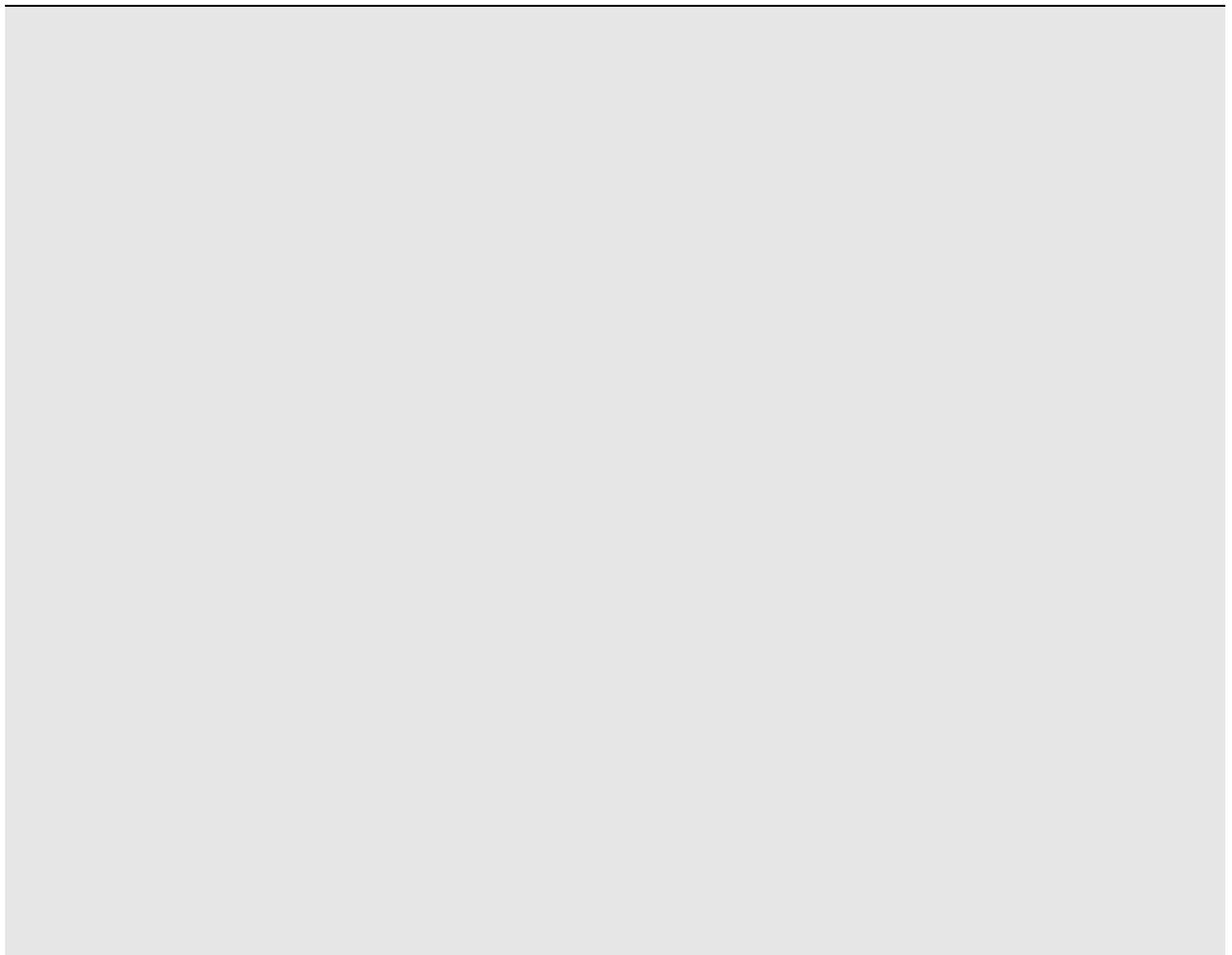


Documento Básico **HR**

Protección frente al ruido



Junio 2006



Introducción

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisfaga el requisito básico "Protección frente al ruido".

Tanto el objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 14 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

El objetivo del requisito básico "Protección frente al 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.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico "DB HR Protección frente al ruido" especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

II Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el CTE en su artículo 2 (Parte I), exceptuando los casos que se indican a continuación:

- a) los *recintos ruidosos*, que se regirán por su reglamentación específica;
- b) los *recintos* y edificios destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., que serán objeto de estudio especial en cuanto a su diseño, y se considerarán *recintos de actividad* respecto a los *recintos protegidos* y a los *recintos habitables* colindantes.
- 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, y se considerarán recintos protegidos respecto de otros recintos y al exterior.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Protección frente al ruido". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE, y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas.

Las citas a disposiciones reglamentarias contenidas en este DB se refieren a sus versiones vigentes en cada momento en que se aplique el Código. Las citas a normas UNE, UNE EN o UNE EN ISO se deben relacionar con la versión que se indica en cada caso, aún cuando exista una versión posterior, excepto cuando se trate de normas equivalentes a normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Comunidad Europea, en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la versión de dicha referencia.

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-HR

La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones de proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8, respectivamente, de la Parte I del CTE.

V Terminología

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en el Anejo A de este DB, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Protección frente al ruido", o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

Indice

1 Generalidades

1.1 Procedimiento de verificación

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Valores límite de aislamiento

2.2 Valores límite de absorción acústica

2.3 Valores límite de tiempo de reverberación

2.4 Ruido y vibraciones de las instalaciones

3 Diseño y dimensionado

3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y ruido de impactos

3.2 Absorción acústica

3.3 Tiempo de reverberación

3.4 Ruido y vibraciones de las instalaciones

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

4.2 Características exigibles a los elementos constructivos

4.3 Control de recepción en obra de productos

5 Construcción

5.1 Ejecución

5.2 Condiciones particulares de las uniones entre elementos constructivos

5.3 Control de la ejecución

5.4 Control de la obra terminada

6 Mantenimiento y conservación

Anejo A. Terminología

Anejo B. Notación

Anejo C. Normas de referencia

Anejo D. Valores de inmisión de ruido aéreo y de percepción de vibraciones de las instalaciones

Anejo E. Cálculo del índice de reducción de vibraciones en uniones de elementos constructivos

Anejo F. Medida y valoración de la mejora del índice de reducción acústica (ΔR) y de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos (ΔL) de *revestimientos*

Anejo G. Estimación numérica de la diferencia de niveles debido a la forma de la fachada

Anejo H. Cálculo del aislamiento acústico de elementos mixtos

Anejo I. Datos de absorción en el seno del aire

Anejo J. Cálculo de la transmisibilidad de los sistemas antivibratorios de un grado de libertad

Anejo K. Guía de uso de las magnitudes de aislamiento en relación con las exigencias

Anejo L. Transmisión acústica a través de elementos de flanco que contienen puertas o ventanas

Anejo M. Elementos de separación para vivienda unifamiliar adosada

Anejo N. Recomendaciones de diseño para aulas y salas de conferencias

Anejo O. Términos de corrección para ruidos con características especiales de molestia

Anejo P. Fichas justificativas

1 Generalidades

1.1 Procedimiento 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 2.1;
 - b) alcanzarse el valor límite de *absorción acústica* que se establece en el apartado 2.2;
 - c) no superarse los valores límite de *tiempo de reverberación*, que se establecen en el apartado 2.3;
 - d) cumplirse las especificaciones del apartado 2.4 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.
- 2 Para la correcta aplicación de este documento debe seguirse la secuencia 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 en el apartado 3.1.2.
 - ii) mediante la opción general, aplicando los métodos de cálculo especificados para cada tipo de ruido, definidos en el apartado 3.1.3; como alternativa a los métodos anteriores, puede utilizarse, para la verificación del *aislamiento acústico frente al ruido aéreo y frente al ruido de impactos*, la herramienta informática que se ofrece como Documento Reconocido del CTE.
 - b) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado de la absorción acústica de las zonas comunes, mediante la aplicación del método de cálculo especificado en el apartado 3.2.
 - c) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del tiempo de reverberación de los *recintos* afectados por esta exigencia, mediante la aplicación del método de cálculo especificado en el apartado 3.3.
 - d) cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.4 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.
 - e) cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción expuestas en el apartado 4.
 - f) cumplimiento de las condiciones de construcción expuestas en el apartado 5.
 - g) cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación expuestas en el apartado 6.
- 3 Para satisfacer la justificación documental del proyecto, deben cumplimentarse las fichas justificativas del anexo P, que se incluirán en la memoria del proyecto.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

- 1 Para satisfacer las exigencias contempladas en el artículo 14 de este Código deben cumplirse las condiciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que estas condiciones se aplicarán a los elementos constructivos totalmente acabados, es decir, albergando las instalaciones del edificio o incluyendo cualquier actuación que pueda modificar las características acústicas de dichos elementos.
- 2 Además, para satisfacer los objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior de las edificaciones, a los que se hace referencia en el artículo 18 del Reglamento General de desarrollo y ejecución de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido, debe tenerse en cuenta lo establecido en el artículo 19 del reglamento sobre cumplimiento de dichos objetivos.

2.1 Valores límite de aislamiento

2.1.1 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:

- a) En los *recintos protegidos*:
 - i) Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso:
 - El índice global de reducción acústica, ponderado A (R_A) de la tabiquería no será menor que 35 dBA.
 - ii) Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) entre un *recinto protegido* y cualquier otro del edificio, colindante vertical u horizontalmente con él, que pertenezca a una *unidad de uso* diferente, no será menor que 50 dBA.
 - iii) Protección frente al ruido procedente de zonas comunes:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) entre un *recinto protegido* y una zona común, colindante vertical u horizontalmente con él, siempre que no comparta puertas o ventanas, no será menor que 50 dBA. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica (R_A) de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica (R_A) del muro no será menor que 40 dBA.
 - iv) Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y recintos de actividad:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) entre un *recinto protegido* y un recinto de instalaciones, un *patinillo de instalaciones* o un *recinto de actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.
 - v) Protección frente al ruido procedente del exterior:
 - El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{2m,nT,Atr}$) entre un *recinto protegido* y el exterior no será menor que los valores indicados en la Tabla 2.1, en función del uso del edificio y del nivel sonoro continuo equivalente día (L_d) de la zona donde se ubica el edificio.
 - Cuando en la zona donde se ubique el edificio predomine el ruido de aeronaves y el nivel sonoro continuo equivalente día (L_d) sea mayor que 70 dB, el valor del aislamiento acústico ($D_{2m,nT,Atr}$) obtenido se incrementará en 4 dBA.
 - Cuando existan actividades industriales, comerciales, deportivo-recreativas o de ocio colindantes con el recinto que presenten características de especial molestia (por ejemplo, impulsividad en cercanías de campos de tiro), el valor del aislamiento acústico ($D_{2m,nT,Atr}$) obtenido se incrementará en $K_{eq\ total}$ dB, siendo K_{eq} el valor del factor de penalización por especial molestia que se indica en el Anejo O.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior

| L_d dB | Uso del edificio | | | |
|-------------|-------------------------|-----------|---|-------|
| | Residencial y sanitario | | Cultural, docente, administrativo y religioso | |
| | Dormitorios | Estancias | Salas de lectura | Aulas |
| ≤ 57 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| ≤ 58 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| ≤ 59 | 31 | 30 | 30 | 30 |
| ≤ 60 | 32 | 30 | 30 | 30 |
| ≤ 61 | 33 | 30 | 30 | 30 |
| ≤ 62 | 34 | 30 | 30 | 30 |
| ≤ 63 | 35 | 30 | 30 | 30 |
| ≤ 64 | 36 | 31 | 31 | 30 |
| ≤ 65 | 37 | 32 | 32 | 30 |
| ≤ 66 | 38 | 33 | 33 | 30 |
| ≤ 67 | 39 | 34 | 34 | 30 |
| ≤ 68 | 40 | 35 | 35 | 30 |
| ≤ 69 | 41 | 36 | 36 | 31 |
| ≤ 70 | 42 | 37 | 37 | 32 |
| ≤ 71 | 43 | 38 | 38 | 33 |
| ≤ 72 | 44 | 39 | 39 | 34 |
| ≤ 73 | 45 | 40 | 40 | 35 |
| ≤ 74 | 46 | 41 | 41 | 36 |
| ≤ 75 | 47 | 42 | 42 | 37 |

b) En los *recintos habitables*:

i) Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso:

- El índice global de reducción acústica, ponderado A (R_A) de la tabiquería no será menor que 35 dBA.

ii) Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) entre un *recinto habitable* y cualquier *recinto habitable* colindante vertical u horizontalmente con él, que pertenezca a una *unidad de uso* diferente no será menor que 45 dBA.

iii) Protección frente al ruido procedente de zonas comunes:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) entre un *recinto habitable* y una zona común, colindante vertical u horizontalmente con él, siempre que no comparta puertas o ventanas, no será menor que 45 dBA. Cuando sí las compartan y sean edificios de uso residencial y sanitario, el índice global de reducción acústica (R_A) de éstas, no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica (R_A) del muro no será menor que 40 dBA.

iv) Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y de recintos de actividad:

- El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$) entre un *recinto habitable* y un recinto de instalaciones, un patinillo de instalaciones o un recinto de actividad, colindantes vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA.

c) En los *recintos habitables* y en los *recintos protegidos* colindantes con otros edificios:

El *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{2m,nT,Atr}$) de cada uno de los *cerramientos* de una medianería entre dos edificios no será menor que 40 dBA o alternativamente el *aislamiento acús-*

tico a ruido aéreo ($D_{nT,A}$) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

2.1.2 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 para los recintos protegidos:

- a) Protección frente al ruido procedente de otras *unidades de uso*:
El *nivel global de presión de ruido de impactos* ($L'_{nT,w}$) en un *recinto protegido* colindante verticalmente, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro que pertenezca a una *unidad de uso* diferente, no será mayor que 65 dB.
- b) Protección frente al ruido procedente de *zonas comunes*:
El *nivel global de presión de ruido de impactos* ($L'_{nT,w}$) en un *recinto protegido* colindante verticalmente, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con una zona común del edificio no será mayor que 65 dB.
Esta exigencia no será de aplicación en el caso de *recintos protegidos* colindantes con una caja de escaleras.
- c) Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y de recintos de actividad
El *nivel global de presión de ruido de impactos* ($L'_{nT,w}$) en un *recinto protegido* colindante verticalmente, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un *recinto de actividad* o con un *recinto de instalaciones* no será mayor que 60 dB.
- d) Protección frente al ruido procedente de una cubierta transitable.
El *nivel global de presión de ruido de impactos* ($L'_{nT,w}$) en un *recinto protegido* subyacente a una *cubierta transitable* o que tenga una arista horizontal común con ella, no será mayor que 65 dB.

2.2 Valores límite de absorción acústica

Los elementos constructivos que delimitan una zona común, tendrán la absorción acústica suficiente de manera que el área de absorción acústica por metro cúbico, A , sea al menos $0,2 \text{ m}^2$.

2.3 Valores límite de tiempo de reverberación

Los elementos constructivos que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de manera que:

- a) El tiempo de reverberación en aulas y en salas de conferencias vacías, cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que 0,7 s.
- b) El tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias vacías pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que 0,5 s.
- c) El *tiempo de reverberación* en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

2.4 Ruido y vibraciones de las instalaciones

- 1 En los recintos que contengan instalaciones se limitarán adecuadamente los niveles de ruido y vibraciones debidos a éstas.
- 2 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 forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.
- 3 Las exigencias de ruido de instalaciones y de percepción de vibraciones se consideran satisfechas si se cumple lo especificado en el apartado 3.3, y en sus reglamentaciones específicas, y las condiciones especificadas en el apartado 5.2.

En el anejo D se incluyen tablas que proporcionan valores del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, ($L_{eqA,T}$) de inmisión de ruido aéreo así como los valores del índice global de percepción de vibraciones (K) que se recomienda no sobrepasar.

3 Diseño y dimensionado

3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos

3.1.1 Datos previos y procedimiento

- 1 Para el correcto diseño y dimensionado de los elementos constructivos que proporcionan el aislamiento acústico, tanto a ruido aéreo como a ruido de impactos, deben conocerse los valores de la masa por unidad de superficie (m), del índice global de reducción acústica ponderado A (R_A) y del nivel global de presión de ruido de impactos normalizado ($L_{n,w}$) de los productos y de los elementos constructivos, obtenidos mediante mediciones en laboratorio, según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el anejo C, o mediante tabulaciones incluidas en Documentos Reconocidos del CTE (Catálogo de elementos constructivos).
También deben conocerse los valores límite del nivel sonoro continuo equivalente día (L_d) de la zona donde vaya a ubicarse el edificio que deberán ser proporcionados por las Administraciones competentes.
- 2 A partir de estos valores, puede optarse por una de las opciones que figuran a continuación.

3.1.2 Opción simplificada. Soluciones de aislamiento

- 3 Una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un recinto (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 un recinto y el exterior.
- 4 Las soluciones se presentan en forma de tablas, que recogen los valores mínimos de los parámetros obtenidos mediante ensayos en laboratorio que debe cumplir cada uno de los elementos constructivos, para que el aislamiento acústico proporcionado sea el requerido.

3.1.2.1 Condiciones de aplicación

- 1 La opción simplificada es válida para edificios de uso residencial. Puede aplicarse a edificios de otros usos teniendo en cuenta que, en algunos *recintos* de estos edificios, el aislamiento que se obtenga puede ser mayor.
- 2 Para que puedan aplicarse las tablas de esta opción, deben cumplirse simultáneamente las condiciones siguientes:
 - a) de la *tabiquería*:
 - i) *tabiquería* de fábrica:
 - la masa por unidad de superficie, m , será al menos 80 kg/m^2 y en dicha masa estará incluido el enfoscado, guarnecido o enlucido si lo hubiera.
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , será al menos 35 dBA;
 - sólo se contemplan las uniones rígidas entre la tabiquería y el resto de elementos constructivos.
 - ii) *tabiquería* de entramado autoportante:
 - la masa por unidad de superficie, m , será al menos 22 kg/m^2 ;
 - el espesor de la cámara será al menos 46 mm;
 - el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , será al menos 43 dBA.
 - b) de los forjados:
 - i) sólo se consideran forjados homogéneos, tales como losas de hormigón, forjados de chapa colaborante y forjados unidireccionales y bidireccionales, y tendrán una masa por unidad de superficie, m , de al menos 300 kg/m^2 ;

- ii) las soluciones no son válidas para forjados con vigas de madera.
- c) de los elementos de separación verticales:
 - i) se considera que las uniones de estos elementos de fábrica con el resto de elementos constructivos son rígidas.

