



Las Clases de Confort Acústico Isover

Sin ruidos: una vida mejor



ISOVER
SAINT-GOBAIN

Construimos tu Futuro



Construimos tu Futuro



1



Índice

La importancia del confort acústico en el hogar **4/8**

- 1.1 ¿Cuánto ruido podemos soportar? 4
- 1.2 Paz y tranquilidad 5
- 1.3 En su casa como en una isla de silencio: todo el potencial del aislamiento acústico 6
- 1.4 Cómo atenuar el ruido: el confort acústico desde la concepción del proyecto 8

2



Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover **10/35**

- 2.1 Las "Clases de Confort Acústico Isover": la forma fiable de definir el Confort Acústico 10
- 2.2 Disfrute las clases de confort gracias al principio masa-muelle-masa 12
- 2.3 Características acústicas de las lanas minerales 14
- 2.4 Análisis de frecuencia 18
- 2.5 Lanas minerales Isover: garantía de silencio 20
- 2.6 ¿Por qué tres paredes absorben más sonido que una? 22
- 2.7 Todo lo que se necesita: construcciones rellenas con lana mineral 24
- 2.8 Soluciones para un aislamiento acústico excelente: "Clase Confort" 26
- 2.9 El sonido del silencio: La clase "Música" 32
- 2.10 Productos de calidad para un aislamiento acústico de clase superior 34

3



Anexo I Resumen DB-HR **36/53**

- 3.1 Reglamentación acústica en la edificación DB-HR 38
- 3.2 CTE DB-HR: Protección frente al ruido 39
- 3.3 Diseño dimensionado. Opción simplificada 42

4



Anexo II. Consejos prácticos para llevar a cabo las soluciones de confort acústico Isover **54/59**

5



Anexo III. Detalles constructivos. Cómo conseguir la Clase Confort: **60/67**

6



Glosario **68/69**

1

La importancia del Confort Acústico en el hogar

1.1 ¿Cuánto ruido podemos soportar?

Vivimos en un mundo ruidoso

En todo el mundo el nivel general de ruido es alarmantemente alto. Vivimos en una sociedad ruidosa debido fundamentalmente al entorno tecnológico en el que nos desarrollamos.

Es bien conocido el hecho de que la contaminación acústica no sólo hace que sea más difícil relajarse, sino que origina estrés y constituye una amenaza real para nuestra salud.

No podemos detener el desarrollo, por lo que cualquier tipo de solución contra el ruido nos ayudará a mejorar nuestro bienestar físico y mental.

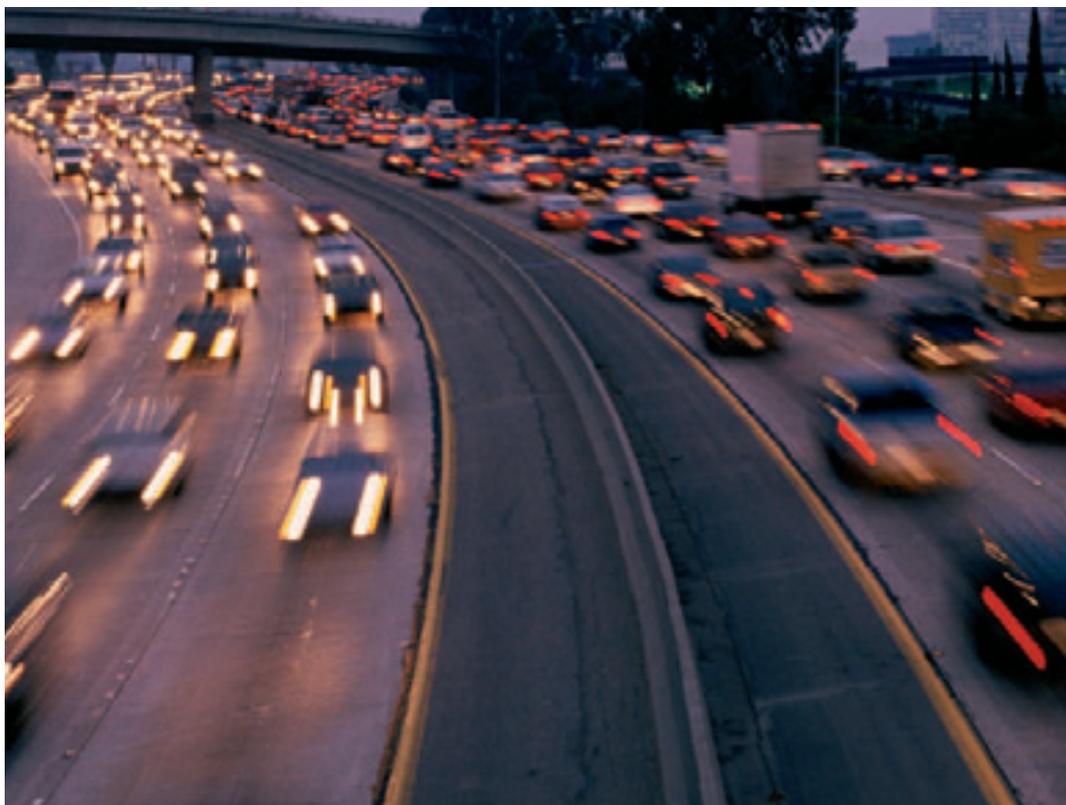
Todas las soluciones constructivas que nos protejan de las agresiones acústicas, siempre tienen una relación directa en nuestra calidad de vida, tanto física como mental.

Dichas soluciones son apropiadas para el aislamiento acústico, y están pensadas tanto para las obras de nueva construcción como para obras de rehabilitación de forma que se atenue cualquier tipo de ruido y se pueda disfrutar de la tan deseada paz y tranquilidad en el hogar.



Para lograr un mejor nivel de aislamiento acústico, incluso en los entornos más desfavorables, Isover –líder mundial en sistemas de aislamiento – ha desarrollado diferentes soluciones para el confort acústico que superan ampliamente los requerimientos estándar usados en los países europeos.





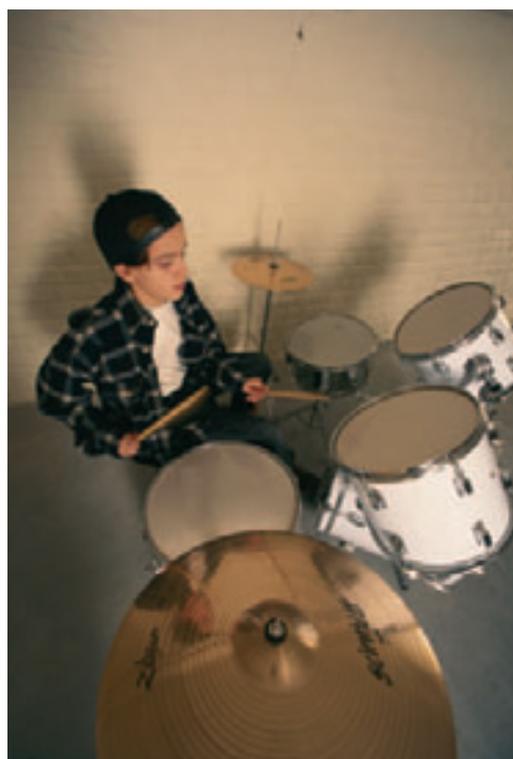
1.2 Paz y tranquilidad

Tanto en la oficina como en casa, los entornos ruidosos son una de las mayores fuentes de molestia.

Incluso cuando se duerme, un tercio de los ciudadanos europeos se ven afectados por el ruido y, por tanto, no consiguen el necesario descanso y la relajación esenciales para la salud.

Esta importante falta de descanso, además de causar estrés físico general, puede originar daños en nuestra salud, yendo estos desde elevar la presión sanguínea, producir defectos de audición, falta de concentración hasta causar en algunos casos alteraciones en el ritmo cardiaco que puedan ser los precursores de ataques al corazón. Ha llegado pues el momento de reducir el nivel acústico que nos rodea.

Isover ofrece los sistemas, materiales y soluciones acústicas que por fin nos devolverán la paz y tranquilidad.



Factores del ruido

- 80 millones de ciudadanos europeos están expuestos al ruido.
- Más de 170 millones viven en zonas expuestas las cuales ven afectada su calidad de vida.
- El resultado de este impacto negativo para la salud en que el PIB Europeo se ve afectado entre un 0,2 y 2%.
- Con unos costes anuales superiores a 12 billones de €.

Fuente: European Noise Policy. Strategy Paper of the CALM Network (DG Research of the European Commission – July 2002), European Union: Green Paper on Future Noise Policy (1996).

1.3 En su casa como en una isla de silencio: todo el potencial del aislamiento acústico

Eliminar un problema requiere un análisis previo

Una protección eficaz contra la contaminación acústica necesita una serie de acciones específicas y muy bien orientadas. Incluso en aquellos países con mayores requisitos legales en temas acústicos (como por ejemplo Austria), una parte importante de la población se siente afectada por el ruido ambiental incluso dentro de su propio hogar.

Cuando se realizó un estudio científico a nivel europeo sobre esta cuestión, se obtuvieron dos conclusiones:

1. Los estándares aplicados para el aislamiento acústico no estaban actualizados.
2. Su implementación se había realizado frecuentemente sin el cuidado necesario.

Desde entonces, los estándares acústicos han sido revisados regularmente. Además, se han definido medidas en la fase de construcción para verificar que se respetan los estándares aplicables.

En España los requisitos acústicos en la edificación quedan regulados según lo establecido en el Código Técnico de la Edificación y su documento básico de protección contra el ruido DB-HR.

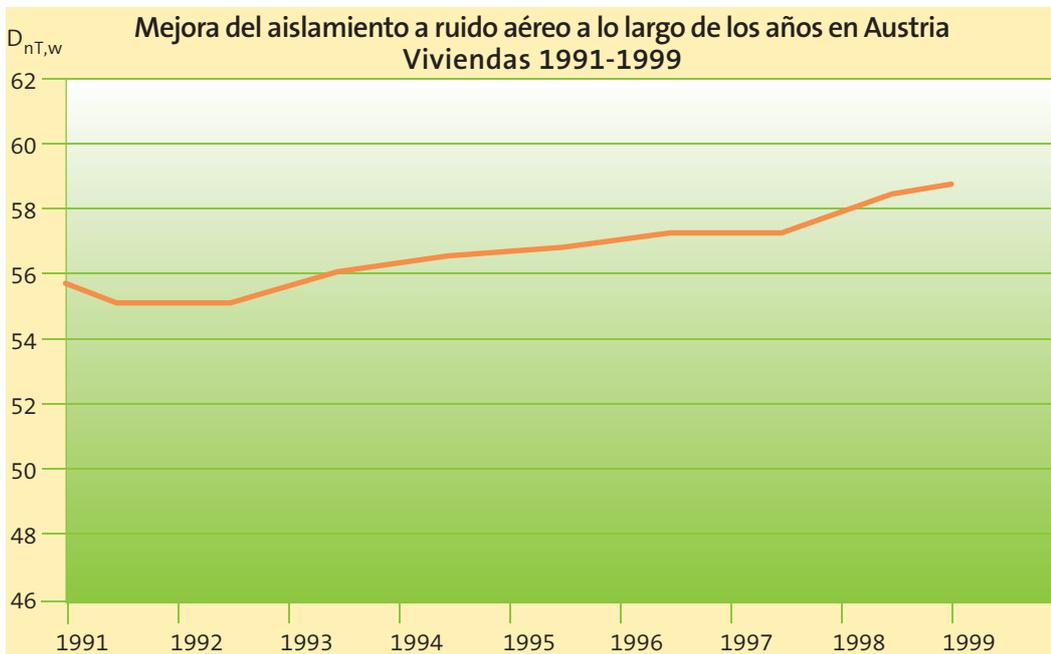
Los requisitos acústicos del DB-HR son una propuesta de mínimos y distan mucho de exigir los niveles de reducción acústica que proporcionan el silencio suficiente para el descanso en el hogar.



La prueba de que las medidas son adecuadas: los buenos resultados

La revisión regular de las normativas aplicables al aislamiento acústico implica que estas se vayan adaptando a los cambios de los entornos acústicos y que se tengan en cuenta las mejoras y avances en el conocimiento de las correlaciones entre el diseño de estructuras y la transmisión de ruido. Si además se verifica que se ejecutan las medidas estructurales de acuerdo con los citados estándares, todos nos beneficiaremos de una disminución efectiva de la contaminación acústica.

Con este planteamiento, el DB-HR considera que una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que forman un recinto en el cual se expresan las exigencias a ruido aéreo y de impacto mediante parámetros que pueden ser verificados en una medición *in situ*.



Basado en el estudio "Sound Insulation in Housing Construction" by Prof. J. Lang.

El éxito se puede medir; pero ¿Cómo?

Mediante un control regular de la adecuación de los sistemas a las exigencias de la reglamentación durante la fase de construcción y mediante una validación ulterior de su eficacia.

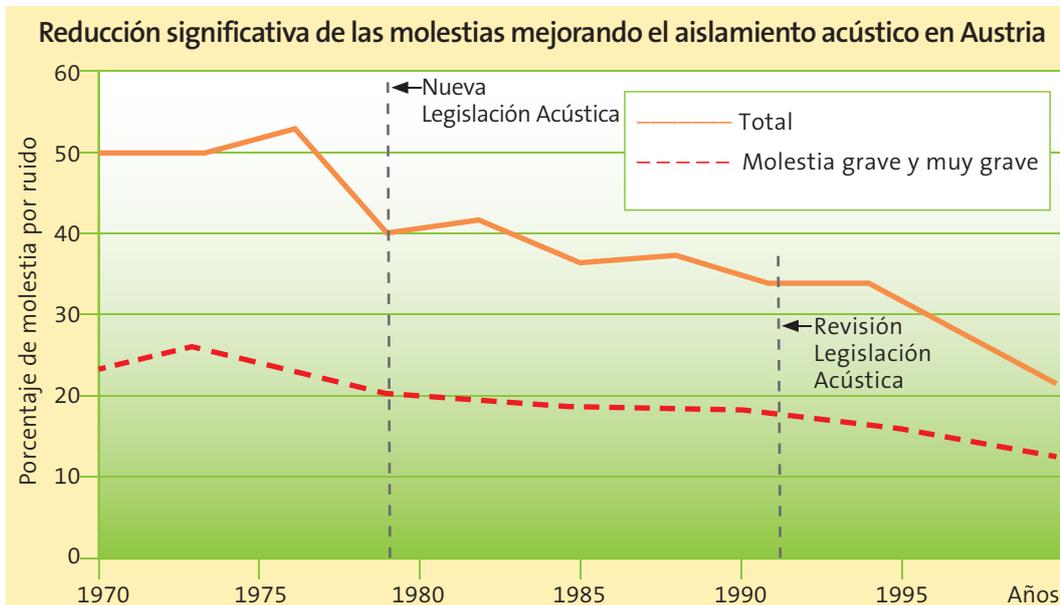
Es fundamental que en la fase de construcción se controle de forma regular el cumplimiento de las condiciones definidas en el proyecto para garantizar el éxito final de las mediciones "in situ". Los pasos a seguir son:

- Definición de las soluciones de un proyecto.
- Control de la fase de construcción.

- Validación con fuentes sonoras inducidas y mediciones "in situ" de la eficacia de la globalidad de los cerramientos a nivel global.

Está demostrado que si se aplican estas medidas se asegura que el nivel de aislamiento acústico mejora sensiblemente.

Los gráficos muestran que cuanto más exigentes son los requerimientos de aislamiento acústico, y si estos se acompañan de medidas precisas, se es capaz de garantizar la paz y el silencio.



Basado en el estudio "Sound Insulation in Housing Construction" by Prof. J. Lang.

1.4 Cómo atenuar el ruido: el confort acústico desde la concepción del proyecto

Sólo podremos esperar un resultado óptimo si el aislamiento acústico lo hemos planificado e integrado en las primeras fases de un proyecto.

En nuestro esfuerzo por controlar el ruido, cada detalle cuenta y es capaz de influir positivamente en el nivel final de ruido. Una buena planificación ha de tener en cuenta múltiples factores.

Para conseguir controlar el ruido hemos de tratar correctamente paredes, suelos, techos, así como instalar ventanas y puertas adecuadas a las exigencias del recinto. Además hay que diseñar cuidadosamente los elementos de distribución interiores del edificio.

La palabra aislamiento implica separar, eliminar vínculos, y todo ello se consigue con elementos elásticos y absorbentes: las lanas minerales.

Es muy importante aislar eficazmente los ruidos producidos por las instalaciones como los sistemas de calefacción y refrigeración, bajantes, ascensores, etc.

Invertir una parte del tiempo para el diseño del aislamiento acústico en un nuevo proyecto permite obtener un confort acústico a largo plazo. Un aislamiento eficiente, bien diseñado y bien instalado permite disfrutar de sus beneficios durante toda la vida útil de la vivienda. Además, una vez instalado convenientemente, un sistema de aislamiento acústico no necesita ningún cuidado ni mantenimiento a lo largo de los años.

El valor del silencio

Entre dos recintos de un edificio, el ruido se transmite fundamentalmente a través de los elementos de separación, es decir, a través de paredes, suelos, etc. Para evaluar la calidad de un aislamiento acústico entre dos recintos contiguos, se han de tener en cuenta todos los caminos posibles de transmisión.

El aislamiento acústico obtenido en un recinto es el reflejado en el indicador estandarizado $D_{nT,A}$ (diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, dBA).

No obstante, las soluciones son testadas bajo condiciones de laboratorio donde esta reducción del nivel sonoro se expresa por R_A (índice global de reducción acústica de un elemento ponderado A, dBA).

Una relación aproximada para correlacionar los dos indicadores es: $D_{nT,A} \approx R_A - 5dB(A)$ siempre y cuando todos los elementos constructivos del recinto aporten un aislamiento acústico del mismo orden y no existan puentes acústicos.

Un valor más alto de $D_{nT,A}$ significa más aislamiento acústico, más silencio. Estudios recientes muestran que los compradores valoran positivamente una vivienda con mejores prestaciones acústicas. Esto prueba que una inversión en confort acústico se compensa de muchas maneras.

$$D_{nT,A} \approx R_A - 5dB(A)$$

Relación aproximada entre la diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores y el índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A.

$D_{nT,A}$ (dBA)	Percepción del Sonido	Eficacia
25-35	Se entienden perfectamente conversaciones entre dos recintos	nula
35-45	Se oyen pero no se entienden conversaciones entre dos recintos	pobre
45-55	Se oyen pero no se entienden conversaciones de alto nivel sonoro	buena
55-65	No se oyen conversaciones de alto nivel sonoro	muy buena
65-75	No se oyen ruidos de ningún tipo. Calidad del aislamiento a nivel de multicines	excelente



Conseguir la Clase Confort de forma eficaz

A menudo son los pequeños detalles los que marcan la diferencia en aislamiento acústico. Un aislamiento acústico eficaz comienza con un planteamiento que considere debidamente todos los detalles relevantes para la acústica.

El aislamiento acústico se inicia en la fase de proyecto, donde se plantea el emplazamiento, orientación y ubicación de los espacios en función de las agresiones acústicas exteriores o colindantes.

Un segundo paso sería tratar debidamente todos los detalles relevantes en la acústica, considerar los posibles focos emisores y tratar los elementos constructivos adecuados a dichas exigencias.

Isover dispone de un catálogo de soluciones constructivas con productos recomendados.

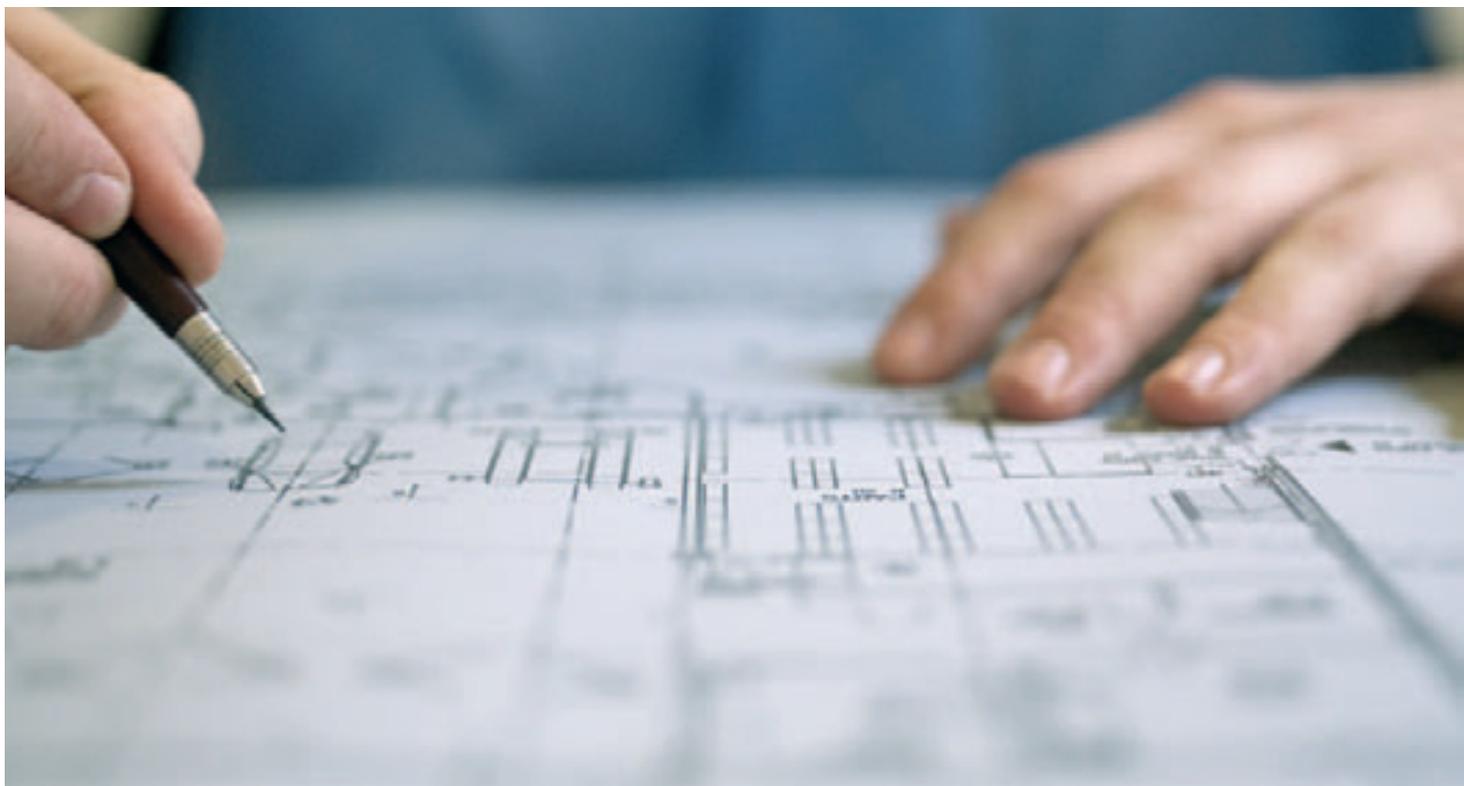
Después de que se haya teniendo en cuenta un cuidadoso aislamiento del edificio, el siguiente

paso es eliminar las áreas clásicas de problemas, como son los puentes acústicos que reducen la eficacia del aislamiento.

