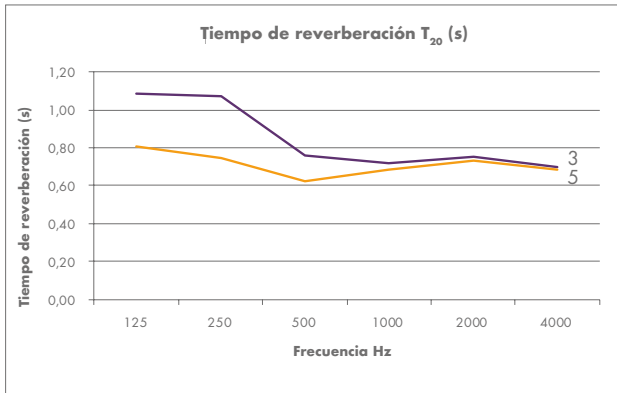
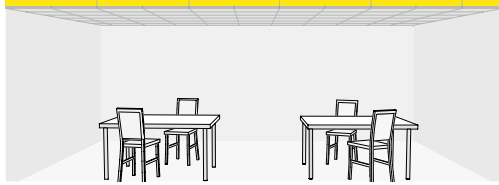
4. Sala con techo suspendido fonoabsorbente, muebles y absorbentes de pared

Añadir absorbentes de pared tendría un efecto significativo sobre el tiempo de reverberación y la claridad del discurso, pero menor sobre el nivel de fuerza sonora. Se alcanzarían los valores de referencia para el tiempo de reverberación y el nivel de fuerza sonora a altas frecuencias. Sin embargo, los valores a bajas frecuencias siguen sin ser buenos.



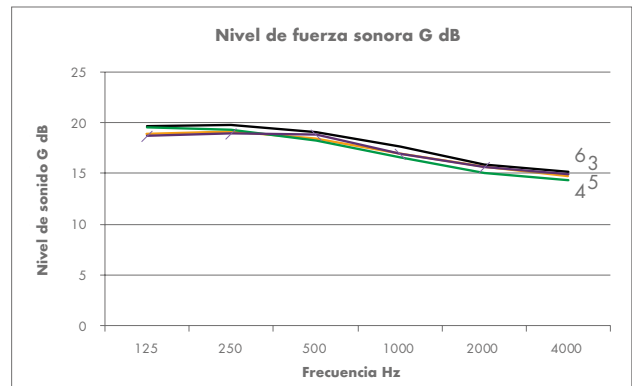
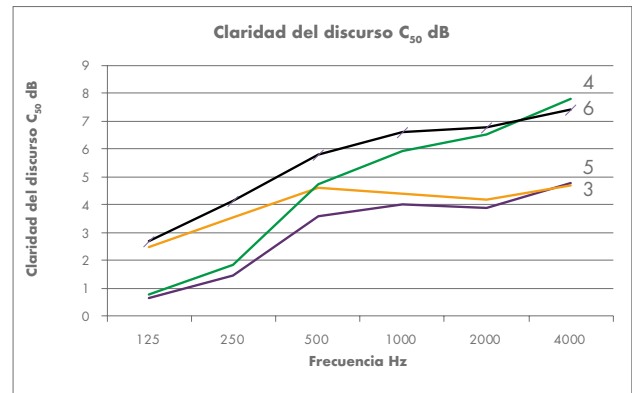
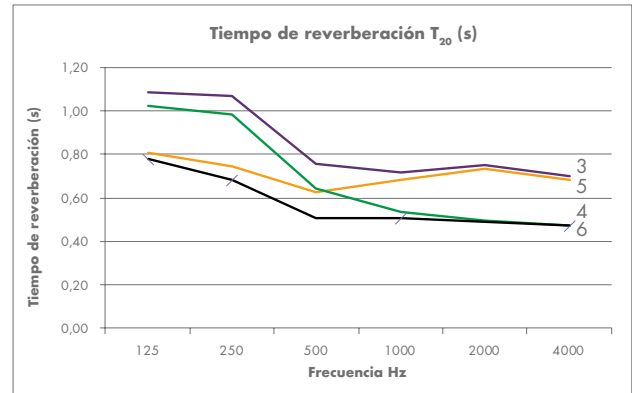
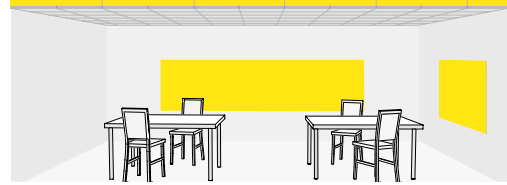
5. Sala con techo suspendido fonoabsorbente, muebles y absorbentes de baja frecuencia

Una manera eficiente de mejorar la absorción de bajas frecuencias es añadir absorbentes específicos para bajas frecuencias sobre el techo suspendido. Los absorbentes de baja frecuencia mejorarán sobre todo el tiempo de reverberación y la claridad del discurso a 125 y 250 Hz.