3.1.2.2 Procedimiento de aplicación

- 1 Debe procederse a la elección de soluciones de (véase figura 3.1):
 - a) elementos de separación horizontales y verticales entre:
 - i) recintos de unidades de *uso diferentes* o entre una *unidad de uso* y una *zona común*, (véase apartado 3.1.2.3.1);
 - ii) recintos de una *unidad de uso* y un *recinto de actividad* o un *recinto de instalaciones*. (véase apartado 3.1.2.3.2);
 - b) *medianerías* (véase apartado 3.1.2.4);
 - c) *fachadas, cubiertas* y suelos en contacto con el aire exterior. (véanse apartados 3.1.2.5 y 3.1.2.6)

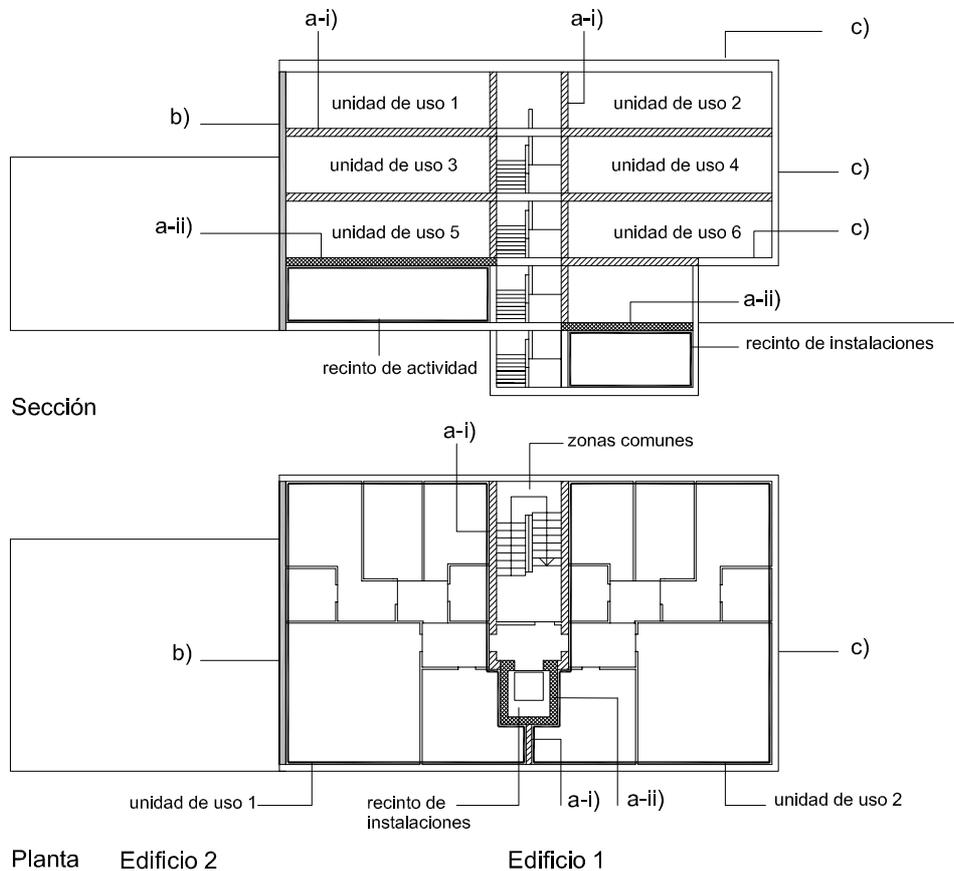


Figura 3.1. Elección de la solución. Esquemas en planta y sección

3.1.2.3 Elementos de separación entre recintos

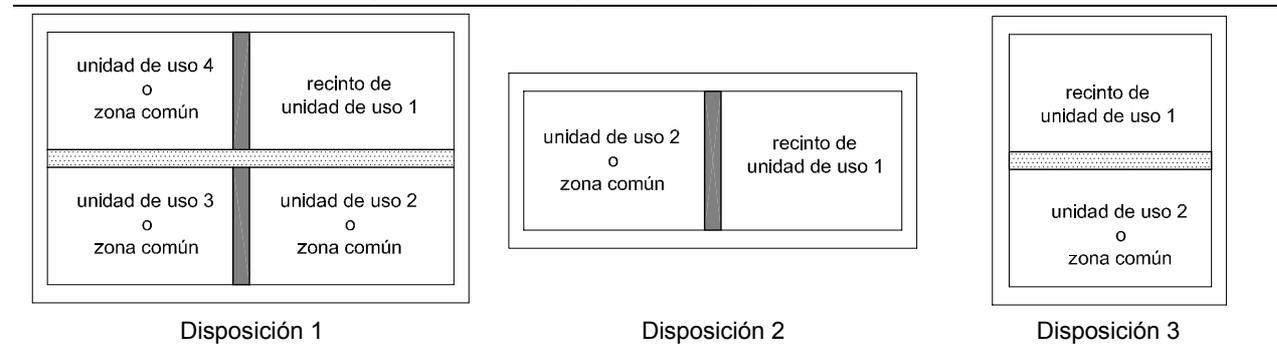
- 1 En este apartado se ofrecen las tablas correspondientes a las soluciones de aislamiento de los elementos de separación entre recintos.
- 2 Cada solución se define por una fila de valores mínimos que deben cumplir los parámetros que definen los elementos de separación, tanto verticales como horizontales, que constituyen los recintos considerados, para cada tipo de tabique en contacto con el elemento de separación y para cada tipo de elemento.
- 3 Los parámetros que definen cada solución son los siguientes:

- a) Para la tabiquería, tipo de tabique:
 - i) de fábrica;
 - ii) de entramado autoportante y ligeros de doble hoja
 - b) Para el elemento de separación vertical:
 - i) R_A – índice global de reducción acústica ponderado A, en dBA y m - masa por unidad de superficie, en kg/m^2 , que deberán cumplirse simultáneamente;
 - ii) ΔR_A – mejora del índice global de reducción acústica ponderado A, en dBA, debida al trasdosado, aplicado a cada lado del elemento base.
 - c) Para el elemento de separación horizontal:
 - i) R_A – índice global de reducción acústica ponderado A, en dBA y m - masa por unidad de superficie, en kg/m^2 , que deberán cumplirse simultáneamente, y $L_{n,w}$ – nivel global de presión de ruido de impactos, normalizado, en dB, del forjado;
 - ii) ΔR_A – mejora del índice global de reducción acústica ponderado A, en dBA, debida al suelo flotante o al techo suspendido;
 - iii) $\Delta L_{n,w}$ – reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al suelo flotante.
- 4 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 .

3.1.2.3.1 Elementos de separación entre recintos de unidades de uso diferentes o entre un recinto y una zona común.

- 1 En la tabla 3.1 se indican los esquemas de las disposiciones de un recinto respecto de otras unidades de uso o de las zonas comunes; puede ser:
 - a) Disposición 1: colindante vertical y horizontalmente o con una arista horizontal común;
 - b) Disposición 2: colindante sólo horizontalmente;
 - c) Disposición 3: colindante sólo verticalmente.

Tabla 3.1 Esquemas de las Disposiciones 1, 2 y 3 de recintos colindantes



- 2 En la tabla 3.2, para las disposiciones 1 y 2, se especifican las tablas de soluciones que deben utilizarse, en función del tipo de elemento de separación vertical según éste sea de fábrica (tabla 3.3) o de entramado autoportante (tabla 3.4).
- 3 Una vez seleccionada una de las tablas 3.3 o 3.4, debe elegirse en primer lugar el tipo de tabique, y a continuación, a partir de los valores conocidos de R_A , m y $L_{n,w}$ de los elementos de separación horizontales, e igualmente elegir una fila completa de elementos de separación verticales, para obtener la solución que define todos los elementos constructivos del recinto.
- 4 Para la disposición 3, puede elegirse cualquier elemento de separación horizontal de las tablas 3.3 y 3.4 en función del tipo de tabiquería.
- 5 Para cualquier disposición y en el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior, tal como un aula o un despacho, la solución de aislamiento es independiente de la tabiquería y está formada por cualquier fila de elementos de separación horizontales y verticales de las tablas 3.3 y 3.4.

Tabla 3.2 Tablas de soluciones que deben utilizarse para las disposiciones 1 y 2

Tipos de elemento de separación vertical entre recintos de unidades de uso diferentes o entre un recinto de una unidad de uso y una zona común

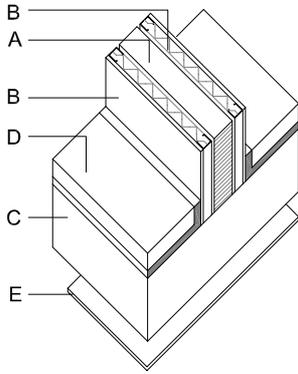
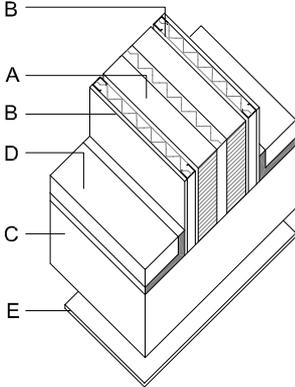
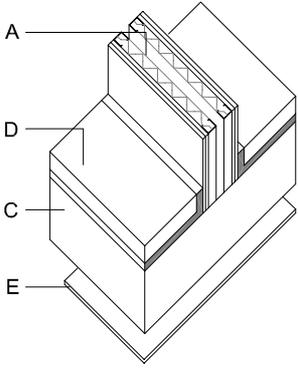
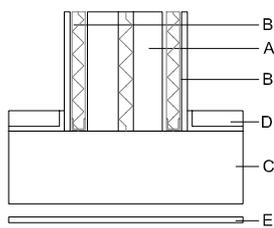
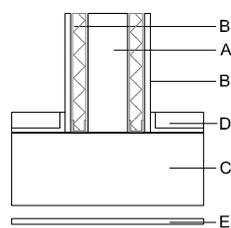
| Elemento de separación vertical de fábrica | | Elemento de separación vertical de entramado autoportante |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Soluciones de tabla 3.3 | | Soluciones de tabla 3.4 |
| A Elemento constructivo base de fábrica B <i>Trasdosado</i> | C Forjado D Suelo flotante | E Techo suspendido |

Tabla 3.3 Elemento de separación vertical de fábrica



A Elemento constructivo base de una o dos hojas
 B *Trasdosado*
 C Forjado
 D Suelo flotante
 E Techo suspendido

| Tipo de Tabiquería en contacto con el elemento de separación | Elemento de separación horizontal (C+D+E) | | | | | | Elemento de separación vertical (A+B) | | |
|--|---|--------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Forjado (C) | | | Suelo flotante (D) | | Techo (E) | Elemento base (A) | | <i>Trasdosado</i> (B) |
| m kg/m ² | m kg/m ² | R _A dBA | L _{n,w} dB | ΔR _A ⁽¹⁾ dBA | ΔL _{n,w} ⁽¹⁾ dB | ΔR _A ⁽²⁾ dBA | R _A ⁽³⁾ dBA | m ⁽³⁾ kg/m ² | ΔR _A ⁽⁴⁾ dBA |
| 80 (42 dBA) | 425 | 57 | 76 | 0 | 21 | 0 | 56 | 387 | 0+0 |
| | | | | | | | 53 | 313 | 3+3 |
| | | | | | | | 50 | 260 | 6+6 |
| | | | | | | | 47 | 204 | 12+12 |
| | 400 | 57 | 77 | 2 | 24 | 0 | 56 | 386 | 0+0 |
| | | | | | | | 53 | 313 | 3+3 |
| | | | | | | | 50 | 260 | 6+6 |
| | | | | | | | 47 | 204 | 12+12 |
| | 375 | 56 | 78 | 4 | 23 | 0 | 56 | 387 | 0+0 |
| | | | | | | | 53 | 313 | 3+3 |
| | | | | | | | 50 | 261 | 6+6 |
| | | | | | | | 47 | 204 | 12+12 |
| 350 | 54 | 79 | 8 | 24 | 0 | 56 | 387 | 0+0 | |
| | | | | | | 53 | 314 | 3+3 | |
| | | | | | | 50 | 261 | 6+6 | |
| | | | | | | 47 | 205 | 12+12 | |
| 325 | 53 | 80 | 8 | 24 | 2 | 56 | 382 | 0+0 | |
| | | | | | | 53 | 311 | 3+3 | |
| | | | | | | 50 | 257 | 6+6 | |
| | | | | | | 46 | 201 | 12+12 | |
| 300 | 52 | 81 | 10 | 25 | 4 | 56 | 378 | 0+0 | |
| | | | | | | 52 | 307 | 3+3 | |
| | | | | | | 49 | 255 | 6+6 | |
| | | | | | | 46 | 198 | 12+12 | |

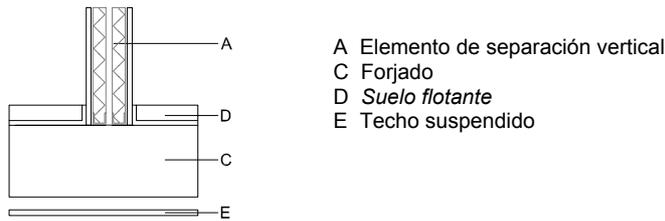
(1) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, y de reducción de ruido de impactos, ΔL_{n,w}, corresponden a un único *suelo flotante*; la adición de mejoras sucesivas, una encima de la otra en un mismo lado, no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

(2) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, corresponden a un único *techo suspendido*; la adición de mejoras sucesivas, una encima de la otra en un mismo lado, no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

(3) 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.

(4) El *trasdosado* debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base.

Tabla 3.4 Elemento de separación vertical de entramado autoportante



| Tipo de tabiquería en contacto con el elemento de separación | Elemento de separación horizontal (C+D+E) | | | | | | Elemento de separación vertical (A+B) | |
|--|---|--------------------|---------------------|---|-------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------|
| | Forjado (C) | | | Suelo flotante (D) | | Techo (E) | Elemento Base (A) | |
| m kg/m ² | m kg/m ² | R _A dBA | L _{n,w} dB | ΔR _A ⁽¹⁾ dBA ^(*) | ΔL _{n,w} ⁽¹⁾ dB | ΔR _A ⁽²⁾ dBA ^(*) | R _A dBA | m kg/m ² |
| 25 (43dBA) | 425 | 57 | 76 | 1 | 8 | 0 | 58 | 50 |
| | 400 | 57 | 77 | 3 | 9 | 0 | 58 | 50 |
| | 375 | 56 | 78 | 7 | 10 | 0 | 58 | 50 |
| | 350 | 54 | 79 | 3 | 11 | 2 | 58 | 50 |
| | 325 | 53 | 80 | 4 | 12 | 3 | 58 | 50 |
| | 300 | 52 | 81 | 4 | 13 | 4 | 58 | 50 |

⁽¹⁾ 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 encima de la otra en un mismo lado, no garantiza la obtención de los valores de aislamiento

⁽²⁾ Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, corresponden a un único *techo suspendido*; la adición de mejoras sucesivas, una encima de la otra en un mismo lado, no garantiza la obtención de los valores de aislamiento

^(*) Se mantiene la solución si se intercambian los valores de estas dos columnas

3.1.2.3.2 Elementos que delimitan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.

1 En las tablas que figuran a continuación se expresan los valores mínimos que deben cumplir los parámetros que definen los elementos de separación tanto horizontales como verticales que delimitan un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*, dependiendo de su disposición con respecto a los *recintos* pertenecientes a una *unidad de uso* (véase tabla 3.5):

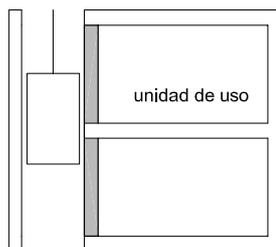
a) Disposición 1:

La transmisión de ruido se produce principalmente a través del elemento de separación vertical, es el caso de caja de ascensores o de *patinillos de instalaciones*.

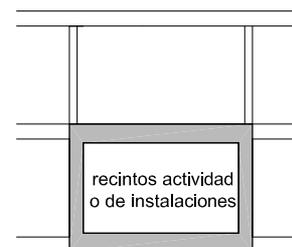
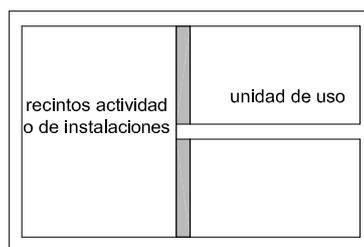
b) Disposición 2:

La transmisión de ruido se produce a través del elemento de separación vertical y del horizontal; como es el caso de salas de calderas, vertederos, etc.

Tabla 3.5. Esquemas en sección de las disposiciones 1 y 2



Disposición 1
Soluciones de tabla 3.6



Disposición 2
Soluciones de tabla 3.7

- 2 Para la utilización de la tabla 3.6: Disposición 1, debe elegirse en primer lugar el tipo de tabique y a continuación, a partir de los valores conocidos de R_A y m del elemento constructivo base, buscar en la fila de éstos el parámetro ΔR_A que define el trasdosado del elemento base.

En este caso, debe trasdosarse el elemento constructivo base por la cara del recinto receptor y también la tabiquería de fábrica que acomete al recinto de instalaciones o al de actividad, cuando ésta sea de fábrica. (Figura 3.2).

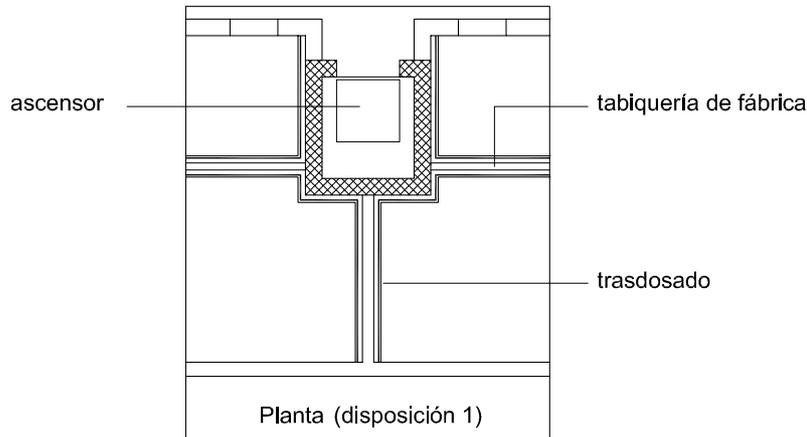
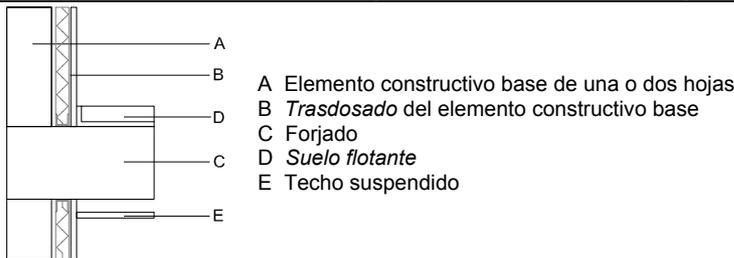


Fig 3.2. Posición de los trasdosados. Disposición 1

Tabla 3.6 Disposición 1. Elemento de separación vertical de fábrica

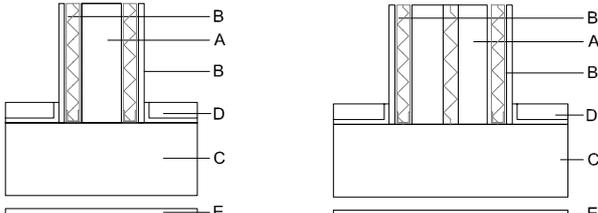


| Tipo de tabiquería del recinto receptor | Elemento de separación vertical | | |
|---|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Elemento base (A) | | Trasdosado (B) |
| | R_A dBA | m kg/m ² | $\Delta R_A^{(1)}$ dBA |
| Fábrica | 59 | 390 | 8 |
| | 52 | 300 | 16 |
| | 48 | 200 | 22 |
| Entramado autoportante | 59 | 390 | 5 |
| | 52 | 300 | 16 |
| | 48 | 200 | 25 |

⁽¹⁾ El trasdosado se aplicará sobre el elemento constructivo base de fábrica por la cara del recinto receptor y también se aplicará a la tabiquería de fábrica que acomete a dicho recinto de instalaciones o de actividad.

- 3 Para la utilización de la tabla 3.7: Disposición 2, debe elegirse en primer lugar el tipo de tabique y a continuación, a partir de los valores conocidos de R_A y m de los elementos de separación verticales y horizontales, buscar en la fila el resto de valores de los parámetros ΔR_A y ΔL_w para obtener la solución que define todos los elementos constructivos del recinto.

Tabla 3.7 Disposición 2. Elemento de separación vertical de fábrica



A Elemento constructivo base de una o dos hojas
 B *Trasdosado* del elemento constructivo base
 C Forjado
 D *Suelo flotante*
 E Techo suspendido

| Tipo de tabiquería en contacto con el elemento de separación | Elemento de separación vertical (A+B) | | | Elemento de separación horizontal (C+D+E) | | | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------|--|---------------------------|------------------------------|
| | Elemento base (A) | | <i>Trasdosado</i> (B) | Forjado (C) | | <i>Suelo flotante</i> ⁽¹⁾ (D) | | Techo (E) |
| | $R_A^{(1)}$ dBA | $m^{(1)}$ kg/m ² | $\Delta R_A^{(2)(3)}$ dBA | R_A dBA | m (kg/m ²) | $\Delta L_w^{(3)}$ dB | $\Delta R_A^{(3)}$ dBA | $\Delta R_A^{(4)(5)}$ dBA |
| Fábrica | 59 | 390 | 6 | 56 | 400 | 30 | 3 | 3 |
| | | | | 58 | 450 | 30 | - | - |
| | | | | 59 | 475 | 25 | - | - |
| | 52 | 300 | 12 | 54 | 350 | 30 | 3 | 3 |
| | | | | 58 | 450 | 30 | - | - |
| | | | | 59 | 475 | 25 | - | - |
| | 48 | 200 | 18 | 56 | 400 | 30 | 3 | 3 |
| | | | | 57 | 425 | 30 | - | - |
| | | | | 59 | 475 | 25 | - | - |
| Entramado autoportante | 59 | 390 | 5 | 56 | 400 | 25 | 8 | 8 |
| | | | | 57 | 425 | 25 | 7 | 7 |
| | | | | 58 | 450 | 25 | 6 | 6 |
| | 52 | 300 | 15 | 56 | 400 | 25 | 8 | 8 |
| | | | | 57 | 425 | 25 | 7 | 7 |
| | | | | 58 | 450 | 25 | 6 | 6 |
| | 48 | 200 | 18 | 56 | 400 | 25 | 8 | 8 |
| | | | | 57 | 425 | 25 | 7 | 7 |
| | | | | 58 | 450 | 25 | 6 | 6 |

- (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) El trasdosado debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base.
- (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 encima de la otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (4) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas, una encima de la otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.
- (5) Los techos suspendidos se colocarán en el recinto de instalaciones o en el de actividad siempre que estén situados debajo de un recinto protegido o de un recinto habitable.
- (6) No es necesario colocar los suelos flotantes cuando el recinto protegido o el recinto habitable esté situado encima del recinto de instalaciones o del recinto de actividad y no sea colindante con ningún otro recinto de otra unidad de uso.