En un nivel superior entraríamos a evaluar las instalaciones propias del proyecto, cuidando los detalles que podrían reducir la eficacia de las soluciones, como por ejemplo:

- Evitar instalaciones de cajas eléctricas enfrentadas, situándolas decaladas en ambos lados de la pared.
- Sistemas de conducción de aire tratados con **CLIMAVER *neto***, que reducen los ruidos o en casos indispensables llegar a colocar silenciosos en el recorrido.
- Aislar también los elementos estructurales, cajear pilares.

En el Anexo I se recogen estos consejos de forma detallada.



2.1 Las "Clases de Confort Acústico Isover": la forma fiable de definir el Confort Acústico

Para conseguir el máximo descanso y tranquilidad en el hogar **Isover** ha creado cuatro Clases de Confort Acústico que engloben los distintos niveles de reducción acústica:

- Estándar: Cumple los requisitos del Código Técnico de la Edificación.
- Mejorada: Proporciona un nivel de atenuación acústica ligeramente superior a los requisitos mínimos de la clase Estándar.
- Confort: Proporciona la atenuación acústica suficiente para el descanso en el hogar.
- Música: Permite alcanzar el Confort Acústico en el hogar cuando se necesitan altos niveles de reducción acústica.

Las Clases de Confort Acústico Isover

$$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$$

Relación entre la diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores y la diferencia global de niveles estandarizada.

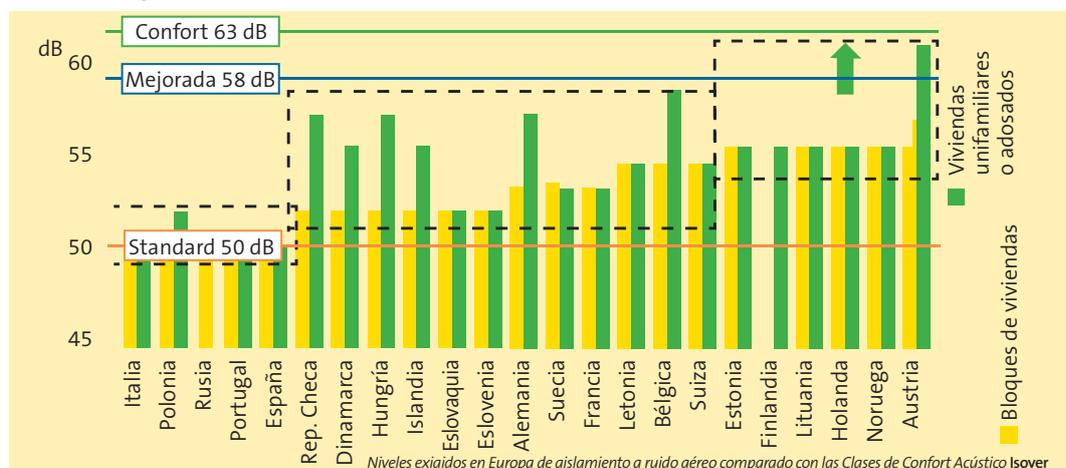
$$R_A = R_w + C$$

Relación entre el índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A, y el índice global de reducción acústica.

	Clase	Música	Confort	Mejorada	Estándar
Viviendas de distintos usuarios	Aislamiento a ruido aéreo: Diferencia de niveles estandarizada (dB) $D_{nT,w} + C$	≥ 68	≥ 63	≥ 58	≥ 50
	Aislamiento a ruido de impacto: Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado (dB) $L'_{nT,w} + C_I$	≤ 40	≤ 40	≤ 45	≤ 65
Viviendas de mismo usuario	Aislamiento a ruido aéreo: Diferencia de niveles estandarizada (dB) $D_{nT,w} + C$	≥ 48	≥ 48	≥ 45	$\geq 33^*$
	Aislamiento a ruido de impacto: Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado (dB) $L'_{nT,w} + C_I$	≤ 45	≤ 45	≤ 50	≤ 55

(*) $R_A \geq 33$

Como vemos en el siguiente gráfico la clase Confort de **Isover** se sitúa entre los niveles de aislamiento acústico más exigentes en Europa, mientras que la clase estándar es equivalente a las exigencias acústicas de la legislación Española.



Isover fija las reglas de juego

Los requerimientos del Código Técnico de la Edificación (clase de confort acústico estándar) sobre

aislamiento acústico sólo nos protegen contra el llamado "ruido ambiente" originado por nuestras



actividades cotidianas. Pero estos requerimientos no sólo no cubren las necesidades de muchas personas que se quejan de las continuas molestias del ruido que las rodea, sino que no utilizan las múltiples posibilidades que las actuales soluciones innovadoras ofrecen para el confort acústico.

Basándose en los múltiples tipos de ruido y en varios estudios sobre este tema, **Isover** –líder mundial en

fabricación de sistemas de aislamiento-, establece una nueva referencia en aislamiento acústico.

Las “Clases de Confort Acústico **Isover**” aseguran un confort que va más allá de lo prefijado por las normativas actuales en Europa. Estas clases son una orientación de ayuda para todos aquellos que aún en nuestro mundo de alta tecnología no están dispuestos a vivir sin momentos de silencio completo.

Excepcional confort gracias a un silencio perfecto

Basado en la gran experiencia de **Isover**, las Clases de Confort Acústico ofrecen una protección fiable en nuestro día a día. Hasta las personas más sensibles a los ruidos se encontrarán confortablemente, incluso en un entorno ruidoso.

No importa que el origen del ruido sea del interior o del exterior del edificio. Gracias a **Isover**, las

viviendas unifamiliares, adosadas o en bloques serán un oasis de silencio sin que esto conlleve ninguna restricción para usted y sus vecinos en sus actividades cotidianas. Y si usted necesita abordar un gran desafío, como la intensidad del sonido producido al tocar un piano, la Clase “Música” de **Isover** ofrece un aislamiento acústico fiable al más alto nivel posible.

Ruido aéreo o estructural: Isover elimina ambos

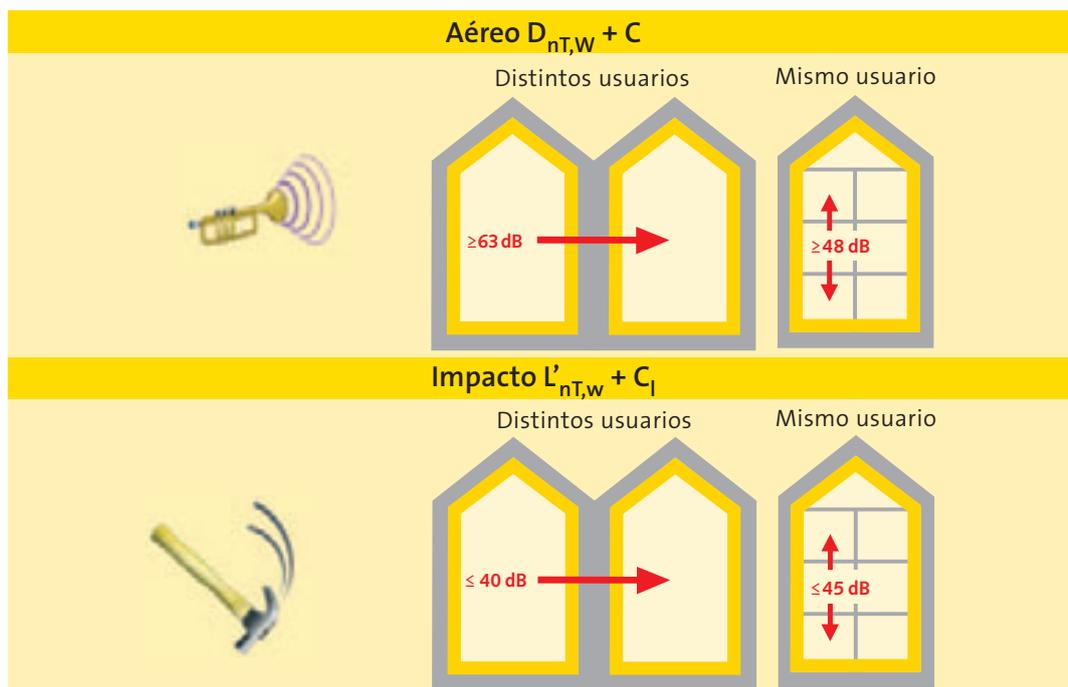
Existen diferentes tipos de ruido: los que se transmiten por el aire o los transmitidos por la estructura del edificio.

Las Clases de Confort Acústico **Isover** garantizan una excelente protección para ambas situaciones.

El ruido aéreo es el que se transmite directamente desde la fuente emisora al oído a través del aire, como por ejemplo las conversaciones de los vecinos, el ruido del tráfico o el equipo de sonido de la

casa de al lado. Por el contrario, el segundo tipo de ruido, incluidas las caídas de objetos en el piso de arriba o el ruido que produce un objeto al arrastrarse por el suelo, es transmitido principalmente por la estructura del edificio y es, por tanto, el llamado ruido de impacto o estructural.

Tanto para el ruido aéreo como el de impacto, las soluciones de aislamiento acústico **Isover**, que se describen en las páginas siguientes harán que ninguno de los dos tipos de ruido le molesten en el futuro.



Las Clases Confort Acústico **Isover** proporcionan un auténtico silencio entre viviendas y en el interior de las mismas.

2.2 Disfrute las clases de confort gracias al principio masa-muelle-masa

El aislamiento acústico llevado a la perfección

El sistema masa –muelle – masa, asegura los mayores niveles de aislamiento contra el ruido de los recintos contiguos combinando una protección acústica óptima con una rápida, fácil y poco costosa instalación.

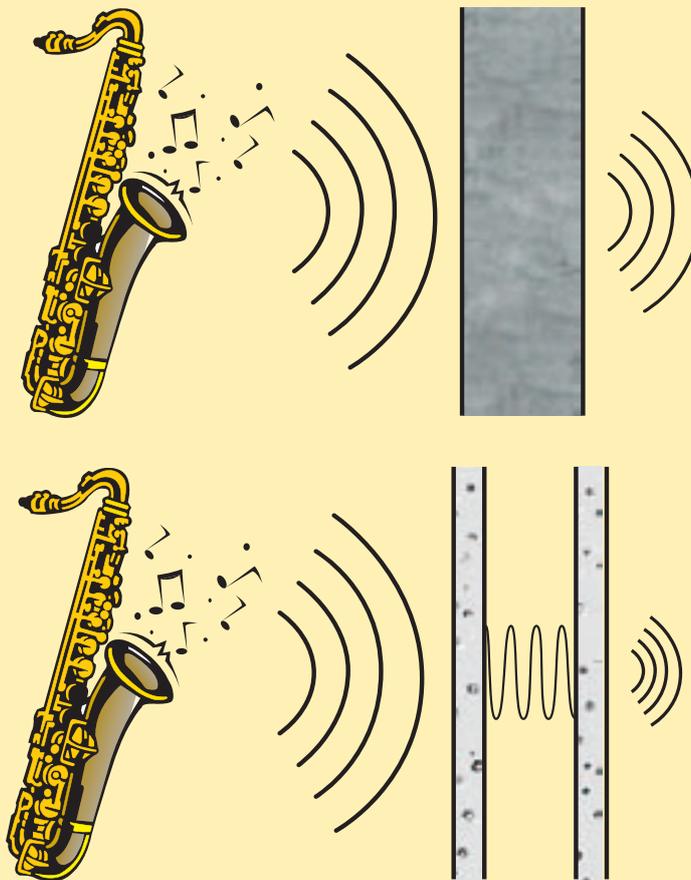
Básicamente, el principio masa – muelle – masa implica dos hojas separadas con una cavidad en el medio.

Esta cavidad contiene el llamado aire muelle. Si rellenamos dicha cavidad con un material amorti-

guador de sonido (lana mineral **Isover**), se mejora la eficacia del sistema y se incrementa considerablemente el aislamiento acústico.

Un sistema masa – muelle – masa, no sólo es ligero, flexible y proporciona una máxima eficacia frente al aislamiento acústico sino que, gracias a las propiedades de las lanas, se consigue también un excelente aislamiento térmico que mejora el obtenido mediante los métodos de construcción tradicionales.

Las construcciones de dos hojas con una cavidad rellena de lana mineral Isover superan los resultados de amortiguación acústica de las paredes simples.





Los múltiples beneficios de las construcciones con lana mineral Isover

La eficacia de la insonorización mediante los sistemas masa – muelle – masa es claramente superior a la de los tabiques clásicos de una hoja.

Es bien conocido que en una construcción convencional sólida, el efecto acústico depende fundamentalmente de la masa superficial. Consecuentemente, un alto nivel de aislamiento acústico requerirá un muro más ancho y pesado. Este fenómeno se basa en la ley de masas:

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow R_A = 16,6 \cdot \log m + 5 \text{ (dBA)}$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow R_A = 36,5 \cdot \log m - 38,5 \text{ (dBA)}$$

donde m es la masa del elemento rígido en Kg/m^2 .

En la práctica, este incremento en el espesor de la pared es prácticamente imposible ya que requiere unas estructuras muy robustas, mayores gastos logísticos y menos volumen en los recintos habitables, así como un tiempo muy largo de construcción y secado.

Por contra, cuando se usan sistemas masa / muelle / masa rellenos con lana mineral Isover, cada centímetro extra de espesor incrementa el aislamiento aproximadamente en 1 dB, hasta un límite que depende de la solución constructiva.

Por tanto, para reducir a la mitad la potencia sonora (disminuir el ruido en 3 dB) no es necesario

doblar el espesor y el peso de la pared si no que sólo se necesitan unos 3 cm más de aislamiento. El desembolso necesario en términos de diseño, logística e instalación son más o menos los mismos. Incluso cuando se instalan placas de yeso optimizadas acústicamente se pueden ganar otros 3 dB.

Esto hace al sistema masa-muelle-masa superior en términos de rendimiento acústico, uso práctico y bajo costo.

Paredes de fábrica		Rendimiento acústico	Contracción masa-muelle-masa	
Espesor (mm)	Masa superficial (kg/m ²)	R _A (dBA)	Masa superficial (kg/m ²)	Espesor (mm)
100	140	40	26	66*
130	180	43	26	78**
160	220	46	26	100***

$$*66 \text{ mm} = 15 + 36 + 15$$

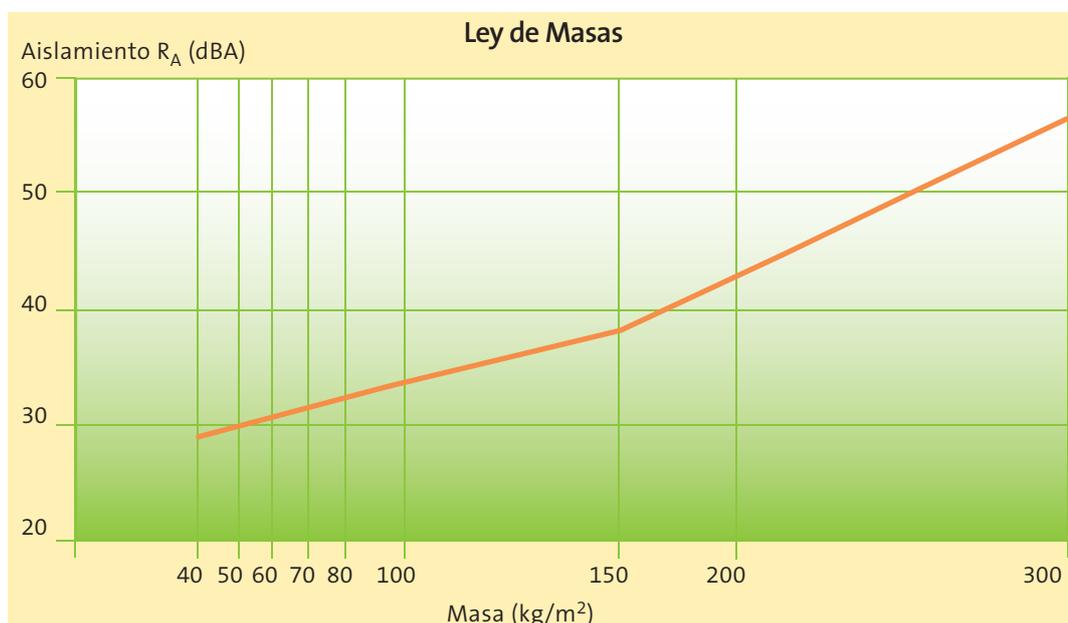
Placa Perfil Placa

$$**78 \text{ mm} = 15 + 48 + 15$$

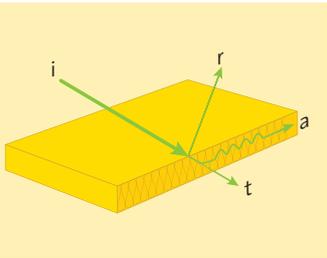
Placa Perfil Placa

$$***100 \text{ mm} = 15 + 70 + 15$$

Placa Perfil Placa



2.3 Características acústicas de las lanas minerales



Las lanas minerales tienen la capacidad de atenuar el sonido que las atraviesa. Cuando una onda sonora incide sobre ellas (i) con una frecuencia dada, una parte de la energía de la misma es reflejada (r), otra parte es disipada por la lana mineral (a) y el resto que atraviesa el material (t) es transmitido. Siendo $i=r+a+t$, expresados en W/m^2 .

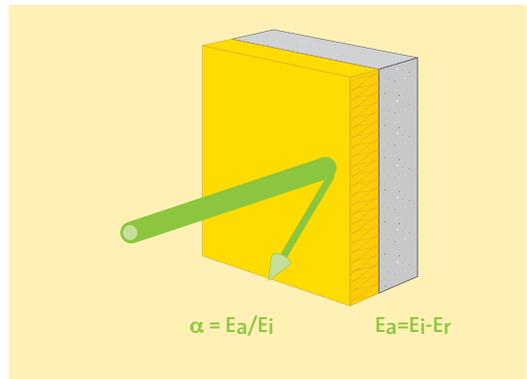
- La porosidad, dada por la relación volumen de aire/volumen total.
- La tortuosidad, es decir, la geometría de la estructura del material.
- Espesor de la capa de lana mineral.
- Rigidez dinámica, expresada en MN/m^3 .

En la práctica, la lana mineral forma parte de la estructura que conforma el cerramiento del edificio.

La energía que absorbe un producto se cuantifica mediante el coeficiente de absorción acústica, α , que toma valores de 0 a 1. Éste se define como la relación entre la energía absorbida (E_a) y la energía incidente (E_i) sobre el material por unidad de superficie.

La capacidad de absorción acústica de las lanas minerales depende de los siguientes parámetros:

- Resistencia al paso del flujo de aire, expresado en $KPa\cdot s/m^2$.



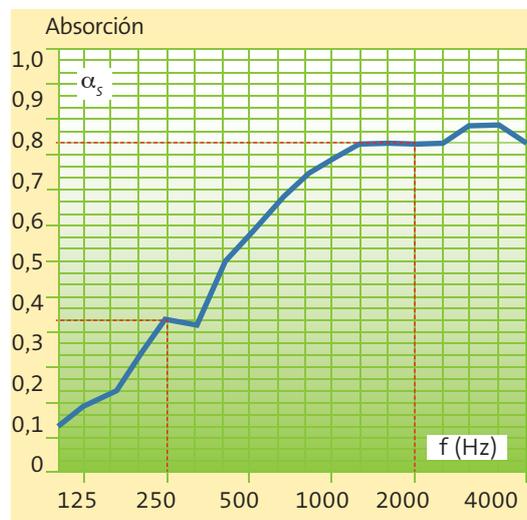
Coefficiente de absorción acústica

El coeficiente de absorción de un material, para cada frecuencia, se mide según la norma UNE-EN ISO 354:2004. Se obtiene el coeficiente de absorción α_s , alpha Sabine, que caracteriza el poder absorbente acústico de un material para cada frecuencia y adopta valores de 0 a 1.

A continuación se muestra un gráfico en el que se representan la absorción frente al espectro de frecuencias de sonidos percibidos por el oído humano. Vemos que para 250Hz, $\alpha_s = 0,38$. Por lo que un 38% de la energía es absorbida. Para 2000Hz, $\alpha_s = 0,80$. En este caso un 80% de la energía es absorbida.

A partir esta curva de absorción, conseguida experimentalmente para cada tipo de producto, podemos determinar el coeficiente global de absorción, α_w , del mismo. Este coeficiente global de absorción define la capacidad de absorción acústica de un material para todas las frecuencias del espectro, según la norma UNE-EN ISO 11.654:1998, y nos permite comparar el poder

de absorción acústico entre productos para todo el espectro. Así, de cada producto se obtiene una "firma" de cada producto de su capacidad de absorción con el fin de ayudar a determinar cuál se adapta mejor a nuestras necesidades.



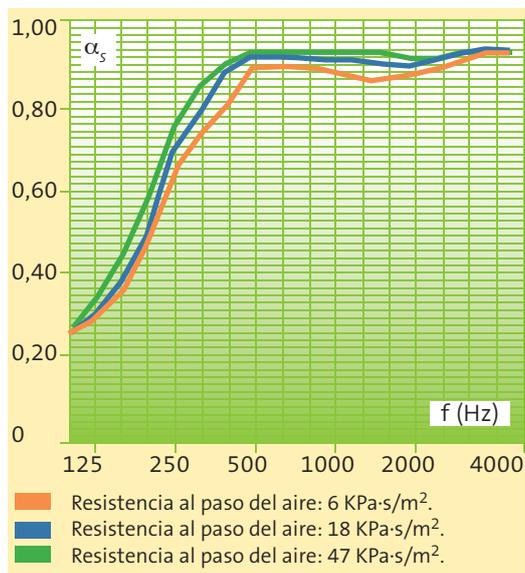


Aspectos a tener en cuenta y que afectan a la absorción acústica

A) Influencia de la resistencia específica al paso del aire.

La resistencia específica al paso del aire, r , de una lana mineral, caracteriza la capacidad de absorción acústica de la misma ya que el entrelazado de los filamentos provoca una disminución de la energía acústica de la onda acústica por fricción de la onda con los filamentos, de manera que se evita que ésta rebote o atraviese el cerramiento.

