



DONPÓL® TR
aislamiento

Manual Técnico

Acústico



Neopor
original insulation by **BASF**

GRUPO
Valero
AISLAMIENTO

1. Diferencia entre sonido y ruido	7
2. Diferenciación entre fenómenos acústicos	8
a) Reflexión	8
b) Transmisión de ruido aéreo	8
c) Transmisión de ruido producido por impacto	8
3. Corrección de los fenómenos acústicos	9
a) Acondicionamiento acústico	11
b) Aislamiento acústico a ruido aéreo	15
b.1) Física de la onda	17
b.2) Aislamiento acústico de una pared	27
c) Aislamiento acústico a ruido de impacto	33
c.1) Método simplificado de cálculo	36
4. Requisitos normativos	39
a) NBE-CA-88	42
b) CTE-DB-HR	42
c) Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido	44
5. Soluciones constructivas y comparativas	47
a) Aislamiento acústico a ruido aéreo	49
Comparativa	53
b) Aislamiento acústico a ruido de impacto	56
Comparativa	59
c) Acondicionamiento acústico de locales	61



acusticos

Neopor
acustico *insulator* by **BASF**

GRUPO
Valero
AÍSLAMIENTOS

1. DIFERENCIA ENTRE SONIDO Y RUIDO

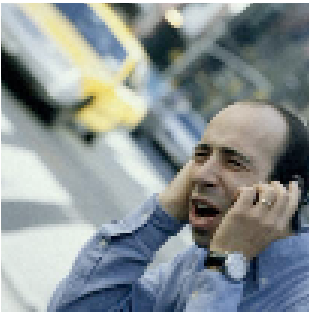
Dentro de la corrección acústica no se habla de “sonido” sino de “ruido”. Esta diferencia que, a primera vista, parece un juego de palabras, es de gran importancia ya que:

SONIDO



Se puede definir como una perturbación que se propaga por un medio, por ejemplo el aire. Podemos asemejar el sonido con las ondulaciones que se producen en un estanque cuando tiramos una piedra: existe un foco (lugar de la superficie del agua donde cae la piedra) y una propagación de la perturbación producida (las ondas que vemos en la superficie).

RUIDO



Se puede definir como un sonido molesto o la sensación sonora no deseada.

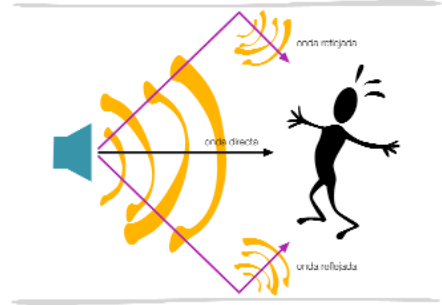
SONIDO = AGRADABLE / RUIDO = NO AGRADABLE

Por ello en edificación se intenta reducir los fenómenos de propagación del ruido.

2. DIFERENCIACIÓN ENTRE FENÓMENOS ACÚSTICOS

a) REFLEXIÓN

Se produce al rebotar una onda sobre una superficie (una pared de una sala por ejemplo). Estos rebotes (ecos) producen un nivel sonoro suplementario que se suma al principal, por lo que el sonido percibido es mayor al original, pudiendo llegar a niveles molestos (ruido). Este fenómeno suplementario también se conoce como reverberación y se produce dentro de una misma sala. Su tratamiento se hace muy importante en salas como: cines, restaurantes, oficinas, teatros, etc.



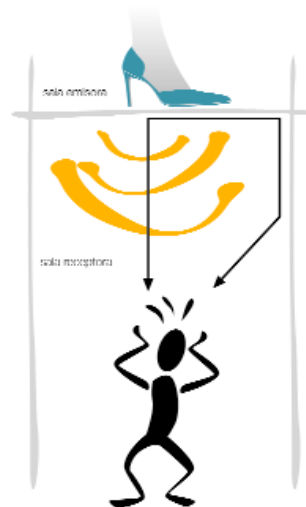
b) TRANSMISIÓN DE RUIDO AÉREO

Se trata de ruidos que se transmiten a través del aire y que, al encontrarse con un cerramiento, se transmiten a otras salas distintas de las que donde se originó.



c) TRANSMISIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Se trata de un ruido que se produce al vibrar una estructura como consecuencia de un impacto (arrastrar un mueble, etc).



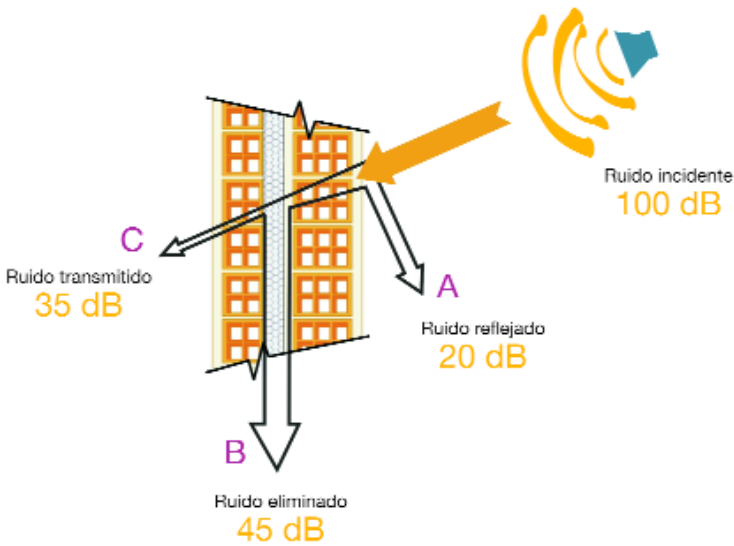
La diferenciación correcta de estos tres fenómenos permite la adopción de medidas eficaces contra el ruido.

3. CORRECCIÓN DE LOS FENÓMENOS ACÚSTICOS

Los tres fenómenos anteriores tienen diferente método de corrección:

PROBLEMA	¿QUÉ HAY QUE BUSCAR?	¿QUÉ CARACTERÍSTICA HAY QUE PEDIR?	
Reflexión del sonido	ACONDICIONAR (dar confort acústico dentro de una sala)	Absorción	α sabine
Transmisión al ruido aéreo	AISLAMIENTO RUIDO AÉREO (evitar que el ruido pase de una sala a otra)	Reducción sonora	R_w
Transmisión de ruido producido por impacto	AISLAMIENTO RUIDO DE IMPACTO (evitar que la estructura vibre por un impacto)	Presión acústica de impacto	$L_{i,w}$

Es importante conocer también como se descompone un sonido cuando se encuentra con un obstáculo



Cuando una onda llega a un cerramiento suceden tres cosas:

- A. Una parte de la onda se refleja dentro del mismo local
- B. Otra parte es eliminada (aislamiento)
- C. Y otra parte se transmite a otro local

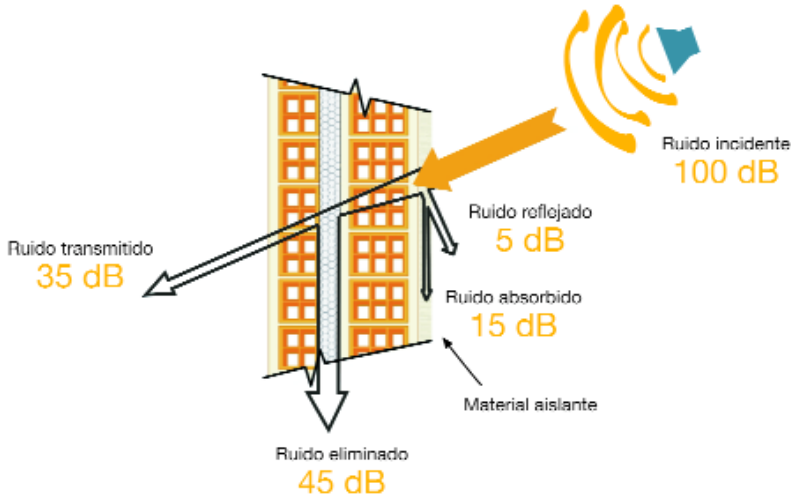


acondicionamiento

acústico

a. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

Con ello se pretende **reducir la reflexión de un sonido dentro de un mismo local** para mejorar su acústica (por ejemplo en un teatro, un cine o en un restaurante). La característica que debemos exigirle al material absorbente es el coeficiente sabine (representa la energía absorbida en relación de la energía incidente).



Si se colocan materiales absorbentes en la superficie del cerramiento, se reducirá la parte de la onda que se refleja pero no se modificará la parte eliminada por el cerramiento ni la transmitida al otro local.



Material absorbente colocado en el techo



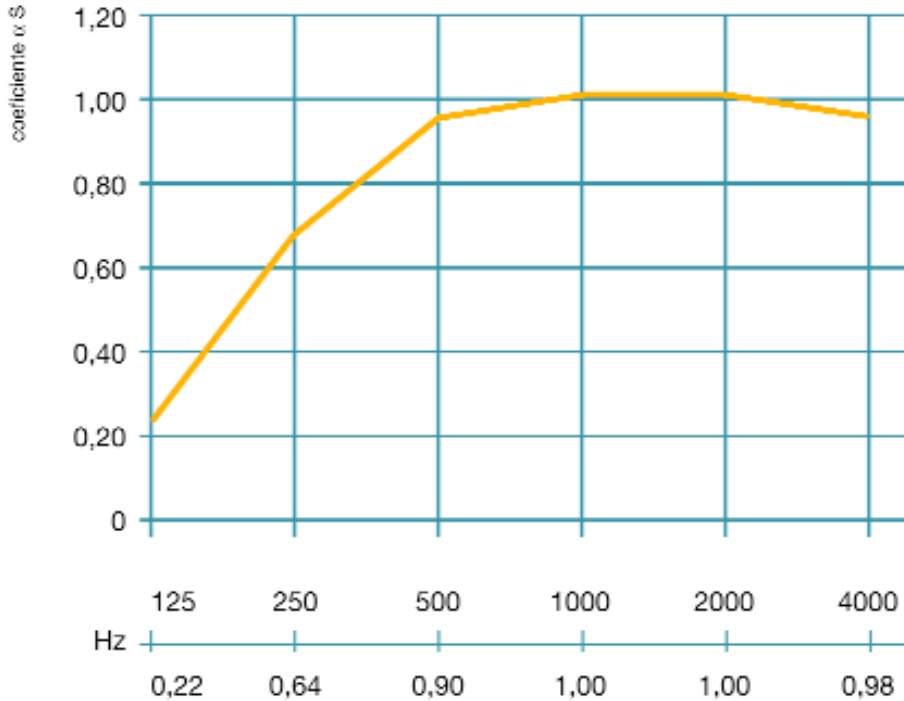
Mejora la acústica de la sala=CONFORT



ACONDICIONAMIENTO

Ejemplo de la aplicación de un material absorbente para el acondicionamiento de una sala de conferencias (aplicación en el falso techo).

Ejemplo de la curva de absorción de una lana mineral (Alpharock 225, Rockwool):



Lógicamente, cuanto mayor sea el contacto del material absorbente con el ruido, mayor será su eficacia (mayor será el acondicionamiento del local).

El coeficiente de absorción acústica sabine nos indica, a grosso modo, el porcentaje de ruido reflejado que el material elimina. En el ejemplo anterior, para un ruido de frecuencia 125 Hz, el material está eliminando el 20 % del ruido reflejado; para un ruido de frecuencia 1000 Hz, el material está eliminando el 100 % del ruido reflejado.



