

## SOLUCIONES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO (1ª PARTE)

### PRESENTACIÓN Y EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

ANDIMAT, Asociación Nacional de Fabricantes de Materiales Aislantes, presenta este documento de consulta, en el que se han recopilado los trabajos de técnicos expertos de empresas asociadas.

Tanto en nuevas edificaciones como en la rehabilitación de edificios, el capítulo de acústica merece una particular atención por ser elemento indispensable en la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.

Este documento pretende dar respuesta a la problemática de las prestaciones acústicas en los edificios. El Documento Básico de Protección Frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación, CTE DB-HR, supone importantes novedades en la normativa acústica y su obligado cumplimiento pasa por conocer el mayor número de opciones, por lo que se incluyen soluciones concretas que aportan al mercado los fabricantes asociados. Los objetivos son establecer unas premisas básicas de la acústica en la edificación, recoger el comportamiento acústico de los productos de ANDIMAT y servir como documento de consulta para los profesionales de la construcción que, sin ser expertos en materia de acústica, son responsables en sus respectivas parcelas de la calidad final de los edificios. Arquitectos, ingenieros, aparejadores, constructores y demás prescriptores podrán conocer en mayor detalle las peculiaridades de la nueva normativa

y podrán prever los resultados finales de un trabajo de aislamiento acústico utilizando los datos contenidos en este documento.

Este manual puede servir también como ejemplo de colaboración que los expertos de ANDIMAT pueden presentar en el desarrollo de la nueva normativa y pretendemos que sea un documento vivo, susceptible de mejoras e ir incorporando nuevas soluciones.

Los datos aportados en los anexos se han calculado partiendo de ensayos en laboratorio y ensayos in situ aportados por las empresas asociadas, lo que avala los cálculos finales que puedan obtenerse. Las asociaciones y empresas, responsables últimos de esta información, pueden encontrarse en [www.andimat.es](http://www.andimat.es).

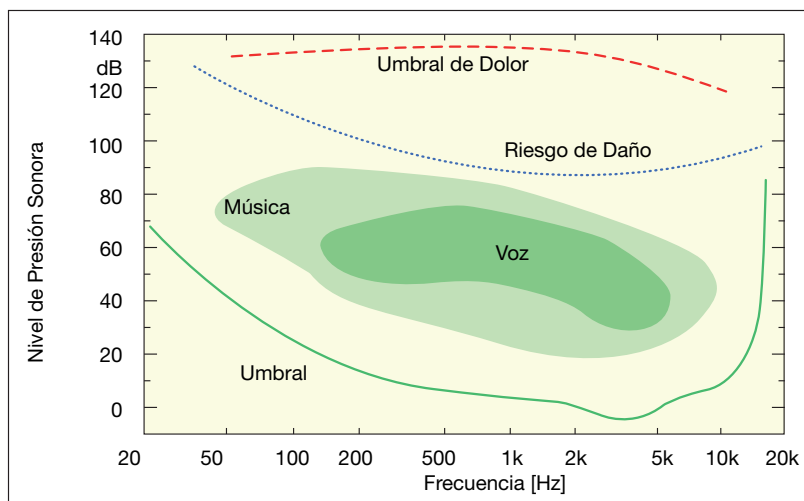
Para concluir, la Secretaría Técnica de ANDIMAT sigue coordinando los trabajos de estos expertos y está abierta a consultas sobre cualquier asunto relacionado con este documento.