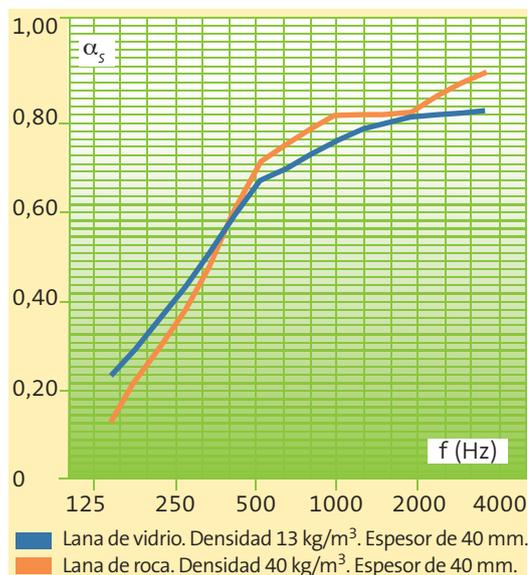
Distintos productos de lana mineral con el mismo espesor pero distinta resistencia específica al paso del aire presentan resultados de absorción acústica similares si r está comprendida entre 5 y 50 KPa·s/m², como vemos en el gráfico siguiente. Este intervalo de resistencia específica al paso del aire permite obtener un óptimo aislamiento.



B) Influencia de la naturaleza de la lana mineral.

Para un mismo espesor, la lana de vidrio presenta mejor comportamiento acústico que la lana de roca debido a la presencia de infibrados en la última.

A continuación se muestran las diferencias en las curvas de absorción acústica, α_s , para los distintos tipos de lana mineral donde se comprueba la afirmación anterior.



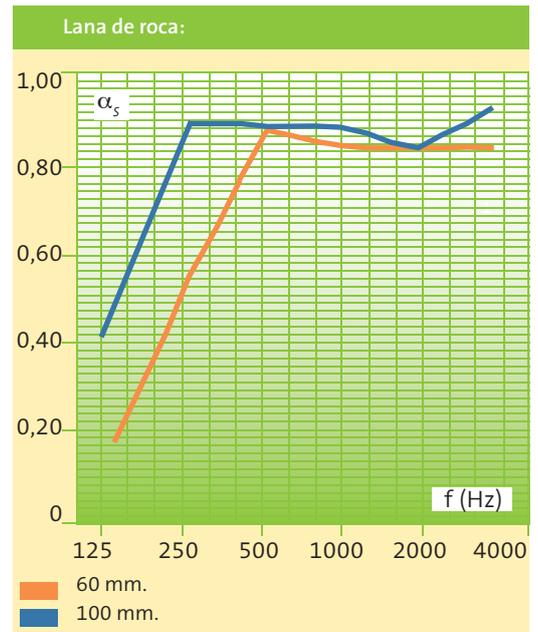
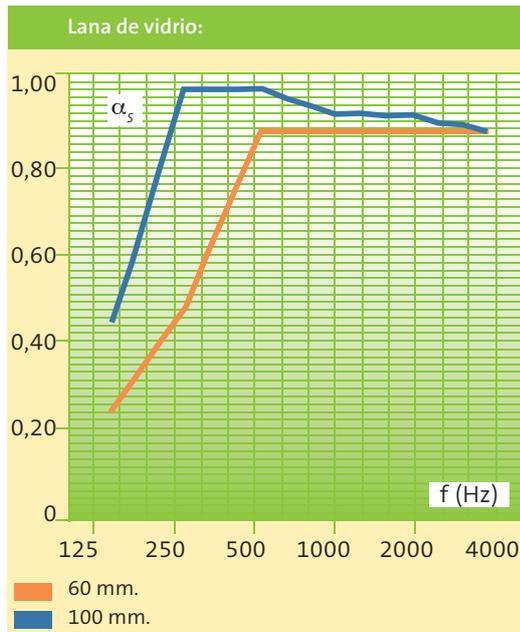
2

Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover

C) Influencia del espesor de lana mineral.

El espesor es determinante en el comportamiento acústico de una lana mineral. A continuación vemos dos gráficos en los que tanto

para lana de vidrio como de roca, cuanto mayor es el espesor mayor es la capacidad de absorción acústica.

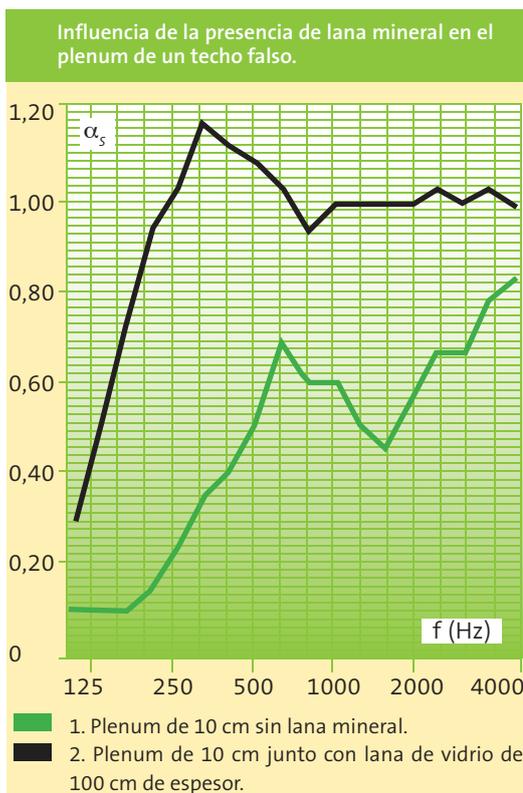
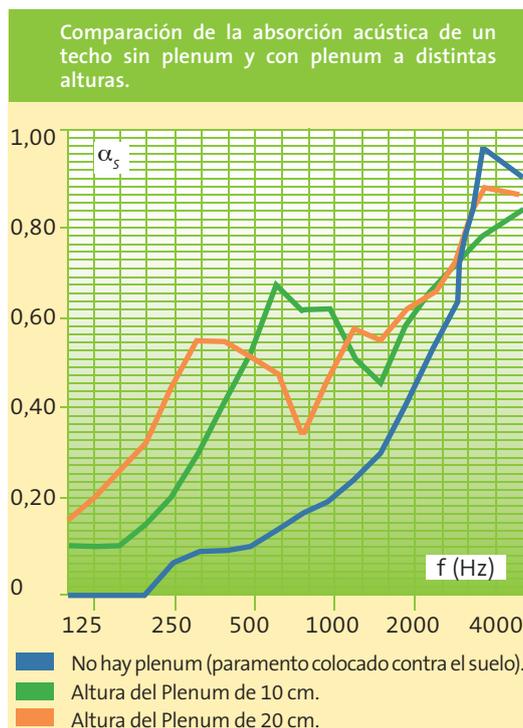




D) Influencia de la altura del plenum.

Se ha comprobado que dejando un espacio vacío por encima de la capa de lana mineral, denominado plenum, como se realiza en los falsos techos de las plantas de los edificios, se consigue un mejor aislamiento acústico. A esta disposición del techo se le suma la variable de la altura del plenum, de forma que cuánto mayor es la altura del plenum, mayor es la cantidad de energía disipada a bajas frecuencias (hasta 500Hz) y, por tanto, el comportamiento acústico del cerramiento es mejor.

Veamos en el siguiente gráfico la influencia de la variable altura del plenum en la absorción acústica.



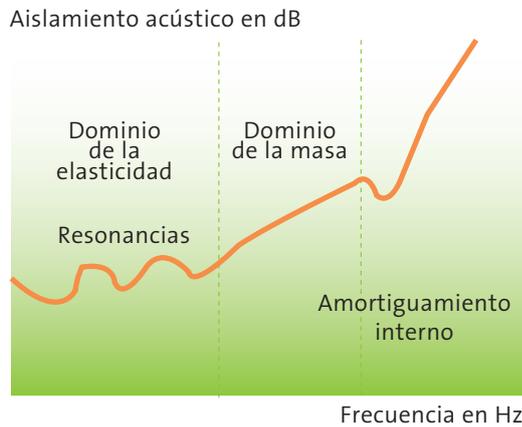
También resulta destacable la influencia del porcentaje de relleno del plenum. Si éste está relleno con lana mineral se obtiene un mejor comportamiento acústico del cerramiento en todas las frecuencias.

2.4 Análisis de frecuencias

Sistemas de una sola hoja

La ley de masas (ver página 17), nos dice que en una pared simple (fábrica, cerámica, hormigón, etc) el aislamiento acústico depende de su masa superficial: a mayor peso por metro cuadrado más aislamiento acústico.

Los sonidos, están compuestos por distintas frecuencias, de tal forma que si ensayamos en laboratorio una pared simple, el espectro presentará una curva de aislamiento acústico similar a la siguiente:



Siendo:

c - Velocidad del sonido en el aire (m/s).

d - Espesor de la pared (m).

ρ - Densidad del material de la pared (kg/m^3).

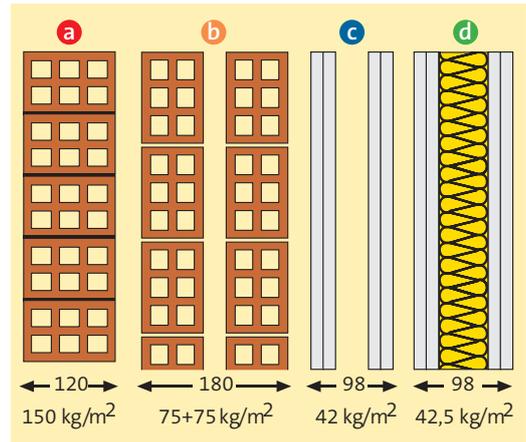
μ - Coeficiente de Poisson.

E - Módulo de Young (N/m^2).

¿Qué nos dicen los resultados del laboratorio? que el aislamiento real de una pared simple además de la ley de masas depende de otros factores como la rigidez, las resonancias y las frecuencias críticas o de coincidencia de los materiales.

La frecuencia crítica es la frecuencia en la cual, se produce el fenómeno de coincidencia. La absorción acústica del elemento se ve negativamente afectada ya que la longitud de onda del sonido incidente proyectado sobre la pared coincide con la longitud de onda de flexión del material que constituye la misma entrando estas ondas en fase y reforzándose. Durante la fase de diseño tendrá que ser tenida en cuenta de tal forma que se sitúe en el campo menos audible posible.

$$f_c = \frac{c^2}{2\pi d} \sqrt{\frac{12\rho}{E}(1-\mu^2)}$$



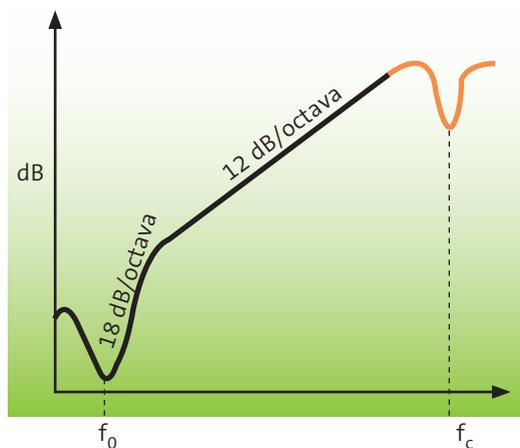
- Pared monolítica formada por $\frac{1}{2}$ pie de LHD sin guarnecer con un peso $M = 150 \text{ kg/m}^2$.
- Pared anterior disgregada en dos hojas de $m_1+m_2 = 75 \text{ kg/m}^2$.
- Si se sustituyen los dos tabiques anteriores solución b) por materiales de menor masa por unidad de superficie, pero flexibles, y por lo tanto con una f_c elevada, se obtendrá un aislamiento acústico superior con menos peso (Fenómeno de Masa-Muelle-Masa).
- El aislamiento acústico se incrementará si se rellena la cámara con un material acústicamente absorbente evitando así las posibles frecuencias de resonancia.



Como podemos observar en la figura, las paredes dobles son mucho más eficientes acústicamente que las paredes simples ya que obtenemos mejores resultados acústicos con menores espesores.



Si realizamos un análisis de frecuencias de un sistema de doble hoja nos encontramos con dos puntos característicos:



- Frecuencia propia del sistema f_0 (Hz): es una característica intrínseca a los materiales. Por debajo de esta frecuencia el aislamiento de la doble pared es equivalente al de una pared simple de igual masa, y viene dada por la expresión:

$$f_0 = 60 \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

Siendo:

m_1 y m_2 Las masas superficiales de cada hoja en (kg/m^2) y d La distancia entre tabiques.

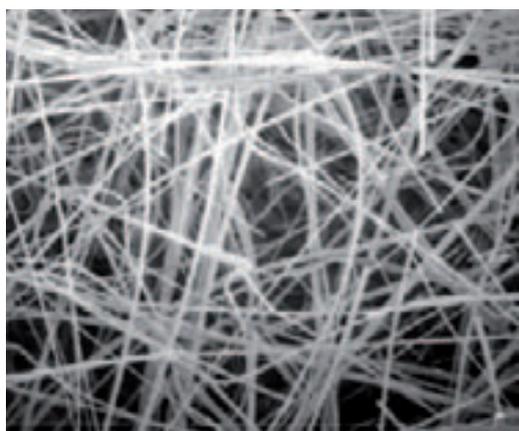
Para optimizar el aislamiento acústico del sistema debido a este punto, será necesario diseñarlo de tal forma que se encuentren situado en las zonas poco audibles por el oído humano (según la anterior fórmula aumentar la distancia de separación entre ambas rellenando el espacio completamente con Lana Mineral).

- Frecuencia de coincidencia o crítica f_c (Hz): en el caso de una pared doble, la localización de este punto se encuentra en valores de frecuencia muy altos donde el aislamiento acústico ya es muy elevado.

2.5 Lananas minerales Isover: garantía de silencio

La facultad de un elemento rígido y simple (**una sola hoja**) de reducir el paso del sonido o aislamiento acústico se basa en la ley de masas. A mayor peso por metro cuadrado mayor es el índice de reducción acústica de un elemento constructivo R medido en dB. Así, por ejemplo, una pared de hormigón de 240 mm de espesor, con un peso de unos 450 kg/m² aporta un R de 60 dB.

¿Cómo puede explicarse que un tabique constituido por dos placas de yeso laminado de 12,5 mm de espesor y con una lana mineral de 60 mm en su interior con un peso 10 veces inferior a la pared anterior proporcione un R de 61,2 dB.



Microscopio lana mineral arena Isover

La respuesta es que este tipo de soluciones donde hay más de una hoja se rigen por la ley "Masa-muelle-Masa". Los sistemas basados en este principio proporcionan aislamientos acústicos muy superiores a los elementos de hoja simple, disminuyendo el peso total de la solución constructiva y permitiendo el ahorro de espacio gracias a que se necesita menos espesor para lograr un resultado equivalente.

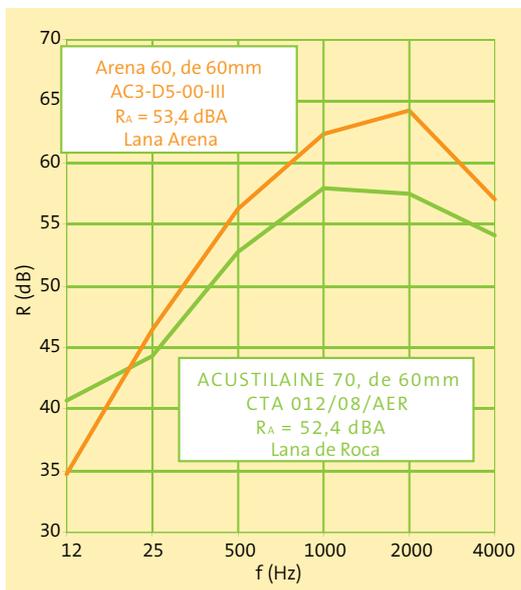
En este tipo de elementos la Ley de Masas pierde relevancia y la densidad de los materiales aislantes aplicados prácticamente no varían las propiedades finales del sistema en cuanto a aislamiento acústico.

El aislamiento acústico proporcionado por estos sistemas se basa en tres razones principales:

Efecto absorción

Viene determinado por la estructura abierta y microporosa de la lana mineral. La finura y longitud de las fibras que constituyen las lanas minerales provocan la máxima fricción de las vibraciones sonoras que atraviesan su estructura, absorbiendo la mayor parte de su energía.

La introducción de materiales aislantes de alta densidad no mejora el comportamiento acústico de las soluciones, y de hecho, se pueden conseguir resultados similares con una lana de vidrio y con una lana de roca (Ver página 19).



Comparativa Aislamiento acústico

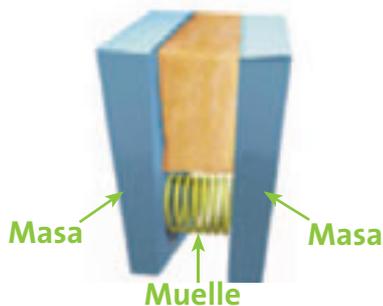
Lana Arena - Lana de Roca
Solución constructiva: 2 PYL+70+2PYL

Efecto muelle

La elevada elasticidad de las lanas minerales actúa como un amortiguador reduciendo la transmisión de vibraciones entre las hojas cuando el sonido atraviesa la solución constructiva. Contrariamente a la ley de masas, el incremento excesivo de la densidad de una lana mineral puede llegar incluso a disminuir sus propiedades de aislamiento acústico debido al aumento de la rigidez del sistema.

Calidad del montaje

Los niveles de aislamiento acústico van a depender de los efectos anteriores y de la correcta instalación de la solución adoptada.



Los materiales elegidos han de ser lo suficientemente flexibles y manejables como para poder cortarse con facilidad y poder adaptarse a las distintas instalaciones presentes en todo sistema constructivo.

Esto permitirá evitar la presencia de puentes acústicos y hará que los resultados de las mediciones "in-situ" se aproximen a los logrados en laboratorio.

Propiedades acústicas

A la hora de evaluar la idoneidad de un material aislante acústicamente es necesario tener en cuenta su rigidez dinámica expresada como MN/m^3 y su resistividad al flujo de aire expresada como $AF \text{ kPa}\cdot\text{s}/m^2$.

Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por estas propiedades acústicas.

2 Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover

2.6 ¿Por qué tres paredes absorben más sonido que una?

En el caso de paredes de dos hojas, el efecto amortiguador de sonido se logra por la interacción de sus componentes individuales. Este juego determina la eficiencia del sistema como un todo.

Comparado con paredes de una sola hoja, las posibilidades de influir en la eficiencia son muy superiores en las soluciones de dos hojas ⁽¹⁾. Los componentes individuales pueden combinarse unos con otros y con sus

respectivos entornos, de forma que los efectos positivos de los materiales usados en estos sistemas se suman. Aquí es donde entran en juego los materiales de aislamiento ligeros de **Isover**. Sus altos rendimientos hacen que se combinen perfectamente para usarse en los sistemas masa-muelle-masa.

Por esta razón, estos materiales logran los extraordinarios resultados que se esperan de **Isover**.

Sistemas de una sola hoja frente a sistemas masa-muelle-masa

Ligero



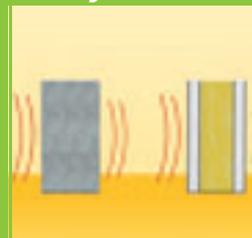
Barato



Ahorra espacio



Eficiente



En el corazón de los sistemas masa-muelle-masa: lana mineral Isover

Respecto al aislamiento acústico eficaz, los sistemas masa – muelle – masa tienen múltiples ventajas sobre las construcciones macizas tradicionales. Estas ventajas pueden incrementarse cuando se eligen los materiales ideales para rellenar los espacios que existen entre las hojas. Este es el factor que más afecta a las propiedades finales del sistema.

Cuando se rellena completamente la cavidad con lana mineral **Isover** se puede lograr un efecto de aislamiento único ¿Por qué? Porque el material

ha sido diseñado especialmente para ese uso: aislamiento acústico. Comparando con una cavidad solo con aire, la diferencia es de más de 8 dB, es decir, el efecto del aislamiento es más del doble.

Ligero, rápido, cómodo, más compacto, más eficiente: Los sistemas masa – muelle – masa con materiales **Isover**, ofrecen numerosas ventajas respecto a las soluciones tradicionales, incluso en la fase de construcción. Y después de instalarse en la vivienda demuestran su eficacia en el aislamiento día a día.

Aislamiento acústico significa confort adicional. No costo adicional

Cuando se comparan los costos de los edificios acústicamente optimizados con construcciones ligeras y los edificios con construcciones macizas, los costos de construcción son similares. Es cierto que la instalación de sistemas con lana mineral suponen un costo extra pero este gasto adicional

está compensado por los numerosos beneficios y calidades que indudablemente se pagan en el largo plazo. Las particiones interiores con lana mineral **Isover** no sólo ofrecen alto aislamiento térmico, también permiten ahorrar espacio interior.

⁽¹⁾ De placa de yeso laminado o de ladrillo con bandas perimetrales.



Los beneficios de las construcciones con aislamiento Isover

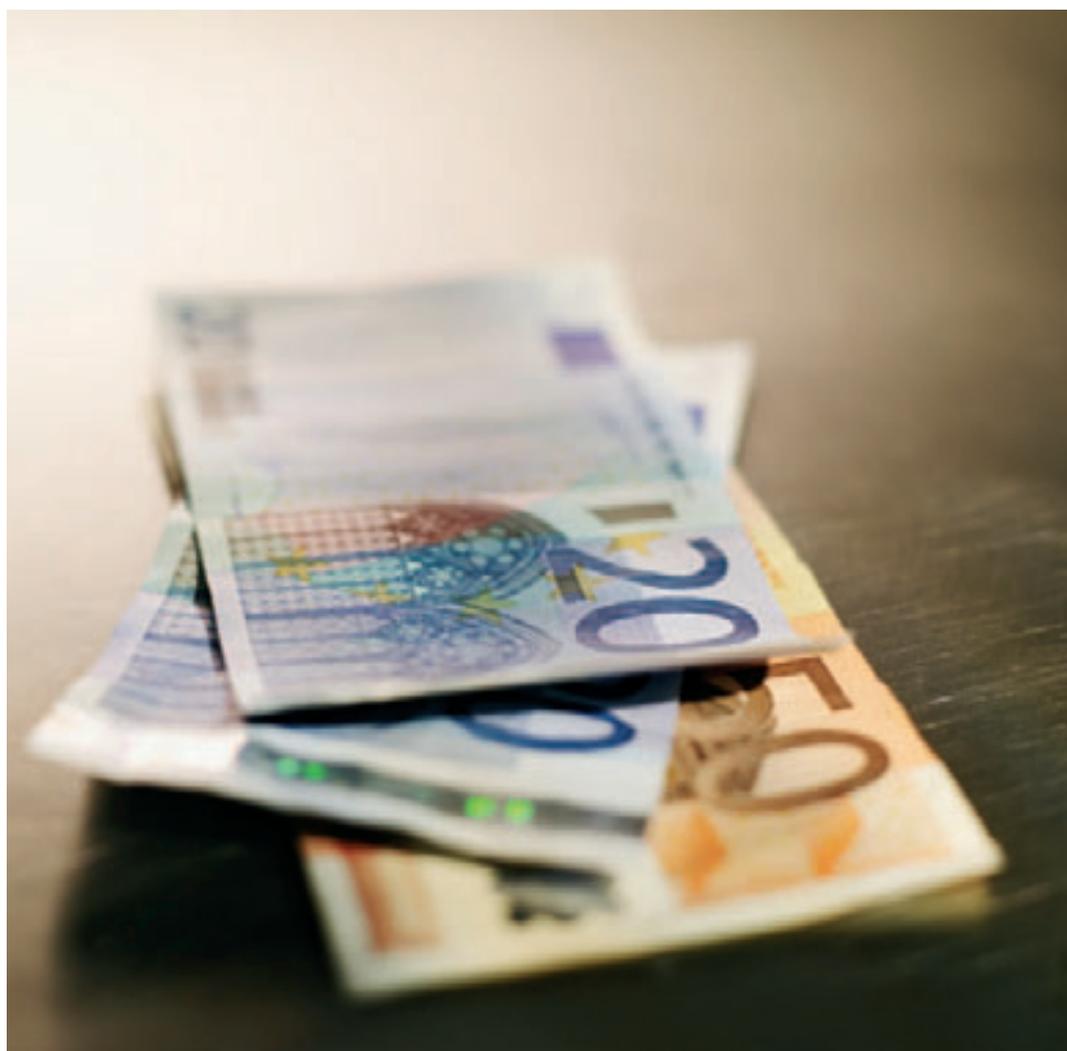
Los beneficios de las construcciones cuyos elementos se han realizado en base al sistema masa-muelle-masa van más allá del confort acústico, ya que el uso de lanas minerales en este sistema incrementa el aislamiento térmico del edificio lo que conlleva una reducción de la demanda energética del mismo, y también suponen una protección adicional contra incendios debido a sus características y la estabilidad de su estructura cuando entra en contacto con el fuego.