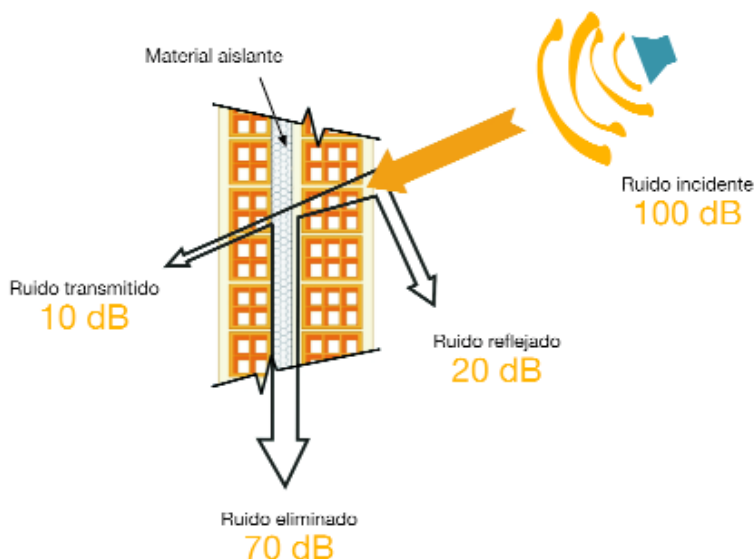
aislamiento acústico a Ruido

aéreo



b. AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

Con ello se pretende **reducir el ruido transmitido de un local a otro**. Aislamiento significa reducción, por tanto, los valores que se indican nos dan el ruido eliminado por el cerramiento. En este caso se habla del “aislamiento acústico de soluciones constructivas” y se expresa como RW (índice ponderado de reducción sonora) en dBA (decibelios ponderados A).



El aumento de la capacidad de aislamiento acústico de un tabique reduce la cantidad de ruido transmitido a otro local pero no reduce el ruido reflejado.

Sin embargo, si sólo se expresa como RW se puede producir un error ya que no sabemos si este nivel es o no bueno para el ruido existente. Para explicar esto hace falta conocer unos conceptos básicos de física de ondas.

b.1) FÍSICA DE LA ONDA

El sonido es el fenómeno físico que estimula el sentido del oído. Cualquier sonido (como una nota musical) se puede describir con tres características fundamentales: la frecuencia, la amplitud y la forma de onda.

La frecuencia

es el número de oscilaciones (ciclos) que una onda efectúa en un determinado intervalo de tiempo (segundos). La unidad “ciclos por segundo” es el herzio (Hz), que es la unidad de la frecuencia. El rango de frecuencias audibles para el hombre va de los 25 Hz a los 20.000 Hz.

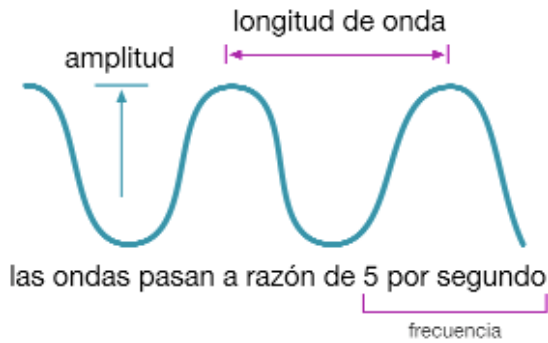
La amplitud

es la responsable de la intensidad (volumen) de un sonido. La intensidad es directamente proporcional a la amplitud de onda. A mayor amplitud, mayor intensidad o volumen. La intensidad se mide en decibelios (dB).

La forma de onda

es similar a las olas del mar, con crestas y valles (forma senoidal).

El sonido se representa de forma convencional por una línea ondulada, que representa el aumento y disminución de la amplitud (presión - intensidad).



La longitud de onda es la distancia entre dos crestas o valles sucesivos (Periodo de la onda = T).

La frecuencia es la inversa de la longitud de onda ($f = 1 / T$): Mayor longitud de onda menor frecuencia.

Sonido agudo



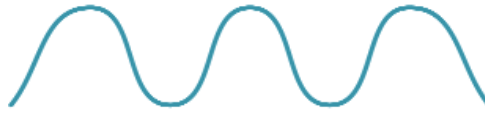
Sonido grave



SONIDOS CON DISTINTA FRECUENCIA

La frecuencia de un sonido agudo es mayor que la de un sonido grave.

Sonido intenso



Sonido débil



SONIDOS CON DISTINTA INTENSIDAD - PRESIÓN

Estas gráficas se corresponden con sonidos puros: aquellos en los no hay variación de la frecuencia (periodo constante) ni de la amplitud (intensidad).

En la realidad, los sonidos no son puros, es decir, no son constantes, por lo que la gráfica anterior se va variando con el tiempo:



En cada uno de los tramos de la gráfica anterior se producen longitudes de onda e intensidades - presión distintas.

La intensidad o presión de un sonido viene expresada por un número o muy pequeño o excesivamente grande (lentos de ceros) por lo que la posibilidad de cometer un error al hacer cálculos es muy grande. Para evitar esto, se usa el decibelio (dB) que es una relación de presión sonora. Por ejemplo:

Presión sonora de 0,00002 Pascales 0 dB (umbral de audición)

Presión sonora de 20 Pascales 120 dB (nivel de dolor)

La relación entre decibelio y la presión es: El decibelio es una unidad logarítmica, esto impli-

$$L = 20 \text{ Log } \left[\frac{P}{0,00002} \right] ; \text{ con L en decibelios y P (presión) en pascales}$$

L dB	0	20	40	60	80	100	120	140	160
Presión Pascuales	0,00002 $2 \cdot 10^{-5}$	0,0002 $2 \cdot 10^{-4}$	0,002 $2 \cdot 10^{-3}$	0,02 $2 \cdot 10^{-2}$	0,2 $2 \cdot 10^{-1}$	2 $2 \cdot 10^0$	20 $2 \cdot 10^1$	200 $2 \cdot 10^2$	2000 $2 \cdot 10^3$

ca que para operar con decibelios (suma, resta, etc) no se puede aplicar las operaciones habituales, es decir:

55 dB + 55 dB no es igual a 110 dB, sino que son 58 dB

Por ejemplo, en un local existen dos fuentes de ruido de 55 dB cada una (una lavadora y un televisor, por ejemplo), el nivel global producido se calcula:

$$L = 10 \log \left[10^{\frac{55}{10}} + 10^{\frac{55}{10}} \right] = 58 \text{ dB}$$



Con todo lo anterior, se puede **representar el sonido en gráficas que relacionan decibelios con frecuencias**. En edificación las frecuencias se expresan con la siguiente escala, en la que cada una es el doble de la anterior:

Escala de frecuencias (bandas de octava)					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Sonidos graves		Sonidos medios		Sonidos agudos	

También es habitual utilizar la escala de frecuencias siguientes:

Escala de frecuencias (tercios de octava)																
100	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Sonidos graves				Sonidos medios						Sonidos agudos						

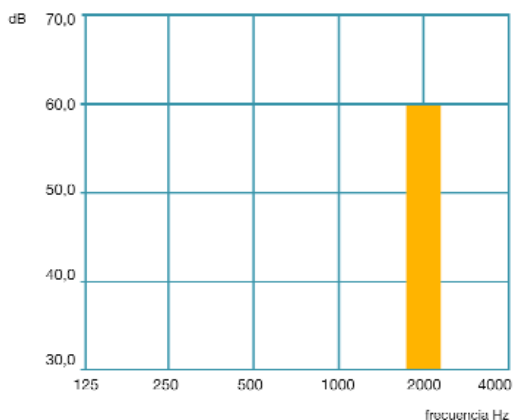
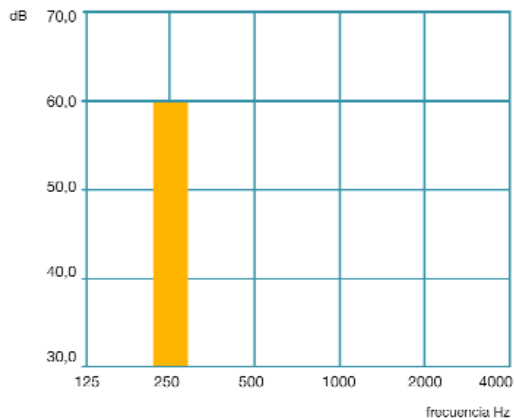
Por tanto, si relacionamos en una gráfica la frecuencia con su intensidad correspondiente (decibelios), obtendremos las siguientes gráficas:



Frecuencia = constante = 250 Hz
Intensidad = 60 dB



Frecuencia = constante = 2.000 Hz
Intensidad = 60 dB



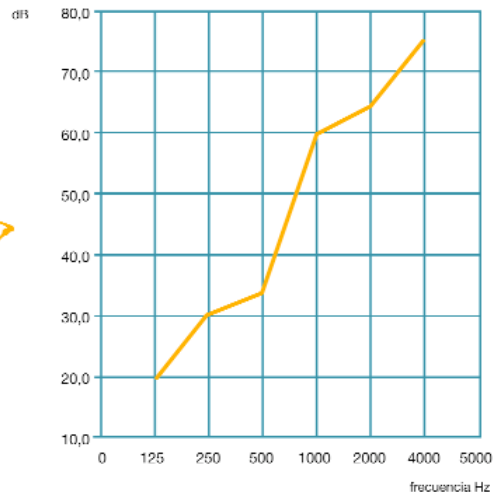
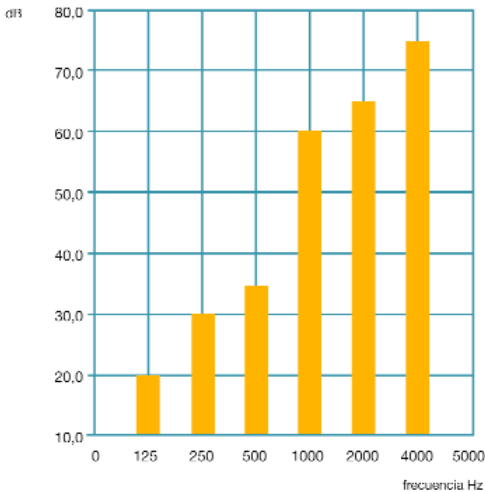
Estas dos gráficas se corresponden con sonidos puros (aquellos que tienen una sola frecuencia). Se puede apreciar como, aún teniendo la misma intensidad (60 dB) su campo de actuación (frecuencia) es distinto. **A la hora de aplicar un aislamiento acústico para estos sonidos deberemos conocer en que frecuencia trabaja ya que si no coincide con la del ruido existente no producirá ningún efecto.**

Sin embargo, como ya hemos visto, **los ruidos habituales no suelen ser puros** ya que están formados por grupos de distintas frecuencias asociadas a distintos niveles de intensidad:



Frecuencia variable:	Intensidad variable:
$f_1 = 125 \text{ Hz}$	$I_1 = 20 \text{ dB}$
$f_2 = 250 \text{ Hz}$	$I_2 = 30 \text{ dB}$
$f_3 = 500 \text{ Hz}$	$I_3 = 35 \text{ dB}$
$f_4 = 1000 \text{ Hz}$	$I_4 = 60 \text{ dB}$
$f_5 = 2000 \text{ Hz}$	$I_5 = 65 \text{ dB}$
$f_6 = 4000 \text{ Hz}$	$I_6 = 75 \text{ dB}$

Si representamos estas variaciones en una gráfica frecuencia – intensidad:



Estas gráficas se denominan como espectro acústico y son fundamentales para el estudio del comportamiento acústico de una solución constructiva.