3.1.2.4 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.

3.1.2.5 Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

- 1 En la tabla 3.8 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los parámetros que definen los huecos y la parte ciega de la *fachada*, la *cubierta* o el *suelo en contacto* con el exterior en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior (tabla 2.1) y del porcentaje de huecos.
- 2 El parámetro que define los huecos y la parte ciega de una *fachada*, una *cubierta* o un *suelo en contacto con el exterior* es el índice global de reducción acústica ponderado A, para ruido predominante de automóviles o de aeronaves R_{Atr} .

Tabla 3.8 Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior

| $D_{2m,nT,Atr}$ dBA | Parte ciega R_{Atr} dBA | Huecos $R_{A,tr}$ dBA | | | |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | | Porcentaje de huecos | | | |
| | | De 0 a 15% | De 16 a 30% | De 31 a 60% | De 60 a 100% |
| 30 | 45 | 22 | 25 | 28 | 30 |
| 32 | | 24 | 27 | 30 | 32 |
| 34 | | 26 | 29 | 32 | 34 |
| 36 | 50 | 28 | 31 | 34 | 36 |
| 38 | | 30 | 33 | 36 | 38 |
| 40 | | 32 | 35 | 38 | 40 |
| 42 | 57 | 34 | 37 | 40 | 42 |
| 44 | | 36 | 39 | 42 | 44 |
| 46 | | 38 | 41 | 44 | 46 |
| 48 | | 40 | 43 | 46 | 48 |

- 3 Para los *elementos de construcción pequeños* con un área menor que 1 m^2 que atraviesen la fachada de *un recinto protegido*, tales como elementos de climatización, aireadores, ventiladores, conductos eléctricos, sistemas de estanquidad, pasamuros...etc. deben cumplirse las condiciones siguientes:
- la relación entre el área total de la fachada y el área del *elemento de construcción pequeño*, S/S_h , no será menor que 20;
 - la diferencia de niveles normalizada, ponderada A, de cada *elemento de construcción pequeño*, $D_{n,e,A}$, será mayor que 25 dBA.

3.1.2.6 Cubiertas transitables

- Independientemente de lo especificado en el apartado 3.1.2.5, los componentes de las cubiertas transitables deben cumplir los valores mínimos de los parámetros definidos en la tabla 3.9, en función del tipo de tabiquería.
- Los parámetros que definen los componentes de una cubierta transitable son:
 - m – masa por unidad de superficie del forjado, en kg/m^2 ;
 - $L_{n,w}$, - nivel global de presión de ruido de impactos normalizado del forjado, en dB;
 - ΔL_w – reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al *elemento de cobertura*.
- En los forjados deben cumplirse simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m , y de índice de reducción acústica, ponderado A, R_A .

Tabla 3.9 Cubiertas transitables

| Forjado | | Elemento de cobertura en función de la tabiquería del recinto receptor | |
|------------------------|-----------------|---|---|
| | | Tabiquería de fábrica | Tabiquería de entramado autoportante |
| m kg/m^2 | $L_{n,w}$ dB | ΔL_w dB | ΔL_w dB |
| 300 | 86 | 25 | 25 |
| 350 | 84 | 25 | 20 |
| 400 | 82 | 25 | 20 |
| 450 | 80 | 25 | 15 |
| 500 | 78 | 20 | 15 |

3.1.3 Opción general. Método de cálculo de aislamiento acústico

- 1 La opción general contiene un procedimiento de cálculo basado en la UNE EN 12354 partes 1, 2 y 3.
- 2 La transmisión acústica desde el exterior a un *recinto* de un edificio o entre dos *recintos* de un edificio se produce siguiendo los caminos directos y los indirectos o por vía de flancos.
- 3 Para el cálculo de ruido aéreo se parte del aislamiento acústico aparente R' (o índice de reducción acústica aparente), que se considera en su forma global R_A' ; para el cálculo de ruido de impactos se parte del nivel global de presión de ruido de impactos normalizado $L'_{n,w}$.
- 4 Para el cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos, como alternativa al método de cálculo propuesto en la opción general, puede utilizarse el programa informático oficial o de referencia que tiene la consideración de Documento Reconocido del CTE.

Podrán utilizarse otros programas informáticos alternativos que, basados en el método de cálculo y validados con el procedimiento que se establezca para su reconocimiento, se hayan inscrito en el Registro General del CTE como Documentos Reconocidos.

3.1.3.1 Procedimiento de aplicación

- 1 Para el correcto diseño y dimensionado de los elementos constructivos que proporcionan el aislamiento acústico, tanto a ruido aéreo como a ruido de impactos, de un edificio debe realizarse el diseño y dimensionado de sus recintos teniendo en cuenta las diferencias en forma, tamaño y de elementos constructivos entre parejas de recintos, y considerando cada uno de ellos como recinto emisor y como recinto receptor.
- 2 Debe procederse separadamente al cálculo del *aislamiento acústico a ruido aéreo* tanto de elementos constructivos verticales (*particiones* y *medianerías*) y *elementos de separación horizontales*, como de *fachadas* y *cubiertas*, y al cálculo del *aislamiento acústico a ruido de impactos* de los *elementos de separación horizontales* entre *recintos* superpuestos, entre *recintos* situados en el mismo nivel y entre *recintos* con una arista horizontal común.
- 3 A partir de los datos previos establecidos en el apartado 3.1.1, debe determinarse el *aislamiento acústico a ruido aéreo* ($D_{nT,A}$, diferencia de niveles estandarizada, ponderada A), y el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado ($L'_{nT,w}$) para un *recinto*, teniendo en cuenta las *transmisiones acústicas directas* de los elementos constructivos que lo separan de otros y también las *transmisiones acústicas indirectas* por todos los caminos posibles, así como las características geométricas del *recinto*, los sistemas constructivos empleados y la naturaleza y formas de encuentro de los elementos constructivos entre sí.
- 4 Los valores finales de las magnitudes que definen las exigencias, *diferencia de niveles estandarizada* ($D_{nT,A}$) y *nivel global de presión de ruido de impactos* ($L'_{nT,w}$), se expresarán redondeados a un número entero. Para los valores de las magnitudes intermedias y de las especificaciones de productos y elementos constructivos se empleará una cifra decimal.

3.1.3.2 Hipótesis para el cálculo. Comportamiento en obra de los elementos constructivos

- 1 Las transmisiones por vía directa y por vía de flancos deben establecerse en términos de aislamiento medido in situ; no obstante, a efectos de este DB se consideran válidas las expresiones siguientes:

$$R_{\text{situ}} = R_{\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.1)$$

$$L_{n,\text{situ}} = L_{n,\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.2)$$

siendo

R_{situ} índice de reducción acústica de un elemento medido in situ, [dB]

R_{lab} índice de reducción acústica de un elemento medido en laboratorio, [dB]

$L_{n,\text{situ}}$ nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB]

$L_{n,\text{lab}}$ nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido en laboratorio, [dB]

- 2 De igual forma, para capas de materiales adicionales y para *revestimientos* ligeros en placa o equivalentes, los valores medidos in situ de la mejora del índice de reducción acústica (ΔR_{situ}) y de la

reducción del nivel de presión de ruido de impactos por revestimiento de la cara de emisión del elemento de separación (ΔL_{situ}) y de la cara de recepción del elemento de separación ($\Delta L_{\text{d,situ}}$) pueden aproximarse a los valores medidos en laboratorio:

$$\Delta R_{\text{situ}} = \Delta R_{\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.3)$$

$$\Delta L_{\text{situ}} = \Delta L_{\text{lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.4)$$

$$\Delta L_{\text{d,situ}} = \Delta L_{\text{d,lab}} \quad [\text{dB}] \quad (3.5)$$

siendo

ΔR_{lab} mejora del índice de reducción acústica de un *revestimiento* de elemento constructivo vertical medido en laboratorio, [dB];

ΔL_{lab} reducción del nivel de presión de ruido de impactos de un *revestimiento* de forjado en la cara de emisión del elemento de separación medido en laboratorio, [dB];

$\Delta L_{\text{d,lab}}$ reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación medido en laboratorio, [dB].

Para forjados homogéneos de masa por unidad de superficie menor que 300 kg/m² o forjados de vigas de madera, no deben usarse los valores de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL , medidos sobre un forjado normalizado.

- 3 Para la aplicación de los valores ΔR_A en el método de cálculo, en donde aparecen como sumando lineal, deben cumplirse las condiciones de uso siguientes:
 - a) la relación de masas por unidad de superficie entre el elemento constructivo base portador vertical y el *revestimiento* debe ser igual o mayor que 2;
 - b) la relación de masas por unidad de superficie entre el forjado y el *suelo flotante* también debe ser igual o mayor que 2.

En el caso de que no se cumplan estas condiciones, debe utilizarse el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , del conjunto formado por el elemento base y los revestimientos o del conjunto formado por el forjado y el suelo flotante.

- 4 Para la aplicación de los valores ΔL_w en el método de cálculo, en donde aparecen como sumando lineal, debe cumplirse que la relación de masas por unidad de superficie entre el forjado y el *suelo flotante* debe ser igual o mayor que 3. Cuando no se cumpla esta condición, debe utilizarse el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, del conjunto formado por el suelo flotante y el forjado.
- 5 Por simplificación en la notación, a partir de este punto se considerará:
 $R_{\text{lab}} = R$; $L_{n,\text{lab}} = L_n$; $\Delta R_{\text{lab}} = \Delta R$; $\Delta L_{\text{lab}} = \Delta L$ y $\Delta L_{\text{d,lab}} = \Delta L_d$.
- 6 En las uniones, la transmisión in situ se caracteriza por el índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión del elemento i al j , K_{ij} . Éste es función de la diferencia de niveles de velocidad promediada en dirección $D_{v,ij,\text{situ}}$. Su valor se obtiene mediante las fórmulas del anejo E, a partir de la relación de masas por unidad de superficie, del tipo de unión y de los elementos constructivos.

3.1.3.3 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo entre *recintos* interiores

- 1 La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, ($D_{nT,A}$) utilizada para interiores se calcula mediante la expresión:

$$D_{nT,A} = R'_A + 10 \cdot \lg \left(\frac{0,32 \cdot V}{S_s} \right) \quad [\text{dBA}] \quad (3.6)$$

siendo

V volumen del *recinto* receptor, [m³];

S_s área compartida del elemento de separación, [m²],

R'_A índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, [dBA].

- 2 El índice de reducción acústica aparente en obra R' se calcula de forma general mediante la expresión:

$$R' = -10 \cdot \lg \tau' \quad [\text{dB}] \quad (3.7)$$

siendo

τ' factor de transmisión total de potencia acústica, definido como el cociente entre la potencia acústica total radiada al *recinto* receptor y la potencia acústica incidente sobre la parte compartida del elemento de separación, para los distintos caminos directos e indirectos (de flancos) que se indican en la figura 3.3.

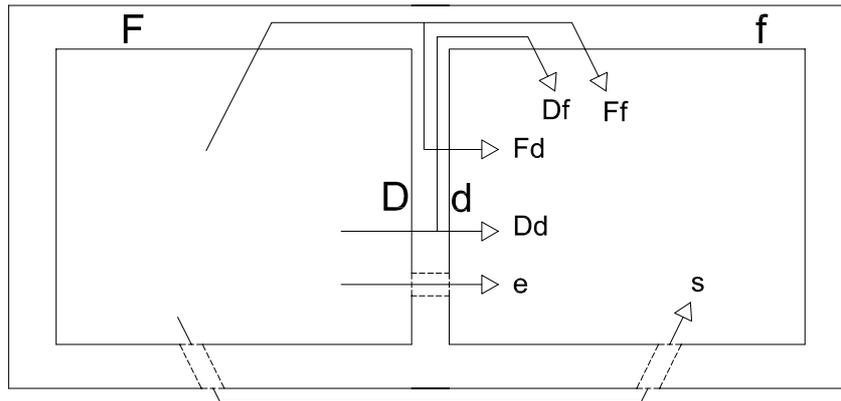


Figura 3.3 Definición de los caminos de transmisión acústica ij entre dos *recintos*. Planta o sección

- 3 Para obtener el índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R'_A , se utilizarán los índices globales de reducción acústica de los elementos constructivos, R_A , aproximadamente R_w+C de la UNE EN ISO 717-1: 1997, dando como resultado los correspondientes valores de aislamiento in situ. Los índices de reducción acústica, R_A , de *elementos constructivos homogéneos* pueden calcularse según la ley de masa, expresiones A.19 y A.20, aunque se recomienda usar los valores determinados en laboratorio.

$$R'_A = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1R_{Dd,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd,A}} + \frac{A_0}{S_s} \sum_{ai=ei, Si} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right) [\text{dBA}] (3.8)$$

siendo

- $R_{Dd,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión directa*, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $R_{Ff,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta*, del camino Ff, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $R_{Df,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta*, del camino Df, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $R_{Fd,A}$ índice global de reducción acústica para la *transmisión indirecta*, del camino Fd, en dB (dBA, para ruido rosa);
- $D_{n,ai,A}$ diferencia de niveles normalizada para la transmisión de ruido aéreo por vía directa de *elementos de construcción pequeños* tales como aireadores ($D_{n,e,A}$), o por vía indirecta ($D_{n,s,A}$) a través de distribuidores y pasillos o a través de sistemas tales como conductos de instalaciones;
- n número de elementos de flanco del *recinto*, que normalmente es 4 pero puede ser diferente según el diseño del *recinto*;
- S_s área compartida del elemento de separación, [m^2];

A_0 área de absorción equivalente de referencia, de valor $A_0=10 \text{ m}^2$.

- 4 El índice global de reducción acústica para la *transmisión directa* se determina a partir de los datos del elemento de separación según la expresión que sigue:

$$R_{Dd,A} = R_{S,A} + \Delta R_{Dd,A} \quad [\text{dBA}] \quad (3.10)$$

siendo

$R_{S,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de separación para ruido incidente rosa, [dBA];

$\Delta R_{Dd,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* del lado de la emisión y de la recepción, en dBA, para ruido rosa. Este valor se puede deducir de los resultados obtenidos de cada uno de los *revestimientos*:

Un *revestimiento*: $\Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{D,A} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{d,A} \quad [\text{dBA}] \quad (3.11)$

Dos *revestimientos*: $\Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{D,A} + \frac{\Delta R_{d,A}}{2} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{Dd,A} = \Delta R_{d,A} + \frac{\Delta R_{D,A}}{2} \quad [\text{dBA}] \quad (3.12)$

Se elegirá como valor mitad para el caso de dos *revestimientos*, el menor de ellos.

- 5 Los valores de los índices globales de reducción acústica por flancos se determinan mediante las expresiones:

$$R_{Ff,A} = \frac{R_{F,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Ff,A} + K_{Ff} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{I_0 I_f} \quad [\text{dBA}] \quad (3.13)$$

$$R_{Df,A} = \frac{R_{S,A} + R_{f,A}}{2} + \Delta R_{Df,A} + K_{Df} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{I_0 I_f} \quad [\text{dBA}] \quad (3.14)$$

$$R_{Fd,A} = \frac{R_{F,A} + R_{S,A}}{2} + \Delta R_{Fd,A} + K_{Fd} + 10 \cdot \lg \frac{S_s}{I_0 I_f} \quad [\text{dBA}] \quad (3.15)$$

siendo

$R_{F,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de flanco F, (en dBA, para ruido rosa),

$R_{f,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de flanco f, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Ff,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* del elemento de flanco, del lado de la emisión y de la recepción, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Df,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* en el elemento de separación del lado de la emisión y/o del elemento de flanco en la recepción, (en dBA, para ruido rosa),

$\Delta R_{Fd,A}$ mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de *revestimientos* en el elemento de flanco del lado de la emisión y/o del elemento de separación en la recepción, (en dBA, para ruido rosa).

Estos valores se obtienen directamente de resultados disponibles por ensayos en laboratorio para la combinación elegida o se puede deducir de los resultados obtenidos en cada una de las capas implicadas independientemente (ij= Ff; Fd o Df):

Un *revestimiento*: $\Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{j,A} \quad [\text{dBA}] \quad (3.16)$

Dos *revestimientos*: $\Delta R_{ij,A} = \Delta R_{i,A} + \frac{\Delta R_{j,A}}{2} \quad \text{ó} \quad \Delta R_{ij,A} = \Delta R_{j,A} + \frac{\Delta R_{i,A}}{2} \quad [\text{dBA}] \quad (3.17)$

Se elegirá como valor mitad para el caso de dos *revestimientos*, el menor de ellos.

K_{ij} índice de reducción de vibraciones para el camino por flancos ij ($ij = Ff; Fd$ o Df), [dB];

Los K_{ij} se calcularán de acuerdo con el anejo E.

S_s área compartida del elemento de separación, en m^2

l_f longitud común de la arista de unión entre el elemento de separación y los elementos de flancos F y f, [m];

l_0 longitud de la arista de unión de referencia, de valor $l_0=1$ m.

- 6 Los índices globales de reducción acústica $R_{F,A}$ y $R_{f,A}$ de elementos de flanco que contengan puertas, ventanas o estén formados por varios materiales diferentes, deben calcularse según las indicaciones del Anejo L.

3.1.3.4 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior.

- 1 Cuando predomina el ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, se debe usar la magnitud de aislamiento global $D_{2m,nT,A}$. Cuando predominan el ruido de automóviles o el ruido de aeronaves, la magnitud del aislamiento global es $D_{2m,nT,Atr}$. El valor de $D_{2m,nT,Atr}$ se puede aproximar mediante $D_{2m,nT,A} + C_{tr}$, usando para C_{tr} el valor del término de adaptación espectral para ruido de tráfico del índice de reducción acústica del elemento de aislamiento más débil, generalmente la ventana, que se tendrá en los datos de los productos.

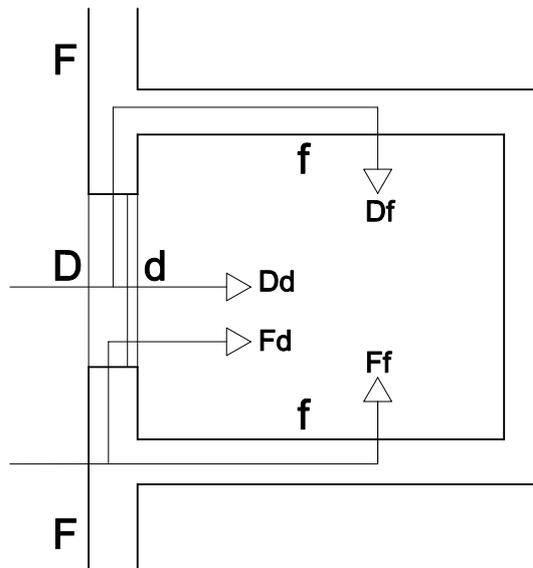


Figura 3.4 Definición de los caminos de transmisión acústica desde el exterior al recinto.

- 2 La diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, de la *fachada* o de la *cubierta* viene dada por la expresión:

$$D_{2m,nT,A} = R'_A + \Delta L_{fs} + 10 \cdot \lg \frac{V}{6T_0S} \quad [\text{dBA}] \quad (3.18)$$

siendo

R'_A índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, [dBA];

ΔL_{fs} mejora del aislamiento o diferencia de niveles por la forma de la *fachada*, [dB].

Su valor viene expresado en la tabla G.1, del Anejo G.

Las correcciones por la forma de la *fachada*, ΔL_{fs} , son muy variadas, situándose entre -1 dB y $+7$ dB, en las formas habituales de balcones y terrazas;

V volumen del recinto receptor, [m^3];

S área total de la *fachada* o de la *cubierta*, vista desde el interior del *recinto*, [m²];
 T₀ tiempo de reverberación de referencia; para viviendas es T₀=0,5 s.