Otra de las ventajas del sistema masa-muelle-masa es el menor peso y espesor de una partición respecto a otra maciza que ofrezca un aislamiento

acústico equivalente. La reducción del espesor en los distintos elementos del edificio, claramente implica un mayor espacio de los recintos y estructuras con un peso inferior permite dotar al edificio de cerramientos más ligeros y por tanto, más baratos.

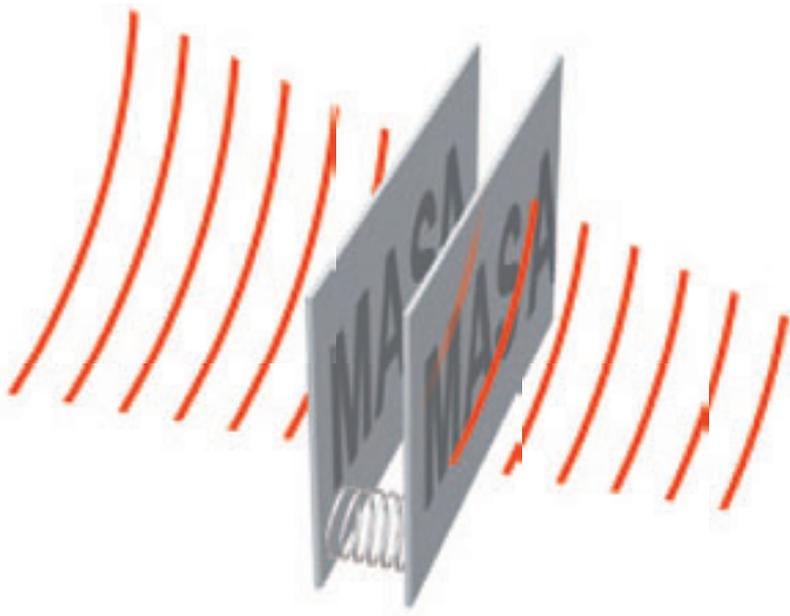
Los sistemas masa-muelle-masa prueban su valor durante su uso. Ofrecen una inigualable flexibilidad y dan mayor valor añadido al edificio.

En síntesis, cuanto más se estudian los sistemas de construcción con lanas minerales, más atractivos resultan.



2 Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover

2.7 Todo lo que se necesita: construcciones rellenas con lana mineral



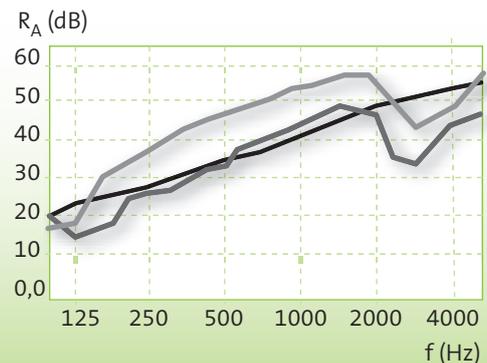
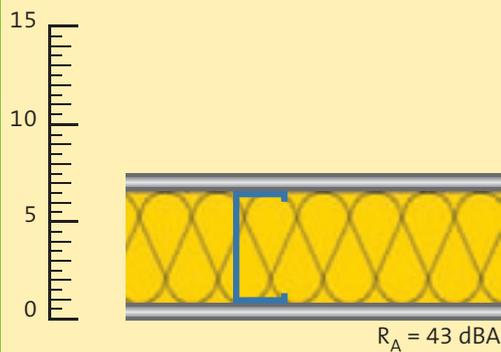
El silencio

Los sistemas masa-muelle-masa completamente rellenos con lana mineral de **Isover** aseguran un excelente aislamiento entre recintos adyacentes. Debido a las únicas propiedades de los productos **Isover** se logran rendimientos superiores. Tan pronto como las ondas sonoras atraviesan el material fibroso, se produce una fricción entre las ondas sonoras y las fibras individuales.

Esta fricción origina una transformación de la energía acústica incidente a energía térmica: el ruido se disipa y desaparece. El resultado es que se transmite menos energía acústica a través de la pared. Por cierto, las lanas **Isover** no sólo “atrapan” las ondas sonoras que pasan a través de la pared sino que también reducen las transmisiones laterales dentro de la cavidad.

En síntesis, se produce un complejo proceso físico con un claro y audible resultado: el silencio.

Rellenando la cavidad con lana mineral Isover se consiguen resultados espectaculares.



⌒ Ley de Masas.

⌒ 15 mm de placa de yeso laminado, con perfil de cavidad 48 mm. Sin aislamiento.

⌒ El mismo muro con lana de vidrio **Isover**.

Elemento constructivo CEC P4.1		Sin aislamiento	Con 50 mm de lana mineral Isover
Placa de yeso laminado	15 mm	$R_A = 34 \text{ dBA}$	$R_A = 43 \text{ dBA}$
Perfil metálico / cavidad	48 mm		
Placa de yeso laminado	15 mm		
Espesor total	78 mm		

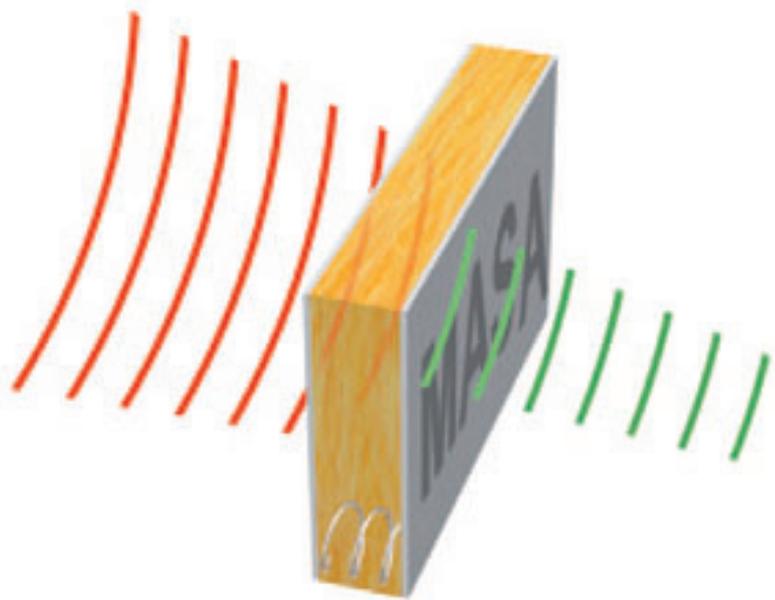


¿Por qué la lana de vidrio Isover es mejor que la lana de alta densidad?

Cuando se instalan materiales para atenuación acústica, la densidad del material absorbente acústico dentro del sistema masa-muelle-masa no es importante.

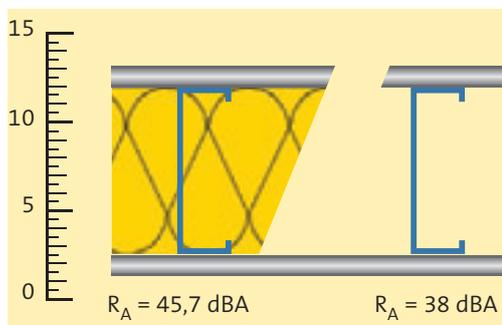
Esto ha sido demostrado con la lana mineral Isover (ver gráfico 2 página 19). Por un lado, reduce el sonido mucho mejor que otros materiales más delgados que son más permeables al aire. Por otro lado, los materiales más densos (o con mayor resistencia al peso del aire) no logran mejoras apreciables. Estos materiales son más rígidos y, por tanto, susceptibles de formar puentes acústicos.

Las lanas de vidrio de Isover son por tanto un excelente material de “muelle” en combinación con múltiples “masas” de placas de yeso laminado o de ladrillo con banda perimetral. Un sistema de este tipo consigue el mayor nivel posible de aislamiento acústico.



Cada centímetro cuenta

Cuanto mayor sea la cavidad y mayor sea el porcentaje de relleno con lana mineral Isover, mejor será el efecto de amortiguamiento. Cada centímetro adicional de lana mineral Isover convierte más energía acústica en calor. Se puede aplicar la siguiente regla de oro: un decibelio aproximadamente por cada centímetros de lana mineral Isover. Ningún otro método puede proporcionar aislamiento acústico más fácilmente.



La lana mineral de Isover suaviza el “muelle” y maximiza el aislamiento acústico.

Elemento constructivo CEC P4.3		Sin aislamiento	Con 60 mm de lana mineral Isover
Placa de yeso laminado	15 mm	$R_A = 38 \text{ dBA}$	$R_A = 45,7 \text{ dBA}$
Perfil metálico / cavidad	70 mm		
Placa de yeso laminado	15 mm		
Espesor total	100 mm		

2 Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover

2.8 Soluciones para un aislamiento acústico excelente: "Clase Confort"

A continuación, se proponen cuatro soluciones constructivas de referencia para los elementos constructivos asociados al aislamiento acústico, particiones verticales y suelos, así como el aislamiento de conductos; con las que se consigue la clase Confort. Los detalles constructivos asociados a las mismas pueden encontrarse en www.isover.es.

A prueba de ruido en el interior de la vivienda: Amortiguación en paredes interiores

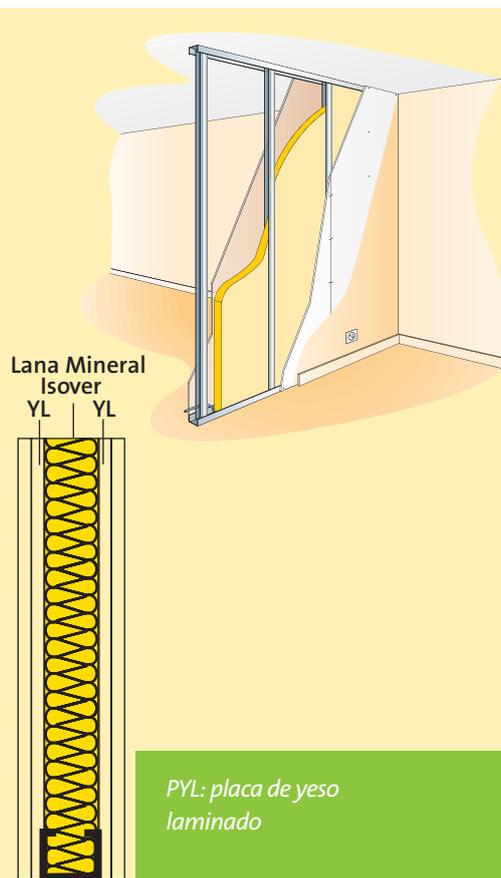
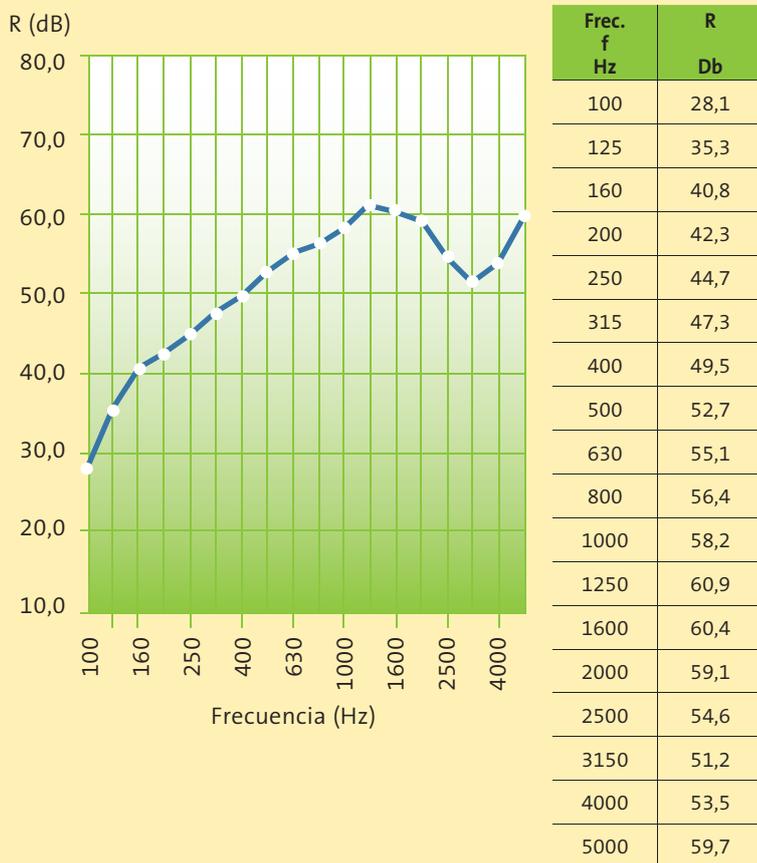
Para construir un tabique interior de separación puede utilizarse una solución basada en una estructura con placas de yeso laminado y de entramado autoportante metálico rellena completamente de lana mineral para conseguir la clase confort acústico Isover para mismo usuario.

Aislamiento a ruido aéreo	Clase Confort
Mismo usuario	$(D_{nT,w} + C) \geq 48$ dB

Solución recomendada: CEC P4.2	
2 placas de yeso laminado (PYL) de 12,5mm	25 mm
Lana mineral Isover: Arena 50	50 mm
2 placas de yeso laminado (PYL) de 12,5mm	25 mm

Rendimiento acústico	
R_A	52dBA
$R_w(C,C_{tr})$	54(-3;-8)dB
Clase de Confort Acústico Isover (mismo usuario)	Confort

Basándonos en el ensayo CTA-087/08/AER





Mantenga el ruido fuera: Aislamiento acústico entre viviendas de distintos usuarios

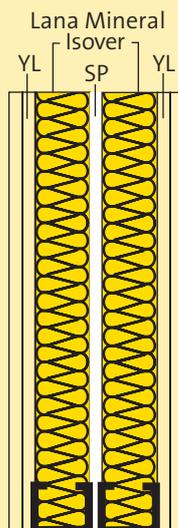
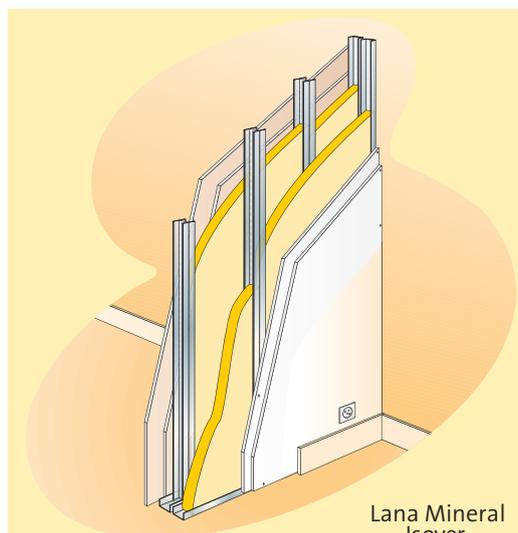
Para construir un tabique interior de separación puede utilizarse una solución basada en una estructura con placas de yeso laminado y de entramado autoportante metálico rellena completamente de lana mineral distinta de la anterior para conseguir la clase confort acústico Isover para distinto usuario.

Solución recomendada: CEC P4.8	
2 placas de yeso laminado (PYL) de 15mm	30 mm
2 Lana mineral Isover: Arena 60	120 mm
2 placas de yeso laminado (PYL) de 15mm	30 mm

Rendimiento acústico	
R_A	67,6dBA
$R_W(C,C_{tr})$	69(-2;-7)dB
Clase de Confort Acústico Isover (distinto usuario)	Confort

Aislamiento a ruido aéreo	Clase Confort
Distinto usuario	$(D_{nT,w} + C) \geq 63$ dB

Basándonos en el ensayo CTA-125/08/AER



PYL: placa de yeso laminado

Frec. f Hz	R Db
100	43,6
125	50,9
160	54,9
200	58,5
250	62,2
315	64,4
400	67,6
500	70,7
630	72,4
800	74,0
1000	76,4
1250	77,8
1600	76,9
2000	71,7
2500	66,6
3150	67,5
4000	71,0
5000	72,0



2 Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover

Soluciones acústicas para particiones verticales de ladrillo

Para construir un tabique interior de separación puede usarse una solución basada en dos hojas de fábrica con bandas elásticas para conseguir la clase confort acústico Isover para distinto usuario. También es posible usar esta solución como fachada.

Aislamiento a ruido aéreo	Clase Confort
Distinto usuario	($D_{nT,w} + C$) ≥ 63 dB

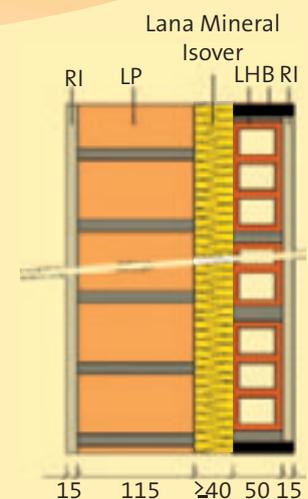
Solución recomendada: CEC P3.2 y F3.1	
½ Pie de ladrillo perforado	240x50x120 mm
Enfoscado de mortero	15 mm
Lana mineral Isover: Arena Plus	45 mm
LHD GF Bandas elásticas	70 mm
Ladrillo cerámico hueco gran formato	705x517x70 mm
Enlucido	15 mm

Rendimiento acústico	
R_A	65,9dBA
$R_w(C,C_{tr})$	67(-2;-6)dB
Clase de Confort Acústico Isover (distinto usuario)	Confort

Basándonos en el ensayo CTA-098/09/AER



Frec. f Hz	R Db
100	51,2
125	50,8
160	47,0
200	56,6
250	58,7
315	58,0
400	61,6
500	61,1
630	62,5
800	66,6
1000	70,2
1250	73,4
1600	77,8
2000	80,9
2500	80,9
3150	81,4
4000	81,7
5000	81,7



RI: Revestimiento interno.
 LP: Ladrillo perforado
 LH: Ladrillo cerámico hueco
 B: Banda elástica



Muévete con naturalidad: gracias a la insonorización de los suelos

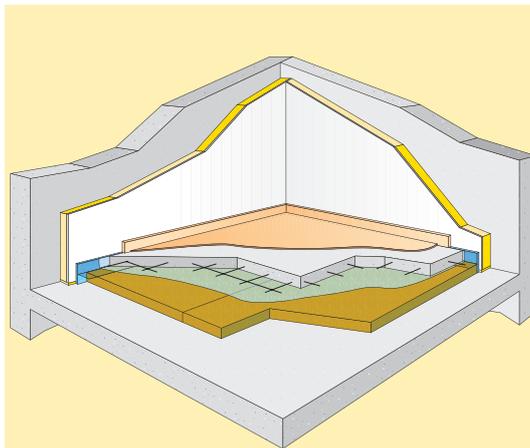
Para el aislamiento acústico de los suelos entre viviendas recomendamos un suelo flotante con aislamiento Isover para conseguir la clase confort acústico Isover para distinto usuario y mismo usuario.

Solución recomendada: CEC S01	
Losa de hormigón	45 mm
Lana mineral Isover: PF Arena	15 mm
Forjado normalizado de losa de hormigón de 400 Kg/m ²	160 mm

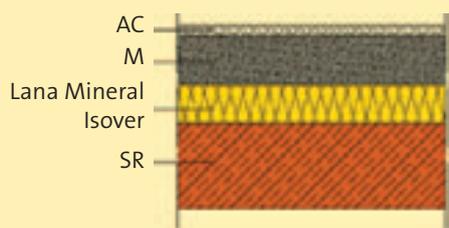
Rendimiento acústico	
$L_{n,w}$	72 dB
ΔL_w	34 dB
Clase de Confort Acústico Isover (mismo usuario y distinto usuario)	Confort y Música

Aislamiento a ruido de impacto	Clase Confort
Mismo usuario	$(L'_{nT,w} + C_i) \leq 45$ dB
Distinto usuario	$(L'_{nT,w} + C_i) \leq 40$ dB

Basándonos en el ensayo AC3-D14-01-XV



f (Hz)	ΔL_n (dB)
125	13,3
250	25,7
500	32,1
1000	37,6
2000	41,1
4000	51



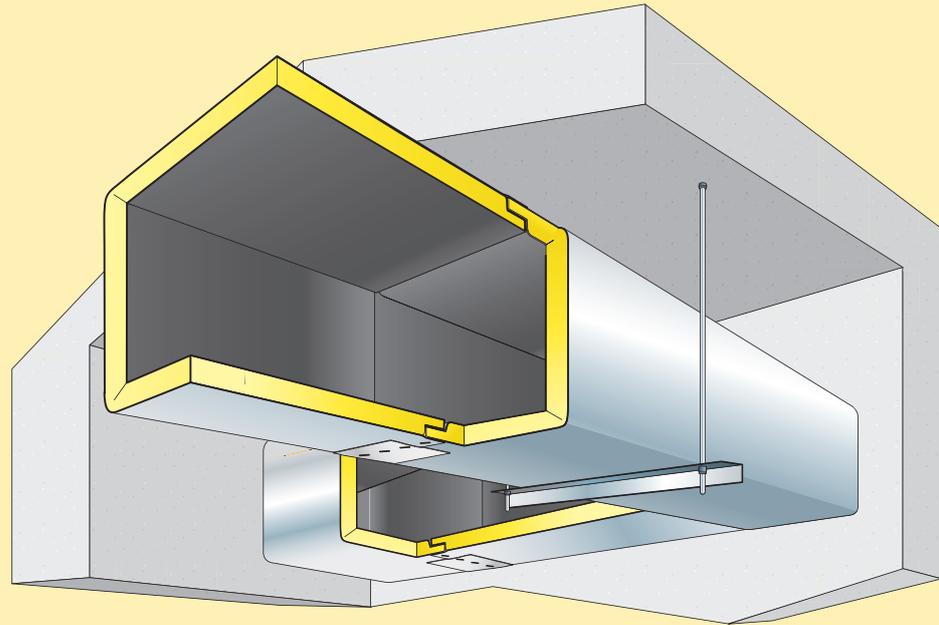
AC: Acabado
M: Capa de mortero
SR: Soporte resistente

2 Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover

Gama **CLIMAVER**: Acústica en Conductos de Climatización

Es importante destacar la importancia del aislamiento acústico de las conducciones de climatización ya que pueden generar molestias acústicas en cualquier punto del edificio.