### I. NOCIONES BÁSICAS DE ACÚSTICA EN EDIFICACIÓN

#### I.1. ¿Qué es el sonido?

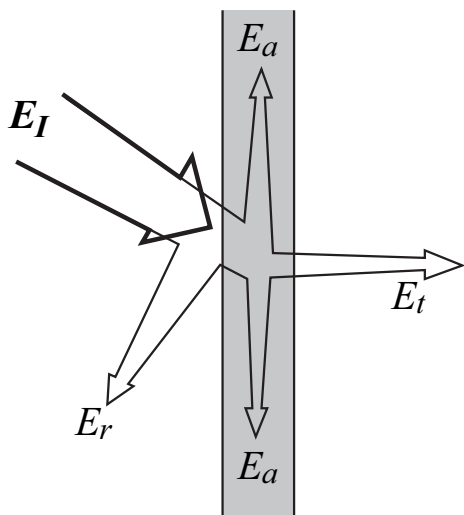
Es una alteración física de un medio (gaseoso, líquido, o sólido) que produce variaciones de presión recogidas por el oído humano en forma de vibraciones en el tímpano. La unidad de medida del sonido es el decibelio (dB).

Campo audible en dB y Frecuencias.



### 1.2. ¿Cómo se transmite el sonido?

Cuando el sonido incide sobre una superficie, éste es reflejado, absorbido y transmitido por esa superficie.



$$E_I = E_r + E_a + E_t$$

Donde:

- $E_I$ : Energía sonora incidente
- $E_r$ : Energía sonora reflejada
- $E_a$ : Energía sonora absorbida
- $E_t$ : Energía sonora transmitida

El sonido se detiene debido a la interposición de una barrera separadora. La absorción acústica se refiere a la amortiguación de las reflexiones en el interior de una habitación. Los materiales «duros» (vidrio, metal, azulejos, mármol...) reenvían el ruido. Los materiales «blandos» (alfombras, cortinas...) absorben el ruido. Al amortiguar las reflexiones, se obtiene una impresión sonora menos resonante y más agradable (es decir, una buena acústica). En un mismo tipo de construcción no siempre van a coincidir un buen aislamiento y una buena absorción.

### 1.3. ¿Qué es el ruido?

El ruido es un sonido molesto, que nos produce una sensación de incomodidad y que sufrimos habitualmente en nuestro lugar de residencia o en nuestro trabajo.

### 1.4. ¿Cómo se transmite el ruido?

Según su forma de transmisión el ruido se puede dividir en dos grandes grupos: ruido aéreo y ruido de impacto.

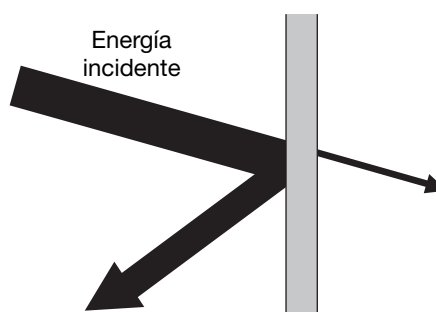
- **Ruido aéreo:** es aquel sonido que se transmite por el aire y se propaga en los edificios a través de los cerramientos (tabiques, forjados, fachadas, cubiertas, etc.). Los ruidos aéreos pueden propagarse desde el exterior hacia el interior (por ejemplo el tráfico, aeronaves,...), o bien entre vecinos o de un edificio a otro (por ejemplo la radio de los vecinos).
- **Ruido de impacto:** es causado por los pasos de personas, desplazamientos de muebles y objetos, portazos, instalaciones del edificio, caídas de objetos, etc..., este sonido genera una vibración en la estructura del edificio que hace que se convierta en un foco sonoro. Debido a la alta rigidez de los elementos constructivos, la vibración se transmite por la estructura del edificio y se emite como ruido en el aire en los diferentes lugares de dicho edificio. Para minimizar el ruido de impacto se colocan materiales elásticos que amortiguan la vibración inicial, evitando así la transmisión del ruido a través de la estructura.

La solución para aislar de los ruidos aéreos y de los ruidos de impacto no es la misma y, sin embargo, el problema planteado es de igual naturaleza: ¿qué cantidad de ruido dejan pasar los elementos constructivos?