6. Sala con techo suspendido fonoabsorbente, muebles, absorbentes de pared y absorbentes de baja frecuencia

Para el aula poco amueblada del ejemplo, podemos concluir que la combinación de un techo suspendido fonoabsorbente, absorbentes de pared en dos paredes adyacentes y los absorbentes de baja frecuencia sobre el techo suspendido cumpliría con todas las recomendaciones.



Comparación con Sabine

Si volvemos al aula con un techo suspendido fonoabsorbente pero sin muebles y calculamos el tiempo de reverberación según la fórmula de Sabine, los resultados indican que se cumplen los valores de referencia. Esto recalca que si hay una falta de difusión del sonido en una sala rectangular y la absorción se centra principalmente en una superficie, los resultados de la fórmula de Sabine pueden ser muy engañosos. Incluso en salas con pocos muebles, el tiempo de reverberación

medido suele diferir del calculado con la fórmula de Sabine. Otra circunstancia es que el cálculo de Sabine no revela el gran efecto que tienen los absorbentes de pared sobre el tiempo de reverberación y la claridad del discurso en una sala con un techo suspendido fonoabsorbente.

En conclusión, todos estos ejemplos motivan la necesidad de un modelo de cálculo adaptado especialmente a salas con un techo suspendido fonoabsorbente.



Nuevo modelo para calcular la acústica de sala

A menudo se usan únicamente cálculos y medidas del tiempo de reverberación para evaluar salas, aunque gran número de investigaciones muestran que se necesitan múltiples descriptores acústicos para garantizar una buena acústica de sala, por ejemplo en instalaciones educativas, sanitarias u oficinas. Descriptores acústicos como el tiempo de reverberación, la claridad del discurso y el nivel de fuerza sonora fomentan los bajos niveles de ruido y la buena inteligibilidad del discurso. Por tanto, Ecophon lleva promoviendo estos descriptores acústicos desde 2007.

Contexto – Sabine e ISO 3382-1/2

El tiempo de reverberación fue desarrollado por Wallace Sabine en la década de 1890 y requiere un campo sonoro difuso (reflejos de todas las superficies y ángulos). Sigue siendo el descriptor acústico preferido aunque la mayoría de instalaciones en las que se produce la comunicación no tienen un campo sonoro difuso. El motivo de esto es que la mayoría del material absorbente suele estar en una sola superficie: el techo. A pesar de esto, las herramientas de cálculo del tiempo de reverberación basadas en la ecuación de Sabine están disponibles en gran número de plataformas en Internet.

La fórmula de Sabine se basa en la teoría del campo sonoro difuso pero esto es difícil de conseguir en la realidad. Cuando solo hay una superficie absorbente, la reducción acústica no sigue una línea recta según la teoría, sino que se consigue una primera parte que coincide más o menos con la teoría y una parte final con un mayor tiempo de reverberación (fig. 1).

En salas con material fonoabsorbente en más de una superficie (techo + paredes adyacentes) y con muebles densos o pesados, el campo sonoro puede clasificarse como difuso. En este caso, la fórmula de Sabine parece funcionar muy bien.

En muchos reglamentos de construcción y normas locales el tiempo de reverberación es el único descriptor que se evalúa. El tiempo de reverberación se define en la norma ISO 3382-2 como el tiempo que el sonido tarda en disminuir 60 dB después de que la fuente de emisión haya cesado. El tiempo de reverberación se suele medir en un rango de 20 o 30 dB (T_{20} y T_{30}) y se extrapola al rango completo de 60 dB.

Sin embargo, la medición empieza 5 dB por debajo del nivel inicial (fig. 2). Esto es problemático debido a que esta parte de la reducción acústica contiene mucha información (tanto sonido directo como las primeras reflexiones) importante para la percepción del sonido y la claridad del discurso. El oído humano analiza mucho más que el tiempo de reverberación definido y necesitamos mejores herramientas para predecir la acústica de sala real, herramientas basadas en la realidad y no en laboratorios.