Por tanto, para obtener una Clase Confort Isover en el conjunto de la vivienda no debe obviarse el aislamiento de este elemento.



En una instalación de climatización, las turbulencias causadas por el flujo del aire que circula a través de los conductos, maquinaria o ventiladores pueden generar ruidos que se transmitan a los locales tratados. Si la superficie interior de los conductos, maquinaria o ventiladores está revestida con un material que refleje con facilidad el sonido (como por ejemplo, el acero), estas turbulencias pueden provocar que las paredes de los conductos entren en vibración, transmitiendo así el ruido por el resto del recinto. Sin embargo, si la superficie interior de los conductos se reviste de un material absorbente del sonido, la atenuación de estas vibraciones es muy elevada, y puede llegar a reducir el ruido hasta niveles sonoros muy bajos.

Para satisfacer las demandas acústicas en instalaciones de climatización, Isover ha desarrollado

la gama **CLIMAVER** que ha revolucionado el concepto de la acústica en este tipo de instalaciones, ofreciendo al mercado soluciones integrales que minimizan el ruido transmitido en este tipo de instalaciones.





La evaluación de la atenuación acústica en un conducto de tramo recto puede estimarse mediante la Expresión:

$$\Delta L = 1,05 \cdot \alpha^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$$

donde:

ΔL : Amortiguación, en dB/m

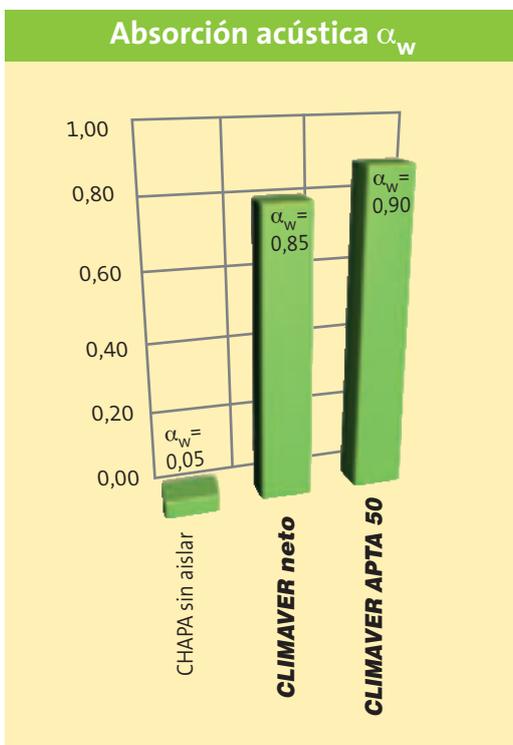
α : Coeficiente de absorción Sabine del material.

P: Perímetro interior del conducto.

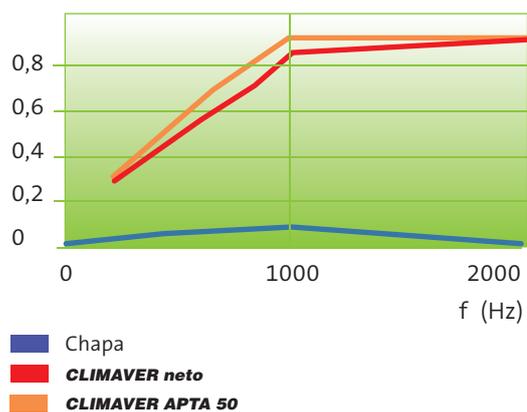
S: Sección libre del conducto.

Atenuación acústica (dB/m), tramo recto

Conducto 200 x 200 mm	Frecuencia (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
Conducto Metálico	0,07	0,07	0,19	0,19	0,10
CLIMAVER neto	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12
CLIMAVER APTA 50	5,82	12,75	15,37	18,12	18,12



Coeficiente de absorción, α_s



2.9 El sonido del silencio: La clase "Música"

Estructuras desacopladas - doble protección contra el ruido

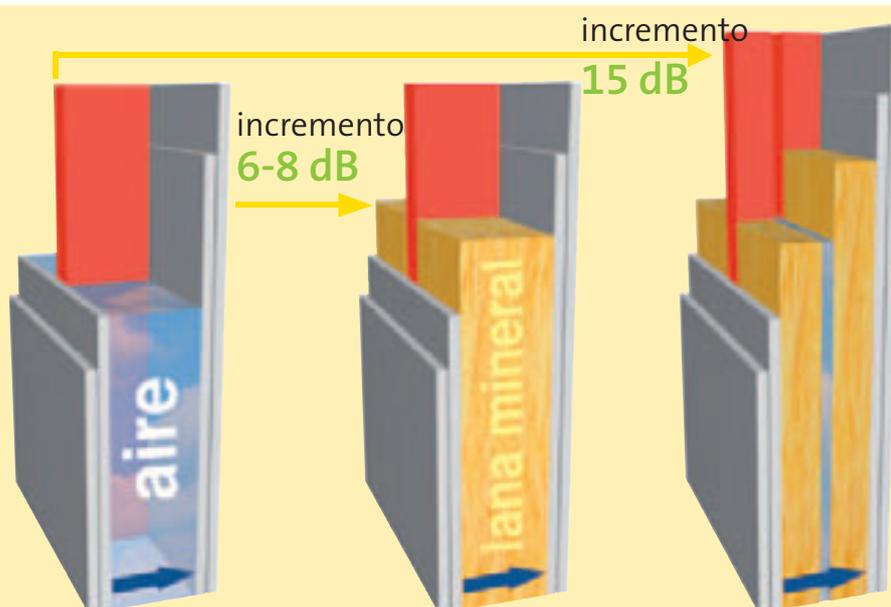
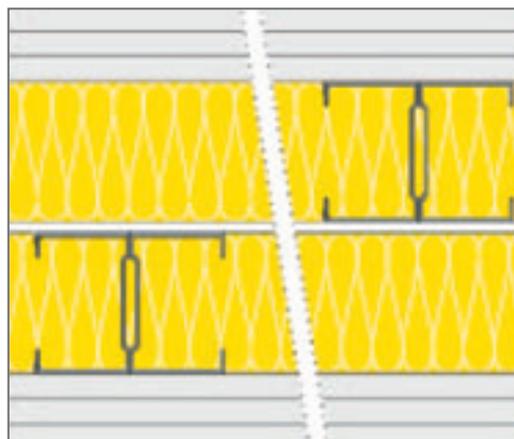
A veces, el aislamiento acústico de las paredes interiores necesitan alcanzar requerimientos particularmente elevados, por ejemplo un dormitorio. En estos casos es esencial evitar puentes acústicos. Los perfiles entre las placas de yeso pueden afectar al rendimiento del aislamiento.

Este efecto puede ser disminuido cuando se usan perfiles de baja conductividad acústica como metales flexibles. El aislamiento acústico óptimo, sin embargo, sólo se puede lograr cuando las estructuras metálicas entre las placas de yeso están completamente desacopladas. Apoyos escalonados o montantes que conservan las mayores distancias posibles entre ellos aseguran el mejor aislamiento posible para las paredes interiores y cumplen requerimientos acústicos muy elevados.

Compare: sin lana mineral **Isover** ni tacos y apoyos desacoplados el sistema logra un aislamiento $R_w = 47$ dB con 120 mm de espesor de pared. El mismo montaje pero relleno con lana mineral **Isover** ya incrementa el aislamiento acústico a 54 dB. Pero cuando también se desacoplan los montantes, la lana mineral **Isover** despliega su máxima eficacia con un índice de reducción acústico de $R_w = 62$ dB.

Construcción recomendada	
3 x PYL 12,5 mm	37,5 mm
Lana mineral Isover	70,0 mm
Perfilería desacoplada	70,0 mm
3 x PYL 12,5 mm	37,5 mm

Rendimiento acústico	
$R_w (C; C_{tr})$ dB	71 (-2, -7)





Cuando el ruido se transmite por los flancos acaba en una calle sin salida

Para alcanzar la "Clase Música" es crítico controlar la transmisión de ruido por flancos. La tarea de insonorización dentro de un edificio es prevenir la transmisión de sonido entre recintos.

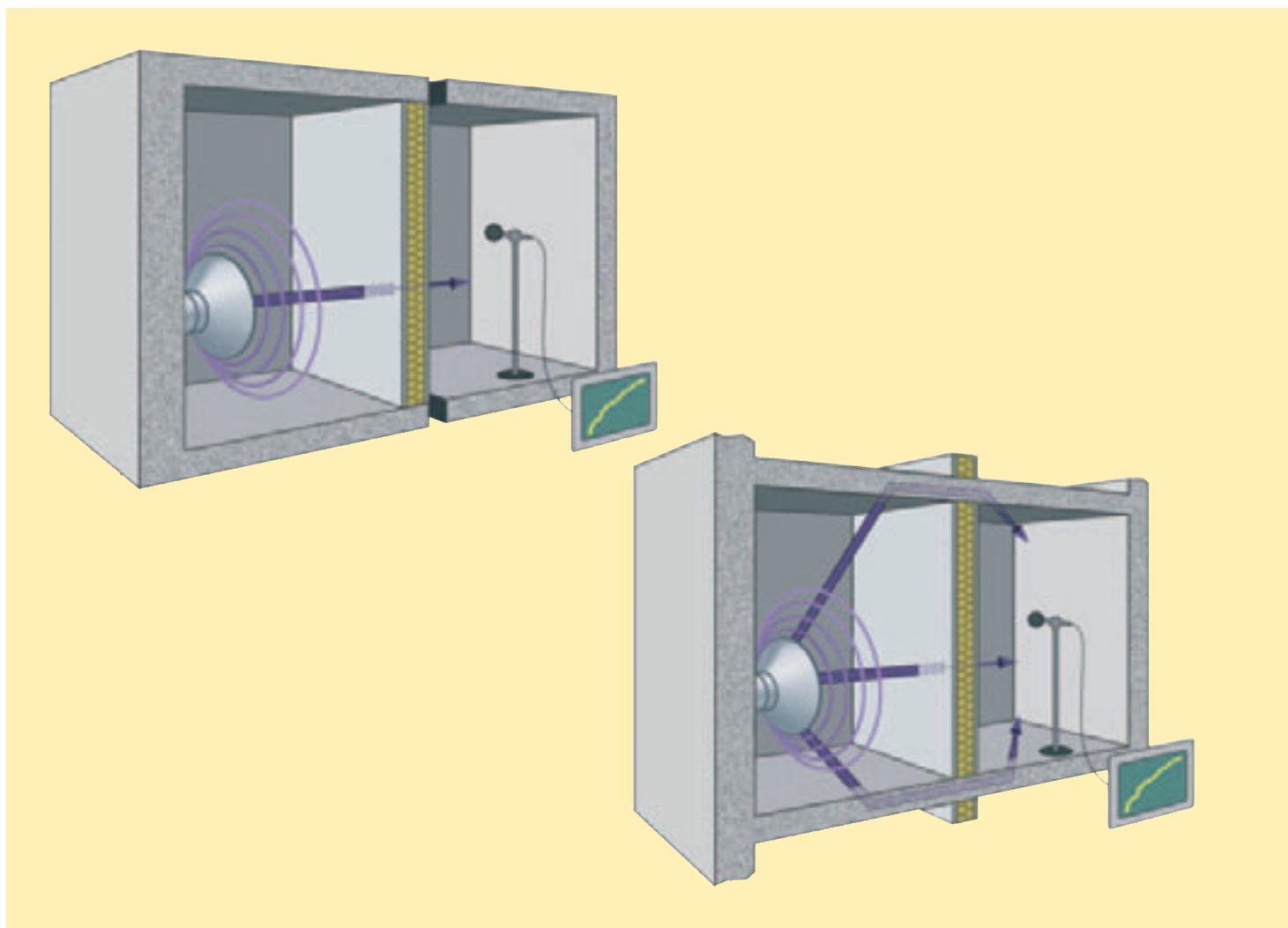
Sin embargo, la propagación de sonido no se realiza únicamente entre recintos contiguos e incluso en estos recintos, el ruido no sólo se transmite por las paredes. En efecto, el ruido pasa por los componentes laterales (flancos) y por la estructura del edificio. Por ejemplo, a través de las paredes, los muros y los tejados. Incluso cuando se emplean los mismos sistemas para aislar unas habitaciones de otras, el efecto será diferente de una habitación a otra. ¿Por qué? Porque los componentes de los flancos casi nunca son iguales.

A la vista de estos hechos, un óptimo control del ruido en el interior del edificio sólo se lograra si los caminos por los que este se transmite están eficazmente interrumpidos y las estructuras están realmente insonorizadas.

Esto sólo es posible si las superficies visibles (suelo, techo y pared) están acústicamente desacopladas entre ellas y respecto a la estructura soporte.

Un modo muy eficiente de lograr esta tarea es separando los componentes con bandas elásticas, por ejemplo entre el techo, el suelo y las paredes.

Esto refuerza la idea ya expresada de la importancia de tener en cuenta, ya durante la fase de planificación, los sistemas necesarios para el correcto aislamiento acústico.



2 Acústica en la edificación: las Clases de Confort Acústico Isover

2.10 Productos de calidad para un aislamiento acústico de clase superior

La gama de productos **Isover** cumple con los más diversos requisitos: con un amplio abanico de formatos individuales, soluciones de empaquetado, revestimientos que pueden cumplir prácticamente con necesidades "a medida".

Tanto en rollos como en paneles de lana de vidrio, lana mineral Arena o lana de roca los productos de **Isover** ofrecen un excepcional rendimiento acústico.

Asimismo **ULTIMATE**, el nuevo material aislante de alto rendimiento, combina todas las ventajas en acústica, térmica y fuego de las lanas convencionales con un peso muy inferior.

Con las lanas minerales **Isover** usted también ayuda a proteger el medio ambiente por el moderado empleo de recursos naturales utilizados para su fabricación.

Al emplear vidrio reciclado, minerales basálticos y arena, los productos **Isover** se fabrican de un modo ecológico y sostenible, y alcanzan un excelente balance en CO₂.

Productos Isover: siempre un balance favorable

Los productos de **Isover** ofrecen una multitud de beneficios antes de empezar la construcción, durante la construcción, a lo largo de la vida del edificio e incluso después.

- Fabricación respetuosa con el medio ambiente.
- Contiene hasta un 80% de materiales reciclados.
- Fácil y eficiente transporte.
- Almacenaje compacto.
- Fácil y eficiente instalación.
- No necesita mantenimiento a lo largo de su vida.
- Incombustible si no incorpora revestimientos.
- Duradero.
- Químicamente neutro.





Certificados



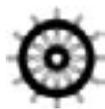
Certificado registro de empresa emitido por AENOR con ref. ER-0043/1992



Certificado internacional de los Sistemas de Gestión de Calidad y Medio Ambiente IQNET



Certificado en Gestión Medio Ambiental, por AENOR con ref. GA-2001/0325



Certificado de productos marina emitido por Bureau Veritas



Certificado de biodegradabilidad EUCER



Certificado de Calidad marca N emitido por AENOR



Certificado Acemi productos Francia



Certificado de Calidad marcado CE emitido por AENOR

sas exigencias en la construcción de viviendas, cines, hospitales, escuelas...

Actualmente, estas placas de yeso laminado proporcionan acabados de alta calidad para paredes y techos, huecos de ascensor y escaleras, pasillos y auditorios. Ofrecen una amplia variedad de soluciones desde un simple divisorio hasta complejos requerimientos en acústica, fuego, térmica, humedad y resistencia al impacto, asegurando el confort y la seguridad para todos.

Además de ser un sinónimo de calidad, disponen de una amplia gama de accesorios desde tornillería y perfiles hasta adhesivos y productos de acabado todo lo que necesita para garantizar un perfecto acabado del revestimiento interior.

Las placas de yeso terminado son un medio moderno de equipar los edificios actuales con revestimientos interiores de alta calidad. Están disponibles en una amplia gama de tipos y tamaños permitiendo elegir exactamente el producto que necesita para cada aplicación.

Productos Isover: excepcionalmente fáciles de manipular

La mayor parte del tiempo, la lana de vidrio y lana de roca de Isover hace el trabajo duro en un segundo plano, pero durante la fase de manipulación e instalación el usuario puede experimentar los impresionantes beneficios de este material.

- 75% de ahorro en almacenamiento y transporte debido a su alta compresibilidad.
- Dimensiones estables y alta resistencia a la tracción.
- Muy baja generación de residuos.
- Sirve para múltiples aplicaciones, se puede reutilizar y es reciclable.
- Fácilmente desechable.

Placas de yeso laminado

Nuestra compañía Saint-Gobain Placo ha fabricado la primera placa de yeso laminado hace ya más de 90 años. Desde entonces, han desarrollado este relativamente simple concepto en un amplio abanico de productos para cumplir con las diver-







3.1 Reglamentación acústica en la edificación DB-HR

El ruido en el ámbito edificatorio es causante de frecuentes problemas a los usuarios: trastornos del sueño, pérdida de atención, de rendimiento, cambios de conducta u otros que pueden llegar incluso a causar riesgos para la salud y problemas de estrés. Además, en los últimos años ha aumentado la concienciación social con los problemas del ruido y existe una mayor demanda en la sociedad de incrementar el confort acústico de las viviendas.

La aparición de reglamentación relacionada con los problemas del ruido en edificación, tanto a nivel europeo como a nivel estatal (LOE, Ley del ruido), implica una necesaria adecuación de la normativa acústica existente.

La norma NBE-CA-88, sobre condiciones acústicas en los edificios únicamente regulaba el aislamiento acústico, dejando otros aspectos también importantes sin regular.

En el Código Técnico, y su documento básico de protección contra el ruido, DB-HR, además del ruido aéreo y de impactos incluye la regulación del ruido reverberante excesivo que produce igualmente molestias y provoca en muchos casos la no inteligibilidad de la palabra, circunstancia que en determinados espacios es crucial. Por ello, se ha cuantificado el tiempo de reverberación de recintos donde la comunicación verbal es fundamental, como aulas, comedores, restaurantes y salas de conferencias. Además, se desarrolla con mayor profundidad el capítulo de protección frente al ruido de las instalaciones, mediante la

indicación de buenas prácticas constructivas y métodos para minimizar la transmisión de ruido y vibraciones provocados por éstas.

Por otra parte, la manera en que la NBE-CA-88 expresaba los valores límite de cumplimiento de las exigencias de aislamiento, no es la más adecuada, dado que estos límites se establecen en términos de valores verificables en laboratorio de las soluciones constructivas y el aislamiento de los constructivos en proyecto no refleja el comportamiento y el aislamiento real de las soluciones constructivas in situ. Esto tiene el gran inconveniente de no ser una exigencia verificable “in situ” mediante una medida de aislamiento, derivando en un gran número de litigios y, en definitiva, dejando al usuario desprotegido.

Para solucionar este problema, en el DB-HR del CTE se han expresado las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos mediante parámetros verificables en una medición “in situ”, y se han aumentado sus niveles de aislamiento.

El planteamiento de las soluciones de aislamiento en el DB-HR es nuevo, ya que se considera que una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un recinto (tabiques, elemento separador, forjados, fachadas y cubiertas) y no sólo el elemento de separación entre recintos. Este nuevo enfoque surge de la necesidad de eliminar el ruido de flancos.



3.2 CTE DB-HR: Protección frente al ruido

Objetivo

El objetivo del requisito básico “Protección frente el ruido” consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Ambito de aplicación

Es de aplicación en todos los edificios de carácter residencial o público, excepto:

- a) los *recintos ruidosos*, que se regirán por su reglamentación específica;
- b) los *recintos* y edificios de pública concurrencia destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., que serán objeto de estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán *recintos de actividad* respecto a las unidades de uso colindantes a efectos de aislamiento acústico;
- c) las aulas y las salas de conferencias cuyo volumen sea mayor que 350 m³, que serán objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño para el acondicionamiento acústico, y se considerarán *recintos protegidos* respecto de otros *recintos* y del exterior a efectos de aislamiento acústico;
- d) las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su *fachada* o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.

Procedimientos de verificación

1. Para satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido deben:
 - a) alcanzarse los valores límite de *aislamiento acústico a ruido aéreo* y no superarse los valores límite de *nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos)* que se establecen en el apartado de exigencias;
 - b) no superarse los valores límite de *tiempo de reverberación* que se establecen en el apartado de exigencias;
 - c) cumplirse las especificaciones del apartado de exigencia referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.
2. Para la correcta aplicación de este documento debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:
 - a) cumplimiento de las condiciones de diseño y de dimensionado del *aislamiento acústico a ruido aéreo* y del *aislamiento acústico a ruido de impactos* de los *recintos* de los edificios; esta verificación puede llevarse a cabo por cualquiera de los procedimientos siguientes:
 - i) mediante la opción simplificada, comprobando que se adopta alguna de las soluciones de aislamiento propuestas.

ii) mediante la opción general, aplicando los métodos de cálculo especificados para cada tipo de ruido;

Independientemente de la opción elegida, deben cumplirse las condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos.

- b) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del *tiempo de reverberación* y de absorción acústica de los *recintos* afectados por esta exigencia.
- c) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.
- d) cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción.
- e) cumplimiento de las condiciones de construcción.
- f) cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación del edificio.

3. Para satisfacer la justificación documental del proyecto, deben cumplimentarse las fichas justificativas del Anejo K, que se incluirán en la memoria del proyecto.

Exigencias

Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las *fachadas*, las *cubiertas*, las *medianerías* y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada *recinto* de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

Ruido interior

Recinto emisor	Recinto receptor	
	Protegido	Habitable
Mismo usuario	$R_A \geq 33$ dBA	$R_A \geq 33$ dBA
Distinto usuario	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA
Zonas Comunes	$D_{nT,A} \geq 50$ dBA <i>Puertas</i> $R_A \geq 30$ dBA <i>Muros</i> $R_A \geq 50$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA <i>Puertas</i> $R_A \geq 20$ dBA <i>Muros</i> $R_A \geq 50$ dBA
Recintos de instalaciones o de actividad	$D_{nT,A} \geq 55$ dBA	$D_{nT,A} \geq 45$ dBA <i>Puertas</i> $R_A \geq 30$ dBA <i>Muros</i> $R_A \geq 50$ dBA

Ruido Exterior en función del ruido día, L_d

Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA en función del ruido día, L_d .

L_d (dBA)	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario(1), docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

(1) En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.