A partir de los datos de la gráfica anterior se puede obtener un nivel global como la suma de los niveles en bandas de octava que componen el sonido, y dado que estamos sumando decibelios deberemos emplear la fórmula ya indicada para hacer el cálculo:

$$\text{Nivel global} = L = 10 \log \left[10^{\frac{20}{10}} + 10^{\frac{30}{10}} + 10^{\frac{35}{10}} + 10^{\frac{60}{10}} + 10^{\frac{65}{10}} + 10^{\frac{75}{10}} \right] = 75,54 \text{ dB}$$

Sin embargo, para que la medición del ruido tenga en cuenta la diferente sensibilidad de nuestro oído a distintas frecuencias, se emplea un método de ponderación, obteniéndose con ello el nivel global ponderado, dBA. Para ello se emplean los siguientes valores de ponderación (según CTE-DB-HR):

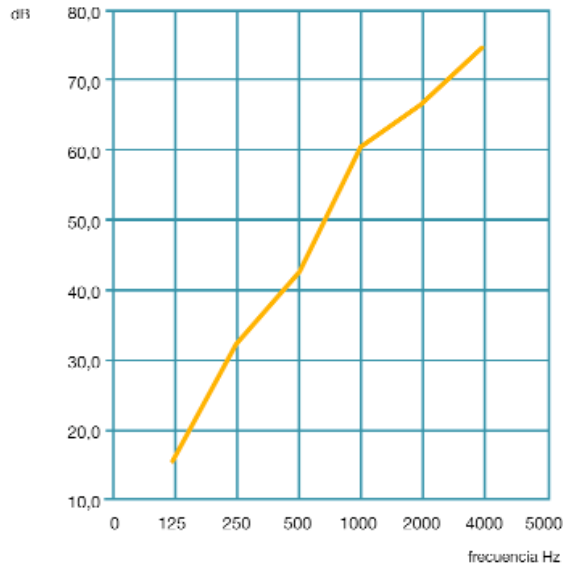
Escala de frecuencias (bandas de octava)					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
- 16,10	- 8,60	- 3,20	0,00	1,20	1,00

Para realizar el mismo cálculo anterior del nivel global pero ponderado:

Escala de frecuencias (bandas de octava)						
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Medición	20 dB	30 dB	35 dB	60 dB	65 dB	75 dB
Corrección	-16,10	-8,60	-3,20	0,00	1,20	1,00
Valor Ponderado	3,9 dBA	21,4 dBA	31,8 dBA	60,0 dBA	66,2 dBA	76,0 dBA

$$\text{Nivel global ponderado} = 10 \log \left[10^{\frac{3,9}{10}} + 10^{\frac{21,4}{10}} + 10^{\frac{31,8}{10}} + 10^{\frac{60}{10}} + 10^{\frac{66,2}{10}} + 10^{\frac{76}{10}} \right] = 76,5 \text{ dBA}$$

Con ello, nuestro espectro acústico del ruido medido, teniendo en cuenta la sensibilidad de nuestro oído, es decir, en dBA, pasa a ser el siguiente



Ahora bien, supongamos que tenemos una pared separadora del ruido anterior y que su nivel global ponderado de aislamiento es de $R_W = 76,5$ dBA. Si seguimos los métodos de cálculo habitualmente empleados, el ruido que se transmite es:

$$L_2 = L_1 - R_W = 76,5 - 76,5 = 0 \text{ dBA}$$

Es decir, según el cálculo anterior, nuestra pared separadora nos está eliminando completamente el ruido existente al otro lado. Este es uno de los grandes errores que se comenten al realizar el cálculo ya que con el no se tiene en cuenta la variación del ruido con la frecuencia ni la variación de nuestro aislamiento acústico con la frecuencia. Vamos a hacer el cálculo teniendo en cuenta estos factores.

RUIDO PRODUCIDO AL OTRO LADO DE LA PARED SEPARADORA					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
3,90 dBA	21,40 dBA	31,80 dBA	60,00 dBA	66,20 dBA	76,00 dBA
Nivel global ponderado $L_1 = 76,5$ dBA					

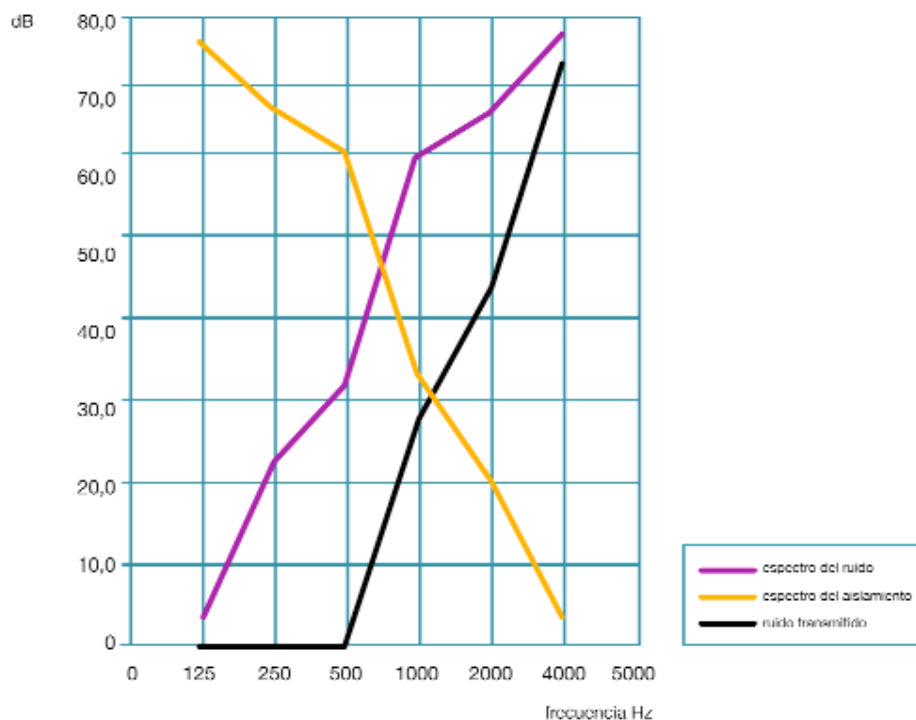
AISLAMIENTO PRODUCIDO POR LA PARED SEPARADORA

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
76,0 dBA	66,2 dBA	60,0 dBA	31,8 dBA	21,4 dBA	3,90 dBA
Nivel global ponderado de aislamiento RW = 76,5 dBA					

 RUIDO TRANSMITIDO

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L1	3,90 dBA	21,40 dBA	31,80 dBA	60,00 dBA	66,20 dBA	76,00 dBA
RW	76,0 dBA	66,2 dBA	60,0 dBA	31,8 dBA	21,4 dBA	21,4 dBA
L2 = L1 - RW	0 dBA	0 dBA	0 dBA	28,0 dBA	44,8 dBA	72,1 dBA
Valor ponderado de L2	$10 \log \left[10^{\frac{0}{10}} + 10^{\frac{0}{10}} + 10^{\frac{0}{10}} + 10^{\frac{28}{10}} + 10^{\frac{44,8}{10}} + 10^{\frac{72,1}{10}} \right]$					- 72,1 dBA

Es decir, nuestra pared separadora está ofreciendo un aislamiento acústico en las bajas frecuencias pero sin embargo, su actuación en el rango medio – alto no es adecuado. El cálculo anterior lo podemos ver gráficamente:



Físicamente las ondas se comportan de la siguiente manera:

Baja frecuencia:

tienen mucha fuerza y son capaces de “mover” una pared separadora.

Alta frecuencia:

no tienen suficiente fuerza para “mover” el tabique, pero se introducen con facilidad por los poros del mismo.

En consecuencia, para aplicar sistemas de aislamiento eficaces se pueden seguir los siguientes criterios básicos:

Baja frecuencia:

se aíslan por peso, para evitar que la onda “mueva” el tabique. Estas son la de mayor complejidad técnica para su reducción.

Alta frecuencia:

se reducen eliminando los huecos en el tabique (juntas entre ladrillos, etc).

b.2) AISLAMIENTO ACÚSTICO DE UNA PARED

Paredes simples

una pared simple vibra cuando una onda sonora impacta con ella, de manera que, con esta vibración, la pared vuelve a emitir la onda sonora transmitiéndola a la sala contigua. Cuanto menor es el peso de la pared simple, más vibrará y, por tanto, más ruido transmitirá. En consecuencia, para reducir la vibración se aumenta el peso de la pared. Por esta razón, para la determinación del aislamiento de una pared simple se ha venido empleando la “ley de masa”:

$R = 20 \log (f \cdot m) - 43$	f frecuencia en Hz m masa en kg/m^2
--------------------------------	---

Según la NBE-CA-88, para particiones simples formadas por mampuestos o materiales homogéneos, el aislamiento es casi una función de la masa pudiéndose aplicar las siguientes ecuaciones para determinar su aislamiento en dBA:

Masa $\leq 150 \text{ kg/m}^2$ Masa $\geq 150 \text{ kg/m}^2$	$R = (16,6 \cdot \log m) + 2$; con R en dBA $R = (36,5 \cdot \log m) - 41,5$; con R en dBA
--	---

En el CTE-DB-HR, se ofrece el mismo cálculo aproximado de la ley de masa pero con una ligera variación:

Masa $\leq 150 \text{ kg/m}^2$

$R = (16,6 \cdot \log m) + 5$; con R en dBA

Masa $\geq 150 \text{ kg/m}^2$

$R = (36,5 \cdot \log m) - 38,5$; con R en dBA

Sin embargo, los valores obtenidos con este cálculo sólo son una aproximación del comportamiento en la realidad. Por último, se puede decir que las paredes simples presentan cuatro tramos de comportamiento.

a. Frecuencias bajas:

se produce un comportamiento irregular del aislamiento del cerramiento, apareciendo una zona con varios picos máximos y mínimos.

b. Frecuencias medias y por debajo de la frecuencia crítica o de coincidencia:

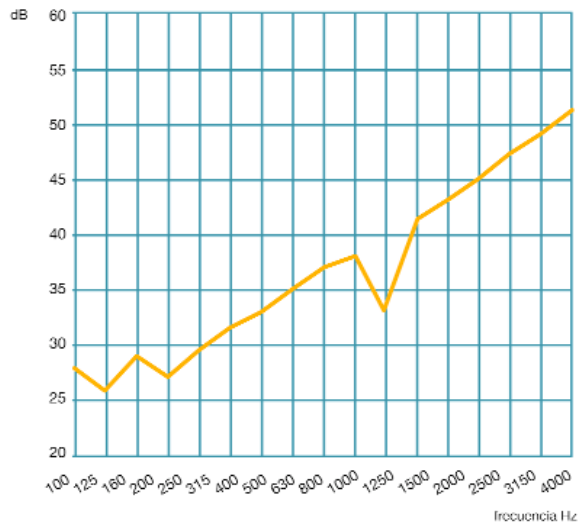
se produce un tramo que sigue un crecimiento de 6 dB por octava.

c. Frecuencia crítica o de coincidencia:

es un punto donde se produce una pérdida sustancial del aislamiento del cerramiento debido a la coincidencia de la frecuencia de vibración del cerramiento con el del ruido incidente, produciendo una transmisión máxima y un mínimo aislamiento.

d. Frecuencias altas y por encima de la frecuencia crítica o de coincidencia:

tramo que sigue un crecimiento aproximado de 9 dB por octava.