### 1.5. ¿Cómo combatir el ruido?

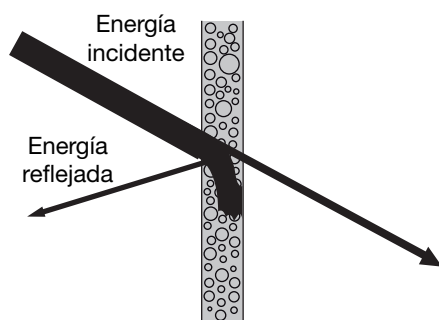
La forma más inmediata es interponer una masa suficiente entre la fuente emisora y el recinto receptor. Además existen materiales que aportan flexibilidad y estanqueidad al aire. Si no es factible alcanzar una masa suficiente, entonces es conveniente complementar el aislamiento acústico con materiales que aporten absorción acústica.

Por ello es importante diferenciar qué es aislamiento y qué es absorción.



Un material para ser buen aislante debe ser pesado y flexible

*Aislamiento: impedir la propagación de la energía acústica incidente.*



Todo material absorbente es poroso, es decir, permite el paso del aire

*Absorción: transformación de parte de la energía incidente en calor.*

### 1.6. ¿Qué es el Aislamiento acústico?

Aislar acústicamente es proporcionar una protección al recinto contra la transmisión del ruido generado.

Atendiendo al medio de transmisión del ruido existen dos grupos:

- **Aislamiento acústico a ruido aéreo:** el objetivo es que las ondas sonoras pierdan la mayor cantidad de energía posible al atravesar el cerramiento. Cuanto mayor sea la energía que se pierde, mayor será el aislamiento del cerramiento. El aislamiento acústico a ruido aéreo de un elemento constructivo se puede expresar de tres maneras:
  - en forma gráfica; representando el aislamiento ( $R$  en dB) en función de la frecuencia ( $F$  en Hz)
  - en forma tabulada; dando valores de frecuencias y aislamiento
  - mediante un único valor ( $R_w$  en dB)

Los parámetros que definen el aislamiento a ruido aéreo expresados en dBA son:

- $R_A$  índice global de reducción acústica de un elemento (valor medido en laboratorio). A mayor valor de  $R_A$ , mejor aislamiento.
- $D_{nTA}$  diferencia de presión acústica entre recintos interiores (valor medido in situ). A mayor valor de  $D_{nTA}$ , mejor aislamiento.
- $D_{2m,n,T,Atr}$  diferencia de presión acústica en fachadas y cubiertas a ruido exterior de tráfico y aeronaves (valor medido in situ). A mayor valor de  $D_{2m,n,T,Atr}$ , mejor aislamiento.

- **Aislamiento acústico a ruido de impacto:** el objetivo es cortar el camino de transmisión de vibraciones mediante la interposición de materiales elásticos. Para alcanzar un nivel de aislamiento a ruido de impacto hay que tener en cuenta:

- las características de la fuente de ruido por ejemplo, tipo de objeto que golpea el suelo,
- la estructura del suelo, -el tipo de revestimiento o acabado del suelo, por ejemplo moquetas o revestimientos blandos favorecen el aislamiento.

Los parámetros que definen el aislamiento a ruido de impacto son:

- $L_{nw}$  nivel global de presión de ruido de impacto normalizado medido en laboratorio, en dB. A menor valor de  $L_{nw}$ , mejor aislamiento.
- $L'_{nT,w}$  nivel global de presión de ruido de impacto normalizado medido in situ, en dB. A menor valor de  $L'_{nT,w}$ , mejor aislamiento.

## 2. NORMATIVA ACÚSTICA EN LA EDIFICACIÓN. CTE DB-HR

### 2.1. ¿Cuál es su campo de aplicación?

El Documento Básico HR protección frente al ruido, es de obligado cumplimiento desde el día 24 de Abril de 2009.

El objeto y contenido del DB-HR es «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.» (art. 14 de la parte I del CTE).

El contenido del DB-HR especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación que aseguren las exigencias básicas y superación de los niveles mínimos de calidad.

El ámbito de aplicación del DB-HR son los edificios de nueva construcción, rehabilitaciones integrales o cambios de uso sin obras.

No se aplica a recintos ruidosos de más de 80 dBA, auditorios, teatros y salas con volúmenes de más de 350 m<sup>3</sup>.