- El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Cuando se prevea que algunas *fachadas*, tales como *fachadas* de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, L_d , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.
- Cuando en la zona donde se ubique el edificio el *ruido exterior dominante* sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, se incrementará en 4 dBA.

Aislamiento acústico a ruido de impactos

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

Recinto emisor	Recinto receptor	
	Protegido	Habitable
Distinto usuario	$L'_{nT,W} \leq 65$ dBA	$L'_{nT,W} \leq 65$ dBA
Recintos de instalaciones o de actividad	$L'_{nT,W} \leq 65$ dBA	$L'_{nT,W} \leq 65$ dBA

Tiempo de reverberación

Recinto	Volumen (m ³)	Tiempo de reverberación (s)
Aulas y salas de conferencias vacías	< 350	0,7
Aulas y salas de conferencias vacías	< 350	0,5
Restaurantes y comedores vacíos	–	0,9

Absorción acústica

Recinto	Absorción acústica
Zonas comunes de uso residencial, público, docente y hospitalario	> 0,2 m ² /m ³

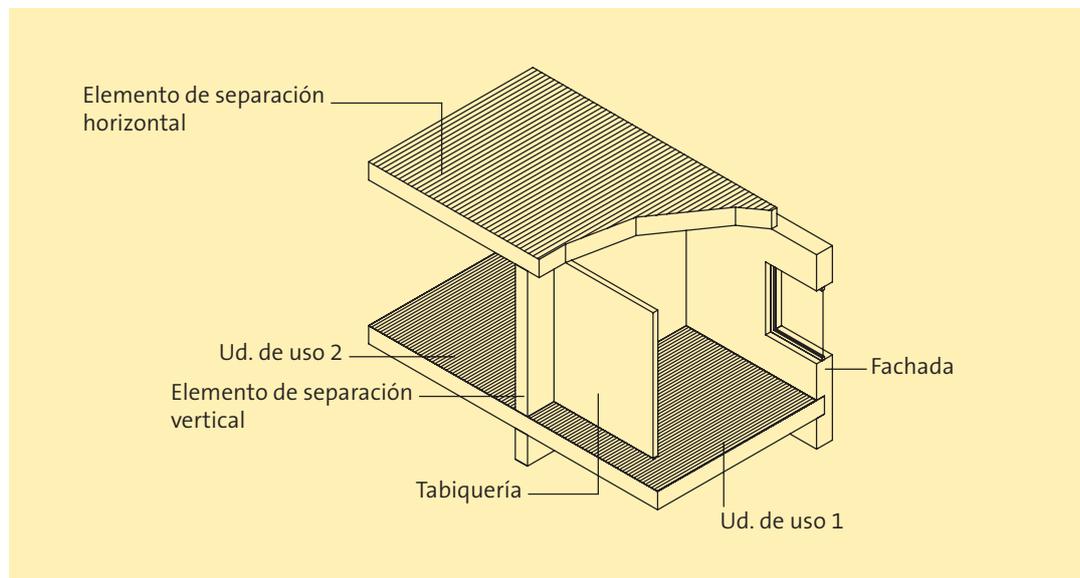
Ruido y vibraciones de las instalaciones

1. Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los *recintos protegidos* y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.
2. El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de *ruido estacionario* (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc) situados en *recintos de instalaciones*, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los *recintos* colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.
3. El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los *recintos habitables* y *protegidos* no se superen los *objetivos de calidad acústica* correspondientes.

3.3 Diseño y dimensionado. Opción Simplificada

La opción simplificada proporciona soluciones de aislamiento que dan conformidad a las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos.

Una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un *recinto* (tales como elementos de separación verticales y horizontales, tabiquería, *medianerías*, *fachadas* y *cubiertas*) y que influyen en la transmisión del ruido y de las vibraciones entre *recintos* adyacentes o entre el exterior y un *recinto*.



Para cada uno de dichos elementos constructivos se establecen en tablas los valores mínimos de los parámetros acústicos que los definen, para que junto con el resto de condiciones establecidas en el DB, se satisfagan los valores límite de aislamiento.

1. La opción simplificada es válida para edificios de cualquier uso. En el caso de vivienda unifamiliar adosada, puede aplicarse el Anejo I.
2. La opción simplificada es válida para edificios con una estructura horizontal resistente formada por forjados de hormigón macizos o aligerados, o forjados mixtos de hormigón y chapa de acero.

Procedimiento de aplicación

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, deben elegirse:

- a) la tabiquería;
- b) los elementos de separación horizontales y los verticales:
 - i) entre *unidades de uso* diferentes o entre una *unidad de uso* y cualquier otro *recinto* del edificio que no sea de *instalaciones* o de *actividad*;
 - ii) entre un *recinto protegido* o un *recinto habitable* y un *recinto de actividad* o un *recinto de instalaciones*;



- c) las medianerías;
- d) las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior.

Elementos de separación

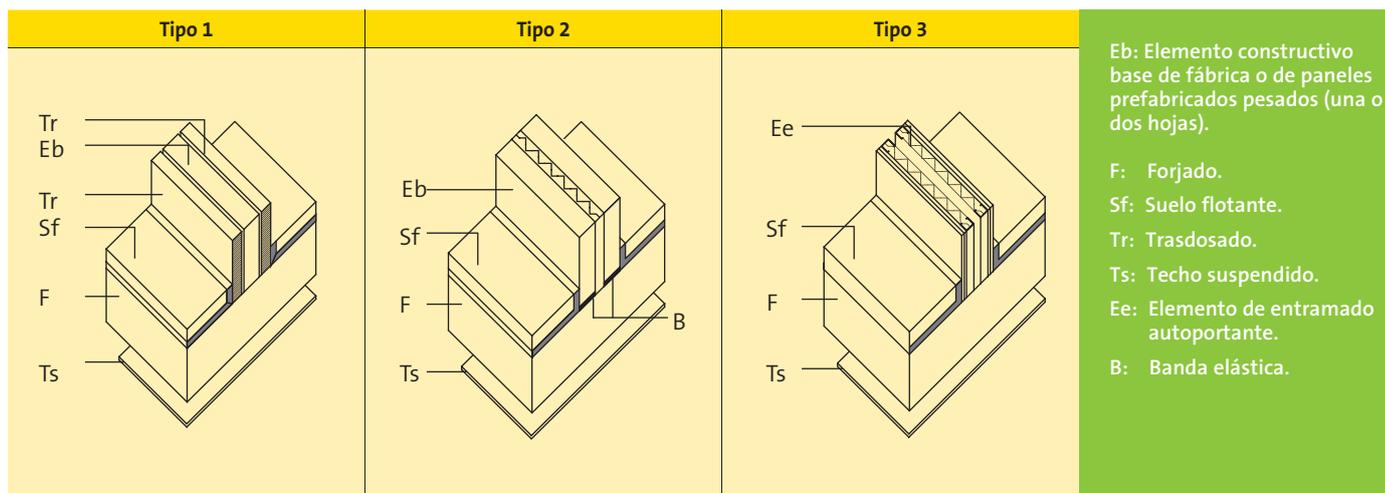
Definición y composición de los elementos de separación

1. Los elementos de separación verticales son aquellas particiones verticales que separan una *unidad de uso* de cualquier *recinto* del edificio o que separan *recintos protegidos* o *habitables* de *recintos de instalaciones* o *de actividad*. En esta opción se contemplan los siguientes tipos:

tipo 1: Elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o *paneles prefabricados pesados* (Eb), sin *trasdosado* o con un *trasdosado* por ambos lados (Tr);

tipo 2: Elementos de dos hojas de fábrica o *paneles prefabricado pesados* (Eb), con *bandas elásticas* en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y *fachadas*;

tipo 3: Elementos de dos hojas de *entramado autoportante* (Ee).



2. Los elementos de separación horizontales son aquellos que separan una *unidad de uso*, de cualquier otro *recinto* del edificio o que separan un *recinto protegido* o un *recinto habitable* de un *recinto de instalaciones* o de un *recinto de actividad*. Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado (F), el *suelo flotante* (Sf) y, en algunos casos, el *techo suspendido* (Ts).

3. La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una *unidad de uso*. En esta opción se contemplan los tipos siguientes:

a) tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado, sin interposición de *bandas elásticas*;

b) tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* dispuestas al menos en los encuentros inferiores con los forjados, o apoyada sobre el *suelo flotante*;

c) tabiquería de *entramado autoportante*.

	Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado	Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas o apoyada sobre el suelo flotante		Tabiquería de entramado autoportante	
T: Tabiquería F: Forjado Sf: Suelo flotante B: Banda elástica					

4. Las soluciones de elementos de separación de este apartado son válidas para los tipos de *fachadas* y *medianerías* siguientes:

- a) de una hoja de fábrica o de hormigón;
- b) de dos hojas: ventilada y no ventilada:
 - i) con hoja exterior, que puede ser:
 - pesada: fábrica u hormigón
 - ligera: elementos prefabricados ligeros como panel sándwich o GRC.
 - ii) con una hoja interior, que puede ser de:
 - fábrica, hormigón o *paneles prefabricados pesados*, ya sea con apoyo directo en el forjado, en el *suelo flotante* o con *bandas elásticas*;
 - *entramado autoportante*.

Parámetros acústicos de los elementos constructivos

Los parámetros que definen cada elemento constructivo son los siguientes:

- a) Para el elemento de separación vertical, la tabiquería y la *fachada*:
 - i) m , masa por unidad de superficie del elemento base, en kg/m^2 ;
 - ii) $R_{A,1}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento base, en dBA;
 - iii) $\Delta R_{A,1}$ mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al *trasdosado*.
- b) Para el elemento de separación horizontal:
 - i) m , masa por unidad de superficie del forjado, en kg/m^2 , que corresponde al valor de masa por unidad de superficie de la sección tipo del forjado, excluyendo ábacos, vigas y macizados;
 - ii) $R_{A,2}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del forjado, en dBA;
 - iii) $\Delta L_{w,2}$ reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al *suelo flotante*;
 - iv) $\Delta R_{A,2}$ mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al *suelo flotante* o al techo suspendido.



Condiciones mínimas de la tabiquería

Los valores mínimos de la masa por unidad de superficie, m , y del índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , que deben tener los diferentes tipos de tabiquería son:

Tipo	m (Kg/m ²)	R_A (dBA)
Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo	70	35
Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	65	33
Entramado autoportante	25	43

Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales

1. Los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales se indican en la tabla 1 adjunta al final de este apartado.

De entre todos los valores de la tabla 1, aquéllos que figuran entre paréntesis son los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan *trasdosados*.

2. En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el *trasdosado* debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base. Si no fuera posible trasdosar por ambas caras y la transmisión de ruido se produjera principalmente a través del elemento de separación vertical, podrá trasdosarse el elemento constructivo base solamente por una cara, incrementándose en 4 dBA la mejora ΔR_A del *trasdosado* especificada en la tabla 1.
3. En el caso de que una *unidad de uso* no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación vertical de la tabla 1.
4. Las puertas que comunican un *recinto protegido* de una *unidad de uso* con cualquier otro del edificio que no sea *recinto de instalaciones* o de *actividad*, deben tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , no menor que 30 dBA y si comunican un *recinto habitable* de una *unidad de uso* en un edificio de uso residencial (público o privado) u hospitalario con cualquier otro del edificio que no sea *recinto de instalaciones* o de *actividad*, su índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A no será menor que 20 dBA. Si las puertas comunican un *recinto habitable* con un *recinto de instalaciones* o de *actividad*, su índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , no será menor que 30 dBA.
5. Con carácter general, los elementos de la tabla son aplicables junto con forjados de masa por unidad de superficie, m , de al menos 300 kg/m². No obstante, pueden utilizarse con forjados de menor masa siempre que se cumplan las condiciones recogidas en las notas indicadas a pie de tabla para las diferentes soluciones.
6. En el caso de que un elemento de separación vertical acometa a un muro cortina, podrá utilizarse la tabla asimilando la fachada a alguna de las contempladas en la misma, en función del tipo específico de unión entre el muro cortina y el elemento de separación vertical.
7. Con objeto de limitar las transmisiones indirectas por flancos, las fachadas o *medianerías*, a las que acometan cada uno de los diferentes tipos de elementos de separación verticales, deben cumplir las condiciones siguientes:
 - a) Elementos de separación verticales de tipo 1:
 - i) para la fachada o *medianería* de una hoja o ventilada con hoja interior de fábrica o de hormigón debe cumplirse:
 - la masa por unidad de superficie, m , de la hoja de fábrica o de hormigón, debe ser al menos 135 kg/m²;

- el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de la hoja de fábrica o de hormigón, debe ser al menos 42 dBA.

Esta fachada no puede utilizarse en el caso de recintos de instalaciones.

- ii) para la fachada o *medianería* pesada de dos hojas, no ventilada, la masa por unidad de superficie, m, de la hoja exterior debe ser al menos 130 kg/m²;
- iii) para la fachada o *medianería* ventilada o ligera no ventilada, que tenga la hoja interior de entramado autoportante:
 - la masa por unidad de superficie, m, de la hoja interior deber ser al menos 26 kg/m²;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de la hoja interior debe ser al menos 43 dBA;

En la tabla 1 no se contempla el caso de elementos de separación de tipo 1 y fachadas ligeras no ventiladas con hoja interior de fábrica.

Tampoco se contempla el caso de fachadas de dos hojas, con hoja interior de fábrica, de hormigón o de *paneles prefabricados pesados* usados conjuntamente con tabiquería de entramado autoportante, ni el de fachadas de dos hojas con hoja interior de entramado autoportante usados conjuntamente con tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados*.

b) Elementos de separación verticales de tipo 2:

- i) para la fachada o *medianería* de dos hojas pesada, no existen restricciones;
- ii) para la fachada o *medianería* de una sola hoja o ventiladas con la hoja interior de fábrica o de hormigón:
 - si la masa por unidad de superficie, m, del elemento de separación vertical es menor que 170 kg/m², no está permitido que éstos acometan a este tipo de *medianerías* o fachadas;
 - si la masa por unidad de superficie, m, del elemento de separación vertical es mayor que 170 kg/m², el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de la *medianería* o la fachada a la que acometen debe ser al menos 50 dBA y su masa por unidad de superficie, m, al menos 225 kg/m².

En la tabla 1 no se contempla el caso de elementos de tipo 2 que acometan a fachadas de dos hojas, ventiladas o no, con hoja interior de entramado autoportante.

Tampoco se contempla el caso de elementos de tipo 2 que acometan a fachadas ligeras de dos hojas.

c) Elementos de separación verticales de tipo 3:

- i) para la fachada o *medianería* pesada de dos hojas, con hoja interior de entramado autoportante:
 - la masa por unidad de superficie, m, de la hoja exterior deber ser al menos 145 kg/m²;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de la hoja exterior debe ser al menos 45 dBA.
- ii) para la fachada o *medianería* ventilada o ligera no ventilada, que tenga la hoja interior de *entramado autoportante*:
 - la masa por unidad de superficie, m, de la hoja interior deber ser al menos 26 kg/m²;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_{A} , de la hoja interior debe ser al menos 43 dBA.



En la tabla 1 no se contempla el caso de elementos de separación verticales de tipo 3 que acometan a fachadas de una hoja o fachadas de dos hojas, ventiladas o no, con hoja interior de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados.

Tabla 1 Elementos de separación verticales.

Tipo	Elemento base ⁽¹⁾⁽²⁾ (Eb - Ee)		Trasdosado ⁽³⁾ (Tr) (en función de la tabiquería)	
			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados ⁽⁴⁾	Tabiquería de entramado autoportante
	m - kg/m ²	ΔR_A - dBA	ΔR_A - dBA	ΔR_A - dBA
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con Trasdosado	67	33		16 ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾
	120	38		14 ⁽⁸⁾⁽¹¹⁾
	150	41	16 ⁽⁸⁾	13 ⁽¹¹⁾
	180	45	13	9 ⁽¹¹⁾ - (12) ⁽¹¹⁾
	200	46	11 ⁽¹¹⁾	10 ⁽¹³⁾ - (10) ⁽¹¹⁾
	250	51	6 ⁽¹³⁾	4 ⁽¹³⁾ - (8) ⁽¹³⁾
	300	52	3 ⁽¹³⁾ - 8 - (9)	3 ⁽¹³⁾ - (8) ⁽¹³⁾
	300 ⁽⁷⁾	55 ⁽⁷⁾	-	-
	350	55	5 ⁽¹³⁾ - (8) ⁽¹¹⁾	0 ⁽¹³⁾ - (6) ⁽¹³⁾
	400	57	0 ⁽¹³⁾ - 2 ⁽¹³⁾ - (6) ⁽¹³⁾	0 ⁽¹³⁾ - (6) ⁽¹³⁾
TIPO 2 Dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimétricas	130 ⁽⁵⁾	54 ⁽⁵⁾	-	-
	170 ⁽⁵⁾	54 ⁽⁵⁾	-	-
	(200) ⁽⁶⁾	(61) ⁽⁶⁾	-	-
TIPO 3 Entramado autoportante	44 ⁽¹²⁾	58 ⁽¹²⁾		
	(52) ⁽⁹⁾	(64) ⁽⁹⁾		
	(60) ⁽¹⁰⁾	(68) ⁽¹⁰⁾		

- (1) En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, el valor de m corresponde al de la suma de las masas por unidad de superficie de las hojas y el valor de R_A corresponde al del conjunto.
- (2) Los elementos de separación verticales deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .
- (3) El valor de la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A , corresponde al de un trasdosado instalado sobre un elemento base de masa mayor o igual a la que figura en la tabla.
- (4) La columna tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados se aplica indistintamente a todos los tipos de tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados incluidos.
- (5) La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga bandas elásticas perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de al menos 42 dBA.
- (6) Esta solución es válida únicamente para tabiquería de entramado autoportante o de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en la base, dispuestas tanto en la tabiquería del recinto de instalaciones, como en la del recinto protegido inmediatamente superior. Por otra parte, esta solución no es válida cuando acometan a medianerías o fachadas de una sola hoja ventiladas o que tengan en aislamiento por el exterior en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de al menos 45 dBA.
- (7) Esta solución es válida si se disponen bandas elásticas en los encuentros del elemento de separación vertical con la tabiquería de fábrica que acomete al elemento, ya sea ésta con apoyo directo o con bandas elásticas.
- (8) Estas soluciones no son válidas si acometen a una fachada o medianería de una hoja de fábrica o ventilada con la hoja interior de fábrica o de hormigón.
- (9) Esta solución de tipo 3 es válida para recintos de instalaciones o de actividad si se cumplen las condiciones siguientes:
- Se dispone en el recinto de instalaciones o recinto de actividad y en el recinto habitable o recinto protegido colindante horizontalmente un suelo flotante con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 6 dBA;
 - Además, debe disponerse en el recinto de instalaciones o recinto de actividad un techo suspendido con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que:
 - i. 6 dBA, si el recinto de instalaciones es interior o el elemento de separación vertical acomete a una fachada ligera, con hoja interior de entramado autoportante;
 - ii. 12 dBA, si el elemento de separación vertical de tipo 3 acomete a una medianería o fachada pesada con hoja interior de entramado autoportante.
- (10) Solución válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor que 400 kg/m².
- (11) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 250 kg/m² y un suelo flotante, tanto en el recinto emisor como en el recinto receptor, con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 4 dBA;
- (12) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 200 kg/m² y un suelo flotante y un techo suspendido, tanto en el recinto emisor como en el recinto receptor, con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 10 dBA y 6 dBA respectivamente;
- (13) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 175 kg/m².

Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales

1. Los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales se indican en la tabla 2 adjunta al final de este apartado.
2. Los forjados que delimitan superiormente una *unidad de uso* deben disponer de un *suelo flotante* y, en su caso, de un techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A y de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w especificados en la tabla 2.
3. Los forjados que delimitan inferiormente una *unidad de uso* y la separan de cualquier otro recinto del edificio deben disponer de una combinación de *suelo flotante* y techo suspendido con los que se cumplan los valores de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A .
4. Además, para limitar la transmisión de ruido de impactos, en el forjado de cualquier *recinto* colindante horizontalmente con un *recinto* perteneciente a *unidad de uso* o con una arista horizontal común con el mismo, debe disponerse un *suelo flotante* cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 2. De la misma manera, en el forjado de cualquier *recinto de instalaciones* o de *actividad* que sea colindante horizontalmente con un *recinto protegido* o *habitabile* del edificio o con una arista horizontal común con los mismos, debe disponerse de un *suelo flotante* cuya reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , sea la especificada en la tabla 2.
5. En el caso de que una *unidad de uso* no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de separación horizontal de la tabla 2.
6. Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación horizontales entre un *recinto protegido* o *habitabile* y un *recinto de instalaciones* o de *actividad*.
7. Además de lo especificado en las tablas, los techos suspendidos de los recintos de instalaciones deben instalarse con amortiguadores que eviten la transmisión de las bajas frecuencias (preferiblemente de acero). Asimismo los *suelos flotantes* instalados en *recintos de instalaciones*, pueden contar con un material aislante a ruido de impactos, con amortiguadores o con una combinación de ambos de manera que evite la transmisión de las bajas frecuencias.
8. Con carácter general, la tabla 2 es aplicable a fachadas ligeras ventiladas y no ventiladas con la hoja interior de entramado autoportante. La hoja interior de la fachada debe cumplir las condiciones siguientes:
 - a) La masa por unidad de superficie, m , debe ser al menos 26 kg/m^2 ;
 - b) El índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , debe ser al menos 43 dBA.

Tabla 2. Elementos de separación horizontales.

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) (en función de la tabiquería)											
		Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas o apoyada sobre el suelo flotante			Tabiquería de entramado autoportante					
		Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Condi- ciones ⁽⁶⁾ Fachada		
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL _W dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _W dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _W dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA			
175	44				26	3 15	15 4	26	0	8	2H		
									2	7			
									6	5			
									7	1			
									8	0			
									4	15			
										(31)	9	12	1H
											14	5	
											15	4	
											19	3	
											(4)	(15)	
											(9)	(10)	
									(14)	(5)	2H		
									(15)	(4)			
									(17)	(1)			
									(18)	(0)			
200	45				25	2 8 15	15 5 2	24	0	7	2H		
									2	6			
									4	5			
									6	1			
									7	0			
									2	15			
											9	5	1H
											15	2	
											(1)	(15)	
											(2)	(14)	
											(9)	(7)	
											(11)	(5)	
					(30)	(14) (15) (19)	(15) (14) (11)	(29)	(16)	(0)	2H		
225	47				24	0 2 5 15 17	15 8 5 1 0	23	0	4	2H		
									2	3			
									4	0			
									0	15			
									2	8			
									5	5			
											9	2	1H
											14	1	
											15	0	
											(0)	(13)	
											(2)	(11)	
											(8)	(5)	
					(29)	(9) (15) (19)	(15) (9) (7)	(28)	(9)	(4)	2H		
									(12)	(1)			
									(13)	(0)			
		1H											



Tabla 2. Elementos de separación horizontales (continuación).