Según la ley de masa, para conseguir un aumento de 6 dB de aislamiento, se necesita duplicar la masa del tabique. Por este motivo, **cuando se necesita alcanzar un valor de aislamiento acústico alto si se recurre a paredes simples se aumenta en exceso el coste del tabique**, recurriendo normalmente a soluciones multicapa: paredes dobles, etc.

Paredes dobles:

Al dividir una pared en dos tabiques y crear entre ellos una cámara, se consigue un aislamiento acústico mayor que el ofrecido por una pared simple de masa igual a la suma de las dos hojas de la pared doble.

Al incidir una onda sonora sobre la primera hoja entra en vibración “moviendo” con ello el aire encerrado dentro de la cámara. Este aire actúa como un amortiguador, eliminando parte de la energía que le lleva, por lo que, la energía que transmite a la segunda hoja es menor y, en consecuencia, la vibración de la segunda hoja es menor, con lo que, el ruido transmitido es menor.

Estas soluciones presentan los siguientes tramos de comportamiento:

a. Frecuencias bajas:

en ellas se produce la frecuencia de resonancia (zona de acoplamiento de las frecuencias de los tabique) produciendo que el aislamiento acústico del conjunto sea prácticamente cero. Interesa que se presente en la zona de bajas frecuencias ya que la sensibilidad de nuestro oído es menor. Para conseguir esto se puede aumentar el peso de las dos hojas o bien aumentar su separación. La frecuencia de resonancia se puede calcular de la siguiente manera:

CÁMARA DE AIRE ENTRE TABIQUES	
$f_0 = \frac{60 \cdot \sqrt{\frac{1}{d} \left[\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right]}}{\cos \phi}$	<p>f₀: frecuencia de resonancia d: distancia entre las hojas, en metros m₁: masa de la primera hoja m₂: masa de la segunda hoja φ: ángulo de incidencia de las ondas sonoras (45° a 60°)</p>

Por ejemplo: dos hojas de ladrillo hueco de 125 kg/m² y φ 45°:

<p>Cámara de 3 cm - $f_0 = \frac{60 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,03} \left[\frac{1}{125} + \frac{1}{125} \right]}}{\cos 45} = 61,97 \text{ Hz}$</p>
<p>Cámara de 4 cm - $f_0 = \frac{60 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,04} \left[\frac{1}{125} + \frac{1}{125} \right]}}{\cos 45} = 53,66 \text{ Hz}$</p>

CÁMARA DE AIRE ENTRE TABIQUES

$$f_0 = \frac{60 \cdot \sqrt{\frac{1}{d} \left[\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right]}}{\cos \phi}$$

f_0 : frecuencia de resonancia
 d : distancia entre las hojas, en metros
 m_1 : masa de la primera hoja
 m_2 : masa de la segunda hoja
 ϕ : ángulo de incidencia de las ondas sonoras (45° a 60°)

Por ejemplo: dos hojas de ladrillo hueco de 125 kg/m² y un material elástico en la cámara:

$$\text{Rigidez } S' = 7 \text{ MN/m}^2 - f_0 = 160 \cdot \sqrt{7 \cdot \left[\frac{1}{125} + \frac{1}{125} \right]} = 53,54 \text{ Hz}$$

$$\text{Rigidez } S' = 5 \text{ MN/m}^2 - f_0 = 160 \cdot \sqrt{5 \cdot \left[\frac{1}{125} + \frac{1}{125} \right]} = 45,25 \text{ Hz}$$

Dentro de la zona de baja frecuencia, la pared doble se comporta como una pared simple de masa igual a la suma de las masas de las dos hojas del tabique.

Sirva lo sucedido en 1940 en el puente de Tacoma Narrows para **entender la importancia de la frecuencia de resonancia**: con tan solo un viento de 70 Km/h, la oscilación del puente entró en resonancia produciendo su colapso:



El puente oscilando por la acción del viento



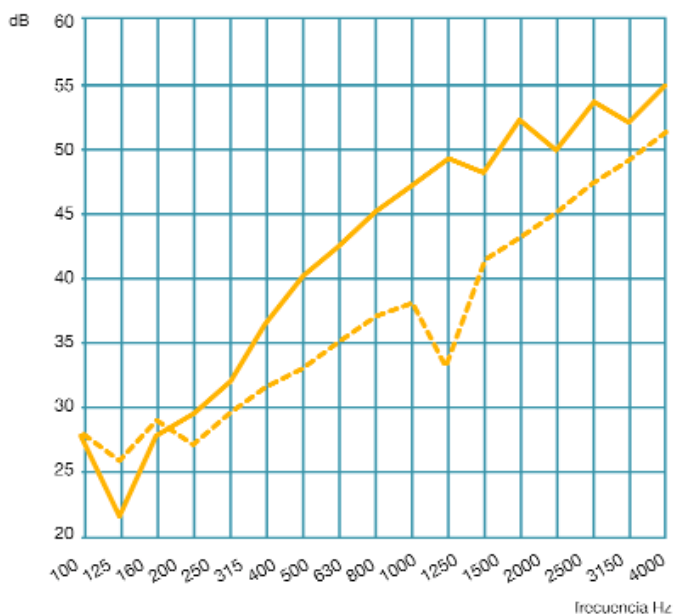
Fallo del puente al entrar en resonancia

b. Frecuencias medias por encima de la de resonancia:

En esta zona es donde se aprecia la ventaja de la pared doble frente a la simple: ya que el aislamiento aumenta entre 16 y 18 dB en lugar de 6 dB para la pared simple. Esto se debe a que, en esta zona, los dos tabiques se mueven independientemente.

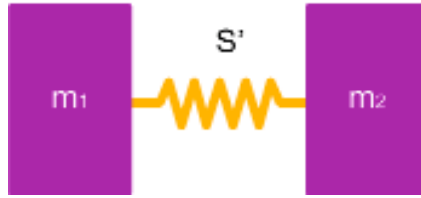
c. Frecuencias altas:

En esta zona se producen ondas estacionarias que se deben al efecto de amplificación que supone la cámara (similar a la caja de una guitarra – caja de resonancia).



Algo muy importante en este tipo de soluciones es **el material de relleno de la cámara** ya que de ello depende que nuestra solución sea eficaz. Si introducimos un material flexible o elástico dentro de la cámara (**como un poliestireno expandido elastificado como el DonPól TR-0**), el material funcionará como un muelle (el efecto es similar al que ofrece un amortiguador de un vehículo cuando se encuentra con un bache), evitando con ello el movimiento de las hojas del tabique.

Ahora bien, hay que llevar especial cuidado con el material de relleno ya que **si es muy rígido y denso se favorecerá la transmisión de las vibraciones** (caso de los poliestirenos expandidos no elastificados, poliestirenos extruidos – su rigidez dinámica es superior a 150 MN/m^3 – , etc).



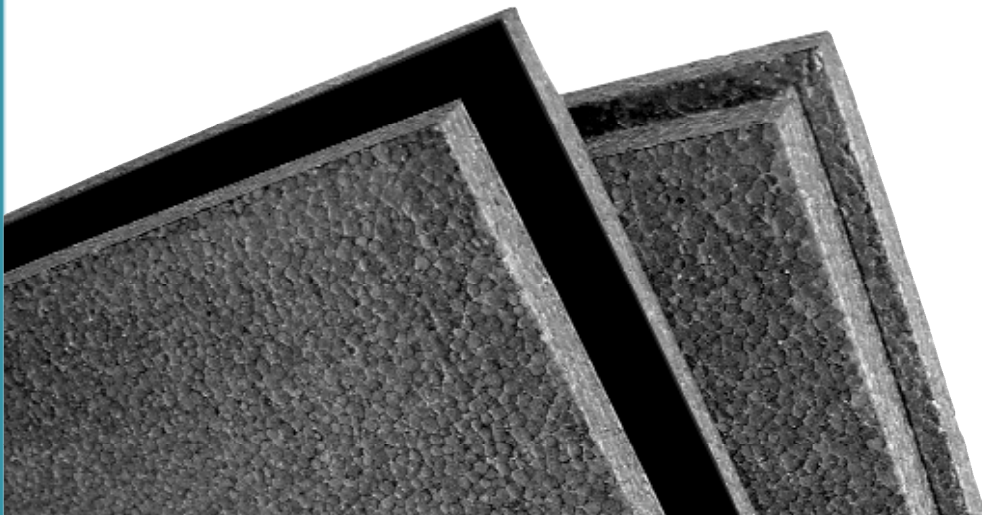
La elasticidad del material de relleno se mide con la rigidez dinámica S' . Según las normas europeas de producto, esta característica se representa por "SD", dentro del código de designación que se debe indicar en las etiquetas del producto. En el poliestireno expandido elastificado la rigidez dinámica puede variar entre 5 MN/m³ y 50 MN/m³ (según norma UNE-EN 13163). Valores elevados de rigidez significan menor elasticidad y, por tanto, peor comportamiento.

Cuando se necesita aumentar el aislamiento acústico del cerramiento por que el local fuente presenta un nivel de presión elevado, se puede recurrir a materiales que funcionan como una "membrana" adosados a materiales elásticos (**material elástico + membrana + material elástico**).

Cuando la onda sonora atraviesa la primera hoja del cerramiento y golpea la membrana, esta intenta moverse pero el material elástico se lo impide. De esta manera se produce una gran transformación de la energía sonora en mecánica, aumentando así el aislamiento acústico.

Ejemplo de materiales membrana son: el plomo o el caucho.

Estos materiales son de tipo sándwich donde se combina las capas de material elástico con una de efecto membrana: es el caso de **DonPól TR-5** donde el material elástico está formado por dos capas de DonPól TR-0 (poliestireno expandido elastificado) y una membrana interior de EPDM (caucho).



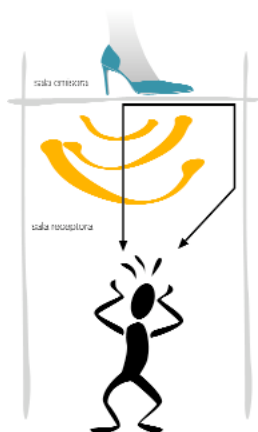


aislamiento acústico a Ruido de

impacto



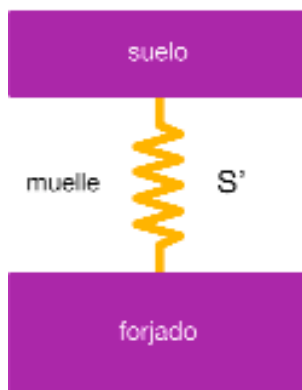
c. AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTO



Con ello se pretende **reducir el ruido que se produce como consecuencia de la excitación mecánica** (por un impacto como: pisadas, arrastrar muebles, etc) **del forjado superior de nuestra vivienda**. Esta vibración es transmitida por la estructura que excita el aire de la sala inferior llegando así al usuario

Por tanto, a la hora de medir el aislamiento a ruido de impacto de un forjado se habla del **nivel de presión acústica ponderado a ruido de impacto, $L'_{n,w}$** , es decir, **el nivel acústico en la sala inferior**. La norma UNE-EN 12354-2 da un método de cálculo sencillo para calcular el nivel de nuestras soluciones constructivas que veremos más adelante.