El DB-HR no solo supondrá una disminución de los niveles sonoros máximos permitidos, sino que planteará un completo cambio en el modo de evaluar el comportamiento del ruido en el edificio. Se pasará de la evaluación del aislamiento de los elementos constructivos en laboratorio, a la evaluación del comportamiento acústico del edificio terminado (medido in situ).

## 2.2. ¿Qué novedades aporta?

Las novedades más importantes que incorpora el DB-HR sobre la normativa anterior son:

- Cambia la terminología y los distintos índices de aislamiento acústico.
- Cambia el tipo de medición a realizar ya que las nuevas magnitudes tienen en cuenta las transmisiones indirectas.
- Aumentan las exigencias de aislamiento acústico tanto a ruido aéreo como a ruido de impacto entre recintos colindantes horizontal y verticalmente.
- Los elementos divisorios entre viviendas deberán ser paredes desolidarizadas (bandas elásticas perimetrales) tanto para tabiquería seca como húmeda.
- Aislamiento de fachadas en función de la fuente de ruido dominante (ruido de automóviles, ferroviario o de aeronaves).

- Mayores exigencias de control de la reverberación (aulas y salas de conferencia, restaurantes y comedores).
- Incluye soluciones aceptadas para su cumplimiento (tablas de la opción simplificada).
- Incluye requisitos para reducir la transmisión de ruidos de las instalaciones propias del edificio (tuberías, bajantes, equipos, etc.)
- No exige medidas in situ sistemáticamente, aunque sí las admite como comprobación cuando sea exigido por la normativa local vigente, esté previsto en el proyecto o sea solicitado por alguno de los agentes (la tolerancia del aislamiento a ruido aéreo entre medición in situ y valores límite es de 3 dBA).

## 2.3. ¿Qué niveles de exigencia tiene?

Los valores de aislamiento acústico a ruido aéreo e impacto del CTE se muestran en la siguiente tabla:

|                | RECINTO RECEPTOR                   | RECINTO EMISOR  | REQUISITOS CTE DB-HR  |
|----------------|------------------------------------|---|---|
| Ruido aéreo    | Recinto protegido                  | Recinto en la misma unidad de uso en edificios de uso residencial privado | $R_A \geq 33$ dBA   |
|                |                                    | Recinto no perteneciente a la misma unidad de uso y sin puerta o ventana  | $D_{nT,A} \geq 50$ dBA  |
|                |                                    | Recinto no perteneciente a la misma unidad de uso y con puerta o ventana  | $R_A$ Muro $\geq 50$ dBA<br>$R_A$ Puerta $\geq 30$ dBA  |
|                |                                    | Recinto de instalaciones o recinto de actividad                           | $D_{nT,A} \geq 55$ dBA  |
|                |                                    | Exterior  | $D_{2m,nT,Attr} \geq 30$ a $51^{(1)}$ dBA en función del ruido predominante, el $L_d$ , tipo edificio y % huecos en fachada |
|                | Recinto habitable                  | Recinto en la misma unidad de uso en edificios de uso residencial privado | $R_A \geq 33$ dBA   |
|                |                                    | Recinto no perteneciente a la misma unidad de uso y sin puerta o ventana  | $D_{nT,A} \geq 45$ dBA  |
|                |                                    | Recinto no perteneciente a la misma unidad de uso y con puerta o ventana  | $R_A$ Muro $\geq 50$ dBA<br>$R_A$ Puerta $\geq 20$ dBA  |
|                |                                    | Recinto de instalaciones o recinto de actividad                           | $D_{nT,A} \geq 45$ dBA  |
|                | Paredes medianeras entre edificios |   | $D_{2m,nT,Attr} \geq 40$ dBA cada cerramiento o<br>$D_{2m,nT,Attr} \geq 50$ dBA ambos cerramientos juntos                   |
| Ruido impactos | Recinto protegido                  | Otra unidad de uso, zona común o recinto habitable                        | $L'_{nT,w} \geq 65$ dB  |
|                |                                    | Recinto de instalaciones o recinto de actividad                           | $L'_{nT,w} \geq 60$ dB  |

<sup>(1)</sup> Valores recooidos en la tabla 2.1 del DB-HR del CTE.