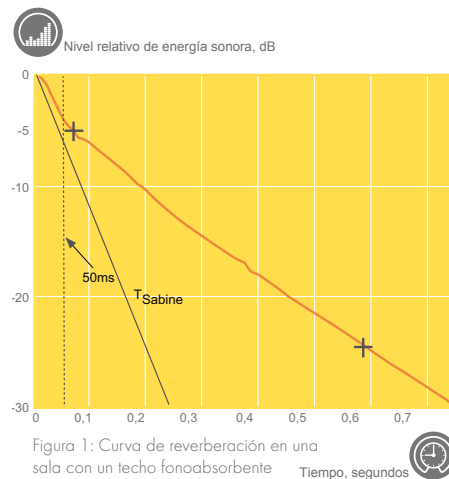


Figura 1: Curva de reverberación en una sala con un techo fonoabsorbente

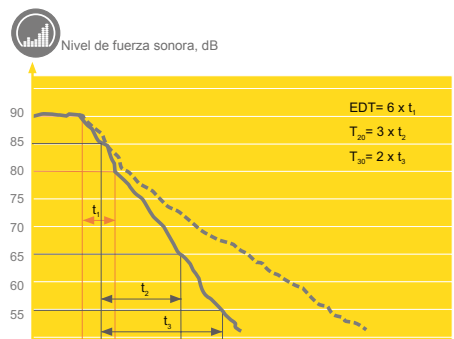


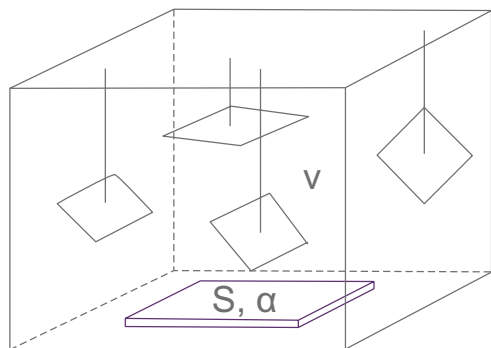
Figura 2: Midiendo el tiempo de reverberación según la ISO 3382-1/2

ISO 354 y el coeficiente de absorción práctica α_p

Para poder determinar las propiedades fonoabsorbentes de un material de construcción (o producto), como por ejemplo techos suspendidos y paneles de pared, la fórmula de Sabine se utiliza de acuerdo con la ISO 354. En una cámara de reverberación, se crea un campo sonoro difuso con la ayuda de objetos fonorreflectantes (como por ejemplo tablas en diversas posiciones y ángulos). El tiempo de reverberación se mide con y sin el material para caracterizarlo.

El producto que se está probando se instala en el suelo de la cámara. En el caso de productos suspendidos debería quedar aire entre el producto y el suelo. La altura del espacio tiene una influencia considerable sobre las propiedades absorbentes del producto. Por motivos prácticos, las medidas solo se toman con unos espacios de alturas concretas.

Conociendo el tiempo de reverberación con y sin el producto (T_{con} and T_{sin}), el volumen de la cámara de ensayo (V) y el área del material probado (S), se realizan los siguiente cálculos y se establece el factor de absorción α .



$$\alpha = \frac{0,16V}{S} \left(\frac{1}{T_{with}} - \frac{1}{T_{without}} \right)$$

Según su definición, el factor de absorción tiene un valor entre 0 y 1.0. Sin embargo, debido al efecto de difracción puede haber resultados superiores a 1.0 (fig. 3). El motivo de esto es el área de muestra limitada para la prueba. Su tamaño influirá en los coeficientes de absorción (fenómeno de difracción) especialmente a frecuencias medias y bajas.

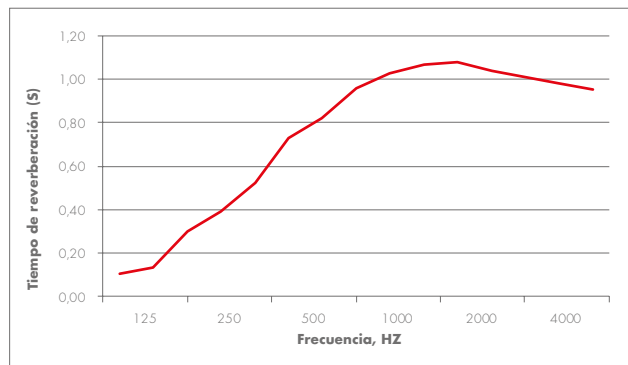


Figura 3: Medición de la absorción del sonido en una sala de reverberación. ISO 354

Basándose en el α medido, se calcula un coeficiente de absorción simplificado llamado coeficiente de absorción práctico α_p . Su valor siempre se encuentra entre 0 y 1 y se divide en octavas según la ISO 11654.

Como el campo sonoro en la cámara de reverberación es difuso, es decir, que las ondas o la energía sonora impactan en el material desde «todas» direcciones, el coeficiente de absorción solo es válido estrictamente para los campos sonoros difusos. En resumen, hay tres factores restrictivos importantes incorporados en el coeficiente de absorción:

- Las medidas solo se toman con unos espacios de aire determinados (espacios diferentes proporcionan resultados diferentes)
- Solo es válido para campos sonoros difusos
- Las propiedades de absorción en algunas frecuencias se sobrestiman debido al fenómeno de difracción

Cuando probamos absorbentes acústicos según la ISO 354, los laboratorios también desempeñan un papel importante. Debido a las tolerancias permitidas en la norma, por ejemplo respecto a la geometría de la sala y los procedimientos de medición, hay diferencias en los resultados de medición entre laboratorios. Por lo tanto, los resultados solo se deberían usar para comparar el rendimiento de los productos si se miden en el mismo laboratorio y en la misma ocasión. El α_p solo se debe considerar una propiedad de producto específica de laboratorio, no como una propiedad de producto relacionada con el diseño acústico en la realidad.

ISO 11654 y la clasificación de productos

Al comparar absorbentes acústicos a menudo lo hacemos según la ISO 11654, que de una manera sencilla clasifica los productos de la A a la E (+ inclasificados). Esta norma nos proporciona un índice de absorción de sonido ponderado y es otra simplificación basada en el α_p . Los valores de α_p se comparan con las curvas de referencia fijas y basándose en ellas, se clasifica el producto y obtenemos su α_w (fig. 4).

Comunicar este índice ponderado y el coeficiente α_w a todos los grupos objetivo es sencillo y puede que sea la forma más fácil de explicar el rendimiento acústico en lenguaje llano, pero hay que recordar que este índice es una versión simplificada de α_p . Como puede cambiar la clasificación de un producto, también hay que especificar una profundidad general de un sistema en relación con la clase de absorción. Además, el índice no contempla si en el espacio sobre el absorbente solo hay aire o por ejemplo está relleno con algún material aislante. Teniendo esto en cuenta, el índice no nos proporciona una respuesta a la pregunta de cómo se comportará un producto en la realidad, sino que nos aporta una cifra comparable basada en resultados de laboratorio.

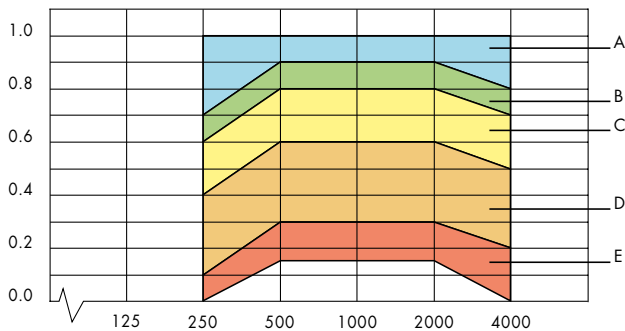


Figura 4: Clases de absorción

La resistencia al flujo del aire (AFR)

Una propiedad más específica de los productos para caracterizar los absorbentes porosos es la resistencia al flujo del aire. Al usar la resistencia al flujo del aire, es posible calcular los coeficientes de absorción que se pueden aplicar al Diseño Acústico Basado en la Actividad y por tanto, son más adecuados para usarlos como datos de entrada en modelos de cálculo acústico.

La resistencia al flujo del aire es una propiedad específica de los productos y el método de prueba no presenta los mismos problemas mencionados anteriormente al describir la ISO 354 y la ISO 11654. La resistencia al flujo del aire se pone a prueba según la ISO 9053 y simplemente evalúa la propagación de las ondas de sonido a través de un absorbente midiendo la diferencia entre p_1 y p_2 (p =presión) y la divide entre la velocidad (v) por el grosor del absorbente (d). La resistencia al flujo del aire solo se divide entre la velocidad (v).

Es importante aclarar que no existe un valor perfecto de resistencia al flujo del aire para un absorbente poroso. Pero sí que hay un valor óptimo de resistencia al flujo del aire para cada absorbente con cierto g.t.s. (grosor total del sistema).

Al medir la resistencia al flujo del aire, las divergencias respecto a la reproducibilidad son muy bajas y su efecto sobre los cálculos del coeficiente de absorción es minúsculo (fig. 5).