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) (en función de la tabiquería)														
		Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas o apoyada sobre el suelo flotante			Tabiquería de entramado autoportante								
		Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Condiciones ⁽⁶⁾ Fachada					
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL _W dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _W dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _W dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA						
250	49				22	0	10	21	0	2	2	2H				
						2	5		0	9	5		0			
					(27)	(6)	(9)	(15)	(10)	(26)	(0)	(11)	2H			
											(2)	(9)		(6)	(5)	(9)
											1H					
300 ⁽⁴⁾	52				16	0	4	16	0	0	0	2H				
						2	1		0	2	2		0			
					(21)	(3)	(7)	(8)	(9)	(15)	(6)	(5)	(10) ⁽⁷⁾	(0) ⁷	2H	
																(8)
											1H					
350 ⁽⁴⁾	54				15	0	0	14	0	0	0	1H ó 2H				
						1	8		5	1	12		0			
					(19)	(1)	(4)	(5)	(8)	(11)	(5)	(4)	(8) ⁽⁷⁾	(3)	(2)	2H
											1H					
400 ⁽⁴⁾	57				12	0	0	11	0	0	0	1H ó 2H				
						2	0		2	5	15		0			
					(17)	(0)	(4)	(6)	(10) ⁽⁷⁾	(6)	(1)	(0)	(9) ⁽⁷⁾	(0)	(0) ⁽⁷⁾	2H
											1H					

Tabla 2. Elementos de separación horizontales (continuación).

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) (en función de la tabiquería)																
		Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas o apoyada sobre el suelo flotante				Tabiquería de entramado autoportante									
		Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Suelo ⁽²⁾⁽³⁾ flotante		Techo ⁽⁵⁾ suspendido	Condiciones ⁽⁶⁾ Fachada							
m kg/m ²	R _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA	ΔL _w dB	ΔR _A dBA	ΔR _A dBA								
450	58	12	0	0	10	0	0	10	0	0	1H ó 2H							
			0	4													2H	
			5	0														1H
500	60	12	0	0	10	0	0	9	0	0	1H ó 2H							
																		2H
		(17)	(4)	(7)							(15)	(0)	(0)	(0)	14	(0)	(1)	1H
			(5)	(5)		(3) ⁽⁷⁾	(0) ⁽⁷⁾		(1) ⁽⁷⁾	(0) ⁽⁷⁾								

- (1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, R_A.
- (2) Los suelos flotantes deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w, y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A.
- (3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w, corresponden a un único suelo flotante; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (4) En el caso de forjados con piezas de entrevigado de poliestireno expandido (EPS), el valor de ΔL_w correspondiente debe incrementarse en 4 dB.
- (5) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas, una bajo otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (6) Para limitar las transmisiones por flancos, en el caso de la tabiquería de entramado autoportante, en la tabla 2 aparecen los símbolos:
- 1H, para fachadas o medianerías de 1 hoja o fachadas ventiladas con la hoja interior de fábrica o de hormigón, que deben de cumplir:
 - i. la masa por unidad de superficie, m, de la hoja de fábrica o de hormigón deber ser al menos 135 kg/m²;
 - ii. el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la hoja de fábrica o de hormigón debe ser al menos 42 dBA.
 - 2H, para fachadas o medianerías de dos hojas, que deben cumplir:
 - i. para las fachadas pesadas no ventiladas con la hoja interior de entramado autoportante:
 - la masa por unidad de superficie, m, de la hoja exterior deber ser al menos 145 kg/m²;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la hoja exterior debe ser al menos 45 dBA.
 - ii. para las fachadas o medianerías ventiladas o ligeras no ventiladas, con la hoja interior de entramado autoportante:
 - la masa por unidad de superficie, m, de la hoja interior deber ser al menos 26 kg/m²;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la hoja interior debe ser al menos 43 dBA;
- Las soluciones para fachada de dos hojas también son aplicables en el caso de que los recintos sean interiores.
- (7) Soluciones de elementos de separación horizontales específicas para el caso de garajes.

Condiciones mínimas de las medianerías

1. El parámetro que define una *medianería* es el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A.
2. El valor del índice global de reducción acústica ponderado, R_A, de toda la superficie del cerramiento que constituya una *medianería* de un edificio, no será menor que 45 dBA.

Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior

1. En la tabla 3 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la *fachada*, la *cubierta* o el *suelo en contacto con el aire exterior*, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un *recinto protegido* y el exterior y del porcentaje de



huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la *fachada* vista desde el interior de cada *recinto protegido*.

- El parámetro acústico que define los componentes de una *fachada*, una *cubierta* o un *suelo* en contacto con el aire exterior es el índice global de reducción acústica, ponderado A, para *ruido exterior dominante* de automóviles o de aeronaves, $R_{A, tr}$, de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco.
- Este índice, $R_{A, tr}$, caracteriza al conjunto formado por la ventana, la caja de persiana y el aireador si lo hubiera.

En el caso de que el aireador no estuviera integrado en el hueco, sino que se colocara en el cerramiento, debe aplicarse la opción general.

- En el caso de que la fachada del *recinto protegido* fuera en esquina o tuviera quiebros, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total del perímetro de la fachada vista desde el interior del *recinto*.

Tabla 3. Parámetros acústicos de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos.

Nivel límite exigido $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ =100 % $R_{A, tr}$ dBA	Parte ciega ⁽¹⁾ ≠100 % $R_{A, tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A, tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾				
			< 15%	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	> 81%
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr} = 42$	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(1)}$	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Atr} = 47$	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(1)}$	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

⁽¹⁾ Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los valores exigidos cuando el ruido exterior dominante es el de aeronaves.

⁽²⁾ El índice $R_{A, tr}$ de los componentes del hueco expresado en la tabla 3 se aplica a las ventanas que dispongan de aireadores, sistemas de microventilación o cualquier otro sistema de apertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada.



Anexo II

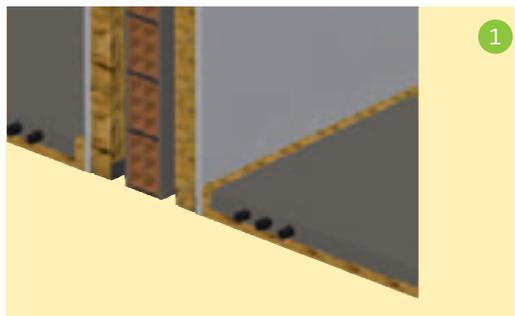
Consejos prácticos para llevar a cabo las soluciones de confort acústico Isover

4



4.1 Consejos prácticos para llevar a cabo las soluciones de confort acústico Isover: Lo que realmente importa.

1. Es fundamental colocar las instalaciones después de la lana mineral y nunca realizar rozas sobre dicha lana. En el caso de suelos flotantes, si existen instalaciones, se recomienda que estas discurran por encima de la lana mineral como se indica en la siguiente figura:
4. Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes y no conectarán las hojas de la partición. Se evitará enfrentar cajas de mecanismos (se deben colocar a una separación mínima de dos veces el ancho del tabique).

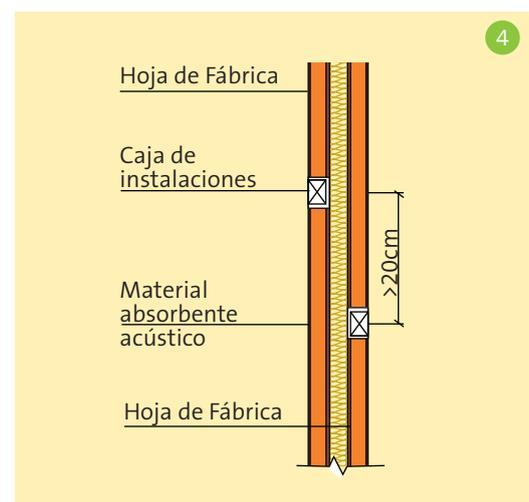


Nota: Se recomienda que las instalaciones vayan por el techo.

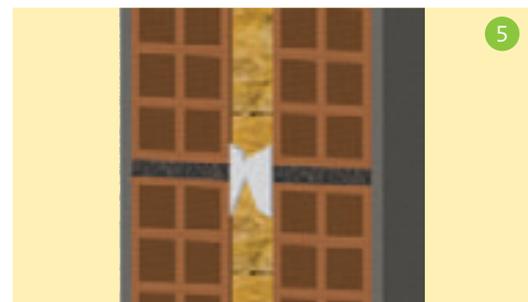
2. Para soluciones con dos placas de yeso laminado, se recomienda contrapear las distintas fases de las placa de yeso laminado, y colocar la lana mineral a "matajuntas" en caso de existencia de más de un panel, tal y como se indica a continuación:



3. Con el objeto de evitar la transmisión de las vibraciones de equipos y maquinaria a los elementos constructivos, en caso de que éstos atraviesen elementos de separación, se recomienda usar envolventes elásticas o pasamuros.



5. Se recomienda evitar cualquier contacto rígido entre los elementos de separación forjados (por rebabas, uniones, macizados y recubrimientos de las instalaciones que discurran por el suelo flotante o techo y las hojas del cerramiento, etc.):

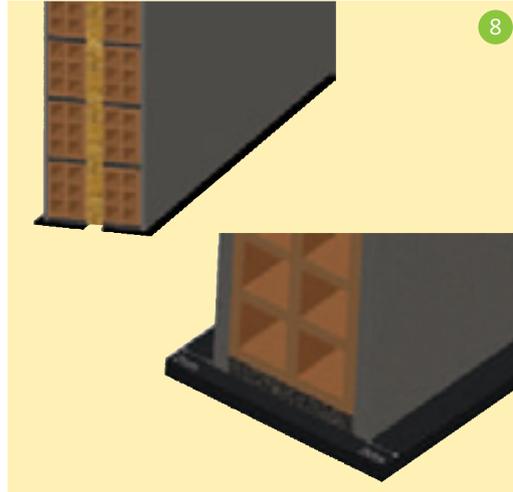




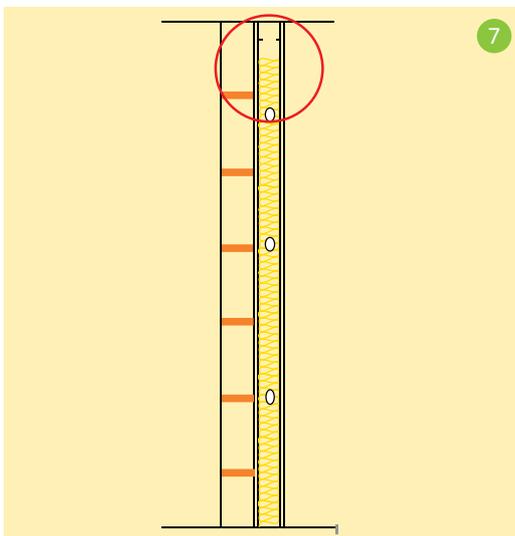
6. En el caso de existir rozas en un elemento base es necesario retacar las mismas con mortero y siempre estas deben de discurrir entre la perfilaría en caso de existencia de esta (nunca realizar rozas sobre las placa de yeso laminado):



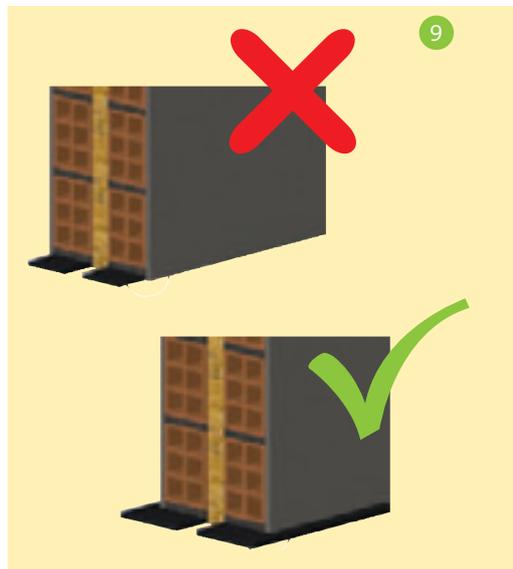
8. En caso de particiones verticales compuestas por hojas de fábrica, se recomienda utilizar bandas elásticas en elementos de separación de fábrica que tengan un ancho de al menos 4 cm superior al espesor de la hoja de fábrica:



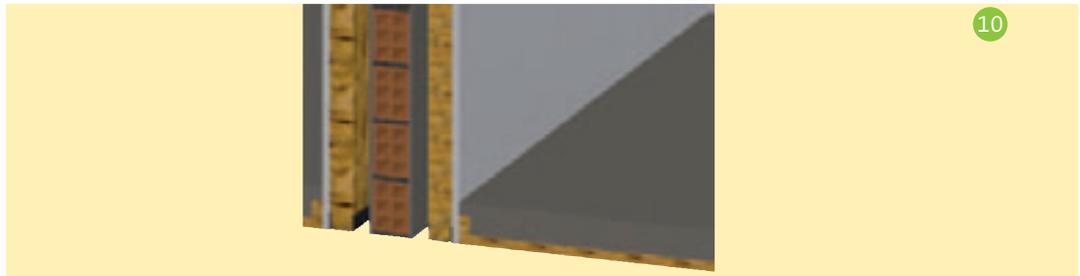
7. La lana mineral siempre debe de rellenar completamente la cámara (es necesario evitar discontinuidades, roturas o falta de relleno de la lana mineral de la cámara, etc.):



9. Los enlucidos deben de quedar desconectados de los forjados mediante su apoyo en las bandas elásticas:

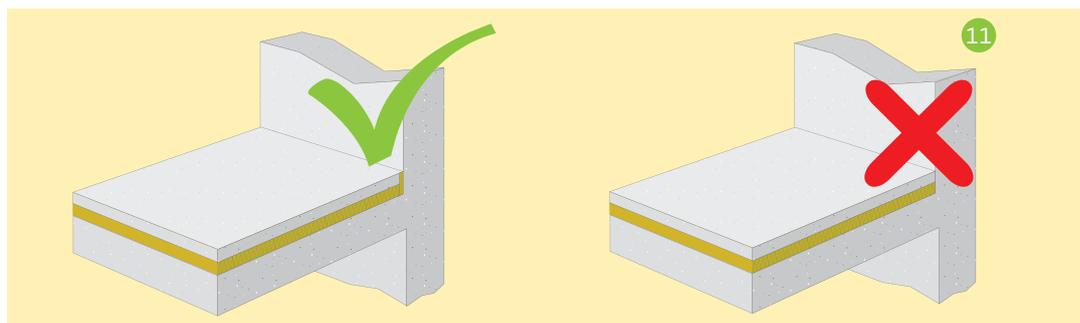


10. En el caso de suelos flotantes, evitar cualquier contacto directo entre la capa de mortero y los cerramientos verticales, pilares, etc. Como se muestra en la figura:

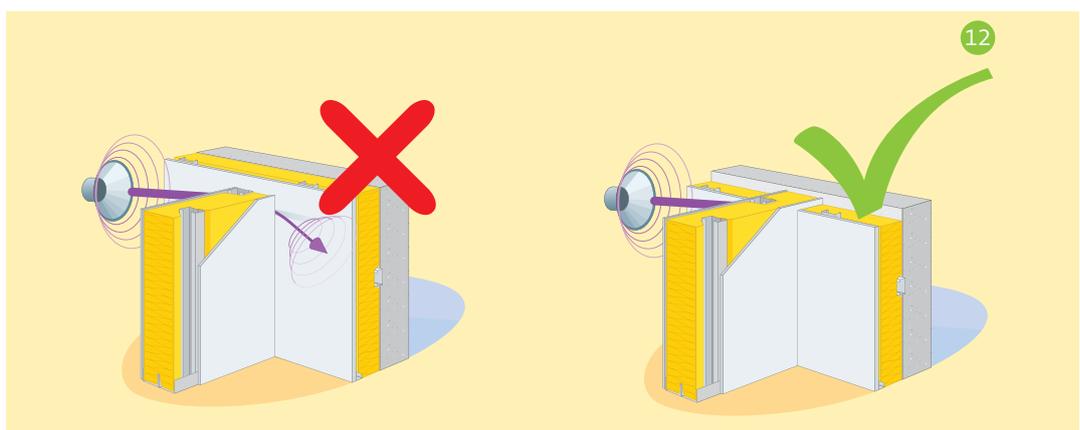


11. A continuación se detallan una serie de prácticas para evitar los puentes acústicos, y por tanto estructuras con un aislamiento acústico deficiente.

Es necesario que los elementos verticales de separación, en caso de suelos flotantes, no queden fijados de forma rígida al suelo flotante para evitar que éste se convierta en una estructura rígida y pierda sus propiedades.

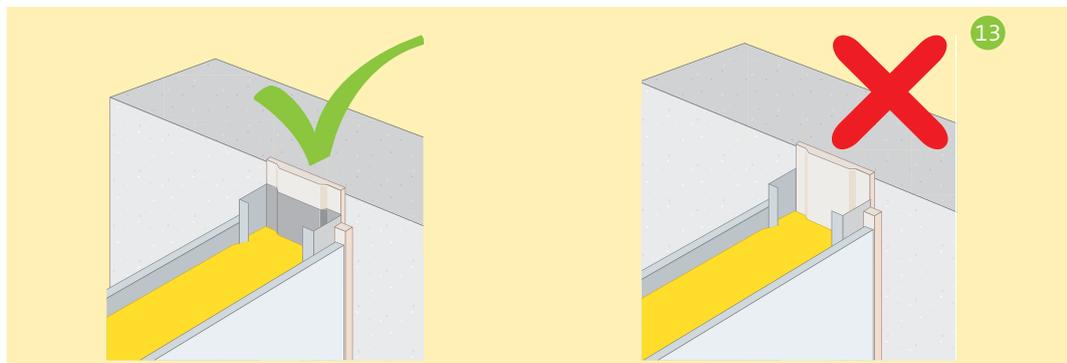


12. Las uniones de intersección entre elementos verticales como una partición interior y un trasdosado de tabiquería seca deben ejecutarse como se muestra en la figura, en la que la lana mineral de ambas unidades también se interseca.

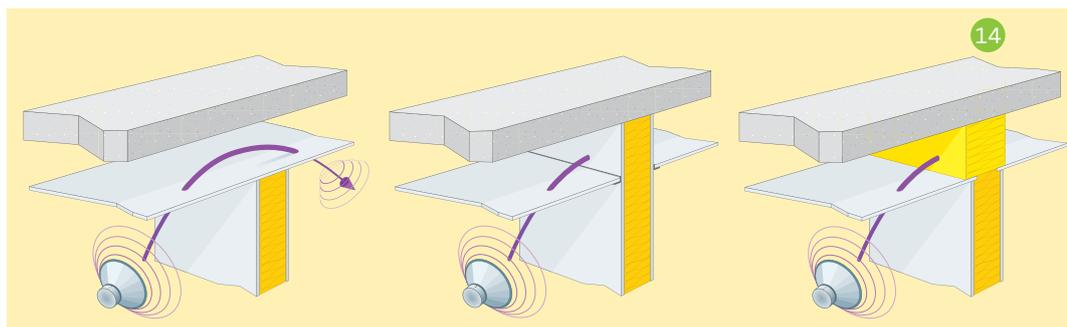




13. Para las particiones verticales de entramado autoportante metálico, es indispensable usar bandas elásticas para la fijación de los perfiles metálicos a las estructuras continuas para evitar la transmisión de vibraciones.



14. En los falsos techos que separan distintas unidades de uso, es recomendable continuar la pared divisoria a través del plenum o instalar barreras acústicas de lana mineral, con el fin de detener la transmisión del ruido que pasaría de una unidad de uso a otra.



15. Los resultados de aislamiento acústico mejorarán si las capas de lana mineral Isover se disponen de forma continua.





Anexo III

Detalles constructivos.
Cómo conseguir la clase confort

5



5.1 Detalles constructivos. Cómo conseguir la Clase Confort

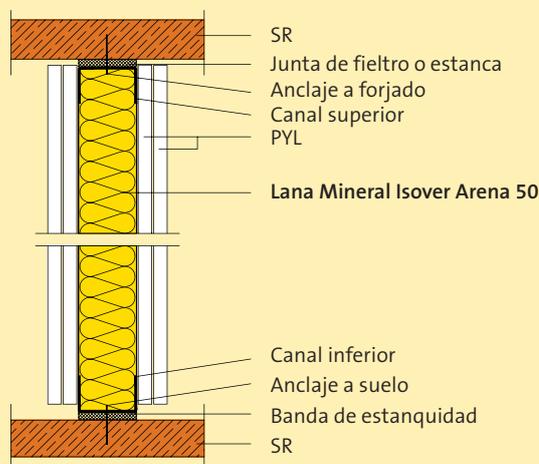
En esta sección se han recogido una serie de detalles constructivos útiles para resolver situaciones concretas que pueden plantearse en el momento de llevar a cabo las soluciones constructivas propuestas en el capítulo Soluciones para un aislamiento acústico excelente: cómo conseguir la "Clase confort". En ellas se muestra el producto **Isover** más indicado.