La solución para evitar la transmisión de este tipo de vibración pasa por **desolidarizar el suelo de la sala emisora** (planta superior) del elemento estructural del edificio (forjado). Para ello se emplean materiales flexibles que trabajan como un muelle (similar al amortiguador de un vehículo) de manera que, al recibir un golpe el suelo que tiene encima, reducen



la vibración y su transmisión a la estructura. Son soluciones del tipo de **losa flotante**:

Por tanto, vuelve a aparecer aquí el concepto de rigidez dinámica S' (con código de designación SD para la identificación de la propiedad según normativa europea).

c.1) MÉTODO SIMPLIFICADO DE CÁLCULO (UNE-EN 12354-2)

Esta norma, en su punto 4.3, ofrece un método de cálculo del nivel del nivel de presión acústica ponderada de impactos normalizado $L'_{n,w}$, que se puede determinar a partir de:

$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$		
$L'_{n,w}$	Nivel de presión acústica de impacto normalizada	dB
$L_{n,w,eq}$	Nivel de presión acústica ponderado de impactos normalizado global equivalente	dB
ΔL_w	Reducción ponderada del nivel de presión acústica de impactos	dB
K	Corrección por transmisión acústica lateral	dB

El valor de $L_{n,w,eq}$, para el caso de forjados homogéneos de masa entre 100 y 600 kg/m², se puede calcular según lo siguiente (anexo B.2 de la norma):

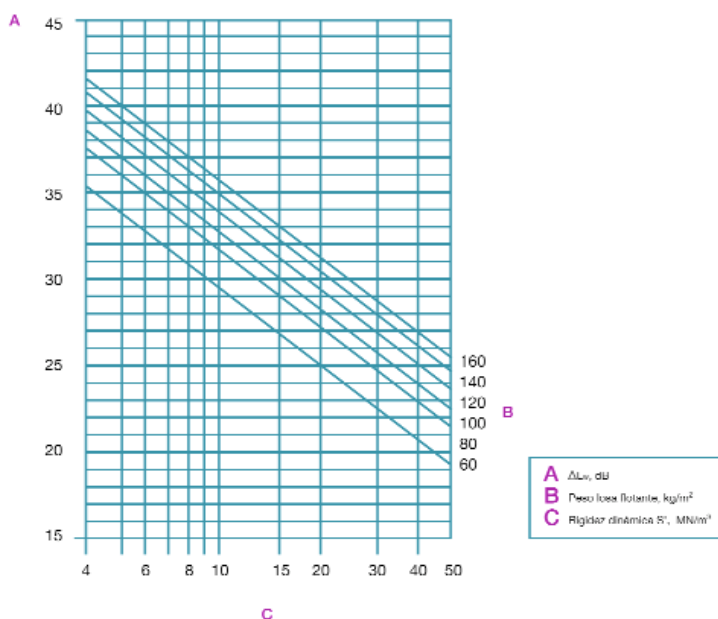
$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \text{Log} \left[\frac{m'}{1} \right]$		
$L'_{n,w}$	Nivel de presión acústica de impacto normalizada	dB
m'	Masa superficial del forjado	Kgf/m ²

Las masas de los forjados se pueden obtener de la norma NBE-CA-88 tabla 3.7. A continuación se dan las masas y los niveles de presión para varios tipos de forjados calculados aplicando la fórmula anterior:

Tipo de forjado		Canto cm	m' Kgf/m ²	$L_{n,w,eq}$
Unidireccional	Cerámico	16 + 4 = 20	210	82,72 dB
		21 + 4 = 25	250	80,07 dB
		26 + 4 = 30	290	77,82 dB
		31 + 4 = 35	330	75,85 dB
	Hormigón	16 + 4 = 20	240	80,69 dB
		21 + 4 = 25	300	77,30 dB
		26 + 4 = 30	350	74,96 dB
Reticular	Nervio 10 cm 80 x 80	31 + 4 = 35	400	72,93 dB
		20 + 5 = 25	433	71,72 dB
		25 + 5 = 30	510	69,24 dB
		30 + 5 = 35	577	67,36 dB

El valor de ΔL_w se obtiene de la gráfica del anexo c de la norma en función de la rigidez dinámica S' del material amortiguador y de la masa de la losa flotante.

Gráfico para losas húmedas (morteros de cemento, etc)



Por último K se obtiene de la Tabla 1 de la norma que se reproduce a continuación:

Densidad superficial del forjado Kg/m ²	Densidad superficial media de los elementos de los flancos (tabiques) Kg/m ²								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Por ejemplo:

Tabique de los flancos. 150 kg/m²

Tipo de forjado. unidireccional, bovedilla cerámica y canto 25 cm

Masa del forjado. 250 kg/m²

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \text{Log} \left[\frac{m'}{1} \right] = 164 - 35 \cdot \text{Log} \left[\frac{250}{1} \right] = 80,07 \text{ dB}$$

Por tanto, en la sala inferior existe un nivel de presión acústica de 80,07 dB. Si colocamos la siguiente losa flotante el nivel de presión será:

Material amortiguador	DONPÓL TR-0	Espesor 20 mm Rigidez dinámica S' = 20 MN/m ³
Losa flotante	Capa de hormigón armado de 4 cm Baldosa cerámica de 3 cm Peso de la losa = 160 kg/m ²	

Con estos datos, entrando en la gráfica de la hoja anterior se obtiene que L_w es igual a 31,2 dB.

El valor de la corrección K se determina con la tabla de la página anterior a partir de los pesos del tabique (150 kg/m²) y del forjado (250 kg/m²). En este caso K = 1 dB.

Con todo lo anterior se determina el nivel de presión acústica por ruido de impacto que llegará a la sala inferior al colocar la losa flotante:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K = 80,07 - 31,2 + 1 = 49,87 \text{ dB}$$



normativa



4. RESQUISITOS NORMATIVOS

Es importante en este punto indicar cual es el objetivo que persigue la normativa de protección contra el ruido:

NBE-CA-88 **“La necesidad de proteger a los ocupantes de los edificios de las molestias físicas y psíquicas que ocasionan los ruidos [...]”**

CTE-DB-HR **“Limitar el riesgo de que los usuarios de los edificios [...] padezcan molestias o enfermedades producidas por el ruido”**

Además de lo anterior, en el artículo 14 de la Parte I del borrador del Código Técnico de la Edificación (CTE), queda claro también sobre que característica hay que actuar en función del tipo de local:

Aislamiento acústico a ruido aéreo:

“las particiones interiores horizontales y verticales, así como los cerramientos consistentes en fachadas, cubiertas, medianeras y suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio [...]”

Aislamiento acústico a ruido de impacto:

“las particiones interiores horizontales situadas entre dos recintos de un edificio y las cubiertas transitables situadas sobre un recinto [...]”

Absorción acústica para no sobrepasar el tiempo de reverberación:

“las particiones interiores horizontales y verticales así como los cerramientos consistentes en fachadas, cubiertas, medianerías y suelos en contacto con el aire exterior, que delimitan un aula, un comedor o restaurante y una sala de conferencias [...]”

Elemento		Aislamiento ruido aéreo - R	Nivel de ruido de impacto - L _n
Fachadas		≥ 30 dBA	
Cubiertas		≥ 45 dBA	80 dBA (transfiables)
Tabiques interiores y forjados	Otra vivienda del mismo edificio	> 45 dBA	
	Zonas comunes	≥ 45 dBA	80 dBA
	Zonas de instalaciones	> 55 dBA	
Tabiques interiores dentro de la misma propiedad	Zonas del mismo uso	≥ 30 dBA	
	Zonas de distinto uso	≥ 35 dBA	
Medianeras entre propiedades distintas		> 45 dBA	

a. NBE-CA-88: Capítulo III “condiciones exigibles a los elementos constructivos”

b. CTE-DB-HR.- Dado el carácter no definitivo del estado del documento, se reproduce a continuación lo expuesto en los dos borradores publicados hasta la fecha:


PRIMER BORRADOR (Marzo 2002)			
Elemento		Aislamiento ruido aéreo - R	Nivel de ruido de impacto - L _n
Fachadas y cubiertas	Ruido de vehículos	≥ 30 dBA	≤ 65 dB sólo para cubierta transfiable
	Ruido ferroviario	≥ 32 dBA	
	Ruido aeronaves	> 32 dBA	
Tabiques interiores y forjados	Otra vivienda del mismo edificio	≥ 50 dBA	≤ 65 dB
	Zonas comunes	≥ 50 dBA	< 65 dB
	Zonas de instalaciones	≥ 55 dBA	≤ 60 dB
	Otro uso con ruido mayor a 70 dBA	≥ 60 dBA	< 60 dB
Tabiques interiores dentro de la misma propiedad		≥ 30 dBA	


SEGUNDO BORRADOR (Octubre 2003)			
Elemento		Aislamiento ruido aéreo - R _a 	Nivel de ruido de impacto - L _n 
Fachadas y cubiertas	Ruido de vehículos	≥ 30 dBA	≤ 65 dB solo para cubierta transitable
	Ruido ferroviario	≥ 32 dBA	
	Ruido aeronaves	> 35 dBA	
Tabiques interiores y forjados de comedores, dormitorios, despachos, aulas, etc	Otra vivienda del mismo edificio	≥ 50 dBA	≤ 65 dB
	Zonas comunes	≥ 50 dBA	≤ 65 dB
	Zonas de instalaciones	> 55 dBA	≤ 60 dB
	Otro uso con ruido mayor a 70 dBA	≥ 55 dBA	< 60 dB
Tabiques interiores y forjados de cocinas, aseos, pasillos, etc	Zonas comunes, de instalaciones u otro uso con ruido mayor a 70 dBA	> 45 dBA	< 65 dBA
Medianeras entre edificios		> 40 dBA	

Para el **control de la obra terminada**, el CTE ha dispuesto la **medición in situ** por un laboratorio acreditado siempre y cuando se exija por la legislación aplicable, esté previsto en el proyecto o sea solicitado por alguno de los agentes. Asimismo, el Código ha dispuesto una **tolerancia** entre los valores obtenidos in situ y los límites establecidos de **3 dB** para el aislamiento a ruido aéreo y para el de ruido de impacto así como de 0,1 segundos para el tiempo de reverberación.

En el caso de **acondicionamiento de locales**, las normas anteriores limitan los tiempos de reverberación. El tiempo de reverberación es el tiempo necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente, es decir, aproximadamente es el tiempo que transcurre desde que se para la fuente sonora hasta que deja de oírse.

La diferencia entre los criterios de la NBE-CA-88 y el Código Técnico de la Edificación es que, en la primera, los tiempos de reverberación indicados son una **recomendación**, mientras que en el Código es una exigencia indicada como **valor límite**.

NBE-CA-88		Tiempo de reverberación recomendado en segundos
Tipo de recinto		
Residencial privado	Estancias	$< 1,0$
	Dormitorios	
	Servicios	
	Zonas comunes	
Residencial público	Zonas de estancia	$\leq 1,0$
	Dormitorios	
	Servicios	
	Zonas comunes	
Administrativo y oficinas	Despachos profesionales	$\leq 1,0$
	Oficinas	
	Zonas comunes	
Sanitario	Zonas de estancia	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Dormitorios	$\leq 1,0$
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2,0$
Docente	Aulas	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Sala de lectura	
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2,0$

CTE-DB-HR		Tiempo de reverberación recomendado en segundos
Tipo de recinto		
Uso docente (aulas)		$\leq 0,7$
Sala de conferencias (volumen < 250 m³)		$\leq 0,7$
Sala de conferencias (250 volumen 350 m³)		$\leq 0,5$
Restaurantes y comedores		$\leq 0,9$

c. LEY 37/2003, DE 17 de noviembre, del ruido

Como transposición a la legislación nacional de la Directiva Europea 200/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, se publicó la mencionada Ley cuyos objetivos son, en consonancia con la Directiva, los siguientes:

1. Elaboración de mapas de ruidos
2. Informar a la población sobre el ruido ambiental y sus efectos.
3. Adoptar planes de acción con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental.

La Ley deja en manos del Gobierno la determinación de los valores límite de los índices de

inmisión y de emisión acústica aunque también indica que las Administraciones locales o autonómicas podrán establecer valores más rigurosos, en este sentido están publicándose distintos decretos en cada comunidad autonómica para regular lo anterior.

Por ejemplo, el Decreto 266/2004, de 3 de Diciembre de la Comunidad Valenciana, indica los siguientes niveles de recepción internos según el uso y tipo de local:

Uso	Local	Nivel sonoro - dBA	
		Día	Noche
Sanitario	Zonas comunes	50	40
	Estancias	45	30
	Dormitorios	30	25
Residencial	Piezas habitables excepto cocinas	40	30
	Pasillos, aseos, cocinas	45	35
	Zonas comunes del edificio	50	40
Docente	Aulas	40	30
	Salas de lectura	35	30
Cultural	Salas de conciertos	30	30
	Bibliotecas	35	35
	Museos	40	40
	Exposiciones	40	40
Recreativo	Cines	30	30
	Teatros	30	30
	Bingos y salas de juego	40	40
	Hostelería	45	45
Comercial	Bares y establecimientos comerciales	45	45
Administrativo y oficinas	Despachos profesionales	40	40
	Oficinas	45	45

Asimismo, el Decreto anterior indica el sistema y condiciones para realizar las mediciones del nivel de ruido (equipo de medida, puntos de medida, etc).

Otra de las cosas importantes de la Ley es el **tratamiento** que hace **sobre la calidad acústica en los espacios interiores** pasando a considerar su incumplimiento como un **vicio oculto del edificio** y obligando al **vendedor** a tomar las medidas necesarias para corregir el problema. Para ello, la Ley indica que el Código Técnico de la Edificación debe incluir un sistema de verificación acústica de las edificaciones.



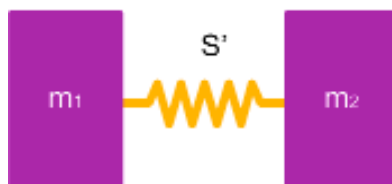
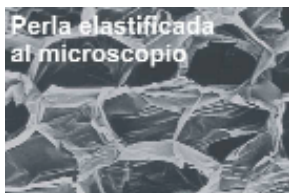
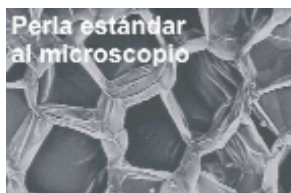
soluciones

constructivas y comparativas

AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

Espuma rígida de poliestireno expandido **elastificado**, que incorpora partículas de grafito para aumentar su aislamiento térmico y acústico.

El producto es sometido a un proceso de **elastificación** mediante el cual se consigue mejorar su comportamiento acústico por medio del efecto **masa + muelle + masa**



El producto se presenta con **machihembrado** lateral para evitar puentes térmicos y acústico y facilitar su instalación



Cumple con la norma europea UNE-EN 13163 y con la Directiva de productos de construcción 89/106/CEE

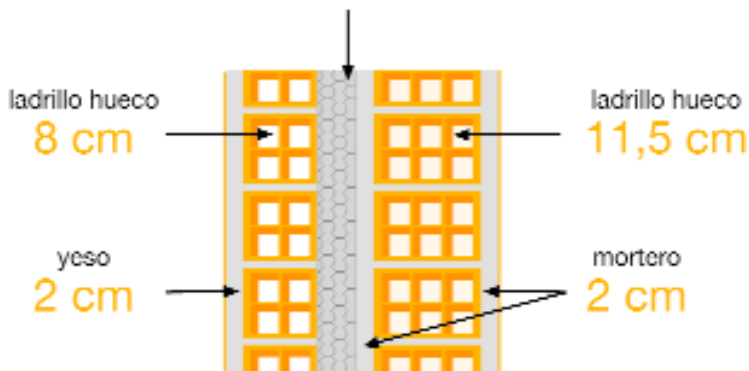


Su instalación se realiza por medio de **tacos de fijación** (suministrados con el producto) aunque, en el caso de paredes, se puede fijar con pelladas de yeso o mortero.

con la garantía de:

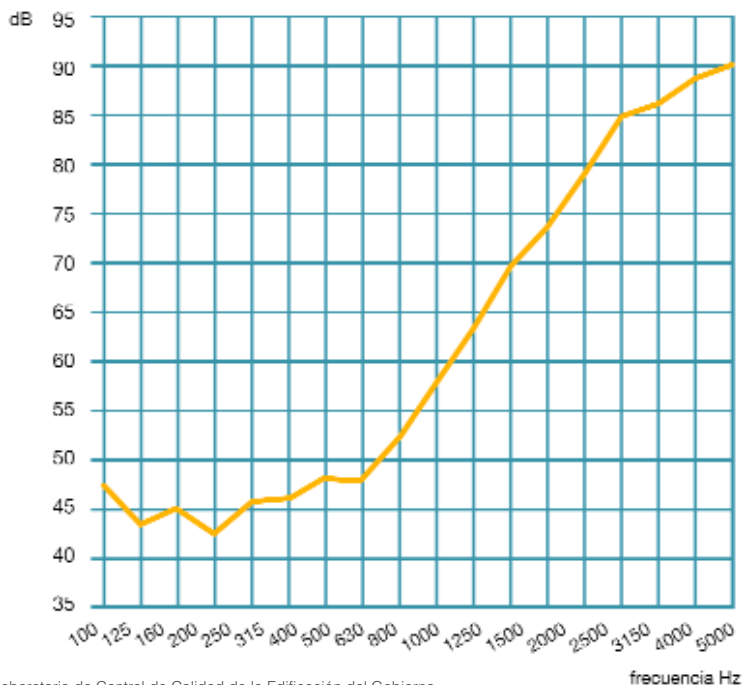


DONPÓL TR-0



dB = 55

Frecuencia f Hz	R' 1/3 Octava dB
100	47,6
125	43,3
160	44,7
200	42,6
250	45,2
315	45,9
400	47,8
500	47,7
630	52,2
800	57,6
1000	63,0
1250	69,8
1600	73,2
2000	78,8
2500	84,7
3150	86,0
4000	88,5
5000	90,0

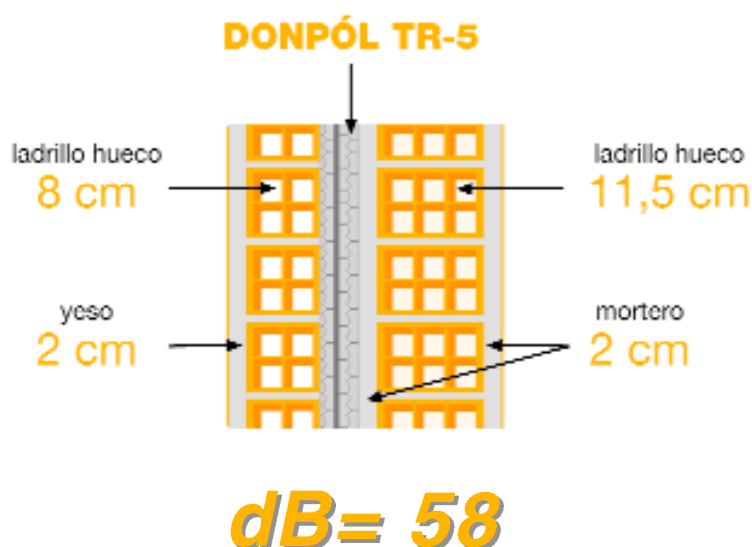


Ensayo realizado en el área de acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco (informe B130-IN-CM-227)

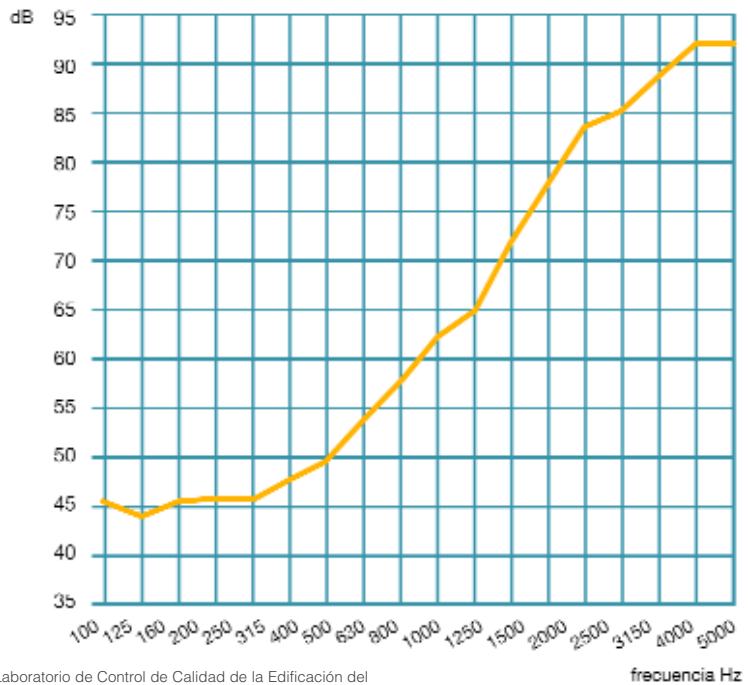
Índice ponderado de reducción sonora R_w (según UNE-EN ISO 717-1:1996) - $R_w (-1;-4) = 55 \text{ dB}$

Índice de aislamiento a ruido rosa (NBE-CA-88) - $R_A = 55,30 \text{ dB}$

Características	Norma	Valor	
Tipo de celda	UNE-EN 13163	Cerrada	
Gas entre celdas		Aire	
Clase de reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	E	
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 115 115 kPa	
Estabilidad dimensional condiciones de laboratorio	UNE-EN 1603	DS(N) $\pm + 0,2 \%$	
Estabilidad dimensional condiciones específicas	UNE-EN 1604	$\leq 1 \%$	
Conductividad térmica declarada a 10 °C	UNE-EN 12939 UNE-EN 12667	0,031 W/m·K	
Resistencia térmica	UNE-EN 12939 UNE-EN 12667	30 mm	0,95 m ² K/W
		40 mm	1,25 m ² K/W
		50 mm	1,60 m ² K/W
		60 mm	1,90 m ² K/W
Código de designación			
EPS - EN 13163 - L1 - W1 - T1 - S1 - P3 - BS115 - DS(N)2			



Frecuencia f Hz	R' 1/3 Octava dB
100	45,6
125	44,0
160	45,1
200	45,7
250	45,5
315	47,4
400	49,4
500	53,4
630	57,7
800	61,9
1000	61,6
1250	71,8
1600	77,6
2000	83,2
2500	85,2
3150	88,6
4000	91,7
5000	91,9



Ensayo realizado en el área de acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco (informe B130-IN-CM-227)

frecuencia Hz

Índice ponderado de reducción sonora R_w (según UNE-EN ISO 717-1:1996) - $R_w (-1;-5) = 58$ dB

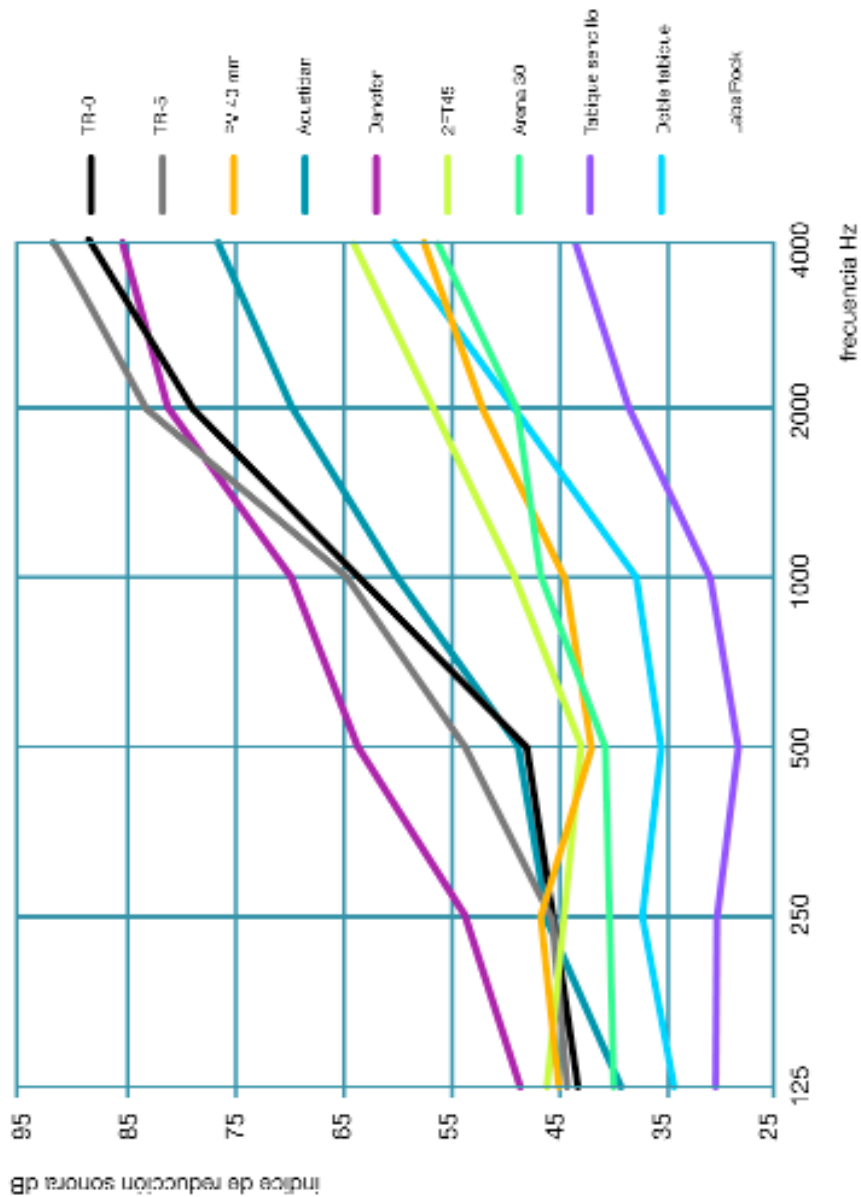
Índice de aislamiento a ruido rosa (NBE-CA-88) - $R_A = 57,8$ dB

Características	Norma	Valor	
Tipo de celda	UNE-EN 13163	Cerrada	
Gas entre celdas		Aire	
Clase de reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	E	
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 115	115 kPa
Estabilidad dimensional condiciones de laboratorio	UNE-EN 1603	DS(N) 2 - + 0,2 %	
Estabilidad dimensional condiciones específicas	UNE-EN 1604	≤ 1 %	
Conductividad térmica declarada λ a 10 °C	UNE-EN 12939 UNE-EN 12667	0,031 W/m·K	
Resistencia térmica	UNE-EN 12939 UNE-EN 12667	30 mm	0,95 m²K/W
		40 mm	1,25 m²K/W
		50 mm	1,60 m²K/W
		60 mm	1,90 m²K/W
Código de designación			
EPS - EN 13163 - L1 - W1 - T1 - S1 - P3 - BS115 - DS(N)2			

COMPARATIVA AISLAMIENTO ACUSTICO RUIDO AEREO

PRODUCTO	MATERIAL	Conductividad térmica λ_c W/m.K	CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA				Resistencia térmica R_0 m ² K/W
			Elementos	Espesor total cm	Aislamiento acústico R_w dB(A)		
DANOSA	Danofon	0,036	Yeso 10 mm + hueco sencillo 40 mm + cámara 50 mm + hueco sencillo 40 mm + yeso 10 mm	18,0	65,0	1,263	
	Acusticam	0,036	Yeso 15 mm + hueco sencillo 40 mm + cámara 45 mm - hueco sencillo 40 mm + yeso 10 mm	18,0	55,0	1,113	
ISOVER	Panel PV-40	0,039	Yeso 10 mm + hueco sencillo 35 mm - yeso 10 mm + PV 40 mm - hueco doble 120 mm + mortero 15 mm	23,0	47,0	1,582	
	Arena 30	0,033	Yeso 10 mm + hueco sencillo 55 mm + Arena 30 mm + hueco doble 70 mm + yeso 10 mm	17,5	46,0	1,400	
TEXSA	Tecsound 2FT 45	0,037	Yeso 15 mm + hueco doble 70 mm - 2FT 28 mm + Hueco doble 70 mm + yeso 15 mm	19,6	50,1	1,250	
ROCKWOOL	Labelrock 406.1 10	0,034	Yeso 7 mm + hueco doble 70 mm + yeso 7 mm + LabeRock 50 mm + cartón yeso 10 mm	14,7	49,0	1,860	
DONPÓL Termoacústico	TR-0	0,031	Mortero 20 mm + ladrillo hueco doble 120 mm + mortero 20 mm + TR-0 40 mm + ladrillo hueco 70 mm + yeso 15 mm	28,5	55,0	1,927	
	TR-5	0,031	Mortero 20 mm + ladrillo hueco doble 120 mm + mortero 20 mm + TR-5 40 mm + ladrillo hueco 70 mm + yeso 15 mm	28,5	58,0	1,980	
HISPALYT	Tabique sencillo	0,490	Yeso 15 mm + ladrillo hueco sencillo 40 mm - yeso 15 mm	7,0	31,0	0,318	
	Doble tabique	0,490	Yeso 15 mm + ladrillo hueco sencillo 40 mm - cámara de aire 50 mm + yeso 15 mm + ladrillo hueco sencillo 40 mm + yeso 15 mm	17,5	40,0	0,764	

COMPARATIVA AISLAMIENTO ACUSTICO RUIDO AEREO



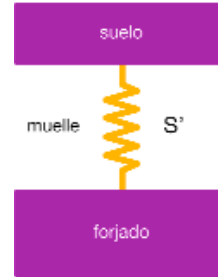
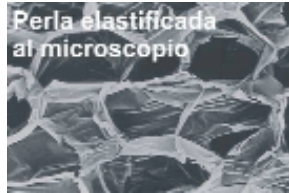
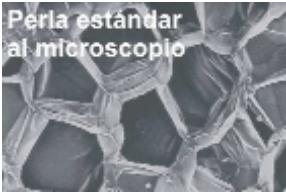
COMPARATIVA AISLAMIENTO ACUSTICO RUIDO AEREO

CARACTERÍSTICA	DONPÓL TR-0 Y TR-5	SÁNDWICH LÁMINA PESADA MÁS GEOTEXTIL	LANA MINERAL
Instalación	Sencilla. El corte perimetral evita los puentes térmicos y acústicos. No necesita accesorios.	Complejo, necesita accesorios (adhesivos) para su fijación a la pared. Mayor coste de instalación.	Complejo, necesita accesorios para su fijación, de lo contrario no se mantendrá en su posición. Se producen puentes térmicos y acústicos.
Durabilidad	Las características no varían con el tiempo, no envejece. Es muy estable dimensionalmente.	Dado el carácter del geotextil, en presencia de agua puede absorber gran cantidad, variando así sus características	Las características no varían con el tiempo pero puede verse afectado seriamente si hay presencia de agua
Reacción al fuego	Combustible no inflamable. No contribuye a la propagación del fuego. Los vapores que desprenden son similares a los de la combustión de la madera.	Dado el carácter del geotextil y del adhesivo para la instalación, se comporta como un material muy inflamable.	Media - alta, dependiendo de la composición
Toxicidad	Ninguna	En caso de incendio, la inhalación de vapores bituminosos puede causar irritación del aparato respiratorio.	Media. La inhalación de pequeñas partículas pueden provocar enfermedades pulmonares.
Normativa europea	Si tiene. Mayor garantía para el consumidor	No tiene	Si tiene. Mayor garantía para el consumidor.
Computo	+	-	+ -

AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTO

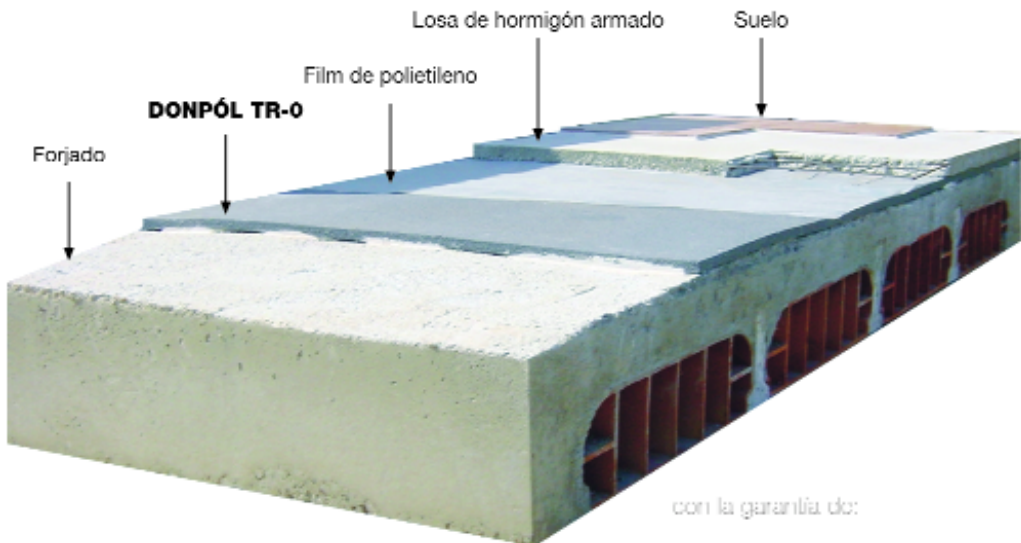
Espuma rígida de poliestireno expandido **elastificado**, que incorpora partículas de grafito para aumentar su aislamiento térmico y acústico.