## 2.4. ¿Cuáles son las características exigibles a los productos?

La información de los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido debe ser proporcionada por los fabricantes.

Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie ( $\text{kg/m}^2$ ), y los utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por las siguientes propiedades:

| Para productos de relleno de cámaras en elementos de separación: |         |                    |                   |
|--|---------|--------------------|-------------------|
| Propiedad  | Símbolo | Unidades           | Norma de medición |
| Resistividad al flujo del aire                                   | r       | $\text{kPa s/m}^2$ | UNE EN 29053      |
| Rigidez dinámica   | s'      | $\text{MN/m}^3$    | UNE-EN 29052-1    |

| Para productos aislantes a ruido de impacto en suelos flotantes y bandas elásticas |         |                 |   |
|--|---------|-----------------|---|
| Propiedad  | Símbolo | Unidades        | Norma de medición   |
| Resistividad al flujo del aire   | CP      |                 | Clases definidas en sus propias normas UNE (Norma UNE 1606 y UNE 12431) |
| Rigidez dinámica   | s'      | $\text{MN/m}^3$ | UNE-EN 29052-1  |

| Para productos usados como absorbentes acústicos |            |              |   |
|--|------------|--------------|---|
| Propiedad  | Símbolo    | Unidades     | Norma de medición   |
| Coefficiente de absorción acústica               | $\alpha_m$ | adimensional | $\alpha_m$ UNE-EN ISO 354 o $\alpha_w$ ponderado UNE-EN ISO 11654 |

## 2.5. ¿Cuáles son las características exigibles a los elementos constructivos?

Las características que se deben conocer de los elementos constructivos para luego poder usar

las distintas opciones de cálculo y simulación son las siguientes:

| Elemento                     |                    | Características  |
|------------------------------|--------------------|--|
| Separación vertical          |                    | Índice global de reducción acústica ponderado A $R_A$  |
|                              | Para Trasdosados   | La mejora del índice global de reducción acústica ponderado A $\Delta R_A$ en dBA  |
| Separación horizontal        |                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Índice global de reducción acústica ponderado A <math>R_A</math> en dBA</li> <li>Nivel global de presión a ruido de impactos <math>L_{n,w}</math> en dB</li> </ul>  |
|                              | Suelos flotantes   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Índice global de reducción acústica ponderado A <math>R_A</math> en dBA</li> <li>Reducción del nivel global de presión a ruido de impactos <math>\Delta L_w</math> en dB</li> </ul>   |
|                              | Techos suspendidos | <ul style="list-style-type: none"> <li>La mejora del índice global de reducción acústica ponderado A <math>\Delta R_A</math> en dBA</li> <li>El coeficiente de absorción acústica medio <math>\alpha_m</math>, si su función es de control de reverberación</li> </ul>   |
| Las fachadas y las cubiertas | Parte ciega        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Índice global de reducción acústica <math>R_w</math> en dB</li> <li>Índice global de reducción acústica ponderado A, <math>R_A</math> en dBA</li> <li>Índice global de reducción acústica ponderado A, para ruido de automóviles <math>R_{A,tr}</math> en dBA</li> <li>el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente C en dB</li> <li>el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para el ruido de automóviles y aeronaves <math>C_{TR}</math> en dB</li> </ul> |

| Elemento   |                                | Características   |
|------------|--------------------------------|---|
|            | Huecos en fachadas y cubiertas | Lo mismo que para la parte ciega:<br>$R_w, R_A, R_{A,TR}, C, C_{TR}$ ; y<br>- Clase de Ventana<br>- Índice global de reducción acústica ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,TR}$ para las cajas de persiana, en dBA |
| Aireadores |                                | Diferencia de niveles normalizada ponderada A, $D_{n,eAt}$ en dBA   |

$C$ , es el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente.

$C_{TR}$ , es el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para el ruido de automóviles y aeronaves.

## 2.6. ¿Cómo podemos calcular y justificar las prestaciones del edificio conforme al DB-HR?

En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayo en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Una vez que tenemos los datos anteriores podemos:

- Utilizar tablas de la opción simplificada del DB HR.
- Utilizar el modelo de cálculo de la opción general del DB HR (basado en UNE-EN 12354).
- Utilizar el software proporcionado por el Ministerio.
- Utilizar otros futuros Documentos Reconocidos, como el Catálogo de Elementos Constructivos (CEC), Acobat-DBMAT, otros.

### Ventajas e inconvenientes de la Opción Simplificada y Opción General

- Ambas soluciones son válidas y están aprobadas en el DB-HR y conducen al objetivo final, que es cumplir con las exigencias prestacionales del DB-HR.
- La Opción Simplificada limita las opciones de diseño, puesto que sólo contempla un número muy limitado de soluciones constructivas.
- El cálculo a través de las tablas de la Opción Simplificada da soluciones efectivas pero sobredimensionadas.
- Incluso en soluciones contempladas en la Opción Simplificada quedan limitadas masas superficiales o características que reducen las posibilidades de diseño.
- La Opción General aparentemente es más complicada a la hora del cálculo, pero existen multitud de herramientas informáticas sencillas de usar que ayudan a su justificación.
- Mediante la Opción General las soluciones son más ajustadas a las necesidades reales (sin sobre-

dimensionamiento) y dan gran libertad de escoger materiales y soluciones.

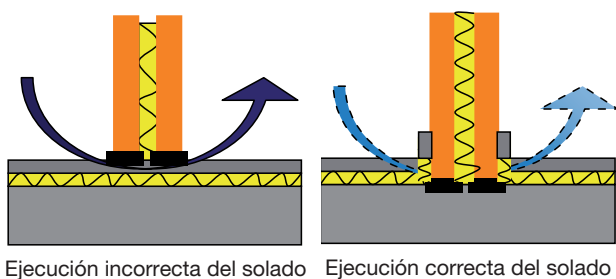
## 3. QUÉ ES IMPORTANTE CONOCER SOBRE EL AISLAMIENTO ACÚSTICO

Aspectos a tener en consideración en el aislamiento acústico:

- No existen «soluciones sencillas para problemas complicados». Las «recetas» para soluciones acústicas que se han empleado habitualmente (anteriores al DB-HR) deben ser en su mayoría reconsideradas. Por ejemplo no es cierto que los aislamientos de un sistema constructivo in situ proporcionen 5 dBA menos de los que ofrece el ensayo de laboratorio. La transmisión del sonido depende de muchos factores: 13 caminos de transmisión, mano de obra, ruido exterior y esto nunca obedece a reglas «aproximadas».
- En un elemento separador de doble hoja, el tipo de material absorbente que se instala en la cámara pierde relevancia frente a la desolidarización de los cerramientos mediante bandas perimetrales, preferiblemente la hoja más ligera (habitualmente la interior). En este tipo de cerramientos o medianeras el camino dominante de la transmisión del sonido es el que conecta la hoja interior con los elementos de separación horizontales, si este camino no se anula el resto de materiales que se coloquen en la solución no aportarán ninguna mejora.
- El punto crítico de aislamiento de las fachadas siempre es el hueco. En los cerramientos exteriores un sobredimensionamiento de aislamiento acústico en la parte ciega pierde sentido en cuanto haya un hueco, pues la prestación del hueco es siempre inferior a la de la parte ciega y absolutamente determinante para la prestación del elemento mixto (pared-hueco).
- En los cerramientos de los huecos es necesario tener en cuenta el acristalamiento de los mismos y los sistemas de cierre de los marcos, así como su

anclaje al muro. La permeabilidad al aire y la mala hermeticidad del cierre suponen pérdidas de aislamiento que difícilmente podrán ser compensadas con acristalamientos de mejor comportamiento acústico. Los acristalamientos mejorarán su comportamiento en función de su masa (espesor de vidrio) y con la incorporación de materiales que amortigüen la transmisión como las láminas de PVB (Butiral de Polivinilo) entre dos vidrios.

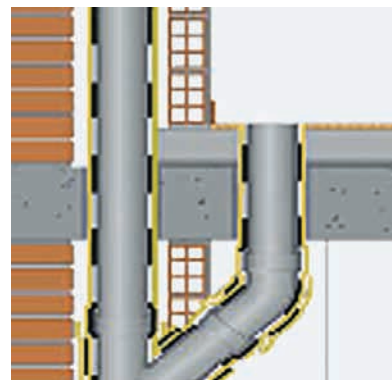
- Hay que tener precaución al evaluar los resultados de los ensayos de mejoras de aislamiento de ruido aéreo y ruido de impacto ( $\Delta R_A$  y  $\Delta L_n$ ) ya que varían en función de la masa del elemento de base. Cuanto menor es la masa del elemento de base, mayor será la mejora.



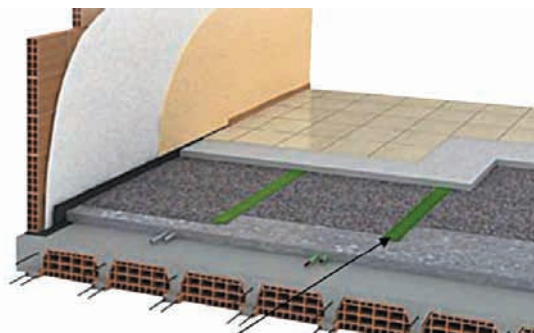
Ejecución incorrecta del solado    Ejecución correcta del solado

- ¿Qué ocurre cuando no tenemos datos del aislamiento a ruido aéreo de un elemento? Es habitual que se intente calcular este aislamiento con la Ley de Masa, pero debemos recordar que esta ley se debe usar para elementos homogéneos, o aquellos que las normas de cálculo permitan asimilarse como tales. No debe usarse nunca para aquellos que combinan materiales de distinta naturaleza ya que los resultados pueden ser muy distintos a los obtenidos en los ensayos reales, por ejemplo el caso de los forjados ligeros.
- Existen muchos productos en el mercado que tienen propiedades acústicas. No es correcto pensar que cualquier producto es adecuado para cualquier tipo de aislamiento, se debe estudiar las propiedades necesarias para cada tipo de aplicación. Por ejemplo, la compresibilidad y rigidez dinámica para suelos flotantes.
- No todas las «capas separadoras o desolidarizantes» entre el forjado y el suelo flotante son igual de eficientes. Hay que buscar aislamientos capaces de soportar las cargas y mantener sus propiedades durante el vertido del mortero y durante toda la vida útil del edificio.
- Para instalaciones o recintos con instalaciones: es importante hablar del ruido de vibraciones. La mayoría de las instalaciones en un edificio producen vibración de carácter continuo. El aislamiento se consigue con sistemas antivibratorios de tipo muelle, caucho u otros materiales para motores y máquinas. También es necesario aislar todas las

instalaciones anejas, como las tuberías y otros elementos de transmisión de fluidos.



- La incorporación de un trasdosado es muy eficiente acústicamente, pero un segundo trasdosado no proporciona una mejora del doble de aislamiento.
- En general, en las actuaciones de rehabilitación de la envolvente de los edificios donde se incorpora aislamiento por el interior, exterior o inyección de cámaras, se mejora el comportamiento acústico del edificio. Aislar las tuberías, bajantes y conductos de instalaciones evitará la transmisión de ruido de vibraciones entre la estructura del edificio.
- Los suelos flotantes son necesarios para cumplir la nueva normativa. La utilización de suelos flotantes ayuda a minimizar la transmisión del ruido de impacto, ya que amortiguan los golpes que impactan en el suelo y el ruido aéreo al convertir la separación del elemento en dos hojas.



Sección de un forjado donde se indica el material elástico anti-impacto