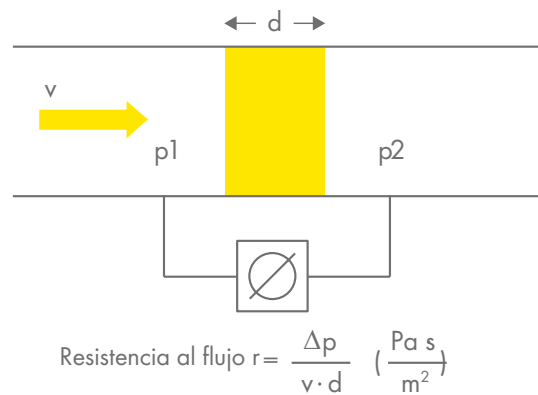


Figura 5: Método de prueba para AFR - ISO 9053

Cálculos de coeficientes de absorción utilizando la resistencia al flujo del aire

Como hemos mencionado anteriormente, es posible calcular los coeficientes de absorción de productos porosos cuando se conoce la resistencia al flujo del aire. El modelo de Delany y Bazley de 1970 es empírico y además es la base para otros modelos actuales. Ecophon ha decidido usar el modelo de Miki de 1990. Se desarrolló a partir del modelo de Delany y Bazley y es un poco más preciso con frecuencias bajas. Usando este modelo, obtenemos un coeficiente de absorción que refleja la realidad y no un método de ensayo en un laboratorio. Cabe mencionar que grandes diferencias en la resistencia al flujo del aire (en cifras) no siempre suponen grandes diferencias al final.

$$Z_c = \rho_0 c_0 \left[1 + 0.070 \left(\frac{f}{\sigma} \right)^{-0.632} - j 0.107 \left(\frac{f}{\sigma} \right)^{-0.632} \right]$$

$$k_t = \frac{\omega}{c_0} \left[1 + 0.109 \left(\frac{f}{\sigma} \right)^{-0.618} - j 0.160 \left(\frac{f}{\sigma} \right)^{-0.618} \right]$$

En resumen, cuando conocemos la resistencia al flujo del aire de un absorbente poroso tenemos la posibilidad de calcular coeficientes de absorción más precisos y así después podemos calcular no solo el tiempo de reverberación, sino también otros descriptores acústicos como la claridad del discurso y el nivel de sonido.

Los cálculos basados en la resistencia al flujo del aire a menudo mostrarán resultados distintos a los que podemos calcular usando la ecuación de Sabine y α_p , pero los resultados serán más precisos cuando los comparemos a lo que pasa en realidad, como se ve en muchas mediciones. No debemos olvidar que la ecuación de Sabine en sí misma se basa en una condición que es difícil obtener en la realidad. Además, según la ISO 354, α_p debe considerarse un parámetro de producto que se ve influenciado por el procedimiento de medición y no directamente un parámetro aplicable al diseño.

La resistencia al flujo del aire nunca debería ser un argumento en sí misma sobre qué productos tienen un mejor rendimiento. La resistencia al flujo del aire es una propiedad de producto que nos ayuda a calcular descriptores acústicos más precisos.

Nuevo modelo para calcular la reducción acústica en salas

Ecophon ha desarrollado un nuevo modelo para calcular la reducción acústica en salas con techos absorbentes. El modelo está adaptado específicamente a las condiciones acústicas presentes en salas con techos fonoabsorbentes. La idea principal tras el modelo es que el campo sonoro en este tipo de salas puede ser difuso o no difuso. El campo sonoro difuso se compone de ondas de sonido que viajan de forma más o menos paralela al techo o rasantes y el campo sonoro no difuso se compone de ondas no rasantes con un ángulo más pronunciado hacia el techo. La suma de las curvas de reducción rasantes y no rasantes proporciona la curva total de la reducción de la reverberación. (fig. 6).

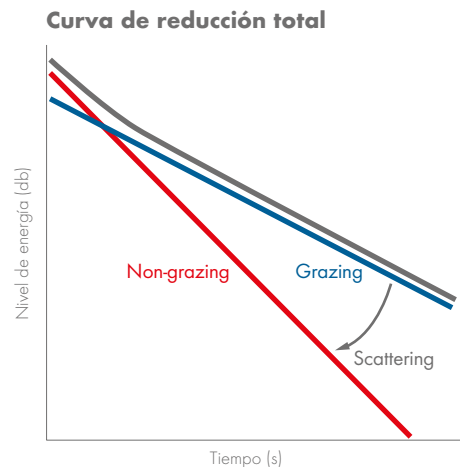


Figura 6: Curva de reducción total

Basándonos en la curva de la reducción acústica total podemos calcular la claridad del discurso, el tiempo de reverberación y nivel de fuerza sonora. Una propiedad importante de este modelo es que la dispersión del sonido debido a muebles u otros objetos interiores puede cuantificarse como la transferencia de la energía de sonido del campo difuso al no difuso. Otra característica del modelo es que la resistencia al flujo del aire se usa como dato de entrada para los absorbentes porosos de techo. A partir de la resistencia al flujo del aire se pueden tener en cuenta cálculos que consideren el efecto de la altura real de la sujeción y otras circunstancias que no son inherentes al coeficiente de absorción práctico, como por ejemplo el hecho de que la absorción acústica dependa del ángulo de incidencia.



La Calculadora Acústica Ecophon

Gratuita

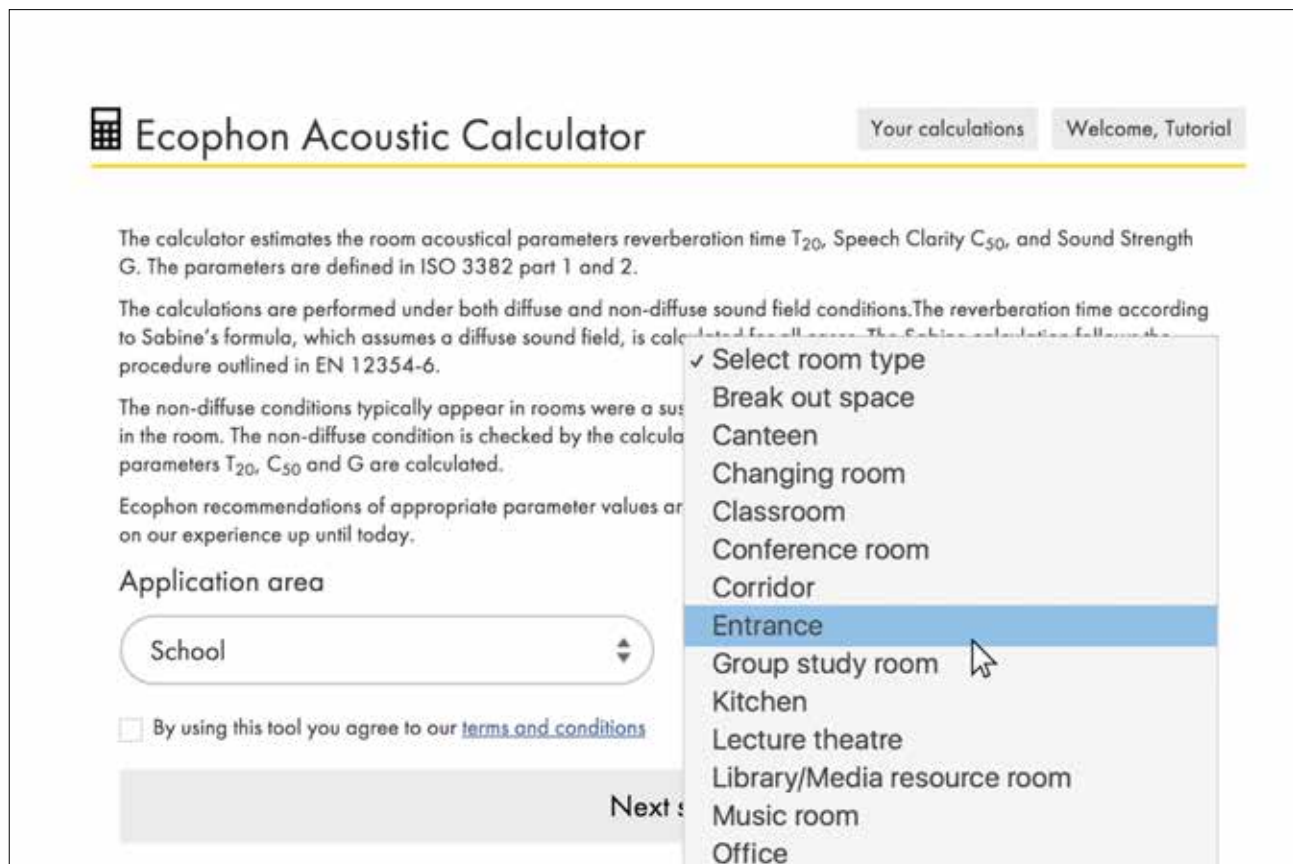
La Calculadora Acústica Ecophon es una herramienta electrónica muy fácil de utilizar y cuyo uso además es gratis. Al utilizarla podrá obtener valores acústicos correctos sin necesitar las medidas reales. Esto significa que ahora podrá diseñar espacios y saber cómo mejorarán el bienestar y el rendimiento de la gente que los use, desde la mesa de dibujo.

Puede encontrar la calculadora en ecophon.com/e-tools.

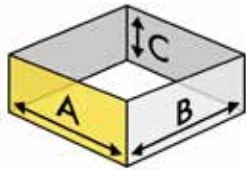
La calculadora le guiará paso a paso, indicándole la información que debe proporcionar. La mayoría de la información se proporciona eligiendo entre varias opciones en menús desplegables.

1. El tipo de espacio que quiere calcular

Si por ejemplo es una oficina celular, un pabellón deportivo de una escuela o la cafetería de un hospital.



The screenshot displays the Ecophon Acoustic Calculator interface. At the top, there is a header with the calculator's name and two buttons: "Your calculations" and "Welcome, Tutorial". Below the header, there is a paragraph explaining the calculator's purpose and the parameters it estimates (reverberation time T_{20} , Speech Clarity C_{50} , and Sound Strength G). Another paragraph describes the calculation method (Sabine's formula) and the conditions under which it is performed. A third paragraph mentions the non-diffuse conditions and how they are checked. Below this, there is a section titled "Application area" with a dropdown menu currently set to "School". A checkbox is present with the text "By using this tool you agree to our [terms and conditions](#)". At the bottom right, there is a "Next" button. A dropdown menu is open, showing a list of room types: "Select room type", "Break out space", "Canteen", "Changing room", "Classroom", "Conference room", "Corridor", "Entrance" (highlighted), "Group study room", "Kitchen", "Lecture theatre", "Library/Media resource room", "Music room", and "Office".

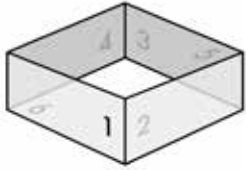


Room dimensions (in meters)

A: Wall length (meters) B: Wall width (meters) C: Wall height (meters)

Dimensions	
Volume	168.00 m ³
Wall area	90.00 m ²
Roof area	56.00 m ²
Floor area	56.00 m ²

2. Dimensiones de la sala



Room surfaces

Wall	Surface	Area
Wall 1	24.00 m ²	
Wall 2	56.00 m ²	
Wall 3	56.00 m ²	
Wall 4	56.00 m ²	
Roof	56.00 m ²	
Floor	56.00 m ²	

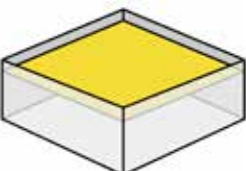
Wall 1 24.00 m²

Wall surface Number of doors on wall

Number of windows on wall

3. Materiales de las paredes, el techo y el forjado

4. El número y el tamaño de puertas y ventanas



Adding absorption

1. Suspended ceiling

1: Family

2: Product

3: Distance from floor to ceiling (m)

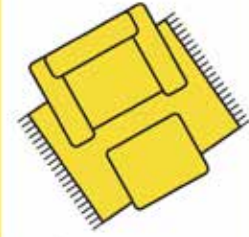
5. Los absorbentes acústicos de su elección para techo y paredes

Furnishing



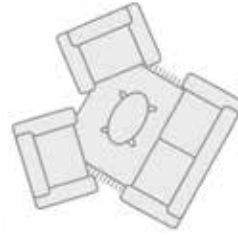
Sparse

A sparse room is characterized by a small amount of furniture or equipment and bare walls which are sound reflecting. A classroom, conference room or office mainly furnished with tables and non-upholstered chairs over the floor area and very few cupboards or shelves along the walls may be an example.



Normal

A normal furnished room means a room with furniture over the floor area and along the walls. A classroom, office or conference room with tables and chairs over the floor area and shelves and cupboards along the walls may be an example.



Dense

A dense furnished room is a room with a large amount of furniture and equipment and where some of the furniture's are upholstered like office chairs and sofas. A care room with beds in a hospital can be considered as a densely furnished room.

Back

Next step

6. La cantidad de muebles que es probable que haya en la sala

Ecophon Acoustic Calculator

Your calculations Welcome, Tutorial

Results and Ecophon recommendation

Reverberation time T_{20} (s)

Sabine calculation
0.34
RAC calculation
0.42
Ecophon recommendation
 ≤ 0.5

Speech clarity C_{50} (dB)

Sabine calculation
8.30
RAC calculation
7.09
Ecophon recommendation
 ≥ 6

Strength G (dB)

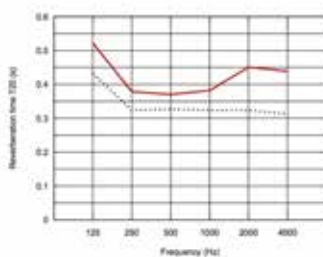
Sabine calculation
18.48
RAC calculation
16.72
Ecophon recommendation
 ≤ 17

Note: Average bands over octave bands 125 to 4000Hz.

Ecophon recommendations are based on our experience up until today and might be subject to change in the future.

Room Acoustic Comfort (RAC) calculations for rooms with absorbing ceilings. This calculation will give a better correspondence to measurements than Sabine formula.

Reverberation time T_{20} (s)



--- Sabine calculation
— RAC calculation

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0.43	0.32	0.33	0.32	0.32	0.31
0.52	0.38	0.37	0.38	0.45	0.44

7. Resultados instantáneos

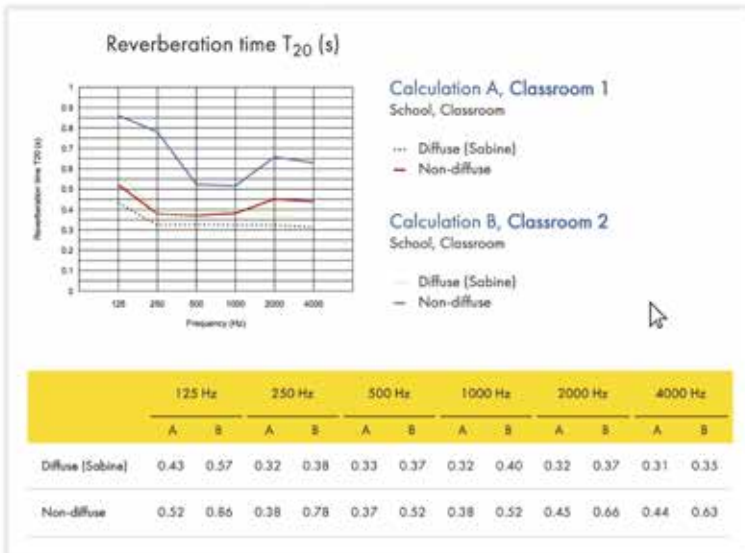
Al terminar, en tan solo unos segundos la calculadora le proporcionará los resultados y recomendaciones. Para que pueda comparar las cifras con la tradicional fórmula de Sabine, esta también se incluye en los resultados.

Comparing calculations

Calculation A, Classroom 1
School, Classroom

Calculation B, Classroom 2
School, Classroom

	Reverberation time T_{20} (s)		Speech clarity C_{50} (dB)		Strength G (dB)	
	A	B	A	B	A	B
Diffuse (Sabine)	0.34	0.41	8.30	6.67	18.48	19.23
Non-diffuse	0.42	0.66	7.09	4.49	16.72	17.70
Ecophon recommendation	≤ 0.50	≤ 0.50	≥ 6.00	≥ 6.00	≤ 17.00	≤ 17.00



8. Guarde sus cálculos

Usar la calculadora es totalmente gratis. Si usted es un usuario registrado también puede:

- guardar todos sus cálculos
- enviarlos por correo electrónico
- comparar cálculos
- descargar informes en PDF

Los usuarios no registrados pueden:

- descargar informes en PDF

¡Bienvenido a la Calculadora Acústica Ecophon!

Ecophon®

SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Ecophon es el principal proveedor de soluciones acústicas. Contribuimos a crear ambientes interiores más saludables, mejorando la calidad de vida, el bienestar y el rendimiento laboral de los usuarios finales. A lo largo de la evolución, los sentidos de los seres humanos se adaptaron a la vida en el exterior. Por tanto, nuestro objetivo es inspirarnos en la naturaleza para conseguir la acústica ideal en nuestros espacios interiores. Sabemos que esto tendrá un efecto sonoro positivo sobre las personas. - A sound effect on people.



Los principios que guían nuestro trabajo tienen sus raíces en nuestra herencia sueca, por lo que nos resulta natural tener una perspectiva humana y sentir una responsabilidad común por la vida de las personas y los retos del futuro.

Ecophon forma parte del Grupo Saint-Gobain, un líder mundial de hábitat sostenible. También es uno de los principales cien grupos industriales del mundo, que innova constantemente para ofrecer soluciones a los mayores desafíos de eficiencia energética y protección medioambiental. Sean cuales sean las nuevas necesidades que surjan en el mercado del hábitat y de la construcción, el futuro está hecho de Saint-Gobain.