El producto es sometido a un proceso de elastificación mediante el cual se consigue mejorar su comportamiento acústico por medio del efecto **masa + muelle + masa**



El producto se presenta con **machihembrado** lateral para evitar puentes térmicos y acústico y facilitar su instalación

Cumple con la norma europea UNE-EN 13163 y con la Directiva de productos de construcción 89/106/CEE



con la garantía de:



CARACTERÍSTICAS DE AISLAMIENTO TÉRMICO

Características	Norma	Valor	
Tipo de celda	UNE-EN 13163	Cerrada	
Gas entre celdas		Aire	
Clase de reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	E	
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 115 = 115 kPa	
Estabilidad dimensional condiciones de laboratorio	UNE-EN 1603	DS(N) 2 + 0,2 %	
Estabilidad dimensional condiciones específicas	UNE-EN 1604	≤ 1 %	
Rigidez dinámica	UNE-EN 29052-1	10 mm	SD30 (< 30 MN/m ²)
		15 mm	
		20 mm	SD20 (< 20 MN/m ²)
		25 mm	
Conductividad térmica declarada λ a 10 °C	UNE-EN 12939 UNE-EN 12667	0,031 W/m·K	
Resistencia térmica	UNE-EN 12939 UNE-EN 12667	10 mm	0,30 m ² K/W
		15 mm	0,45 m ² K/W
		20 mm	0,60 m ² K/W
		25 mm	0,80 m ² K/W
Codigo de designación			
10 y 15 mm	EPS - EN 13163 - L1 - W1 - T1 - S1 - P3 - BS115 - DS(N)2 - SD30		
20 y 25 mm	EPS - EN 13163 - L1 - W1 - T1 - S1 - P3 - BS115 - DS(N)2 - SD20		

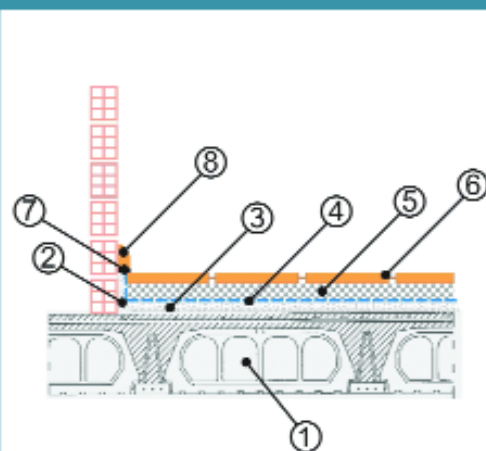
Reducción del nivel de presión acústica* ΔL (anexo C, UNE-EN 12354-2)	Espesor mm	Rigidez dinámica S' - MN/mm ²	Índice reducción ΔL_w - dB
	10	30	28,90
	15		
	20	20	31,20
	25		
* Losa flotante de 4,5 cm de hormigón armado con baldosa cerámica de 3 cm de espesor			

NIVEL DE PRESIÓN A RUIDO DE IMPACTO (UNE-EN 12354-2)

Tipo de forjado		Peso propio kg/m ²	Sin aislamiento L _{n,w,eq}	Con aislamiento L' _{n,w} TR-0-Impact 10/15 mm
Unidireccional bovedilla cerámica	16 + 4 (canto 20 cm)	210	82,72 dB	54,82 dB
	21 + 4 (canto 25 cm)	250	80,07 dB	52,17 dB
	26 + 4 (canto 30 cm)	290	77,82 dB	50,92 dB
Unidireccional bovedilla hormigón	16 + 4 (canto 20 cm)	240	80,69 dB	52,79 dB
	21 + 4 (canto 25 cm)	300	77,30 dB	50,40 dB
	26 + 4 (canto 30 cm)	350	74,96 dB	48,06 dB
Bidireccional – reticular Nervio 10 cm, entreeje 80 x 80	20 + 5 (canto 25 cm)	433	71,72 dB	45,82 dB
	25 + 5 (canto 30 cm)	510	69,24 dB	43,34 dB
	30 + 5 (canto 35 cm)	577	67,36 dB	42,46 dB

El valor del nivel de presión acústica debe ser igual o menor a 65 dB (CTE – DB – HR)

SISTEMA DE COLOCACIÓN



- 1) Compensar irregularidades de la superficie del forjado
- 2) Colocar tiras laterales de **DonPól Termoacústico TR-0-Impact**
- 3) Distribuir planchas de **DonPól Termoacústico TR-0-Impact** sobre toda la superficie
- 4) Cubrir las planchas con una capa separadora (film de polietileno de galga 200)
- 5) Distribuir una capa de hormigón armado (mallazo de Ø 6 a 20 x 20 cm) de unos 5 cm de espesor
- 6) Colocar las baldosas del suelo con un mortero adhesivo
- 7) Distribuir una masilla (silicona o similar) sobre todo el perímetro, esta masilla será el asiento del rodapié. Colocar el zócalo lateral (rodapié) sobre la masilla del perímetro.

COMPARATIVA AISLAMIENTO ACUSTICO RUIDO DE IMPACTO

PRODUCTO		MATERIAL	Espesor total cm	Conductividad térmica λ_D W/m·K	Resistencia térmica R_t m ² K/W	Aislamiento ruido impacto ΔL_{w} - dB	Tipo de losa flotante
ISCOVER	PST Panel	Lana de roca	22	0,039	0,55	31,0	Hormigón 4 cm + mortero 1,5 cm + terrazo 2,5 cm 180 Kg/m ²
	Panel soñado directo		20	0,036	0,55	29,1	
ROCKWOOL	Panel PF	Lana de vidrio	25	0,033	0,75	26,0	Hormigón 5 cm + mortero 1,5 cm + terrazo 2,5 cm 205 Kg/m ²
	Rocksol 501	Lana de roca	20	0,033	0,80	23,0	Hormigón 4 cm 90 Kg/m ²
	Rocksol 2-525		50	0,037	1,35	20,0	Hormigón 5 cm 100 Kg/m ²
			15		0,40	18,0	Hormigón 4 cm 90 Kg/m ²
BP	Pastroll	Espuma poliuretano reticulado	5	0,032	0,15	20,0	Hormigón 5 cm 100 Kg/m ²
DANOSA	Impactolan	Espuma poliuretano reticulado	5			20,0	Hormigón 6 cm 150 Kg/m ²
DOW	Ethaflex™ 222	Espuma poliuretano extruido	3			17,0	Hormigón 4 cm 90 Kg/m ²
			5			19,0	
OX Company	Fonpex ST	Espuma poliuretano expandido no reticulado	3		0,05	16,0	Hormigón 5 cm + revestimiento 150,2 Kg/m ²
			5	0,044	0,10	20,0	
			10		0,20	19,0	
			10	0,042	0,45	20,0	
DONPÓL Termoacústico	TR-0- Impact	Espuma de poliestireno expandido elastificado	10		0,30	28,9	Hormigón 5 cm + revestimiento 150,2 Kg/m ²
			15		0,45	28,9	
			20	0,031	0,80	31,2	
			25		0,80	31,2	

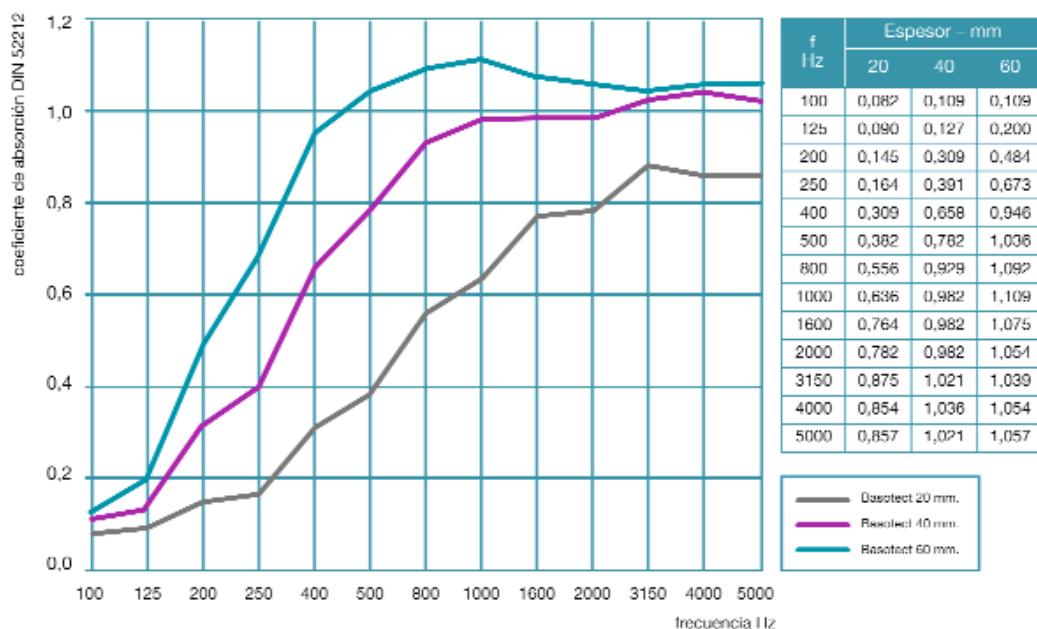
COMPARATIVA AISLAMIENTO ACUSTICO RUIDO DE IMPACTO

CARACTERÍSTICA	DONPÓL TR-0 impact		ESPUMA DE POLIETILENO EXPANDIDO O RETICULADO	LANA MINERAL
Instalación	Sencilla. El corte perimetral evita los puentes térmicos y acústicos. No necesita accesorios	Sencilla ya que el material se suministra en rollos, sin embargo, algunos productos tienen sentido de puesta	Complejo, necesita accesorios para su fijación, de lo contrario no se mantendrá en su posición. Se producen puentes térmicos y acústicos.	
Durabilidad	Las características no varían con el tiempo, no envejece. Es muy estable dimensionalmente.	La estructura celular de las de tipo expandido se rompe con facilidad al transitar por encima los operarios o al colocar peso sobre ellas	Las características no varían con el tiempo pero puede verse afectado seriamente si hay presencia de agua.	
Reacción al fuego	Combustible no inflamable. No contribuye a la propagación del fuego. Los vapores que desprende son similares a los de la combustión de la madera.	Combustible con facilidad	Media - alta, dependiendo de la composición	
Toxicidad	Ninguna	Desconocido	Media. La inhalación de pequeñas partículas pueden provocar enfermedades pulmonares.	
Normativa europea	Si tiene. Mayor garantía para el consumidor	No tienen	Si tiene. Mayor garantía para el consumidor.	
Computo	+	-	+/-	

ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO DE LOCALES

BASOTECT es una espuma flexible, con celda abierta fabricada con resina de melamina, un termoplástico.

Su elevada absorción de la energía acústica, al disminuir la reflexión de las ondas sonoras incidentes, le hace idóneo para la aplicación en oficinas, aulas, salas de reuniones, restaurantes, falsos techos, etc



Característica	Valor	
Conductividad térmica λ a 10°C	Máxima 0,035 W/m·K	
Resistencia compresión	4 a 20 kPa	
Alargamiento a rotura	> 10 %	
Tipo de celda	Abierta	
Gas entre celdas	Aire	
Reacción al fuego	M.1	
Temperatura máxima de empleo	Aproximadamente 150 °C	
Resistencia térmica	30 mm	0,85 m ² ·K/W
	40 mm	1,10 m ² ·K/W
	50 mm	1,40 m ² ·K/W
Dimensiones	2.500 x 1.250 mm	