- 3 El índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R'_A, se obtiene considerando las *transmisiones directas* e *indirectas* de la misma manera que en el índice de reducción acústica entre *recintos* interiores.
- 4 La transmisión por flancos comprende todos los caminos indirectos, incluidos los correspondientes a elementos de *fachada* o de *cubierta* que no pertenecen al *recinto*.

$$R'_A = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1R_{m,A}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff,A}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df,A}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd,A}} + \frac{A_0}{S} \sum_{ai=ei, Si} 10^{-0,1D_{n,ai,A}} \right) \text{ [dBA]} \quad (3.19)$$

siendo

R_{m,A} índice global de reducción acústica del *elemento mixto* (aislamiento mixto), ponderado A [dBA]. En el Anejo H se detalla el cálculo del aislamiento de estos elementos;

n número de caminos indirectos.

Para tomas de aire o respiraderos sin tratamiento acústico se considera:

$$D_{n,e,A} = -10 \cdot \lg \left(\frac{S_0}{10} \right) \text{ [dBA]} \quad (3.20)$$

donde

S₀ área del respiradero, [m²].

3.1.3.5 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en medianerías

- 1 Cada uno de los cerramientos de una medianería se dimensionará con el método de cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo del apartado 3.1.3.4. El *aislamiento acústico a ruido aéreo* vendrá dado en términos de la diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, para ruido exterior predominante de automóviles o de aeronaves (D_{2m,nT,Atr}).

3.1.3.6 Método de cálculo de aislamiento acústico a ruido de impactos

- 1 Las situaciones con transmisiones más importantes del ruido de impactos corresponden a *recintos* superpuestos, *recintos* adyacentes y *recintos* con una arista horizontal común formando diedros opuestos por la arista.

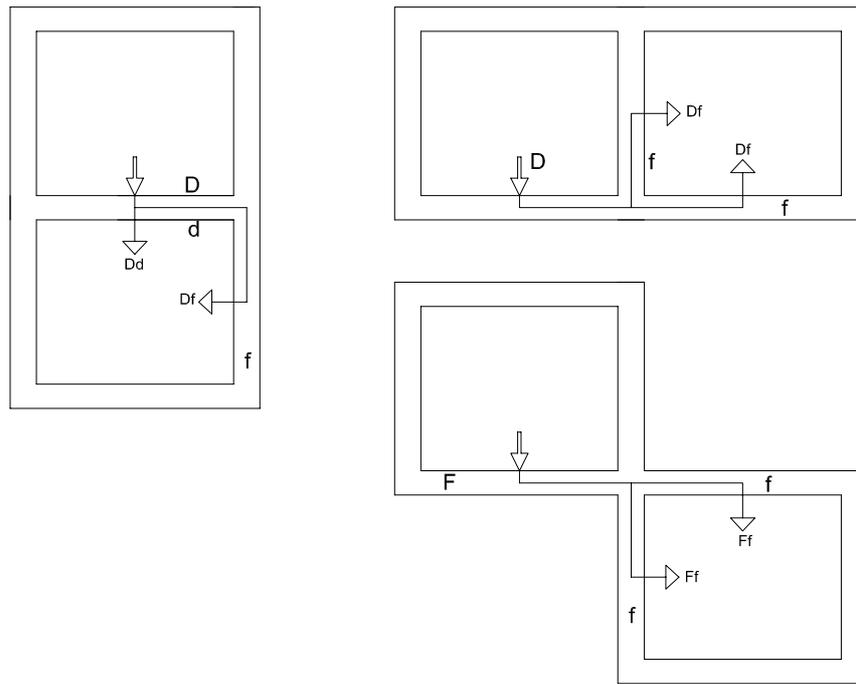


Figura 3.5 Definición de los caminos de transmisión entre dos *recintos* (Vista en sección).

- 2 El nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado se calcula mediante la expresión:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \cdot \lg(0,032 \cdot V) \quad [\text{dB}] \quad (3.21)$$

siendo

V volumen del *recinto* receptor, [m³];

L'_{n,w} nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB].

- 3 El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L'_{n,w}, resultante, para *recintos* superpuestos, *recintos* al mismo nivel y *recintos* en diagonal se calcula mediante las expresiones que se indican en los apartados siguientes.
- 4 Podrán aplicarse valores globales a todas las magnitudes de los elementos constructivos que aparecen en el cálculo.

3.1.3.6.1 *Recintos* superpuestos

- 1 El nivel global de presión de ruido de impactos normalizado viene dado por:

$$L'_{n,w} = 10 \cdot \lg \left(10^{0,1L_{n,w,d}} + \sum_{j=1}^n 10^{0,1L_{n,w,ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (3.22)$$

siendo

L_{n,w,d} nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, debido a la *transmisión directa*, [dB];

L_{n,w,ij} nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, debido a la *transmisión indirecta*, o por flancos, [dB];

n número de flancos o de elementos de flanco, generalmente 4.

- 2 La transmisión directa vale:

$$L_{n,w,d} = L_{n,w,situ} - \Delta L_{w,situ} - \Delta L_{d,w,situ} \quad [\text{dB}] \quad (3.23)$$

siendo

$L_{n,w,situ}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, medido in situ, [dB];

$\Delta L_{w,situ}$ reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por revestimiento del lado de la emisión, (p.e. *suelos flotantes*), medido in situ, [dB];

$\Delta L_{d,w,situ}$ reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por revestimiento del lado de la recepción, medido in situ, [dB].

3 La *transmisión indirecta* desde el elemento i al j vale:

$$L_{n,w,ij} = L_{n,w,situ} - \Delta L_{w,situ} + \frac{R_{A,i,situ} - R_{A,j,situ}}{2} - \Delta R_{A,j,situ} - K_{ij} - 10 \cdot \lg \frac{S_i}{l_{ij} l_0} \quad [\text{dB}] \quad (3.24)$$

siendo

$L_{n,w,situ}$ nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, medido in situ, [dB];

$\Delta L_{w,situ}$ reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por revestimiento del lado de la emisión, (p.e. *suelos flotantes*), medido in situ, [dB];

$R_{A,situ}$ índice global de reducción acústica de un elemento, medido in situ, [dBA];

$\Delta R_{A,j,situ}$ mejora del índice global de reducción acústica por revestimiento del elemento j, medido in situ, [dB];

K_{ij} índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión del elemento i al j, [dB];

S_i área del elemento excitado, [m²];

l_{ij} longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j, [m];

l_0 longitud de la arista de unión de referencia de valor 1 m, [m].

3.1.3.6.2 Recintos al mismo nivel y recintos con una arista horizontal común

En estos casos no existen transmisiones directas. Las expresiones resultantes son inmediatas a la vista de las figuras correspondientes y de las relaciones para los distintos caminos de transmisión indirecta señalados en el punto anterior para $L_{n,w,ij}$:

$$L'_{n,w} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{j=1}^n 10^{0,1L_{n,w,ij}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (3.25)$$

con la misma notación que en la expresión 3.21.

3.2 Absorción acústica

3.2.1 Datos previos y procedimiento

- 1 Debe calcularse la absorción acústica (A) de las zonas comunes.
- 2 Para ello, deben utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica (α) de los productos utilizados y el área de absorción acústica equivalente (A_0) de cada objeto obtenidos mediante ensayos en laboratorio, según los procedimientos indicados en las UNE correspondientes, contenidas en el Anejo C o mediante tabulaciones incluidas en Documentos Reconocidos.
- 3 Debe diseñarse y dimensionarse, como mínimo, un caso de cada *recinto* que sea diferente en forma, tamaño y elementos constructivos.

3.2.2 Método de cálculo de la absorción acústica

- 1 La absorción acústica (A) se calculará a partir de la expresión:

$$A = \sum_{i=1}^n (\overline{\alpha}_f)_i \cdot S_i + \sum_{j=1}^N (\overline{A}_{O,f})_j + 4 \cdot \overline{m}_f \cdot V \quad [\text{m}^2] \quad (3.26)$$

siendo

$(\overline{\alpha}_f)_i$ coeficiente de absorción acústica medio de cada paramento para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz;

S_i área de paramento cuyo coeficiente de absorción es α_i , [m^2];

$\overline{A}_{O,f}$ área de absorción acústica media equivalente de cada objeto absorbente diferente para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz [m^2];

\overline{m}_f coeficiente de absorción acústica medio en el aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz [m^{-1}]. Los valores de m para estas frecuencias se dan el Anejo I.

V volumen del *recinto*, [m^3].

El término $4 \cdot \overline{m}_f \cdot V$ es despreciable en los recintos de volumen menor que 250 m^3 .

3.3 Tiempo de reverberación

3.3.1 Datos previos y procedimiento

- 1 Para satisfacer los valores límite del tiempo de reverberación requeridos en aulas y salas de conferencias de volumen hasta 350 m^3 , restaurantes y comedores, puede elegirse una de las dos opciones que figuran a continuación:
 - a) la opción general, apartado 3.3.2, que consiste en el cálculo del tiempo de reverberación a partir del volumen y de la absorción acústica de cada uno de los *recintos*;
 - b) la opción simplificada, apartado 3.3.3, que consiste en emplear un tratamiento absorbente acústico aplicado generalmente en el techo. La opción simplificada sólo es válida en el caso de de aulas de volumen hasta 250 m^3 , restaurantes y comedores.
- 2 En el caso de aulas y salas de conferencias, ambas opciones son aplicables si los *recintos* son de formas prismáticas rectas o asimilables.
- 3 Debe diseñarse y dimensionarse, como mínimo, un caso de cada *recinto* que sea diferente en forma, tamaño y elementos constructivos.
- 4 Independientemente de lo especificado en este apartado, en el Anejo N se incluyen una serie de recomendaciones de diseño para aulas y salas de conferencias.

3.3.2 Opción general. Método de cálculo del tiempo de reverberación

- 1 El tiempo de reverberación (T) de un *recinto* se calcula mediante la expresión:

$$T = \frac{0,16 V}{A} \quad [\text{s}] \quad (3.27)$$

siendo

V volumen del *recinto*, [m^3];

A absorción acústica total del *recinto*, [m^2], que se calculará a partir de la expresión 3.26 del apartado 3.2.

3.3.3 Opción simplificada. Tratamientos absorbentes

- 1 En la mayoría de los casos puede emplearse un tratamiento absorbente uniforme aplicado únicamente en el techo. Los valores mínimos del coeficiente de absorción acústica medio del material o techo suspendido figuran en el apartado 3.3.3.1.

- 2 En aquellos casos en los que no sea posible encontrar un material o un techo suspendido con el valor de coeficiente de absorción acústica medio requerido en el apartado 3.3.3.1, deben utilizarse además tratamientos absorbentes adicionales al del techo en los paramentos, apartado 3.3.3.2.

3.1.3.1 Tratamientos absorbentes uniformes del techo

- 1 Las ecuaciones que figuran a continuación expresan el valor mínimo del coeficiente de absorción acústica medio (α_t) del material o del techo suspendido para los casos siguientes:

- a) aulas de volumen hasta 250 m³:

- i) sin butacas tapizadas:

$$\alpha_t = h \cdot \left(0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) \quad (3.28)$$

- ii) con butacas tapizadas:

$$\alpha_t = h \cdot \left(0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26 \quad (3.29)$$

- b) restaurantes y comedores:

$$\alpha_t = h \cdot \left(0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,10 \quad (3.30)$$

siendo

h altura libre del recinto, [m];

S_t área del techo, [m²].

3.1.3.2 Tratamientos absorbentes adicionales al del techo

- 1 En los tratamientos absorbentes empleados en los paramentos debe cumplirse la relación siguiente:

$$\sum_{i=1}^n (\overline{\alpha_f})_i \cdot S_i = \alpha_t \cdot S_t \quad (3.31)$$

siendo

$(\overline{\alpha_f})_i$ coeficiente de absorción acústica medio del material utilizado para tratar el área S_i;

S_i área de paramento cuyo coeficiente de absorción es α_i , [m²];

α_t coeficiente de absorción acústica medio del techo obtenido de las expresiones 3.28, 3.29 y 3.30, según corresponda;

S_t área del techo, [m²];

3.4 Ruido y vibraciones de las instalaciones

3.4.1 Datos previos

Los suministradores de los equipos y productos incluirán en la documentación de los mismos los valores de las magnitudes que caracterizan los ruidos y las vibraciones procedentes de las instalaciones de los edificios:

- el nivel de potencia acústica (L_w) de equipos que producen *ruidos estacionarios*, como bombas impulsoras, rejillas de aire acondicionado, calderas, quemadores, etc.;
- la rigidez dinámica (s') y la carga máxima (m), de los lechos elásticos utilizados en bancadas de inercia;
- el amortiguamiento (C) y la curva de transmisibilidad (τ) y la carga máxima (m), de los sistemas antivibratorios utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos;

- d) el coeficiente de absorción acústica (α) de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado;
- e) la atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción (D) y la atenuación total de los silenciadores interpuestos en conductos, o empotrados en fachadas o en otros elementos constructivos.

3.4.2 Equipos

Se consideran equipos generadores de ruido estacionario los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, etc.

3.4.2.1 Equipos situados en recintos de instalaciones

- 1 Se recomienda que los *recintos de instalaciones* no sean colindantes con *recintos protegidos* y *recintos habitables* del edificio.
- 2 El nivel de potencia acústica de los equipos situados en recintos de instalaciones viene definido por:

$$L_w \leq 70 + 10 \cdot \lg V - 10 \cdot \lg T + K \cdot \tau^2 \quad [\text{dB}] \quad (3.34)$$

siendo

- L_w nivel de potencia acústica de emisión, [dB];
- V volumen del recinto de instalaciones, [m^3];
- T tiempo de reverberación del *recinto* que se puede calcular según la expresión 3.26, [s];
- K factor que depende del tipo de equipo, cuyo valor viene dado en la tabla 3.10;
- τ transmisibilidad del sistema antivibratorio soporte de la instalación, que puede calcularse según las expresiones J.2 y J.3, del Anejo J y cuyo valor máximo viene dado en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Valores de K y τ de los sistemas antivibratorios

| Tipo de equipo | K | Valor de la transmisibilidad, τ , máxima del sistema antivibratorio |
|------------------------------|------|--|
| Calderas | 12,5 | 0,15 |
| Bombas de impulsión | 12,5 | 0,10 |
| Maquinaria de los ascensores | 1000 | 0,01 |

- 3 Cuando la instalación requiera tener unos niveles de potencia acústica mayores que el indicado, deben tenerse en cuenta los niveles de inmisión de ruido aéreo y de percepción de vibraciones de las instalaciones, contenidos en el anejo D, para los *recintos* colindantes.

3.4.2.2 Equipos situados en *recintos protegidos*

El nivel de potencia acústica de los equipos que emiten directamente al *recinto protegido* viene definido por:

$$L_w \leq 44 + 10 \cdot \lg V - 10 \cdot \lg T \quad [\text{dB}] \quad (3.35)$$

siendo

- L_w nivel de potencia acústica de emisión, [dB];
- T tiempo de reverberación del *recinto* que se puede calcular según la expresión 3.27, [s];
- V volumen del *recinto*, [m^3];

3.4.2.3 Equipos situados en *cubiertas* y zonas exteriores anejas

El nivel de potencia acústica máxima para los equipos situados en las *cubiertas* o en zonas exteriores anejas a un edificio será de 70 dB.

3.4.2.4 Condiciones de montaje

- 1 Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- 2 En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o de acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- 3 Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la norma UNE 100153 IN.
- 4 Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- 5 En las salidas de humo de los *recintos de instalaciones* se utilizarán silenciadores.
- 6 Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.
- 7 Se evitarán suspensiones complementarias a la general, cuando las bombas se instalen en la *cubierta*.

3.4.3 Conducciones y equipamiento

3.4.3.1 Redes hidráulicas

- 1 Las conducciones colectivas del edificio deben llevarse por *patinillos* aislados de los *recintos protegidos* y los *recintos habitables*, según se indica en el apartado 2.1.
- 2 En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios, tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.
- 3 Para tuberías empotradas se utilizarán envolturas elásticas. Pueden utilizarse tuberías plásticas siempre que éstas tengan un coeficiente de amortiguamiento interno, η , mayor que 0.06.
- 4 En las tuberías vistas se utilizarán recubrimientos con un material que proporcione un aislamiento acústico a ruido aéreo mayor que 15 dBA.
- 5 El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m^2 .
- 6 En los cuartos húmedos en los que la instalación de evacuación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido cuyo índice de reducción acústica, R_A , sea al menos 30 dBA.
- 7 La velocidad de circulación del agua se limitará a 1m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- 8 La grifería que esté situada dentro de los *recintos habitables* será de Clase II como mínimo, según la clasificación establecida UNE EN 200.
- 9 Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de cisternas de descarga al aire.
- 10 Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje, deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.
- 11 Debe evitarse apoyar los radiadores en el pavimento y fijarlos a la pared simultáneamente.

3.4.3.2 Aire acondicionado

- 1 Los conductos de aire acondicionado deben llevarse por conductos independientes y aislados de los *recintos protegidos* y los *recintos habitables*.
- 2 Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.
- 3 En conductos vistos se usarán recubrimientos con aislamiento acústico a ruido aéreo adecuado.
- 4 Los conductos de aire acondicionado deben revestirse de un material absorbente y deben utilizarse silenciadores específicos de tal manera que la atenuación del ruido generado por la maquinaria de

impulsión o por la circulación del aire sea mayor que 40 dBA a las llegadas a las rejillas y difusores de inyección en los *recintos protegidos*.

- 5 Se usarán rejillas y difusores terminales cuyo nivel de potencia generado por el paso del aire acondicionado cumplan la condición:

$$L_w \leq L_{eqA,T} + 10 \cdot \lg V - 10 \cdot \lg T - 14 \quad [\text{dB}] \quad (3.36)$$

siendo

L_w nivel de potencia acústica de la rejilla, [dB];

$L_{eqA,T}$ valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, establecido en la tabla D.1, del Anejo D, en función del uso del edificio, del tipo de recinto y del tramo horario, [dBA].

T tiempo de reverberación del *recinto* que se puede calcular según la expresión 3.26, [s];

V volumen del *recinto*, [m³].

3.4.3.3 Ventilación

- 1 Deben aislarse los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurran por *recintos habitables y protegidos* dentro de una *unidad de uso*.
- 2 Cuando estén adosados a elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes o fachadas, se revestirán de tal forma que no se disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

3.4.3.4 Evacuación de residuos

- 1 Para instalaciones de traslado de residuos por bajante, deben cumplirse las siguientes condiciones:
 - a) cuando se utilicen conductos prefabricados, deben sujetarse éstos a los elementos estructurales o a los muros mediante bridas o abrazaderas de tal modo que la frecuencia de resonancia del conjunto no sea mayor que 30 Hz. (Véase anejo J);
 - b) el suelo del almacén de contenedores debe ser flotante y su frecuencia de resonancia no será mayor que 50 Hz. (Véase anejo J).

3.4.3.5 Ascensores y montacargas

- 1 Las guías del ascensor se anclarán a los forjados del edificio mediante interposición de los elementos elásticos y se evitará el anclaje a los elementos de separación verticales.
- 2 La maquinaria de los ascensores estará desolidarizada de los elementos estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones y, cuando esté situada en una cabina independiente, ésta se considerará recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico.
- 3 Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.
- 4 El cuadro de mandos que contiene los relés de arranque y parada estará montado elásticamente, asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

- 1 Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas que debe proporcionar el fabricante.
- 2 Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie en kg/m².
- 3 Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por:

- a) la resistencia al flujo del aire (r), en $\text{Pa}/\text{m}^3\cdot\text{s}$, obtenida según la norma UNE EN 29053, en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación.
 - b) la rigidez dinámica (s'), en MN/m^3 , obtenida según la UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes.
 - c) el coeficiente de absorción acústica, α , para al menos las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio, α_m , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos.
- 4 En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

4.2 Características exigibles a los elementos constructivos

- 1 Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
Los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ΔR_A , en dBA.
- 2 Los elementos de separación horizontales se caracterizan por:
 - a) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
 - b) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB.

Los *suelos flotantes* se caracterizan por:

 - a) la mejora del índice global de reducción acústica, ΔR_A , en dBA;
 - b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , en dB.

Los techos suspendidos se caracterizan por:

 - a) la mejora del índice global de reducción acústica, ΔR_A , en dBA;
 - b) el coeficiente de absorción acústica
- 3 La parte ciega de las *fachadas* y de las *cubiertas* se caracterizan por:
 - a) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB;
 - b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
 - c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, en dBA;
 - d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C , en dB;
 - e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB.

Los huecos de las *fachadas* y de las *cubiertas* se caracterizan por:

 - a) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB;
 - b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , en dBA;
 - c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, en dBA;
 - d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C , en dB;
 - e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB;
 - f) la clase de ventana, según la norma UNE EN 12207: 2000.

En el caso de *cubiertas* transitables se caracterizan además por:

 - a) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB;
 - b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , en dB.
- 4 Los *elementos de construcción pequeños* se caracterizan por la diferencia de niveles normalizada, ponderada A, $D_{n,e,A}$, que se determinará mediante ensayo, en dBA.
- 5 Los sistemas se caracterizan por la diferencia de niveles normalizada para transmisión indirecta, ponderada A, $D_{n,s,A}$, en dBA.
- 6 Los tratamientos absorbentes se caracterizan por el coeficiente de absorción acústica, α , al menos para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio, α_m .

- 7 Los objetos se caracterizan por el área de absorción equivalente, A_0 , en m^2 .
- 8 En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos 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.

El procedimiento de cálculo que se facilita es el del cálculo del índice global de reducción acústica mediante la ley de masa para *elementos constructivos homogéneos*, especificada en las expresiones A.19 y A.20, del Anejo A.

4.3 Control de recepción en obra de productos

- 1 En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los elementos constructivos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.
- 2 Debe comprobarse que los productos recibidos:
 - a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
 - b) disponen de la documentación exigida;
 - c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
 - d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.
- 3 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

5 Construcción

En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.

5.1 Ejecución

Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones técnicas particulares de ejecución de los elementos constructivos. En especial se tendrán en cuenta las consideraciones siguientes:

5.1.1 Elementos de separación verticales:

- 1 Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes.
- 2 Deben sellarse las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos.

5.1.1.1 De fábrica

- 1 Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero según las especificaciones del fabricante de las piezas.
- 2 En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, debe cepillarse la fábrica para evitar que las rebabas de mortero formen una conexión rígida entre las hojas. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe rellenarla en toda su superficie. Debe fijarse el material absorbente o amortiguador a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del material dentro de la cámara.
- 3 Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones, de tal manera que no se disminuya el aislamiento inicialmente previsto.

5.1.1.2 De entramado autoportante y trasdosados

- 1 Los elementos de separación verticales de entramado autoportante, así como los trasdosados, deben montarse en obra según las especificaciones del fabricante y con los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas elásticas establecidas por el mismo.
- 2 Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución.
- 3 En el caso de elementos formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, deben contrapearse las placas, de tal forma que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilería autoportante.
- 4 El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones puesto en la cámara debe rellenarla en toda su superficie.
- 5 En el caso de trasdosados autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, deben eliminarse las conexiones rígidas entre ambos. Para ello, la fábrica se cepillará para eliminar rebabas y se dejarán al menos 10mm de separación entre la fábrica y las canales de la perfilería

5.1.2 Elementos de separación horizontales:

5.1.2.1 Suelos flotantes

- 1 Previamente a la colocación del material aislante a ruido de impactos, el forjado debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.
- 2 El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante.
- 3 Si el material aislante a ruido de impactos no es impermeable, debe protegerse con una barrera impermeable previamente al vertido del hormigón.
- 4 Los encuentros entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, tabiques y soportes deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el suelo flotante y los elementos constructivos perimetrales.

5.1.1.2 Techos suspendidos y suelos técnicos

Deben sellarse todas las juntas perimetrales del techo suspendido o del suelo técnico, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

5.1.3 Fachadas y cubiertas

La fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

5.1.4 Instalaciones

Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones y los elementos constructivos.

5.1.5 Acabados superficiales

Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

5.2 Condiciones particulares de las uniones entre elementos constructivos

Deben cumplirse las siguientes condiciones relativas a las uniones entre los diferentes elementos constructivos para que, junto con el resto de condiciones establecidas en el DB, se satisfagan los valores límite de aislamiento especificados en el apartado 2.1.

5.2.1 Elementos de separación verticales:

5.2.1.1 Encuentros con forjados

- 1 El elemento de separación vertical debe apoyar siempre en el forjado.
- 2 En el caso de elementos de entramado autoportante, debe interponerse una banda de un material elástico en el encuentro de la perfiles con el forjado, de tal forma que se consiga la estanquidad.

5.2.1.2 Encuentros con fachadas

En el caso de fachadas de dos hojas separadas por una cámara, se seguirán las indicaciones siguientes:

- a) Si el elemento de separación vertical y la hoja interior de la fachada son de fábrica, la hoja interior de la fachada debe interrumpirse cuando acometa al elemento de separación vertical. Si por razones estructurales fuera necesario, debe trabarse la hoja interior de la fachada a una sola de las hojas del elemento de separación vertical o unirse a ésta mediante conectores.

Cuando la cámara de la fachada no esté rellena en todo su espesor de material aislante, debe interponerse un material elástico e impermeable en la cámara de manera que se elimine el puente acústico. (Véase figura 5.1)

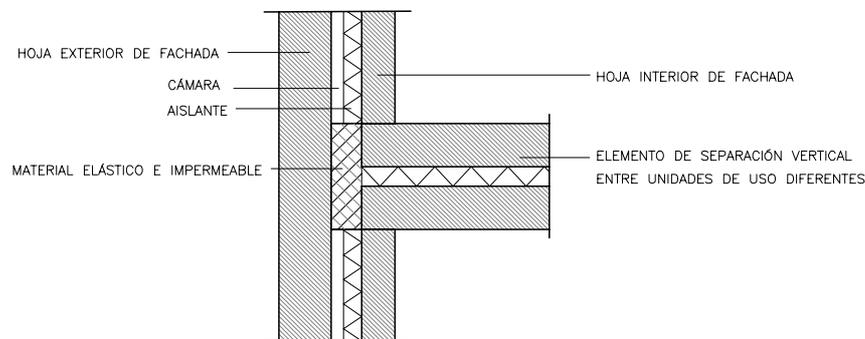


Figura 5.1. Vista en planta del encuentro de un elemento de separación vertical de dos hojas de fábrica con una fachada.

- b) Si la hoja interior de la fachada es de entramado autoportante, debe interrumpirse cuando acometa a un elemento de separación vertical. Debe interponerse un material elástico e impermeable en la cámara de tal manera que se elimine el puente acústico. (Véase figura 5.2)

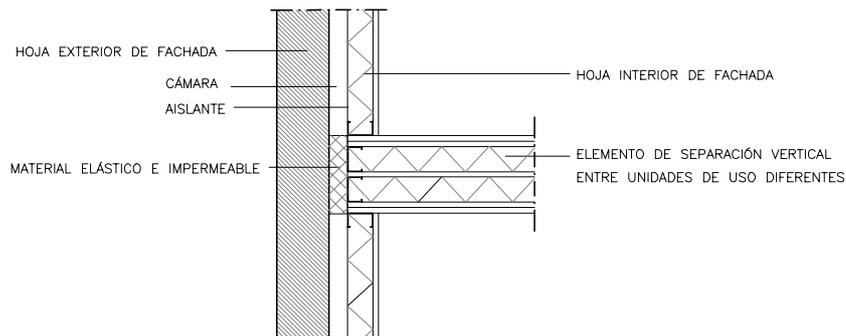


Figura 5.2. Vista en planta del encuentro de un elemento de separación vertical de entramado autoportante con una fachada.

5.2.1.3 Encuentros con tabiquería interior y soportes

- 1 Los elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes han de ser continuos y la tabiquería debe interrumpirse cuando acometa a los elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes. (Véase figura 5.3)

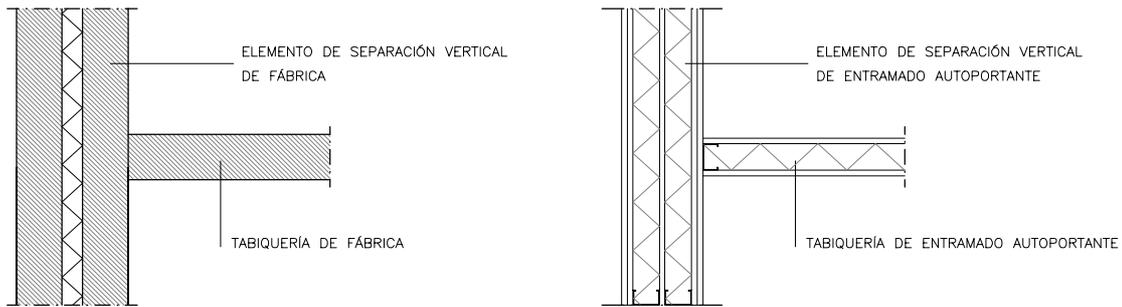


Figura 5.3. Vista en planta de encuentros de un elemento de separación vertical con un tabique

- 2 Si la tabiquería y el elemento de separación vertical son de fábrica y si por razones estructurales fuera necesario, se trabará la tabiquería únicamente a una de las hojas del elemento de separación vertical.
- 3 Cuando dos unidades de uso diferentes compartan soportes, éstos no conectarán las dos caras de un mismo elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes.

5.2.1.4 Encuentros con conducciones de instalaciones

Cuando un conducto de instalaciones hidráulicas o de ventilación se adose a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva. (Véase figura 5.4)

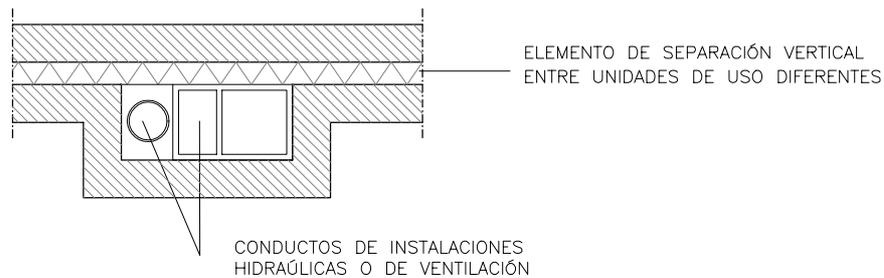


Figura 5.4. Vista en planta del encuentro de un elemento de separación vertical con conductos de instalaciones.

5.2.2 Elementos de separación horizontales:

5.2.2.1 Encuentros con elementos verticales

- 1 Deben eliminarse los contactos entre el *suelo flotante* y los elementos de separación verticales, soportes y tabiques, para ello, se interpondrá entre ambos una capa de material elástico o del mismo material aislante a ruido de impactos del suelo flotante. El rodapié se anclará al paramento vertical y se interpondrá una capa de material elástico entre el rodapié y el pavimento. (Véase figura 5.5).

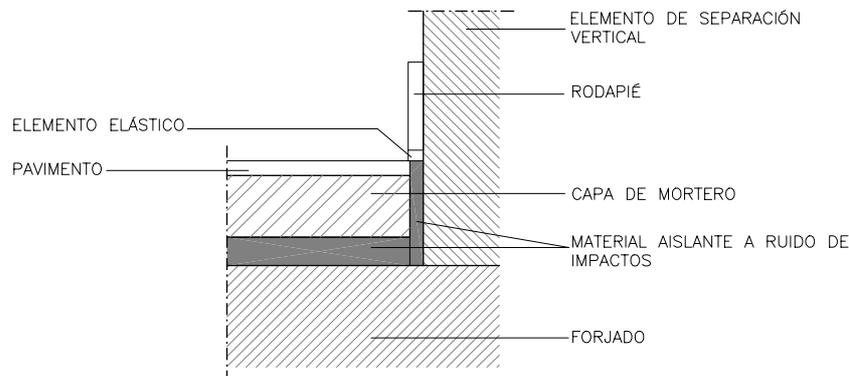


Figura 5.5. Vista en sección del encuentro de un suelo flotante con un paramento vertical

- 2 Los techos suspendidos o los suelos técnicos no serán continuos entre dos recintos pertenecientes a unidades de uso diferentes. La cámara de aire entre el forjado y un techo suspendido o un suelo técnico debe interrumpirse cuando el techo suspendido o el suelo técnico acometa a un elemento de separación vertical entre unidades de uso diferentes.

5.2.2.2 Encuentros con conducciones de instalaciones

- 1 Deben recubrirse los conductos con un material elástico, que impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio y que selle las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso de instalaciones.
- 2 Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurran bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material flexible.

5.3 Control de la ejecución

- 1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- 2 Se comprobará que durante la ejecución de la obra se realizan los controles establecidos en el pliego de condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.
- 3 Se incluirá, en la documentación de la obra ejecutada, cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

5.4 Control de la obra terminada

- 1 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.
- 2 Cuando sea exigido por la legislación aplicable, esté previsto en el proyecto o sea solicitado por alguno de los agentes, para comprobar las exigencias de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, *aislamiento acústico a ruido de impactos* y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán mediciones in situ por laboratorio acreditado, conforme a lo establecido en las normas UNE EN ISO 140-4: 1999 y UNE EN ISO 140-5: 1999 para ruido aéreo, conforme a la norma UNE EN ISO 140-7: 1999 para ruido de impactos y conforme a la norma UNE EN ISO 3382: 2001 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el anejo K.
- 3 Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 de este DB, de 3 dBA para *aislamiento a ruido aéreo*, de 3 dB para *aislamiento a ruido de impacto* y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

6 Mantenimiento y conservación

- 1 Los edificios deben mantenerse de tal forma que en sus *recintos* se conserven las condiciones acústicas iniciales.
- 2 Cuando en un edificio se realice alguna reparación, modificación o sustitución de los materiales o productos que componen sus elementos constructivos, éstas deben realizarse con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.

Anejo A. Terminología

Absorción acústica, A: Cantidad de energía acústica, en m^2 , absorbida por un objeto del campo acústico. Es función de la frecuencia.

Puede calcularse, para absorbentes planos, en cada banda de frecuencia f , mediante la expresión siguiente:

$$A_f = \alpha_f \cdot S \quad [m^2] \quad (A.1)$$

siendo

A_f absorción acústica para la banda de frecuencia f , [m^2];
 α_f coeficiente de absorción acústica del material para la banda de frecuencia f ;
 S área del material, [m^2].

Aislamiento acústico a ruido aéreo: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en dBA, entre el recinto emisor y el receptor.

Para recintos interiores se utiliza el índice $D_{nT,A}$.

Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una *fachada* o una *cubierta* en las que el ruido exterior dominante es el de automóviles o el de aeronaves, se utiliza el índice $D_{2m,nT,Atr}$.

Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una *fachada* o una *cubierta* en las que el ruido exterior dominante es el de tráfico ferroviario o el de estaciones ferroviarias, se utiliza el índice $D_{2m,nT,A}$.

Aislamiento acústico a ruido de impactos: Protección frente al ruido de impactos. Viene determinado por el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, en dB.

Área de absorción acústica equivalente, A: Absorción acústica, en m^2 , correspondiente a un objeto de superficie no definida. Corresponde a la absorción de una superficie con coeficiente de absorción acústica igual a 1 y área igual a la absorción total del elemento.

Bancada de inercia: Perfil de acero o de hormigón reforzado con armaduras, capaz de absorber los esfuerzos causados por el funcionamiento de un equipo, particularmente durante los arranques.

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 acústica, α : Relación entre la energía acústica absorbida por un objeto, usualmente plano, y la energía acústica incidente sobre el mismo, referida a la unidad de superficie. Es función de la frecuencia.

Los valores del coeficiente de absorción acústica y del área de absorción acústica equivalente se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la segunda cifra decimal. (Ejemplo: 0,355 \rightarrow 0,36).

Composición de niveles: Nivel resultante de los distintos niveles L_i , ponderados o no, cuando éstos proceden de fuentes no coherentes, como es el caso de los ruidos complejos.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L = 10 \cdot \lg\left(\sum_i 10^{(L_i/10)}\right) \quad [\text{dB}], [\text{dBA}] \quad (\text{A.2})$$

siendo

L_i nivel de presión o de potencia acústica del nivel componente i , [dB] o [dBA].

Conducción: Conjunto de conductos de agua, gas, electricidad, teléfono, etc. que sirven un edificio.

Cubierta: Cerramiento superior de los edificios, horizontal o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que incluye el elemento resistente – forjado – más el acabado en su parte inferior – techo –, más revestimiento o cobertura en su parte superior. Debe considerarse cubierta tanto la parte ciega de la misma como los lucernarios.

Curva de referencia para el nivel de presión de ruido de impactos (UNE EN ISO 717-2): Curva constituida por el conjunto de valores de nivel de presión de ruido de impactos que se indican a continuación:

Tabla A.1 Curva de referencia para ruido de impactos.

| f Hz | $L_{\text{ref,w}}(f)$ dBA | f Hz | $L_{\text{ref,w}}(f)$ dBA |
|---------|------------------------------|---------|------------------------------|
| 100 | 62 | 630 | 59 |
| 125 | 62 | 800 | 58 |
| 160 | 62 | 1000 | 57 |
| 200 | 62 | 1250 | 54 |
| 250 | 62 | 1600 | 51 |
| 315 | 62 | 2000 | 48 |
| 400 | 61 | 2500 | 45 |
| 500 | 60 | 3150 | 42 |

Diferencia de niveles estandarizada en fachadas, en cubiertas, y en suelos en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$: Aislamiento acústico a ruido aéreo de una fachada, una cubierta, o un suelo en contacto con el aire exterior, en dB, cuando la medida del nivel de ruido exterior, $L_{1,2m}$, se hace a 2 m frente a la fachada, la cubierta, o el suelo.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.3})$$

siendo

$L_{1,2m}$ nivel medio de presión sonora medido a 2 metros frente a la fachada, la cubierta o el suelo, [dB];
 L_2 nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];
 T tiempo de reverberación del recinto receptor, [s];
 T_0 tiempo de reverberación de referencia; para viviendas es $T_0=0,5$ s.

Diferencia de niveles estandarizada entre recintos, (o aislamiento acústico bruto entre recintos), D : Diferencia, en dB, entre los niveles medios de presión sonora producidos en dos recintos por la acción de una o varias fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, que se toma como recinto emisor. En general es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D = L_1 - L_2 \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.4})$$

siendo

- L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
 L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB].

Diferencia de niveles estandarizada entre *recintos* interiores, D_{nT} : Diferencia entre los niveles medios de presión sonora producidos en dos *recintos* por una o varias fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, normalizada al valor 0,5 s del tiempo de reverberación. En general es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.5})$$

siendo

- L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
 L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
 T tiempo de reverberación del *recinto* receptor, [s];
 T_0 tiempo de reverberación de referencia; para viviendas es $T_0=0,5$ s.

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT,A}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una *fachada*, una *cubierta* o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$, para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{2m,nT,i})/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.6})$$

siendo

- $D_{2m,nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i , [dB];
 $L_{Ar,i}$ valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
 i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100Hz a 5kHz.

En caso de ruido predominante de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior para ruido de automóviles, $D_{2m,nT,Atr}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una *fachada*, una *cubierta*, o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$ para un ruido exterior de automóviles.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT,Atr} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - D_{2m,nT,i})/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.7})$$

siendo

- $D_{2m,nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i , [dB];
 $L_{Atr,i}$ valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100Hz a 5kHz.

En caso de ruido predominante de aeronaves también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, $D_{nT,A}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada, entre *recintos* interiores, D_{nT} , para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente.

$$D_{nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{nT,i})/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.8})$$

siendo

$D_{nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia i , [dB];
 $L_{Ar,i}$ valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];
 i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

Diferencia de niveles normalizada de elementos de construcción pequeños, $D_{n,e}$: Diferencia de niveles normalizada, en dB, atribuible a *elementos de construcción pequeños*.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{A_0}{A} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.9})$$

siendo

L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
 L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
 A área de absorción acústica equivalente del *recinto* receptor, [m²];
 A_0 área de absorción acústica equivalente de referencia, de valor $A_0=10 \text{ m}^2$.

Diferencia de niveles por la forma de la fachada, $\Delta L_{f,s}$: Mejora del *aislamiento acústico a ruido aéreo* de *fachadas*, en dB, por efecto de apantallamientos debidos a petos, formas especiales y retranqueos.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$\Delta L_{f,s} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3 \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.10})$$

siendo

$L_{1,2m}$ nivel de presión sonora medido a 2m frente a la *fachada* o la cubierta, [dB];
 $L_{1,s}$ nivel de presión sonora medido en el plano de la *fachada* o la cubierta, [dB].

Elemento constructivo homogéneo: Elemento de una sola hoja de fábrica formada por hormigón, productos cerámicos o pétreos, etc. Se consideran forjados homogéneos las losas de hormigón y los forjados con elementos aligerantes cerámicos y de hormigón.

Elemento constructivo ligero: Elemento presentado en placas de densidad superficial 50 kg/m², o valores menores.

Elemento constructivo mixto: Elemento formado por dos o más partes de cuantías de aislamiento diferentes, montadas unas como prolongación de otras hasta cubrir el total de la superficie. Ejemplos: pared formada por un murete sobre el que monta una cristalera, muro de *fachada* con ventanas, tabique con una puerta etc. (Véase Anejo H).

Elemento de cobertura: Conjunto de capas pertenecientes a una cubierta que están colocadas sobre el soporte resistente, cuya función es la de impermeabilizar la cubierta y aislarla térmica y acústicamente.

Elemento de flanco: Elemento constructivo adyacente a un elemento de separación, por el cual se produce la transmisión acústica indirecta estructural o por vía de flancos.

Elemento de separación horizontal: Conjunto del elemento resistente – forjado –, más el acabado en su parte inferior – techo – más el *revestimiento* en su parte superior – solado o elemento de cobertura en caso de *cubiertas*.

Elementos de construcción pequeños: Elementos de área menor que 1 m², excepto ventanas y puertas, que colocados en los elementos de separación verticales, transmiten el sonido entre dos *recintos* o entre un *recinto* y el exterior, tales como: elementos de climatización, aireadores, ventiladores, conductos eléctricos, sistemas de estanquidad, pasamuros, etc.

Espectro de frecuencias: Representación de la distribución de energía de un sonido en función de sus frecuencias componentes. Normalmente se expresa mediante niveles de presión o de potencia en bandas de tercio de octava o en bandas de octava.

Espectro normalizado del ruido de aeronaves, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido de aeronaves en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.2 Valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

| f _i Hz | L _{Aav,i} dBA | f _i Hz | L _{Aav,i} dBA |
|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| 100 | -23,8 | 800 | -9,5 |
| 125 | -20,2 | 1000 | -10,5 |
| 160 | -15,4 | 1250 | -11,0 |
| 200 | -13,1 | 1600 | -12,5 |
| 250 | -12,6 | 2000 | -14,9 |
| 315 | -10,4 | 2500 | -15,9 |
| 400 | -9,8 | 3150 | -18,6 |
| 500 | -9,5 | 4000 | -23,3 |
| 630 | -8,7 | 5000 | -29,9 |

Espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido de automóviles en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.3 Valores del espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A.

| f _i Hz | L _{Atr,i} dBA | f _i Hz | L _{Atr,i} dBA |
|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| 100 | -20 | 800 | -9 |
| 125 | -20 | 1000 | -8 |
| 160 | -18 | 1250 | -9 |
| 200 | -16 | 1600 | -10 |
| 250 | -15 | 2000 | -11 |
| 315 | -14 | 2500 | -13 |
| 400 | -13 | 3150 | -15 |
| 500 | -12 | 4000 | -16 |
| 630 | -11 | 5000 | -18 |

Espectro normalizado del ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido de tráfico ferroviario en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.4 Valores del espectro normalizado de ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

| f_i Hz | $L_{Aef,i}$ dBA | f_i Hz | $L_{Aef,i}$ dBA |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 100 | -20 | 800 | -9 |
| 125 | -20 | 1000 | -8 |
| 160 | -18 | 1250 | -9 |
| 200 | -16 | 1600 | -10 |
| 250 | -15 | 2000 | -11 |
| 315 | -14 | 2500 | -13 |
| 400 | -13 | 3150 | -15 |
| 500 | -12 | 4000 | -16 |
| 630 | -11 | 5000 | -18 |

Espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A: Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido rosa normalizado en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

Tabla A.5 Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A.

| f_i Hz | $L_{Ar,i}$ dBA | f_i Hz | $L_{Ar,i}$ dBA |
|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| 100 | -30,1 | 800 | -11,8 |
| 125 | -27,1 | 1000 | -11,0 |
| 160 | -24,4 | 1250 | -10,4 |
| 200 | -21,9 | 1600 | -10,0 |
| 250 | -19,6 | 2000 | -9,8 |
| 315 | -17,6 | 2500 | -9,7 |
| 400 | -15,8 | 3150 | -9,8 |
| 500 | -14,2 | 4000 | -10 |
| 630 | -12,9 | 5000 | -10,5 |

Estancias: Recintos protegidos tales como salones, comedores, bibliotecas, etc., en edificios de uso residencial, y despachos, salas de reuniones, salas de lectura, etc., en edificios de otros usos.

Fachada: Cerramiento perimétrico del edificio, vertical o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que lo separa del exterior. Incluye tanto el muro de fachada como los huecos (puertas exteriores y ventanas).

Fachada ligera: Fachada continua y anclada a una estructura auxiliar, cuya masa por unidad de superficie es menor que 100 kg/m².

Frecuencia crítica, f_c : 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.

Se define a partir de las constantes elásticas del elemento constructivo, mediante la expresión siguiente:

$$f_c = \frac{6.4 \cdot 10^4}{d} \sqrt{\frac{\rho \cdot (1 - \sigma^2)}{E}} \quad [\text{Hz}] \quad (\text{A.11})$$

siendo

d espesor de la pared, [m];
 ρ densidad, [kg/m³];
 E módulo de Young, [N/m²];

σ coeficiente de Poisson.

Frecuencia, f: Número de pulsaciones de una onda acústica sinusoidal ocurridas en un segundo.

Índice de reducción acústica aparente de una fachada para incidencia difusa, R': Aislamiento acústico, en dB, de fachadas para incidencia difusa, cuando se supone la fachada montada como pared interior en un edificio.

Índice de reducción acústica aparente, R': Aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo, medido in situ, incluidas las transmisiones indirectas. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.12})$$

siendo

- L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
- L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
- S área del elemento constructivo, [m²];
- A área de absorción acústica equivalente del *recinto* receptor, [m²].

Índice de reducción acústica de un elemento constructivo, R: Aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo medido en laboratorio. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.13})$$

siendo

- L_1 nivel medio de presión sonora en el *recinto* emisor, [dB];
- L_2 nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
- S área del elemento constructivo, [m²];
- A área de absorción acústica equivalente del *recinto* receptor, [m²].

Índice de reducción acústica por vía indirecta, R_{ij}: Diferencia entre los niveles sonoros de los *recintos* emisor y receptor, debida a la transmisión acústica por vía indirecta o por flancos.

Índice de reducción de vibraciones para caminos de transmisión sobre uniones de elementos constructivos, K_{ij}: Diferencia entre los niveles medios de velocidad entre ambos lados de la unión, promediada en las dos direcciones, normalizada a la longitud de la unión y a la longitud de absorción equivalente de los elementos a cada lado. Es una magnitud relacionada con la transmisión de energía en una unión de dos elementos constructivos

Se define mediante la expresión siguiente:

$$K_{ij} = \overline{D_{v,ij,situ}} + 10 \cdot \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_{i,situ} \cdot a_{j,situ}}} \text{dB}; \overline{D_{v,ij,situ}} \geq 0 \text{dB} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.14})$$

siendo

- $\overline{D_{v,ij,situ}}$ diferencia de niveles de velocidad promediada en los dos sentidos de propagación para cada camino de transmisión ij sobre la unión, [dB];
- $a_{i,situ}$ longitud de absorción equivalente del elemento i en la situación real, [m];

$a_{j, situ}$ longitud de absorción equivalente del elemento j en la situación real, [m];
 l_{ij} longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j, [m].

Como primera aproximación las longitudes de absorción equivalente pueden tomarse como $a_{i, situ} = S_i / l_0$ y $a_{j, situ} = S_j / l_0$, para todo tipo de elementos, con la longitud de acoplamiento de referencia $l_0 = 1\text{m}$. Si en este caso el índice de reducción de vibraciones, calculado según el Anejo E, tiene un valor menor que el valor mínimo de $K_{ij, min}$, entonces se utiliza este valor mínimo, cuya expresión viene dada por:

$$K_{ij, min} = 10 \cdot \lg \left[l_{ij} \cdot l_0 \left(\frac{1}{S_i} + \frac{1}{S_j} \right) \right] \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.15})$$

siendo

ij caminos de transmisión Ff, Fd o Df;
 $l_0 = 1\text{m}$ longitud de la arista de unión de referencia;
 S_i área del elemento excitado i (forjado), [m²];
 S_j área del elemento radiante j en el *recinto* receptor, [m²].

Índice global de percepción de vibraciones, K: El mayor de la serie de índices de percepción de vibraciones en las bandas de tercio de octava dados por la expresión siguiente:

$$K = a_i \frac{b}{\sqrt{1 + (f_i / f_0)^2}} \quad (\text{A.16})$$

siendo

b coeficiente de ajuste de valor 282,5 s²/m,
 f_0 frecuencia de referencia de valor 5,6, [Hz]
 f_i valores de las bandas de tercio de octava de frecuencias centrales desde 1Hz a 80 Hz,
 a_i valor eficaz de la aceleración en m/s², en la banda de frecuencia f_i , que se obtiene a partir de la expresión:

$$a_i = \sqrt{(1,4 a_{i,x})^2 + (1,4 a_{i,y})^2 + a_{i,z}^2} \quad [\text{m/s}^2] \quad (\text{A.17})$$

siendo

$a_{i,x}$, $a_{i,y}$ y $a_{i,z}$, valores eficaces de las aceleraciones medidos en los tres ejes, en la banda de frecuencia f_i .

Este parámetro tiene en cuenta los efectos más adversos de percepción subjetiva de la intensidad de las vibraciones en las tres direcciones principales de un sistema cartesiano con el eje Y perpendicular al torso, en el margen de 1Hz a 80 Hz.

Índice global de reducción acústica aparente de un elemento constructivo, ponderado A, R'_A: Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica aparente, R', para un ruido incidente rosa, normalizado, ponderado A.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R'_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{rA,i} - R'_i)/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.18})$$

siendo

R'_i índice de reducción acústica aparente en la banda de frecuencia i, [dB];
 $L_{Ar,i}$ valor del espectro del ruido rosa normalizado ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];
i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100Hz a 5kHz.

Índice global de reducción acústica aparente, R'_w : Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica aparente, R' .

Índice global de reducción acústica de un elemento constructivo, ponderado A, R_A : Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A.

Los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento R_A , en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m^2 :

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot \lg m + 5 \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.19})$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot \lg m - 38,5 \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.20})$$

A partir de los valores del índice de reducción acústica R, obtenidos mediante ensayo en laboratorio, este índice se define mediante la expresión siguiente:

$$R_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R_i)/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.21})$$

siendo

R_i valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i, [dB];
 $L_{Ar,i}$ valor del espectro del ruido rosa ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];
 i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100Hz a 5kHz.

Índice global de reducción acústica, R_w : Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica, R.

Longitud de absorción equivalente de vibraciones de un elemento constructivo, a: Longitud equivalente a la absorción de vibraciones de un elemento constructivo.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$a = \frac{2,2\pi^2 S}{c_0 T_s} \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f}} \quad [\text{m}] \quad (\text{A.22})$$

siendo

T_s tiempo de reverberación estructural del elemento, [s];
 S área del elemento constructivo, [m^2];
 f frecuencia, [Hz];
 f_{ref} frecuencia de referencia, de valor 1000 Hz,
 c_0 velocidad de propagación, [m/s].

Material poroso: Material absorbente de estructura alveolar, granular, fibrosa, etc., que actúa degradando la energía mecánica en calor, mediante el rozamiento del aire con las superficies del material.

Medianería: Cerramiento que linda en toda su superficie o en parte de ella con otros edificios ya construidos, o que puedan construirse legalmente.

Mejora del índice de reducción acústica de un revestimiento, ΔR : Aumento del índice de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o *revestimiento* al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre el índice de reducción acústica de un elemento constructivo

de referencia con el *revestimiento* de mejora y el propio del elemento constructivo base. Es función de la frecuencia.

Mejora del índice global de reducción acústica de un revestimiento, ΔR_w : Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o *revestimiento* al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica de un elemento constructivo de referencia con el *revestimiento* de mejora y el propio del elemento constructivo base.

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderada A, de un revestimiento, ΔR_A : Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o *revestimiento* al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo de referencia con el *revestimiento* de mejora y el propio del elemento constructivo base de referencia.

Nivel de potencia acústica, L_w : Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_w = 10 \cdot \lg \frac{W}{W_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.23})$$

siendo

W potencia acústica considerada, [W];
 W_0 potencia acústica de referencia, de valor 10^{-12} W.

Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'_{nT} : Nivel de presión sonora medio, en dB, en el *recinto* receptor normalizado a un tiempo de reverberación de 0,5 s, cuando el elemento constructivo de separación respecto al *recinto* emisor es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L'_{nT} = L - 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.24})$$

siendo

L nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
 T tiempo de reverberación del *recinto* receptor, [s];
 T_0 tiempo de reverberación de referencia; para viviendas $T_0=0,5$ s.

Nivel de presión de ruido de impactos normalizado de un elemento constructivo horizontal, L_n : Nivel de presión sonora medio en el *recinto* receptor referido a una absorción de 10 m^2 , con el elemento constructivo horizontal montado como elemento de separación respecto al *recinto* superior. Tal elemento es excitado por la máquina de impactos normalizada, en condiciones de ensayo en laboratorio (carencia de transmisiones indirectas). Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.25})$$

siendo

L nivel medio de presión de ruido de impactos en el *recinto*, [dB];
 A área de absorción equivalente del *recinto* receptor, [m^2].

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, $L'_{n,w}$: Es el valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos

normalizado, L'_n . Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, el valor a 500 Hz se reduce en 5 dB.

Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, L'_n : Es el nivel de presión sonora medio en el *recinto* receptor normalizado a una absorción acústica de 10 m^2 , cuando el elemento constructivo de separación respecto al *recinto* superior es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L'_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.26})$$

siendo

L nivel medio de presión sonora en el *recinto* receptor, [dB];
A área de absorción acústica equivalente del *recinto* receptor, [m^2].

Nivel de presión sonora ponderado A, L_{pA} : Nivel que valora un ruido complejo mediante un valor único empleando la ponderación A.

Para un ruido de espectro conocido, en bandas de tercio de octava o en bandas de octava, se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{pA} = 10 \cdot \lg \sum_i 10^{(L_i + A_i)/10} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.27})$$

siendo

L_i nivel de presión sonora en la banda de frecuencia i , [dB];
 A_i valor de la ponderación A en la banda de frecuencia i , [dBA].

Nivel de presión sonora, L_p : Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_p = 10 \cdot \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.28})$$

siendo

p presión sonora considerada, [Pa];
 p_0 presión sonora de referencia, de valor $2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

Se sobreentiende que las presiones sonoras se expresan en valores eficaces o rms, salvo que se diga lo contrario.

Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$: Valoración global del nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'_{nT}

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado de un elemento constructivo horizontal, $L_{n,w}$: Valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L'_n . Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, hay que reducir en 5 dB el valor a 500 Hz.

Nivel medio de presión sonora en un *recinto*, L: Nivel correspondiente al promedio temporal y espacial del cuadrado de la presión acústica, extendiendo el promediado espacial al interior del *recinto* exceptuando las zonas de radiación directa de las fuentes y las próximas a las paredes, suelo y techo.

Para exploraciones de la presión a lo largo de trayectorias continuas representativas que se barren en un tiempo T se define mediante la expresión siguiente:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.29})$$

siendo

p(t) valor de la presión acústica en el instante t, [Pa];
 p₀ presión sonora de referencia, de valor 2·10⁻⁵ Pa;

Para exploraciones de la presión en n puntos discretos se define mediante la expresión siguiente:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{pi}/10} \quad [\text{dB}] \quad (\text{A.30})$$

siendo

L_{pi} nivel de presión sonora medido en el punto i, [dB].

Cuando las diferencias entre los valores componentes son menores que 4 dB, se puede tomar como nivel medio la media aritmética de los niveles componentes.

Nivel sonoro continuo equivalente día, L_d: Índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día y definido en la ISO 1996-2 como el nivel sonoro medio a largo plazo, ponderado A, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año.

Nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, L_{A,T}: Nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un recinto referido a un tiempo de reverberación de 0,5 s.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{A,T} = L_A - 10 \cdot \lg \frac{T}{0,5} \quad [\text{dBA}]$$

siendo

L_A nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un recinto, [dBA];
 T valor medido del tiempo de reverberación, [s].

Nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, L_{eqA,T}: Nivel sonoro continuo equivalente referido a un tiempo de reverberación de 0,5 s.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{eqA,T} = L_{eqA} - 10 \cdot \lg \frac{T}{0,5} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.31})$$

siendo

L_{eqA} nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, en los períodos establecidos, [dBA];
 T valor medido del tiempo de reverberación, [s].

Nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, L_{eqA}: Viene definido, en dBA, por el valor L_{eqA}. Para ruidos de nivel variable en el tiempo se define mediante la expresión:

$$L_{eqA} = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)_{pA}/10} dt \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.32})$$

siendo

$L(t)_{pA}$ nivel de presión sonora, ponderado A, en el instante t , [dBA];

T intervalo temporal considerado, en s.

Cuando los niveles de un ruido, $L_{pA,i}$, se mantienen prácticamente constantes ($\pm 2\text{dB}$) en cada intervalo temporal t_i , ($T = \sum_i t_i$), se puede usar la expresión:

$$L_{eqA} = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{L_{pA,i}/10} t_i \quad [\text{dBA}] \quad (\text{A.33})$$

Patinillo de instalaciones: Patio de dimensiones reducidas, generalmente abierto por su parte superior, cuya misión es albergar las conducciones del edificio, tales como instalaciones hidráulicas, de ventilación, de climatización, transporte, electricidad, evacuación de residuos u otras de características similares.

Ponderación espectral A: Aproximación con signo menos de la línea isofónica con un nivel de sonoridad igual a 40 fonios. En el margen de frecuencias de aplicación de este DB, la curva de ponderación A viene definida por los valores siguientes:

Tabla A.6 Valores de la curva de ponderación A

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| Frecuencia Hz | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| Curva de ponderación dBA | -19,1 | -16,1 | -13,4 | -10,9 | -8,6 | -6,6 | -4,8 | -3,2 | -1,9 |
| Frecuencia Hz | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 |
| Curva de ponderación dBA | -0,8 | 0 | 0,6 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 0,5 |

La ponderación espectral A se utiliza para compensar las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

Potencia acústica, W: Energía emitida en la unidad de tiempo por una fuente acústica determinada.

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

Recinto: Espacio del edificio limitado por *cerramientos*, *particiones* o cualquier otro elemento de separación.

Recinto de actividad: *Recinto* en el que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los *recintos* del edificio en el que se encuentra integrado, por ejemplo, actividad comercial, administrativa, lúdica, industrial, etc., en edificios de vivienda, hoteles, hospitales, etc., siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del recinto sea mayor que 70 dBA y no sea *recinto ruidoso*.

Recinto de instalaciones: *Recinto* que contiene equipos de instalaciones tanto individuales como colectivas del edificio, entendiéndose como tales todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho *recinto*.

Recinto habitable: *Recinto* interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *recintos habitables* los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) *zonas comunes* de circulación en el interior de los edificios.
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

En el caso de que en un recinto se combinen varios tipos de los anteriores siempre que uno de ellos sea protegido, a los efectos de este DB se considerará recinto protegido.

Se consideran *recintos no habitables* aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exigen unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, los trasteros, las cámaras técnicas y los desvanes no acondicionados, y sus *zonas comunes*.

Recinto protegido: *Recinto habitable* con mejores características acústicas. Se consideran *recintos protegidos* los *recintos habitables* de los casos a), b), c), d).

Recinto ruidoso: *Recinto*, de uso generalmente industrial, cuyas actividades producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el recinto, mayor que 80 dBA, no compatible con el requerido en los *recintos protegidos*.

Reducción del nivel de presión de ruido de impactos (o mejora del aislamiento acústico a ruido de impactos) de un suelo flotante o de un techo suspendido, ΔL : Diferencia entre el nivel de presión de ruido de impactos normalizado de un forjado normalizado de referencia con el *suelo flotante* o el techo suspendido y el propio del forjado de referencia. Es función de la frecuencia.

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos (o mejora global del aislamiento acústico a ruido de impactos) de un suelo flotante o de un techo suspendido, ΔL_w : Diferencia entre el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado del forjado de referencia normalizado y el calculado para ese forjado de referencia con el *suelo flotante* o el techo suspendido. (Véase Anejo F).

Revestimiento: Capa colocada sobre un elemento constructivo base o soporte. Se consideran *revestimientos* los trasdosados en elementos constructivos verticales y los *suelos flotantes*, las moquetas y los techos suspendidos, en elementos constructivos horizontales.

Ruido blanco: Ruido que contiene todas las frecuencias con la misma amplitud. Su espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, es una recta de pendiente 3dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

Ruido estacionario: Ruido continuo y estable en el tiempo. Se consideran *ruidos estacionarios* los procedentes de instalaciones de aire acondicionado, ventiladores, compresores, bombas impulsoras, calderas, quemadores, maquinaria de los ascensores, etc., rejillas y unidades terminales.

Ruido exterior dominante: Se considera que el ruido de tráfico de aeronaves o el ruido ferroviario o el de estaciones ferroviarias es dominante frente al ruido de automóviles en un espacio exterior dado cuando el espectro del ruido en ese espacio, ponderado A, desplazado en una cuantía de nivel adecuada proporciona diferencias menores que 1,5 dBA en, por lo menos, 10 tercios de octava, al ajustarlo respectivamente al espectro del ruido de tráfico de aeronaves o de estaciones ferroviarias.

Ruido rosa: Ruido cuyo espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, consiste en una recta de pendiente 0dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

Silenciador o unidad de atenuación: Dispositivo capaz de reducir el nivel de presión sonora entre su entrada y su salida que se acopla al conducto de salida de gases de equipos o redes de instalaciones para atenuar el ruido.

Sonoridad: Atributo subjetivo del sonido que representa la cuantía o intensidad de la sensación sonora producida por el mismo. Depende fundamentalmente del nivel y del espectro del sonido.

Para su medida se usa, generalmente, el nivel de sonoridad, cuya unidad es el fonio. A un tono puro de 1000Hz, le corresponde un valor del nivel de sonoridad igual al valor del nivel de presión sonora. Sonidos de distinta frecuencia requieren distintos niveles de presión sonora para producir la misma sensación subjetiva de sonoridad. Las curvas que unen sonidos de distinta frecuencia e igual sonoridad se denominan líneas isófonas o isofónicas.

Suceso sonoro: Ruido aislado cuyo periodo de integración va desde el instante t_1 , al comienzo del suceso y 15 dBA por debajo del máximo, hasta el instante t_2 al final del suceso. Ejemplos de *sucesos sonoros* son los ruidos procedentes de descarga de cisternas y bañeras; relés; apertura y cierre de grifos y de compuertas de vertido de residuos; accionamiento de puertas, parada y arranque de ascensores.

Suelo flotante: Elemento constructivo sobre el forjado que comprende el solado con su capa de apoyo y el elemento elástico.

Tabiquería: Particiones interiores de una unidad de uso.

Tabiquería de fábrica: Tabiquería formada por unidades de montaje en húmedo, tales como ladrillos huecos, ladrillos perforados, bloques de hormigón, bloques de arcilla aligerada, tabiques de escayola maciza, etc.

Tabiquería de entramado autoportante: Tabiquería formada por dos o más hojas blandas a flexión de placas de yeso laminado, con una cámara entre ambas rellena de material poroso, elástico y acústicamente absorbente.

Término de adaptación espectral, C, C_{tr} : Valor en dB, que se añade al valor de una magnitud global obtenida por el método de la curva de referencia de la norma ISO 717-1 (R_w , por ejemplo), para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular. Cada índice global, ponderado A, lleva incorporado el término de adaptación espectral del índice global asociado, derivado del método de la curva de referencia.

Cuando el ruido incidente es rosa o ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias se usa el símbolo C y cuando es ruido de automóviles o aeronaves el símbolo es C_{tr} .

Tiempo de reverberación estructural de un elemento constructivo, T_s : Tiempo, en s, correspondiente a una caída del nivel de vibración de 60 dB, a partir del cese de la excitación. Hay que distinguir entre los valores medidos en laboratorio, $T_{s,lab}$ y los medidos in situ, $T_{s,situ}$ para el mismo elemento.

Tiempo de reverberación, T : Tiempo, en s, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente. En general es función de la frecuencia. Los valores de las exigencias establecidos como límite, se entenderán como la media de los valores a 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz.

Los valores del tiempo de reverberación se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la primera cifra decimal. (Ejemplo: 1,25 → 1,3)

Transmisión acústica directa: Transmisión del sonido al *recinto* receptor exclusivamente a través del elemento de separación, bien por su parte sólida o por partes de comunicación aérea, tales como rendijas, aberturas o conductos, etc., si los hubiere.

Transmisión acústica indirecta: 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.

Trasdosado: Elemento suplementario del elemento constructivo vertical, como por ejemplo, una placa de yeso laminado montada sobre un entramado metálico.

Unidad de uso: Edificio o parte de un edificio que se destinan a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre sí, bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran *unidades de uso* entre otras, las siguientes:

- a) en edificios de vivienda, cada una de las viviendas;
- b) en hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos;
- c) en edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

Usuario de un edificio: Es el agente que, mediante cualquier título, goza del derecho de uso del edificio de forma continuada.

Está obligado a la utilización adecuada del mismo de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en el libro del edificio.

Otras acepciones utilizadas:

- a. Persona que habitualmente acude a un edificio con el fin de realizar una determinada actividad según el uso previsto.
- b. La propiedad o su representante, aunque no acuda habitualmente al edificio.
- c. Persona que ocasionalmente acude a un edificio con el fin de realizar una determinada actividad acorde con el uso previsto. Por ejemplo: visitante, proveedor, etc.
- d. Personas que no acuden al edificio, pero que se pueden encontrar habitualmente u ocasionalmente en su zona de influencia. Por ejemplo: vecinos, transeúntes, etc.

Zona común: Zona o zonas que pertenecen o dan servicio a varias *unidades de uso*, pueden ser habitables o no.

Anejo B. Notación

En este anejo se recogen, ordenados alfabéticamente, los símbolos correspondientes a las magnitudes que se utilizan en este DB junto con las unidades.

| | |
|-------------------------|---|
| α : | Coefficiente de absorción acústica |
| α : | Coefficiente de atenuación en el seno del aire, [dB/m] |
| α_f : | Coefficiente de absorción acústica de un material para la banda de frecuencia f |
| α_i : | Coefficiente de absorción acústica del material i |
| α_t : | Coefficiente de absorción acústica medio del techo |
| α'_t : | Coefficiente de absorción acústica medio del tratamiento adicional y del techo |
| ρ : | Densidad, [kg/m ³] |
| σ : | Coefficiente de Poisson |
| τ : | Transmisibilidad de un sistema antivibratorio |
| τ' : | Factor de transmisión total de potencia acústica |
| ΔL : | Reducción del nivel de presión de ruido de impactos de un <i>revestimiento</i> , [dB] |
| ΔL_d : | Reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación, [dB] |
| $\Delta L_{d,lab}$: | Reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación, medido en laboratorio, [dB] |
| $\Delta L_{d,situ}$: | Reducción del nivel de presión de ruido de impactos mediante una capa adicional sobre la cara de recepción del elemento de separación medido in situ, [dB] |
| $\Delta L_{d,w,situ}$: | Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por <i>revestimiento</i> del lado de la recepción, medido in situ, [dB] |
| ΔL_{fs} : | Diferencia de niveles por la forma de la <i>fachada</i> , [dB] |
| ΔL_{lab} : | Reducción del nivel de presión de ruido de impactos de un <i>revestimiento</i> de forjado, medido en laboratorio, [dB] |
| ΔL_{situ} : | Reducción del nivel de presión de ruido de impactos por <i>revestimiento</i> de la cara de emisión del elemento de separación, medido in situ, [dB] |
| $\Delta L(f)$: | Reducción del nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, de un <i>revestimiento</i> , [dB] |
| ΔL_w : | Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos de un <i>revestimiento</i> , [dB] |
| $\Delta L_{w,situ}$: | Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos por <i>revestimiento</i> del lado de la emisión, medido in situ, [dB] |
| ΔR : | Mejora del índice de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> , [dB] |
| $\Delta R(f)$: | Mejora del índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, de un <i>revestimiento</i> , [dB] |
| $\Delta R_{d,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica por <i>revestimiento</i> del elemento de separación en el <i>recinto</i> receptor, [dBA] |
| $\Delta R_{i,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica por <i>revestimiento</i> del elemento i , [dBA] |
| $\Delta R_{ij,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica para cada camino de transmisión indirecta, [dBA] |
| $\Delta R_{j,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica por <i>revestimiento</i> del elemento j , [dBA] |
| ΔR_{lab} : | Mejora del índice global de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> , medido en laboratorio [dB] |
| ΔR_w : | Mejora del índice global de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> , [dB] |
| ΔR_A : | Mejora del índice global de reducción acústica, ponderada A, de un <i>revestimiento</i> , [dBA] |
| $\Delta R_{D,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica, ponderada A, por <i>revestimiento</i> del elemento de separación en el <i>recinto</i> emisor, [dBA] |
| $\Delta R_{Dd,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> del lado de la emisión y/o recepción del elemento de separación para ruido rosa, [dBA] |
| $\Delta R_{Df,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> en el elemento de separación del lado de la emisión y/o del elemento de flanco en la recepción para ruido rosa, [dBA] |

| | |
|---------------------|--|
| $\Delta R_{Fd,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> en el elemento de flanco del lado de la emisión y/o del elemento de separación en la recepción para ruido rosa, [dBA] |
| $\Delta R_{Ff,A}$: | Mejora del índice global de reducción acústica, por efecto de <i>revestimientos</i> del lado de la emisión y/o recepción del elemento de flanco para ruido rosa, [dBA] |
| ΔR_{situ} : | Mejora del índice de reducción acústica de un <i>revestimiento</i> medido in situ, [dB] |
| a: | Longitud de absorción equivalente de vibraciones de un elemento constructivo, [m] |
| a_i : | Valor eficaz de la aceleración en la banda de frecuencia f_i , [m/s^2] |
| $a_{i,situ}$: | Longitud de absorción equivalente del elemento i, medida in situ, [m] |
| $a_{i,x}$: | Valor eficaz de la aceleración medido en el eje x en la banda de frecuencia f_i , [m/s^2] |
| $a_{i,y}$: | Valor eficaz de la aceleración medido en el eje y en la banda de frecuencia f_i , [m/s^2] |
| $a_{i,z}$: | Valor eficaz de la aceleración medido en el eje z en la banda de frecuencia f_i , [m/s^2] |
| $a_{j,situ}$: | Longitud de absorción equivalente del elemento j, medida in situ, [m] |
| b: | Coefficiente de ajuste de valor $282,5 s^2/m$, [s^2/m] |
| c_0 : | Velocidad de propagación, [m/s] |
| d: | Espesor de la pared, [m] |
| e_i : | Espesor del elemento flexible interpuesto en m |
| f: | Frecuencia, [Hz] |
| f_c : | Frecuencia crítica, [Hz] |
| f_i : | Frecuencia central de las bandas de tercio de octava desde 1 a 80Hz, [Hz] |
| f_{ref} : | Frecuencia de referencia de valor 1000 Hz, [Hz] |
| f_0 : | Frecuencia de resonancia, [Hz] |
| f_0 : | Frecuencia de valor 5,6 Hz, [Hz] |
| h: | Altura libre de un <i>recinto</i> , [m] |
| k' : | Rigidez dinámica de una suspensión o sistema antivibratorio, [MN/m^3] |
| l_f : | Longitud común de la arista de unión entre el elemento de separación y los elementos de flancos F y f, [m] |
| l_{ij} : | Longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j, [m] |
| l_0 : | Longitud de la arista de unión de referencia de valor 1 m, [m] |
| m: | Coefficiente de absorción en seno del aire, [m^{-1}] |
| m: | Masa por unidad de superficie, [kg/m^2] |
| m'_i : | Masa por unidad de superficie del elemento i en el camino de transmisión ij, [kg/m^2] |
| $m'_{\perp i}$: | Masa por unidad de superficie de otro elemento, perpendicular al i, que forma la unión, [kg/m^2] |
| n | número de elementos de flanco del <i>recinto</i> |
| n | número de caminos indirectos |
| p: | Presión acústica, [Pa] |
| p_0 : | Presión sonora de referencia, de valor $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, [Pa] |
| $p(t)$: | Presión acústica en el instante t, [Pa] |
| s' : | Rigidez dinámica, [MN/m^3] |
| A: | Área de absorción acústica equivalente, [m^2] |
| A: | Área de absorción acústica equivalente de un <i>recinto</i> , [m^2] |
| A_f : | Absorción acústica para la banda de frecuencia f, [m^2] |
| A_i : | Valor de la ponderación A en la banda de frecuencia i, [dBA] |
| A_0 : | Área de absorción acústica equivalente de un objeto, [m^2] |
| A_{0j} : | área de absorción acústica equivalente de cada objeto absorbente diferente, [m^2]; |
| A_0 : | Área de absorción equivalente de referencia, para viviendas es $10 m^2$, [m^2] |
| C: | Amortiguamiento del sistema antivibratorio |
| C: | Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, [dB] |
| C_{tr} : | Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y ruido de aeronaves, [dB] |
| C_0 : | Amortiguamiento crítico. |
| D | Diferencia de niveles estandarizada entre recintos, [dB] |
| $D_{ai,A}$: | Diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para la transmisión de ruido aéreo por vía directa <i>e</i> i o indirecta <i>S</i> i de todos los sistemas instalados, usualmente de pequeñas dimensiones, [dBA] |
| D_{nT} : | Diferencia de niveles estandarizada entre recintos interiores, [dB] |
| $D_{nT,i}$: | Diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia i, [dB] |
| $D_{nT,w}$: | Diferencia global de niveles estandarizada, [dB] |

| | |
|-------------------|--|
| $D_{nT,A}$: | Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre <i>recintos</i> interiores, [dBA] |
| $D_{n,e}$: | Diferencia de niveles normalizada de elementos de construcción pequeños, [dB] |
| $D_{n,e,A}$: | Diferencia de niveles normalizada, ponderada A, de un <i>elemento de construcción pequeño</i> , [dBA] |
| $D_{n,s,A}$: | Diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para transmisión indirecta a través de un sistema s, [dBA] |
| $D_{v,ij,situ}$: | Diferencia de niveles de velocidad promediada en los dos sentidos de propagación para cada camino de transmisión ij sobre la unión medida in situ, [dB] |
| $D_{2m,nT}$: | Diferencia de niveles estandarizada en <i>fachadas</i> y en <i>cubiertas</i> , [dB] |
| $D_{2m,nT,A}$: | Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en <i>fachadas</i> y en <i>cubiertas</i> , para ruido predominante de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, [dBA] |
| $D_{2m,nT,Atr}$: | Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en <i>fachadas</i> y en <i>cubiertas</i> , para ruido predominante de automóviles o de aeronaves, [dBA] |
| $D_{2m,nT,Ai}$: | Diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i, [dB] |
| E: | Módulo de Young, [N/m ²] |
| K: | Índice global de percepción de vibraciones |
| K_{ij} : | Índice de reducción de vibraciones para cada camino de transmisión ij (ij = Ff; Fd o Df) |
| $K_{ij\ min}$: | Valor mínimo del índice de reducción de vibraciones |
| K_{Df} : | Índice de reducción de vibraciones para el camino de transmisión Df, [dB] |
| K_{Fd} : | Índice de reducción de vibraciones para el camino de transmisión Fd, [dB] |
| K_{Ff} : | Índice de reducción de vibraciones para el camino de transmisión Ff, [dB] |
| L: | Nivel medio de presión de ruido de impactos en un <i>recinto</i> , [dB] |
| L: | Nivel medio de presión sonora en un <i>recinto</i> , [dB] |
| L_d : | Nivel sonoro equivalente día [dBA] |
| L_{eqA} : | Nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, [dBA] |
| $L_{eqA,T}$: | Nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, [dBA] |
| L_i : | Nivel de presión sonora en la banda de frecuencia i, [dB]; |
| L_n : | Nivel sonoro equivalente noche [dBA] |
| L_n : | Nivel de presión de ruido de impactos normalizado, [dB] |
| $L_{n,lab}$: | Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido en laboratorio, [dB] |
| $L_{n,r}(f)$: | Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado, [dB] |
| $L_{n,r+}(f)$: | Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado con el <i>suelo flotante</i> , [dB] |
| $L_{n,r,0}(f)$: | Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado de referencia, [dB] |
| $L_{n,r,0+}(f)$: | Nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado de referencia incrementado con los valores de la reducción del nivel de ruido de impactos del <i>suelo flotante</i> , [dB] |
| $L_{n,r,0,w}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia, de valor 78 dB, [dB] |
| $L_{n,r,0+,w}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia incrementado con los valores de la reducción del nivel de ruido de impactos del <i>suelo flotante</i> , [dB] |
| $L_{n,situ}$: | Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB] |
| $L_{n,w}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, [dB] |
| $L_{n,w,d}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para la transmisión directa, [dB] |
| $L_{n,w,ij}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado para la transmisión indirecta, [dB] |
| $L_{n,w,situ}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB] |
| L_p : | Nivel de presión sonora, [dB] |
| L_{pi} : | Nivel de presión sonora en el punto i, [dB] |
| L_{pA} : | Nivel de presión sonora ponderado A, [dBA] |
| $L_{ref,w}(f)$: | Curva de referencia para el nivel de presión de ruido de impactos, [dB] |
| L_w : | Nivel de potencia acústica, [dB] |
| $L_{Ar,i}$: | Valor del espectro de ruido rosa normalizado, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA] |
| L_A : | Nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un recinto, [dBA] |
| $L_{Aav,i}$: | Valor del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA] |

| | |
|----------------|--|
| $L_{Aef,i}$: | Valor del espectro normalizado de ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA] |
| $L_{Atr,i}$: | Valor del espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA] |
| $L_{A,T}$: | Nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, [dBA] |
| L'_n : | Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB] |
| L'_{nT} : | Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, [dB] |
| $L'_{nT,w}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, [dB] |
| $L'_{n,w}$: | Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, [dB] |
| $L(t)_{pA}$: | Nivel de presión sonora, ponderado A, en el instante t , [dBA] |
| L_1 : | Nivel medio de presión sonora en el <i>recinto</i> emisor, [dB] |
| $L_{1,s}$: | Nivel medio de presión sonora medio en el plano de la <i>fachada</i> o la <i>cubierta</i> , [dB] |
| $L_{1,2m}$: | Nivel medio de presión sonora a 2 metros de la <i>fachada</i> o la <i>cubierta</i> , [dB] |
| L_2 : | Nivel medio de presión sonora en el <i>recinto</i> receptor, [dB] |
| R : | Índice de reducción acústica de un elemento constructivo, [dB] |
| $R_{f,A}$: | Índice global de reducción acústica del elemento de flanco f para ruido rosa incidente, [dBA] |
| R_i : | Índice de reducción acústica en la banda de frecuencia de i , [dB] |
| R_{ij} : | Índice de reducción acústica por vía indirecta, para cada uno de los caminos ij ($ij = Ff; Fd$ o Df), [dB] |
| $R_{ij,A}$: | Índice de reducción acústica por vía indirecta, ponderado A, para cada uno de los caminos ij ($ij = Ff; Fd$ o Df), [dBA] |
| $R_{i,A}$: | Índice global de reducción acústica ponderado A, del elemento i , [dBA] |
| R_{lab} : | Índice de reducción acústica de un elemento medido en laboratorio, [dB] |
| $R_{m,A}$: | Índice de reducción acústica del <i>elemento constructivo mixto</i> , ponderado A, [dBA] |
| R_{situ} : | Índice de reducción acústica de un elemento medido in situ, [dB] |
| R_w : | Índice global de reducción acústica, [dB] |
| R_A : | Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A, [dBA] |
| $R_{A,situ}$: | Índice de reducción acústica, ponderado A, de un elemento medido in situ, [dBA] |
| $R_{A,tr}$: | Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, [dBA] |
| $R_{Dd,A}$: | Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la transmisión directa, [dBA] |
| $R_{Df,A}$: | Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la transmisión indirecta, del camino Df , [dBA] |
| $R_{Fd,A}$: | Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la transmisión indirecta, del camino Fd , [dBA] |
| $R_{Ff,A}$: | Índice global de reducción acústica, ponderado A, para la transmisión indirecta, del camino Ff , [dBA] |
| $R_{F,A}$: | Índice global de reducción acústica del elemento de flanco F para ruido rosa incidente, [dBA] |
| $R_{S,A}$: | Índice global de reducción acústica del elemento de separación para ruido rosa incidente, [dBA] |
| $R_{0,A}$: | Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base de referencia, [dBA] |
| $R_{0+,A}$: | Índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base de referencia con la mejora, [dBA] |
| $R_{1,A}$: | Índice global de reducción acústica del elemento de mayor aislamiento acústico, generalmente la parte ciega de la <i>fachada</i> o de la <i>cubierta</i> , [dBA] |
| $R_{2,A}$: | Índice global de reducción acústica del elemento de menor aislamiento, generalmente los huecos, puertas, ventanas y lucernarios, [dBA] |
| $R(f)$: | Índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base solo, [dB] |
| $R_+(f)$: | Índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base con el <i>revestimiento</i> , [dB] |
| R' : | Índice de reducción acústica aparente de un elemento constructivo medido in situ, [dB] |
| R'_f : | Índice de reducción acústica aparente para <i>fachadas</i> en campo incidente difuso, [dB] |
| R'_i : | Índice de reducción acústica aparente en la banda de frecuencia de i , [dB] |
| R'_w : | Índice global de reducción acústica aparente, [dB] |
| R'_A : | Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, [dBA] |
| S : | Área, [m ²] |
| S_a : | Área de un tratamiento adicional de superficie, [m ²] |
| S_h : | Área de los huecos de una <i>fachada</i> o de una <i>cubierta</i> , [m ²] |
| S_i : | Área de cada elemento i con coeficiente de absorción acústica α_i , [m ²] |

| | |
|----------------|---|
| S_j : | Área del elemento radiante j en el <i>recinto</i> receptor, [m ²] |
| S_s : | Área compartida del elemento de separación, [m ²] |
| S_t : | Área del techo, [m ²] |
| S_0 : | Área del respiradero, [m ²] |
| T : | Intervalo temporal considerado, [s] |
| T : | Tiempo de reverberación de un <i>recinto</i> , [s] |
| T : | Tiempo de reverberación en el <i>recinto</i> receptor, [s] |
| T_s : | Tiempo de reverberación estructural de un elemento, [s] |
| $T_{s,lab}$: | Tiempo de reverberación estructural de un elemento medido en laboratorio, [s] |
| $T_{s,situ}$: | Tiempo de reverberación estructural de un elemento medido in situ, [s] |
| T_0 : | Tiempo de reverberación de referencia; para viviendas es 0,5 s, [s] |
| V : | Volumen del <i>recinto</i> receptor, [m ³] |
| W : | Potencia acústica, [W] |
| W_0 : | Potencia acústica de referencia, de valor 10^{-12} W, [W] |

Anejo C. Normas de referencia

| | |
|------------------------------------|--|
| UNE EN 12354-1: 2000 | Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico a ruido aéreo entre <i>recintos</i> . |
| UNE EN 12354-2: 2001 | Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre <i>recintos</i> . |
| UNE EN 12354-3: 2001 | Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra el ruido del exterior. |
| UNE EN 12354-4: 2001 | Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 4: Transmisión del ruido interior al exterior. |
| UNE EN ISO 140-1: 1998 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas. (ISO 140-1: 1997) |
| UNE EN ISO 140-1: 1998/A1:2005 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas. Modificación 1: Requisitos específicos aplicables al marco de la abertura de ensayo para particiones ligeras de doble capa (ISO 140-1: 1997/AM1: 2004) |
| UNE EN 20140-2: 1994 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión. (ISO 140-2: 1991) |
| UNE EN ISO 140-3: 1995 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. (ISO 140-3: 1995) |
| UNE EN ISO 140-3: 2000 ERRATUM | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. (ISO 140-3: 1995) |
| UNE EN ISO 140-3: 1995/ A1:2005 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción. Modificación 1: Condiciones especiales de montaje para particiones ligeras de doble capa. (ISO 140-3:1995/AM 1:2004) |
| UNE EN ISO 140-4: 1999 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. (ISO 140-4: 1998) |
| UNE EN ISO 140-5: 1999 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Medición in situ del aislamiento acústico al ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. (ISO 140-5: 1998) |

| | |
|-------------------------|---|
| UNE EN ISO 140-6: 1999 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 6: Medición en laboratorio del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos. (ISO 140-6: 1998) |
| UNE EN ISO 140-7: 1999 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos (ISO 140-7: 1998) |
| UNE EN ISO 140-8: 1998 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 8: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre un forjado normalizado pesado (ISO 140-8: 1997) |
| UNE EN 20140-9: 1995 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 9: Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo entre locales de un techo suspendido con plenum. (ISO 140-9: 1985) |
| UNE EN 20140-10: 1994 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 10: Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de los elementos de construcción pequeños. (ISO 140-10: 1991) (Versión oficial EN 20140-10:1992) |
| UNE EN ISO 140-11: 2006 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 11: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre suelos ligeros de referencia (ISO 140-11: 2005) |
| UNE EN ISO 140-12: 2000 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 12: Medición en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo y de impactos entre locales con suelo registrable. (ISO 140-12:2000) |
| UNE EN ISO 140-14: 2005 | Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 14: Directrices para situaciones especiales in situ (ISO 140-14: 2004) |
| UNE EN ISO 717-1: 1997 | Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo (ISO 717-1: 1996) |
| UNE EN ISO 717-2: 1997 | Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos (ISO 717-2: 1996) |
| UNE EN ISO 354: 2004 | Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354: 2003) |
| UNE EN ISO 11654: 1998 | Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica. (ISO 11654: 1997). |
| UNE EN ISO 3382: 2001 | Acústica. Medición del tiempo de reverberación de <i>recintos</i> con referencia a otros parámetros acústicos. (ISO 3382: 1997) |
| UNE EN ISO 3743-1: | Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de |

| | | |
|----------------------|----------|--|
| 1996 | | ruido. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 1: Método de comparación en cámaras de ensayo de paredes duras. (ISO 3743-1:1994). |
| UNE EN ISO 1997 | 3743-2: | Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido utilizando presión acústica. Métodos de ingeniería para fuentes pequeñas móviles en campos reverberantes. Parte 2: Métodos para cámaras de ensayo reverberantes especiales. (ISO 3743-2:1994). |
| UNE EN ISO 3746:1996 | | Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante. (ISO 3746:1995). |
| UNE EN ISO 3741:2000 | | Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741:1999). |
| UNE EN ISO 2002 | 3741/AC: | Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741:1999). |
| UNE EN ISO 3747:2001 | | Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Método de comparación in situ. (ISO 3747:2000). |
| ISO 2631-2: 1989 | | Evaluación de la exposición del cuerpo humano a vibraciones. Parte 2: Vibraciones permanentes e inducidas por choques en edificios. |
| UNE EN ISO 1999 | 10846-1: | Acústica y vibraciones. Medida en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 1: Principios y líneas directrices. (ISO 10846-1:1997) |
| UNE EN ISO 1999 | 10846-2: | Acústica y vibraciones. Medida en laboratorio de las propiedades de transferencia vibroacústica de elementos elásticos. Parte 2: Rigidez dinámica de soportes elásticos para movimiento de translación. Método directo. (ISO 10846-2:1997) |
| UNE EN ISO 2003 | 10846-3: | Acústica y vibraciones. Mediciones en laboratorio de las propiedades de transferencia vibro-acústica de elementos elásticos. Parte 3: Método indirecto para la determinación de la rigidez dinámica de soportes elásticos en movimientos de translación. (ISO 10846-3:2002) |
| UNE EN ISO 2004 | 10846-4: | Acústica y vibraciones. Mediciones en laboratorio de las propiedades de transferencia vibro-acústica de elementos elásticos. Parte 4: Método indirecto para la determinación de la rigidez dinámica de soportes elásticos en movimientos de translación. (ISO 10846-3:2003) |
| UNE EN ISO 2000 | 3822-1: | Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 1: Método de medida (ISO 3822-1: 1999) |
| UNE EN ISO 1996 | 3822-2: | Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las instala- |

ciones de abastecimiento de agua y de la grifería (ISO 3822-2: 1995)

- UNE EN ISO 3822-2: 2000 ERRATUM Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 2: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las instalaciones de abastecimiento de agua y de la grifería (ISO 3822-2: 1995)
- UNE EN ISO 3822-3: 1997 Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 3: Condiciones de montaje y de funcionamiento de las griferías y de los equipamientos hidráulicos en línea (ISO 3822-3: 1997)
- UNE EN ISO 3822-4: 1997 Acústica. Medición en laboratorio del ruido emitido por la grifería y los equipamientos hidráulicos utilizados en las instalaciones de abastecimiento de agua. Parte 4: Condiciones de montaje y de funcionamiento de los equipamientos especiales (ISO 3822-4: 1997)
- UNE EN 1026: 2000 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo. (EN 1026: 2000)
- UNE EN 12207: 2000 Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación. (EN 12207: 1999)
- UNE EN ISO 29052-1: 1994 Acústica. Determinación de la rigidez dinámica. Parte 1: Materiales utilizados en suelos flotantes en viviendas. (ISO 9052-1:1992)
- UNE EN 29053: 1994 Acústica. Materiales para aplicaciones acústicas. Determinación de la resistencia al flujo de aire. (ISO 9053: 1993)
- UNE ISO 1996-1: 2005 Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación (ISO 1996-1: 2003)
- UNE 100153: 2004 IN Climatización. Soportes antivibratorios. Criterios de selección
- UNE EN 200: 2005 Grifería sanitaria. Grifos simples y mezcladores (PN10). Especificaciones técnicas generales (EN 200: 2004)
- UNE EN ISO 11691: 1996 Acústica. Medida de la pérdida de inserción de silenciadores en conducto sin flujo. Método de medida en laboratorio. (ISO 11691:1995)
- UNE EN ISO 11820: 1997 Acústica. Mediciones in situ de silenciadores. (ISO 11820:1996)

Anejo D. Valores de inmisión de ruido aéreo y de percepción de vibraciones de las instalaciones

- 1 En la tabla D.1 se especifican los valores recomendados del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$, para *ruidos estacionarios*.

Tabla D.1 Niveles sonoros continuos equivalentes estandarizados, ponderados A, $L_{eqA,T}$, recomendados de inmisión de ruido aéreo.

| Uso del edificio | Tipo de recinto | Máximo nivel $L_{eqA,T}$ de inmisión en dBA ⁽¹⁾ | |
|------------------|-----------------------------|--|---------------------------|
| | | Durante el día (7-23 H) | Durante la noche (23-7 H) |
| Sanitario | Zonas de estancia | 45 | 35 |
| | Dormitorios | 30 | 30 |
| | Quirófanos | 30 | 30 |
| | Zonas comunes | 50 | 40 |
| Residencial | Estancias | 40 | 30 |
| | Dormitorio | 40 | 30 |
| | Servicios | 50 | - |
| | Zonas comunes | 50 | - |
| Administrativo | Despachos profesionales | 40 | - |
| | Oficinas | 45 | - |
| | Zonas comunes | 50 | - |
| Docente | Aulas | 40 | - |
| | Sala lectura y conferencias | 35 | 30 |
| | Zonas comunes | 50 | 40 |
| Cultural | Teatros | 30 | 30 |
| | Cines | 30 | 30 |
| | Salas de exposiciones | 45 | 35 |
| Comercial | | 50 | 40 |

⁽¹⁾ En estos valores se admite una tolerancia de ± 2 dBA.

- 2 El nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$, recomendado de *sucesos sonoros* procedente de las instalaciones individuales o colectivas del edificio, no deberá exceder en los *recintos protegidos* de 65 dBA durante el día y de 55 dBA durante la noche.
- 3 En la tabla D.2 se especifican los valores recomendados del índice global de percepción de vibraciones, K, en los *recintos*, en función del uso del edificio, el periodo y el tipo de ocurrencia.

Tabla D.2 Valores máximos recomendados del índice global de percepción de vibraciones

| Uso del edificio | Periodo | Tipo de ocurrencia | |
|--------------------------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| | | Permanente | Transitoria |
| Sanitario (quirófanos) | Día y noche | 1 | 1 |
| Vivienda, Residencial y Hospitalario | Día | 4 | 90 ⁽¹⁾ |
| | Noche | 1,4 | 20 |
| Comercial y Administrativo | Día y noche | 4 | 128 ⁽¹⁾ |
| Industrial | Día y noche | 8 | 128 ⁽¹⁾ |

⁽¹⁾ Para un máximo de 3 diarios.

Anejo E. Cálculo del índice de reducción de vibraciones en uniones de elementos constructivos

- 1 Pueden obtenerse los índices de reducción de vibraciones, K_{ij} , en uniones de elementos constructivos, a partir de las expresiones que se indican a continuación, para los distintos tipos de uniones, cuya expresión está dada en función de la magnitud M definida como:

$$M = \lg \frac{m'_{\perp i}}{m'_i} \quad (\text{E.1})$$

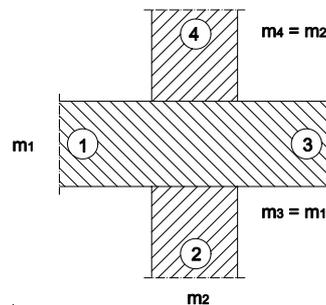
siendo

m'_i masa por unidad de superficie del elemento i en el camino de transmisión ij , [kg/m^2];

$m'_{\perp i}$ masa por unidad de superficie del otro elemento, perpendicular al i , que forma la unión, [kg/m^2].

- 2 Para el cálculo de M debe tomarse únicamente la masa correspondiente al elemento base o forjado conectado a los elementos constructivos colindantes y deben excluirse las masas de los revestimientos, tales como suelos flotantes, trasdosados y techos suspendidos.
- 3 En general, la transmisión es poco dependiente de la frecuencia en el intervalo de frecuencias comprendido entre 125Hz y 2000Hz. En los casos en los que se indica la calificación 0 dB/octava a continuación de la fórmula, se puede considerar que la transmisión es independiente de la frecuencia.

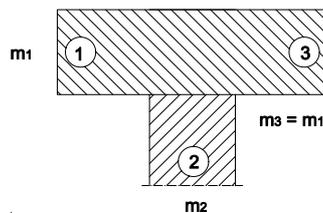
Unión rígida en \perp de elementos homogéneos:



$$K_{13} = 8,7 + 17,1M + 5,7 \cdot M^2 \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.2})$$

$$K_{12} = 8,7 + 5,7 \cdot M^2 (=K_{23}) \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.3})$$

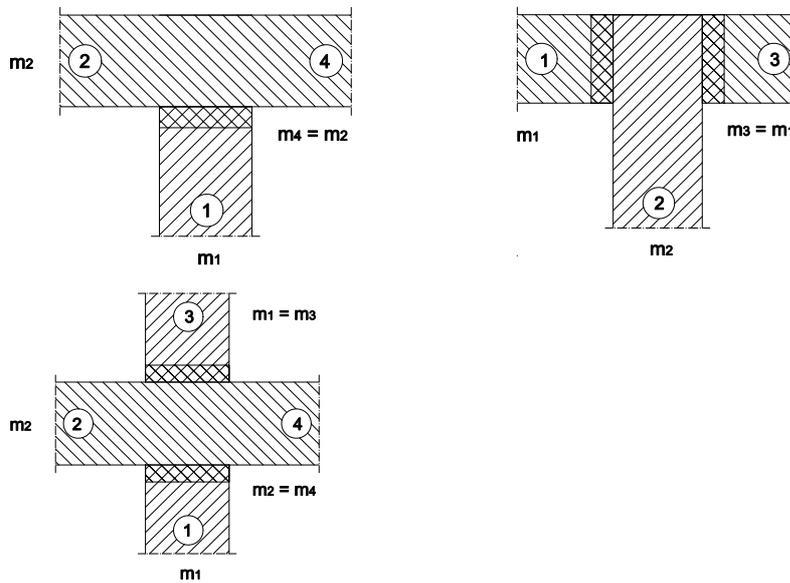
Unión rígida en T de elementos homogéneos:



$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.4})$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 (=K_{23}) \quad \text{dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.5})$$

Uniones en + y T de elementos homogéneos con elementos flexibles interpuestos:



$$K_{13} = 5,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 + 2 \cdot \Delta_1 \text{ dB}; \quad (\text{E.6})$$

$$K_{24} = 3,7 + 14,1M + 5,7 \cdot M^2 \text{ dB}; \quad -4 \text{ dB} \leq K_{24} \leq 0 \text{ dB}; \quad (\text{E.7})$$

$$K_{12} = 5,7 + 5,7 \cdot M^2 + \Delta_1 (=K_{23}) \text{ dB}; \quad (\text{E.8})$$

siendo

$$\Delta_1 = 10 \cdot \lg(f / f_1) \text{ dB} \text{ para } f > f_1 \quad (\text{E.9})$$

$$f_1 = 125 \text{ Hz si } (E_1 / e_1) \approx 100 \text{ MN/m}^3 \quad (\text{E.10})$$

E_1 módulo de Young, en N/m^2 ,
 e_1 espesor del elemento flexible interpuesto, [m].

Uniones de elementos homogéneos y fachadas ligeras:

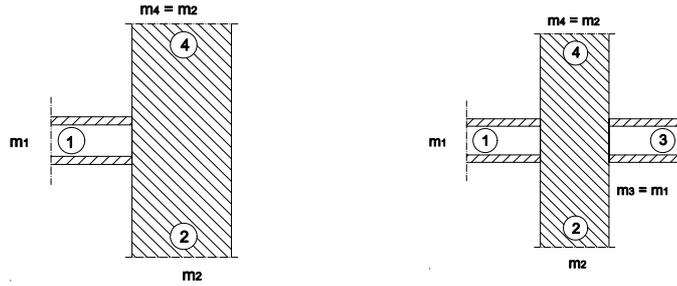


$$K_{13} = 5 + 10M \text{ dB}; \text{ mínimo } 5 \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.11})$$

$$K_{12} = 10 + 10|M| (=K_{23}) \text{ dB}; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.12})$$

$$a_{\text{fachada,situ}} = S_{\text{fachada}} / l_0, \quad \text{con } l_0 = 1 \text{ metro} \quad (\text{E.13})$$

Unión de elementos de separación verticales ligeros de doble hoja y elementos homogéneos:



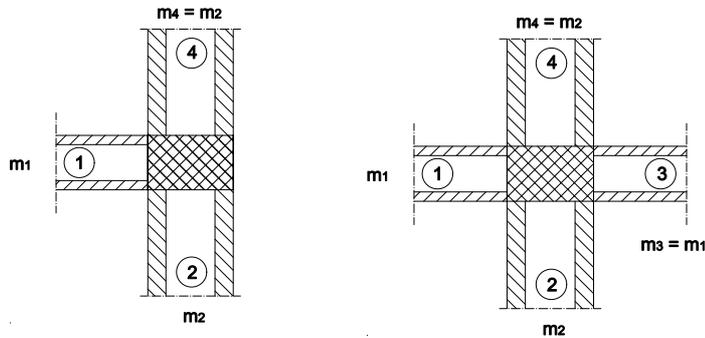
$$K_{13} = 10 + 20 M - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; mínimo 10 dB} \quad (\text{E.14})$$

$$K_{24} = 3,0 + 14,1M + 5,7M^2 \text{ dB; } (m_2 / m_1) > 3; \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.15})$$

$$K_{12} = 10 + 10|M| + 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; } (= K_{23}) \quad (\text{E.16})$$

$$f_k = 500 \text{ Hz; } a_{\text{ligero, situ}} = S_{\text{ligero}} / I_0, \quad \text{con } I_0 = 1 \text{ metro} \quad (\text{E.17})$$

Uniones de elementos de separación ligeros de doble hoja:

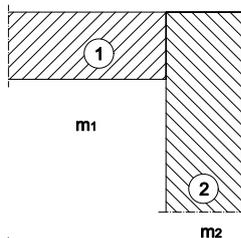


$$K_{13} = 10 + 20 M - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; mínimo 10 dB} \quad (\text{E.18})$$

$$K_{12} = 10 + 10 |M| - 3,3 \cdot \lg(f / f_k) \text{ dB; } (= K_{23}) \quad (\text{E.19})$$

$$f_k = 500 \text{ Hz; } a_{\text{situ}} = S / I_0, \quad \text{con } I_0 = 1 \text{ metro} \quad (\text{E.20})$$

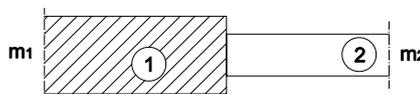
Esquinas:



$$K_{12} = 15|M| - 3 \text{ dB; } (= K_{21}); \text{mínimo - 2 dB; } \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.21})$$

Cambio de espesor:

$$K_{12} = 5M^2 - 5 \text{ dB} \quad (= K_{21}); \quad 0 \text{ dB/octava} \quad (\text{E.22})$$



Anejo F. