

# AEPS06 Acondicionamiento sonoro

---

## AEPS06 Acondicionamiento sonoro

---



**Materiales formativos de FP en línea, propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional**

[Aviso legal](#)

# 1. Material absorbente acústico

---

En [material absorbente acústico](#) es aquel capaz de absorber la energía acústica de las ondas sonoras que chocan contra este material. Cuanta más energía sean capaces de absorber mejor serán, y también aumentará su precio. Sin embargo, debido a esta capacidad de absorción no son buenos aislantes, ya que al absorber energía pueden tener la capacidad de transmitirla. Por ello la misión principal de estos materiales en una sala es la de reducir el tiempo de reverberación.



Otra cosa que hay que tener en cuenta es que la absorción va a depender de dos variables, una es la **frecuencia de la onda**, siendo mucho más fácil la absorción de las frecuencias medias y altas, debido a que su longitud de onda no es muy grande, y más difícil en las bajas frecuencias porque su longitud de onda es larga. La otra variable de la que depende la absorción es el **ángulo de incidencia de la onda** sobre la superficie absorbente.

Los materiales absorbentes que se suelen utilizar en las salas deberían tener, además, otras funciones como que puedan servir como material de acabado de las superficies, que tengan características de resistencia al fuego, que sean fáciles de mantener y limpiar...

Esta es una lista, no exhaustiva de los materiales más habituales y de sus principales características:

- **Poroso:** tiene una estructura granular, permitiendo que la onda penetre entre los poros de pequeño tamaño, en el interior de los cuales las moléculas del aire vibran excitadas por la energía transmitida, la energía se pierde en forma de calor al rozar las moléculas del aire con las paredes de los pequeños poros. La absorción depende no sólo de la frecuencia de la onda, disminuyendo a medida que aumenta la frecuencia, sino también de su espesor; si es demasiado delgado la

absorción de las frecuencias que se encuentren por debajo de 1 kHz se van a ver disminuidas, por otra parte al aumentar su espesor también lo hace el precio, lo que obliga a llegar a un equilibrio entre lo que se quiere absorber y el precio a pagar. Estos materiales los podemos encontrar en el mercado en forma de tableros de fácil instalación tanto en paredes como en techos.

- **Argamasa:** son materiales que se aplican húmedos bien con pistola neumática, bien con paleta. El resultado es una superficie continua de un espesor homogéneo. Se fabrican en el mismo lugar en el que se van a aplicar sin más que añadir un líquido aglutinante a la parte seca y mezclar. Presentan una gran absorción en frecuencias por encima de 1 kHz, con coeficientes de absorción muy altos, pero por debajo de 0,5 kHz, su coeficiente de absorción no es tan bueno.
- **Suspendidos:** son láminas planas colocadas en el techo verticalmente en forma de hileras. Cuando la separación entre uno de estos elementos y otro aumenta, lo hace también su coeficiente de absorción, esto hace disminuir el número de paneles colocados en la sala y el efecto global es que también disminuye la absorción total.
- **Anecoicos:** son cuñas en las que el sonido penetra pero ya no puede salir. La forma que tienen aumenta la superficie de absorción hasta llegar a multiplicarla por tres. La cuña está diseñada de forma que la onda se refleje varias veces en su interior y como el material de la cuña es absorbente, en cada una de las reflexiones se pierde una gran cantidad de energía sonora.

## Para saber más

Visite algunas casas comerciales y familiarícese con los productos que venden para absorción del sonido y del precio que tienen estos materiales.

[Acústica integral](#)

[City sound](#)

[Evolon](#)

## 2. Aislamiento acústico

En la unidad anterior se ha estudiado qué le pasa a la energía acústica cuando llega al límite de la sala en la que se propaga, que se refleja volviendo a la sala, que se absorbe y entonces, o bien se disipa en forma de calor, o bien es transmitida al otro lado de la pared, convirtiéndose en una fuente de energía sonora.



Las paredes son estructuras verticales que sirven para delimitar espacios, y, en el caso del sonido, van a tener la misión de, o bien evitar que el sonido exterior penetre en la sala, o bien que el sonido del interior de la sala salga al exterior. En ambos casos, se busca que las paredes aislen la sala. Además de este [aislamiento acústico](#), cumplirán otras misiones como la del aislamiento térmico...

Se puede calcular la relación que existe entre la potencia sonora que llega a la pared y es absorbida por la misma,  $w_i$ , y la energía sonora que finalmente es transmitida al otro lado de la pared,  $w_t$ , mediante el [factor de transmisión sonora](#),  $\tau$ .

$$\tau = \frac{W_t}{W_i} \quad (6.1)$$

Así, el [aislamiento acústico de una pared](#),  $R$ , se calculará como:

$$R = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{\tau}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{W_i}{W_t}\right) \quad (6.2)$$

El [aislamiento acústico bruto](#),  $D$ , es la diferencia entre el nivel de presión sonora en la sala origen del sonido,  $L_{p1}$  y el nivel de presión sonora en la sala receptora del mismo,  $L_{p2}$ :

$$D = L_{p1} - L_{p2} \quad (6.3)$$

## Autoevaluación

**En una sala el nivel de presión sonora es de 88 dB, ésta se encuentra separada de otra sala por una pared que tiene un aislamiento acústico bruto de 28 dB, ¿cuál será el nivel de presión acústica en la segunda sala?**

- 116 dB.
- 60 dB.
- $4,34 \times 10^{-6}$  dB.
- 28 dB.

No es correcto. No se suma el aislamiento acústico bruto.

Correcto. En efecto es el nivel de presión sonora en la segunda sala.

Incorrecto. Este sería el incremento al sumar, y no se suman.

No es cierto. Este es el aislamiento bruto de la pared que separa las salas.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

## 2.1 Paredes simples

---

Una pared puede ser simple si tiene una única hoja, en el caso de que el material de construcción sea el mismo diremos de la pared que es homogénea, mientras que si posee varios tipos de materiales o huecos, las paredes serán heterogéneas.



Cuando una onda sonora choca contra una pared simple homogénea, en el punto de contacto se produce un aumento de la presión. La partícula se verá desplazada de su posición y este cambio de posición de la partícula se traslada todo a lo ancho de la pared, hasta que llega al final, y se produce un abombamiento haciendo que las partículas de aire cercanas se muevan y convirtiéndose en una onda sonora en la sala de al lado. Y, además, la onda sonora sale con el mismo ángulo con el que entró.

La pared produce un aislamiento acústico,  $R$ , que se puede calcular mediante la [ley de masas](#):

$$R = 20 \cdot \log \frac{\pi \cdot \nu \cdot M \cdot \cos \theta}{\rho_0 \cdot V_s} \quad (6.4)$$

donde:

- $\nu/\text{Hz}$  es la frecuencia de la onda.
- $M/\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$  es la masa superficial de la pared.
- $\theta/\text{rad}$  es el ángulo de incidencia de la onda contra la pared.
- $\rho_0/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  es la densidad del aire.
- $v_s/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  es la velocidad del sonido.

En el caso de paredes heterogéneas, el aislamiento acústico global,  $R_g$ , se calcula ponderando el aislamiento producido por cada tipo de material que forma parte de la pared:

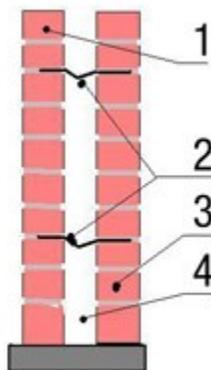
$$R_g = 10 \cdot \log \frac{\sum_i S_i}{\sum_i 10^{0,1 \cdot R_i}} \quad (6.5)$$

donde  $S_i$  es la superficie de la pared que tiene un aislamiento acústico  $R_i$ .

La ley de masas se cumple hasta la [frecuencia crítica](#), aquella que coincide con las ondas de flexión, son las ondas que se producen en la superficie de la pared cuando es alcanzada por una onda acústica. En las cercanías de la frecuencia crítica se produce una disminución del aislamiento y por encima de la frecuencia crítica el aislamiento es bastante aproximado al calculado por la ley de masas.

## 2.2 Paredes dobles

Observando la ecuación 6.4 se observa que, a medida que aumenta la masa superficial de la pared, aumentará el aislamiento conseguido, pero, en la misma medida, también aumentará el peso de la pared, y el precio que hay que pagar por su construcción. El problema del peso de la pared se puede solventar construyendo una pared que conste de dos hojas separadas por una cámara de aire. En este caso, para mejorar el aislamiento acústico de la pared doble hay que conseguir que no exista ningún [puente acústico](#) que una ambas hojas, para evitar que las vibraciones se propaguen por este puente.



En las paredes dobles se cumple la siguiente ley de masas:

$$R = 20 \cdot \log \frac{4 \cdot \pi^3 \cdot v^3 \cdot M_1 \cdot M_2 \cdot d \cdot \cos^2 \theta}{\rho_0^2 \cdot v_s^3} \quad (6.6)$$

donde:

- $v/\text{Hz}$  es la frecuencia de la onda.
- $M_i/\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$  son las masas superficiales de cada una de las hojas que forman la pared.
- $\theta/\text{rad}$  es el ángulo de incidencia de la onda contra la pared.
- $\rho_0/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  es la densidad del aire.
- $v_s/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  es la velocidad del sonido.
- $d/\text{m}$  es la longitud que separa ambas hojas.

Dos hojas de una material indeformable separadas por una cavidad de aire se comportan como un sistema vibrante con una frecuencia de resonancia. A esta frecuencia de resonancia se ve reducido el aislamiento.

Entre las dos hojas de la pared se van a formar estacionarias, que van a producir una reducción del

aislamiento conseguido. La frecuencia fundamental se conoce como [frecuencia límite](#) o de cavidad, y a cada uno de los armónicos como [frecuencias de espesor](#). Una forma de resolver la reducción del aislamiento es rellenar la cavidad con algún material absorbente, en este caso el aumento del aislamiento se puede calcular como:

$$\Delta R = -A \cdot \log(1 - \alpha) \quad (6.7)$$

donde:

- $A$ , es una constante que depende de la masa superficial de la pared. Si la masa superficial de la pared es menor que  $200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  su valor es 10, y, si es mayor, 5.
- $\alpha$  es el coeficiente de absorción del material que rellena la pared.

## Autoevaluación

**¿Cómo se denominan las frecuencias armónicas de la frecuencia límite?**

- Frecuencia crítica.
- Frecuencia de cavidad.
- Frecuencias de espesor.
- Frecuencia estacionaria.

No. Esta es la frecuencia que coincide con la onda de flexión de la pared.

No. Este es un sinónimo de la frecuencia límite.

Sí. En efecto las frecuencias de espesor son las armónicas de la frecuencia límite.

No. Esta no es la respuesta correcta.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

### 3. Equipos de protección individual

---

Se verá qué son los equipos de protección individual, cuál es la normativa que siguen y qué tipos se pueden encontrar.

## 3.1 Normativa

---

En el Real Decreto 773/1997 ([BOE 140, 12/06/1997](#)) se define el **equipo de protección individual**, EPI, como aquel destinado a ser llevado, o sujetado, por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que amenacen su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.



El Reglamento (UE) 2016/425 ([DO L 81, 31/03/2016](#)) describe las características que tienen que tener los equipos de protección individual, y, en concreto, los que tienen que proteger a los trabajadores frente al ruido. Estos deben atenuar los ruidos de forma que, en ningún caso, se superen los niveles sonoros equivalentes percibidos por el usuario y no se superen los límites prescritos en el Real Decreto 286/2006 ([BOE 60, 11/03/2006](#)), es decir, el nivel de exposición diario equivalente no debe superar los 87 dB(A), ni el nivel de pico los 140 dB(C).

La utilización de estos equipos de protección individual acarrea una serie de riesgos que se reducen diseñando de manera que:

- No produzcan incomodidad ni molestias.
- Se limpien con facilidad.
- Estén libres de aristas y ángulos pronunciados.
- Los materiales que se utilicen en su construcción sean resistentes al fuego, a la combustión y a la fusión.
- Las frecuencias que tienen que atenuar los EPI se deben seleccionar para que pueda comunicarse con su entorno, y en particular, poder entender el lenguaje hablado y que escuche todos los sonidos y señales que estén relacionados con su trabajo.

## Autoevaluación

**¿Cuál es el nivel equivalente que no se puede superar durante la jornada laboral?**

- 87dB(A).
- 140 dB(A).
- 87 dB(C).
- 140 dB(C).

Sí. Este es el nivel que no se debe superar en ningún caso.

No. Esta no es la respuesta correcta.

No, el nivel equivalente se pondera según la curva A.

No. Este nivel es para el nivel de pico.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

## 3.2 Tipos de equipos de protección individual

---

Los equipos de protección individual son de dos tipos, los [protectores pasivos](#) y los [protectores no pasivos](#). Los pasivos son una barrera que se interpone entre el ruido y el sistema auditivo de quien los porta. Los no pasivos incorporan además sistemas electrónicos que permiten reducir la atenuación cuando el nivel de ruido es bajo permitiendo que el portador pueda escuchar, y aumentan la atenuación al aumentar el nivel de ruido en el ambiente en el que se porten.

Entre los protectores pasivos encontramos las [orejeras](#), que son casquetes destinados a cubrir el pabellón auditivo y que se encuentran forrados de materiales absorbentes además de llevar almohadillas para amoldarse a las formas anatómicas del portador.



Los [tapones](#) se introducen en el canal auditivo externo con la misión de evitar la penetración de las ondas de sonido. Los tapones son de muchos tipos, pueden ser desechables o reutilizables, según que se puedan utilizar más de una vez o no. Se pueden encontrar premoldeados, si tienen una forma dada, entonces se deben indicar los diámetros del conducto para los que son válidos. O moldeables, el usuario reduce su diámetro con los dedos antes de ajustárselo y en el interior del mismo se adaptan a él. E incluso personalizados, aquellos que se fabrican a partir de la impresión del conducto del usuario.



Los protectores no pasivos pueden tener la forma tanto de orejeras como de tapones, pero llevan incorporados sistemas electrónicos que permiten modificar la atenuación en función del nivel de ruido en

el ambiente laboral. Este tipo de protectores debe llevar una advertencia en la que se informe de los niveles máximos de uso en función de la frecuencia, alta, media o baja, además de informar de que pueden producir niveles de sonido muy elevados.

Los protectores no pasivos pueden, incluso, llevar acoplados unos altavoces, por donde el trabajador pueda recibir mensajes verbales o señales acústicas de cualquier tipo.

## Para saber más

¿Cómo se calcula la atenuación proporcionada por un protector auditivo?

[Lea la norma NTP 638 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo](#)

## Autoevaluación

**Un equipo de protección individual está construido de un material fácilmente deformable que se adapta a la forma del conducto auditivo externo una vez introducido en él, ¿qué tipo de protector es?**

- Orejeras con altavoces.
- Tapones premoldeados.
- Tapones personalizados.
- Tapones moldeables.

No. La pregunta nos está indicando algún tipo de tapón.

No. Los tapones premoldeados tienen un diámetro fijo y tienen que indicar los diámetros del conducto para los que se pueden utilizar.

No. Los tapones personalizados se fabrican a partir de la impresión del conducto.

Sí. Los tapones moldeables se deforman antes de ser introducidos en el conducto y luego al intentar recuperar su forma original se adaptan a la forma del mismo.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

## 4. Sonómetros

---

Se estudiará qué son los dosímetros y los sonómetros de clase 1 así como la legislación que les afecta.

## 4.1 Definición

---

Un [sonómetro](#) es un instrumento destinado a la medida de los niveles de presión acústica, y nos permite calcular una serie de valores ponderados tanto por la frecuencia como por el tiempo.



Los sonómetros están formados por un micrófono que son los encargados de captar la energía acústica y transformarla en energía eléctrica. Los micrófonos que llevan incorporados los sonómetros deberían ser capaces de captar todo el rango de frecuencias que capta el sistema auditivo, y la sensibilidad del mismo debería ser parecida en todo el rango. Estas restricciones, sobre todo la de la frecuencia, hacen que las dimensiones de los micrófonos se vean reducidas, lo que hace reducir la sensibilidad. Una vez que conocemos las frecuencias componentes de un sonido o ruido podemos cambiar de micrófono y colocar uno centrado en las frecuencias de nuestro interés, lo que aumenta la sensibilidad.

Tras el micrófono se coloca un preamplificador, que modifica la señal eléctrica que sale del micrófono aumentando su intensidad. Una vez amplificada la señal del micrófono se encuentran los filtros de ponderación, que se pueden seleccionar. Tras los filtros, la señal se vuelve a amplificar y un rectificador convierte la corriente alterna en corriente continua, que es medida por un voltímetro. El resultado de la medida se muestra en un indicador.

Los sonómetros pueden medir la intensidad del sonido durante un intervalo de tiempo que se puede seleccionar:

- Pico: sirve para evaluar los ruidos de muy corta duración pero muy intensos, como disparos o portazos, el intervalo de medida se encuentra entre 50  $\mu$ s y 100  $\mu$ s.
- Impulso: sirve para evaluar impactos y la duración del intervalo de medida es de 35 ms.

- Rápido: este tiempo simula la respuesta natural del oído, el tiempo de medida es de 125 ms.
- Lento: sirve para la evaluación de ruidos de fondo como el ruido del tráfico, el intervalo de medida es de 1 segundo.

## Para saber más

Los sonómetros tienen que cumplir una serie de requisitos que están fijados por el ministerio de industria en la Orden ITC/2845/2007 ([BOE 237, 03/10/2007](#)).

## Autoevaluación

**Se quiere medir el efecto que un ruido tiene sobre el sistema auditivo, ¿cuánto dura el intervalo de tiempo de medida?**

- 35 ms.
- 125 ms.
- 1 s.
- 75  $\mu$ s.

No. Este intervalo se utiliza para ruidos impulsivos.

Sí. Se utiliza este intervalo porque es el que simula la respuesta del oído humano.

No. Este intervalo se utiliza para ruidos de fondo.

No, este es el tiempo para medir los ruidos muy intensos y cortos.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

## 4.2 Tipos de sonómetros

---

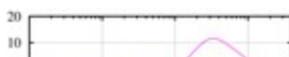
Hay diferentes maneras de clasificar los sonómetros. Por ejemplo, los podemos clasificar en función de la precisión, es decir del máximo error que pueden cometer en cada medida, estos errores dependerán de la frecuencia y se encuentran tabulados. De esta forma se tienen sonómetros de clase 1 cuya precisión es mucho mayor que los sonómetros de clase 2, y por tanto mucho más caros. Los sonómetros de clase 2 se utilizan para realizar medidas cuando la precisión no es muy importante, mientras que los sonómetros de clase 1 se utilizan en trabajos de precisión.

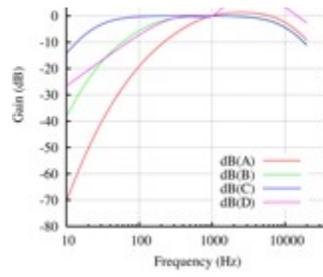
Otra forma de clasificar los sonómetros es en función de su modo de operación:

- Básicos: sólo poseen los selectores de tiempo rápido y lento, y dan una medida del tiempo de medida.
- Estadísticos: proporcionan información acerca de los percentiles en los que se ha superado un determinado nivel de ruido.
- Integradores: ofrecen un valor promedio de presión sonora durante el tiempo de medida.
- Dosímetros: son sonómetros diseñados para medir la exposición de los trabajadores al ruido durante la jornada laboral.
- Analizadores de frecuencia: descomponen la energía sonora y realizan un análisis de Fourier de la misma, por ello, poseen filtros de banda constante, que dividen el espectro sonoro en bandas iguales; o filtros de banda de porcentaje constante, por ejemplo de octava, de tercio de octava...

Entre los filtros utilizados en los sonómetros se encuentran las curvas de ponderación:

- La curva A se utiliza para intensidades por debajo de 55 dB, y atenúan las frecuencias que se encuentran por debajo de 1 kHz, es el más utilizado porque actúa de manera similar al oído humano.
- La curva B se utiliza para intensidades que se encuentran entre los 55 y los 85 dB. Filtra las frecuencias que se encuentran por encima de 3 kHz y por debajo de 0,5 kHz.
- La curva C se utiliza cuando la intensidad se encuentra por encima de 85 dB. Filtra las frecuencias que se encuentran por debajo de 0,05 kHz y por encima de 3 kHz.
- La curva D se ha diseñado para filtrar el sonido de los aviones.





Para saber más

[¿Cómo se utilizan las curvas de ponderación?](#)

# Anexo. Licencias de recursos

## Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo

### Recurso

### Datos del recurso



Autoría: Vlang11230.

Licencia: Creative Commons Genérica de Atribución/Compartir-Igual 3.0.

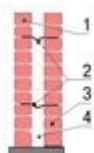
Procedencia: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sound\\_level\\_meter\\_class2.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sound_level_meter_class2.png)



Autoría: Ellywa

Licencia: Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0.

Procedencia: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anechoic\\_chamber.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anechoic_chamber.jpg)



Autoría: Nerijp

Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 C

Procedencia: Montaje sobre <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crampons-murs.>



Autoría: SieBot

Licencia: Dominio público

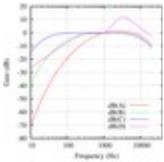
Procedencia: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gehoorbescherming\\_\(koptelefo](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gehoorbescherming_(koptelefo)



Autoría: Matthew G. Bisanz

Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 C

Procedencia: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Housing\\_insulation\\_by\\_Matthe](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Housing_insulation_by_Matthe)



Autoría: Omegatron

Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 C

Procedencia: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weighting\\_curves.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weighting_curves.png)



Autoría: Rosser1954

Licencia: Dominio público

Procedencia: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Irregular\\_stonework\\_at\\_Kilwin](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Irregular_stonework_at_Kilwin)



Autoría: Hsorais

Licencia: Creative Commons Atribución 3.0, no adaptada.

Procedencia: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PamPremium.jpg?uselang=es>



Autoría: Tjwood

Licencia: Creative Commons Attribution 2.0 Generic license

Procedencia: [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Disposable\\_foam\\_earplugs.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Disposable_foam_earplugs.jpg)