SR: Soporte resistente
SP: Separación de 10 mm.
LC: Fábrica de ladrillo cerámico
C: Cámara de aire
LH: Fábrica de ladrillo cerámico hueco
RI: Revestimiento interno, enlucido, enfoscado o alicatado

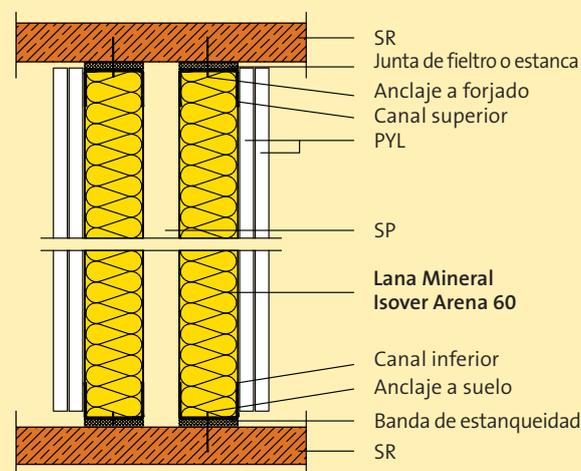
PYL: Placa de yeso laminado
RM: Revestimiento intermedio
HP: Hoja principal
M: Capa de mortero
P: Capa de protección, acabado

Encuentros de particiones verticales de tabiquería seca con forjados superior e inferior:

Tabique múltiple:

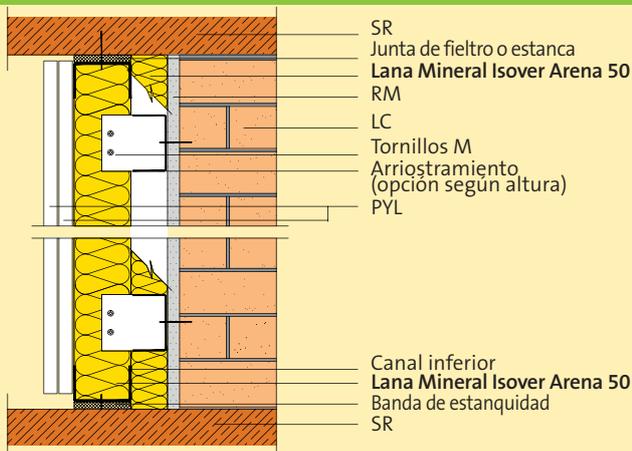


Tabique especial:

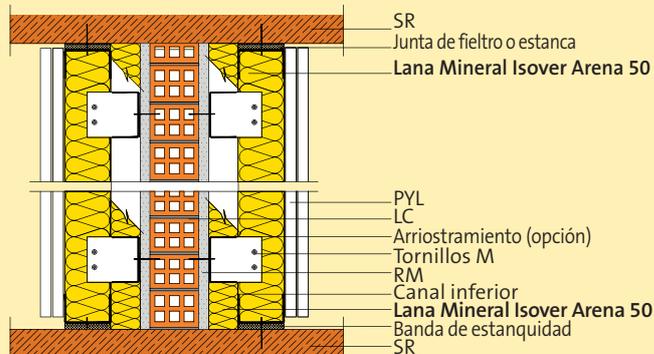




Trasdosado autoportante:

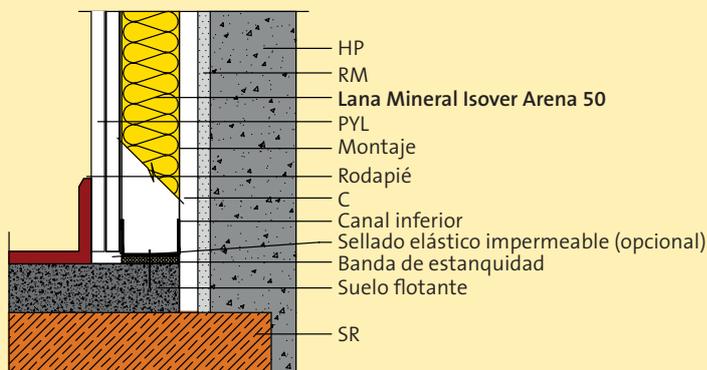


Doble trasdosado autoportante sobre fábrica de ladrillo

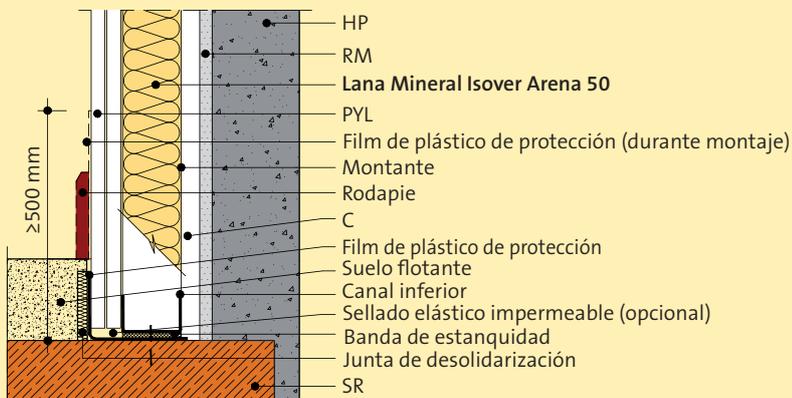


Soluciones de trasdosados sobre muros:

Sobre solado terminado o mortero o solera de asiento:

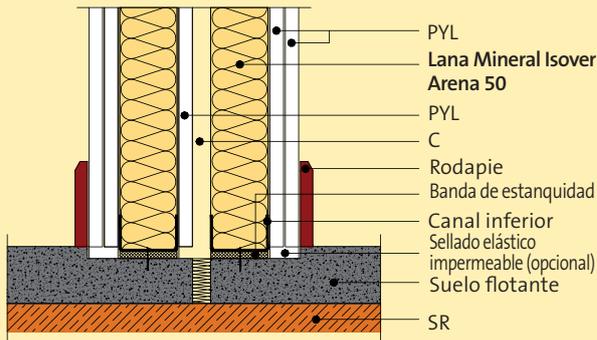


Sobre capa de compresión - protección con plástico:

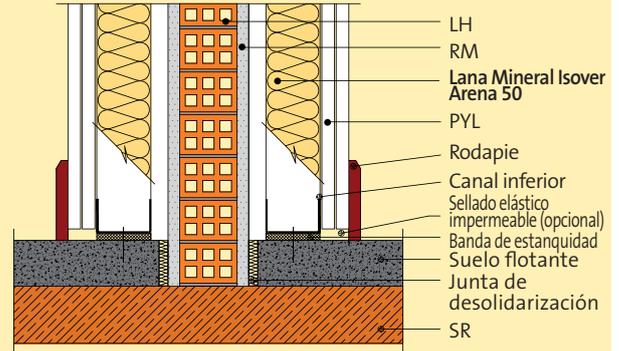


Encuentro inferior de tabiques de separación de áreas de distinto usuario:

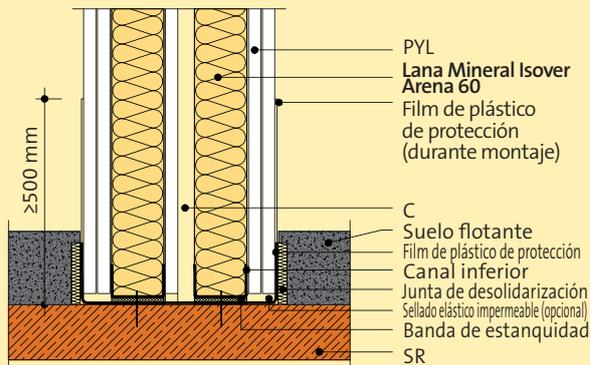
Solución sobre suelos independientes - solución PYL:



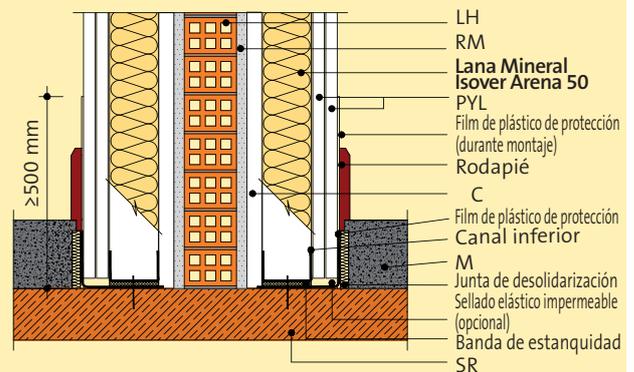
Solución sobre suelos independientes - solución mixta:



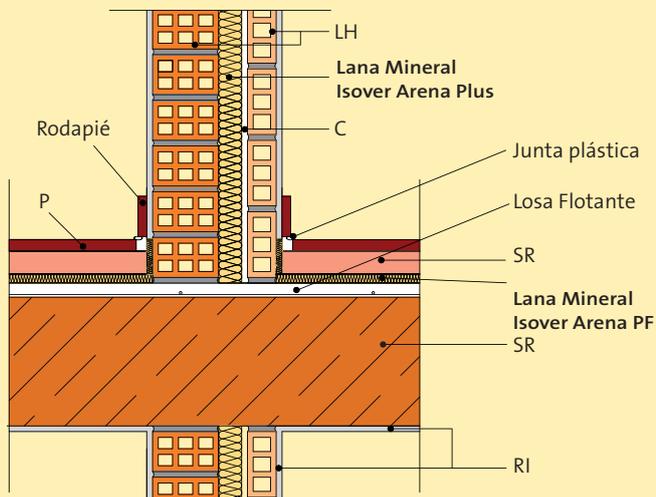
Solución sobre capa de compresión - solución PYL:



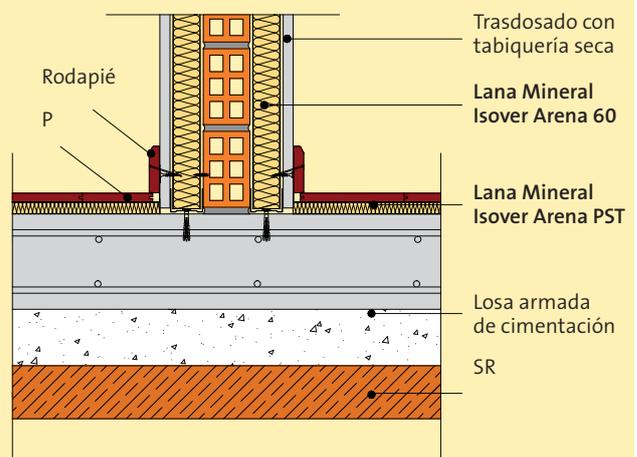
Solución sobre capa de compresión - solución mixta:



Solución sobre suelos flotantes - solución con hojas de fábrica, mixta:



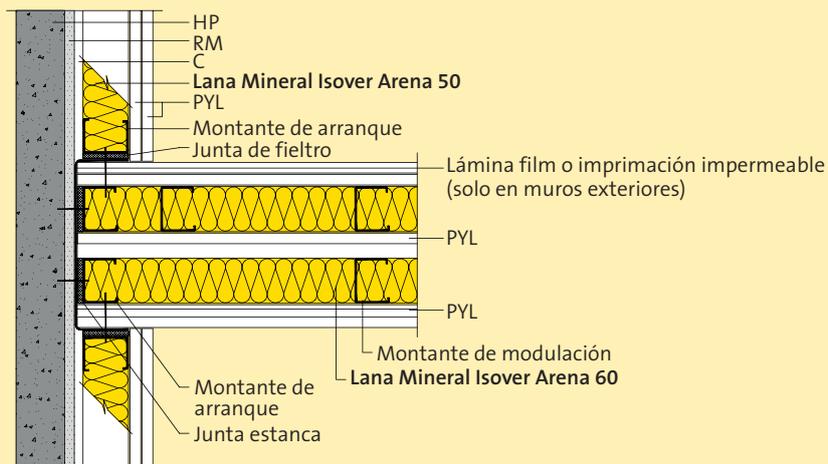
Solución sobre suelos flotantes - solución con una hoja de fábrica, mixta:



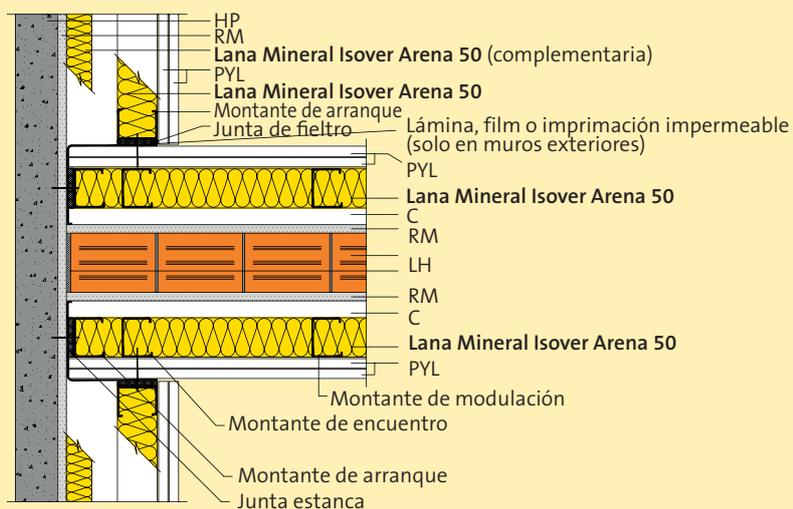


Encuentro de tabiques de separación de áreas de distinto usuario con el trasdosado:

Solución PYL:

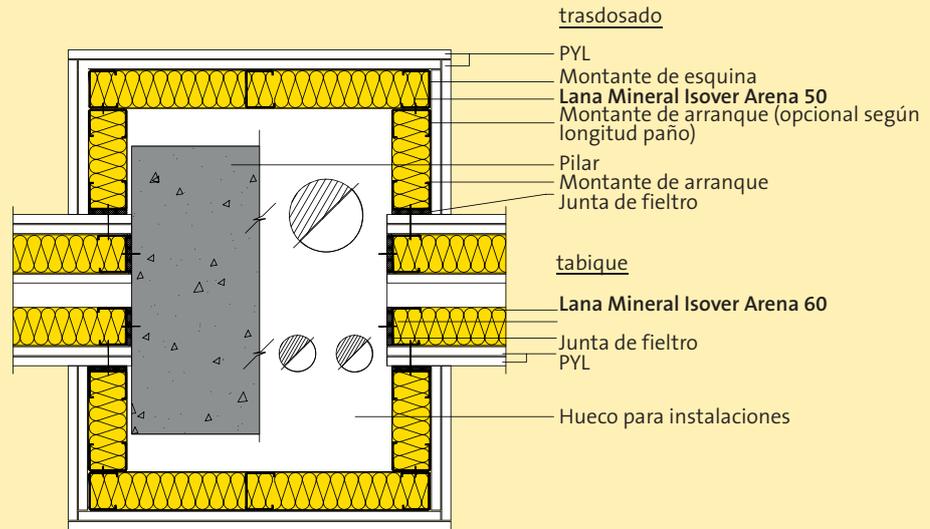


Solución mixta:

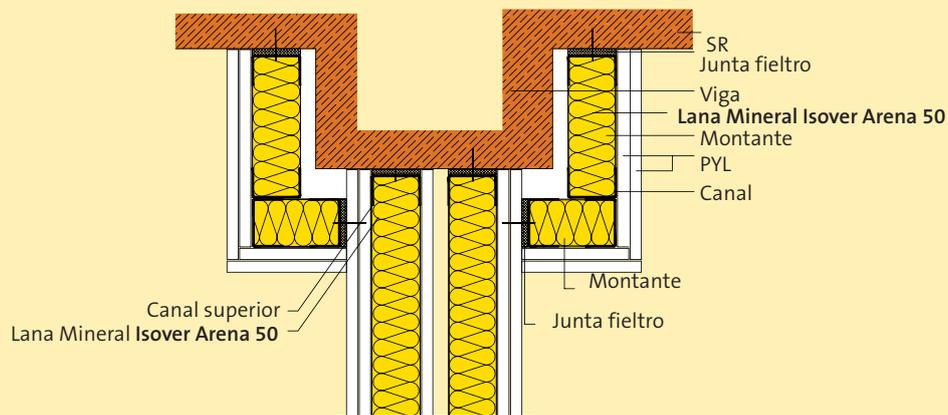


Encuentro de tabiques de separación de áreas de distinto usuario con vigas, pilares huecos para la instalación:

Pilares y huecos para instalaciones:

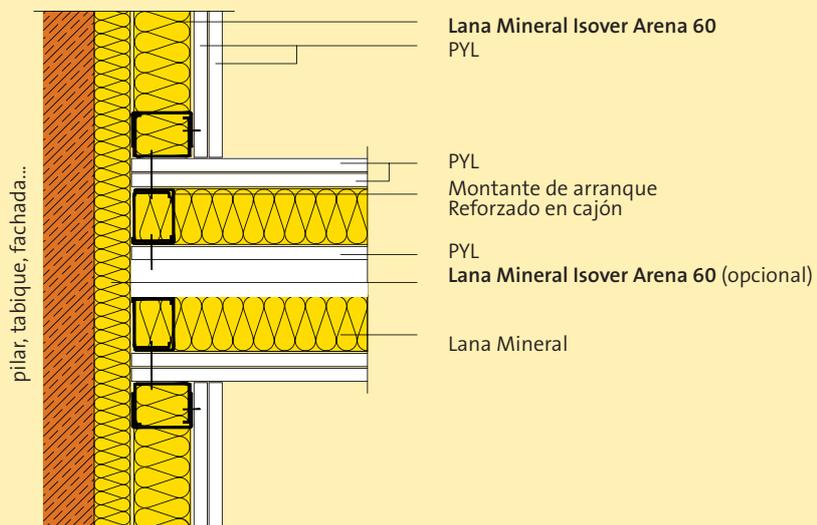


Vigas:





Variante de solución de arranque de pilar o muro - solución autoportante:



Glosario:

Absorción:

Es la magnitud que cuantifica la energía extraída del campo acústico cuando la onda sonora atraviesa un medio determinado o en el choque de la misma con las superficies límites del recinto.

Acústica:

Ciencia que estudia la propagación, transmisión y efectos de las ondas sonoras.

Aislamiento acústico:

Conjunto de técnicas utilizadas para la reducción de transmisión del ruido.

Atenuación:

Reducción de la energía acústica.

Audición:

Percepción subjetiva del sonido.

Banda de octava:

Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble de la anterior.

Banda de tercio de octava:

Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada f_1 y una frecuencia f_2 relacionadas por $(f_2/f_1)^3 = 2$.

Coefficiente de absorción (α):

Valoración de la capacidad de un material para absorber sonido. Se define como la relación entre la cantidad de energía incidente y la energía reflejada. Los valores de esta magnitud oscilan entre 0 y 1 (cuanto más se acerque este valor a 1, mayor cantidad de energía absorbe).

Esta magnitud varía con la frecuencia y con el ángulo de incidencia.

Decibelio (dB):

Unidad de medida del nivel de presión acústica.

Decibelio-A (dB(A)):

Unidad de medida del nivel de presión acústica adaptada a las características de percepción del sonido del oído.

Difusión:

Caso particular de la reflexión que produce una dispersión del sonido (no hay una dirección predominante de reflexión).

Espectro:

Representación de una onda sonora en función de sus componentes de frecuencia y amplitud.

Fenómeno de coincidencia:

Fenómeno que aparece cuando la longitud de onda de la onda sonora incidente en una partición es igual a la longitud de las ondas de flexión de la partición, produciéndose un descenso muy acusado en el aislamiento acústico.

Fonio:

Unidad de medida de la sonoridad, equivalente a un decibelio del sonido cuya frecuencia sea de 1000 hercios.

Frecuencia:

Número de pulsaciones de una onda acústica sinusoidal ocurridas en un segundo.

Frecuencia crítica:

Frecuencia límite inferior a la que empieza a darse el fenómeno de coincidencia, consistente en que la energía acústica se transmite a través del elemento constructivo en forma de ondas de flexión, acopladas con las ondas acústicas del aire, con la consiguiente disminución del aislamiento acústico.

Hercio (Hz):

Unidad de frecuencia del Sistema Internacional, que equivale a la frecuencia de un fenómeno cuyo período es un segundo.

Intensidad acústica:

Cantidad de potencia acústica radiada por unidad de superficie. Unidades: W/m.

Ley de masas:

Expresión matemática que describe de forma aproximada las pérdidas de transmisión de una pared homogénea. Según esta expresión, al doblar el valor de masa por unidad de superficie se consigue un incremento en el aislamiento de 6 dB por octava.

Longitud de onda:

Distancia entre dos puntos de una onda sonora con el mismo valor de amplitud. Esta magnitud es inversamente proporcional a la frecuencia del sonido (al disminuir la frecuencia aumenta la longitud de onda).

Nivel:

Logaritmo de la relación entre una cantidad y un nivel de referencia de la misma magnitud. Se debe especificar el valor del nivel de referencia.

Nivel de intensidad acústica (L_I):

Es la intensidad acústica expresada en decibelios.

Nivel de potencia acústica (L_W):

mide la forma en que es percibida la potencia acústica, es decir, el volumen.

**Nivel de presión acústica (L_p):**

Es la presión acústica expresada en decibelios.

Nivel de presión acústica ponderado 'A':

Medida del nivel de presión acústica que se adapta a las características de audición del oído humano, el cual no responde por igual a todas las frecuencias. La unidad de esta magnitud es el decibelio-A o dB (A).

Nivel de sonoridad:

Expresado en fonios. Es el nivel de presión acústica medio de un tono de 1000 Hz, que es percibido con la misma sonoridad por diferentes personas.

Octava:

Intervalo de frecuencias, desde f hasta $2f$, el cual cumple la siguiente relación: $f = 2 \cdot f$.

Onda:

Es una vibración del aire caracterizada por una sucesión periódica en el tiempo y en el espacio de expansiones y compresiones.

Onda sonora:

Onda que transporta la energía acústica.

Ponderación:

Factor aditivo o sustractivo, que se aplica a ciertas frecuencias de una medición acústica, con el fin de ajustar la medida a ciertas condiciones (Ej: las características de audición del oído).

Potencia acústica:

Energía emitida en la unidad de tiempo por una fuente acústica determinada.

Presión acústica:

Diferencia entre la presión total instantánea en un punto determinado, en presencia de una perturbación acústica y la presión estática en el mismo punto.

Reflexión:

Energía acústica devuelta después de incidir en una superficie.

Refracción:

Desviación de una onda sonora de su camino original, que se produce al atravesar medios de diferentes características.

Reverberación:

Es el fenómeno de persistencia del sonido en un punto determinado del interior de un recinto, debido a las reflexiones sucesivas en los cerramientos del mismo.

Ruido:

Es una mezcla compleja de sonidos con frecuencias fundamentales diferentes. En un sentido amplio, puede

considerarse ruido cualquier sonido que interfiere en alguna actividad humana.

Ruido aéreo:

Ruido que se propaga por el aire hasta llegar a nuestro oído.

Ruido blanco:

Ruido cuya energía es uniforme en el rango de frecuencias audible. Su nivel aumenta 3 dB por octava. Este ruido se asocia al ruido de tráfico.

Ruido de fondo:

es el nivel de ruido ambiente sobre el que se deben presentar las señales o medir las fuentes de ruido.

Ruido de impacto:

Ruido producido por el choque de dos objetos sólidos, que es transmitido por la estructura.

Ruido estacionario:

se trata de ruido de banda ancha (incluye un amplio espectro de frecuencias) con un nivel prácticamente constante. Las fluctuaciones de nivel durante la observación no serán mayores de 5 dB.

Ruidos blanco y rosa:

Son ruidos utilizados para efectuar las medidas normalizadas. Se denomina ruido blanco al que contiene todas las frecuencias con la misma intensidad. Su espectro en tercios de octava es una recta de pendiente 3dB/octava. Si el espectro, en tercios de octava, es un valor constante, se denomina ruido rosa.

Sonido:

Es la sensación auditiva producida por una onda acústica. Cualquier sonido complejo puede considerarse como resultado de la adición de varios sonidos producidos por ondas senoidales simultáneas.

Tiempo de reverberación:

Tiempo que transcurre desde que cesa la actividad de una fuente sonora, hasta que el nivel de presión acústica decrece 60 dB desde su estado estacionario. Es una medida de la persistencia de un sonido en un recinto, así como de la cantidad de absorción acústica presente en el recinto.

Transmisiones indirectas:

Transmisión del sonido al recinto receptor a través de caminos de transmisión distintos del directo. Puede ser aérea y estructural; también se llama transmisión por flancos.

Vibración:

Movimiento oscilatorio de un cuerpo sólido, definido por su desplazamiento, velocidad o aceleración respecto de un punto de referencia.

www.isover.es
isover.es@saint-gobain.com
+34 901 33 22 11



SAINT-GOBAIN CRISTALERÍA, S.L.
Paseo de la Castellana, 77
28046 MADRID
isover.es@saint-gobain.com

 Este documento ha sido impreso en papel Creator Silk, fabricado con celulosa que no ha sido blanqueada con cloro gas (Elemental Chlorine-Free).

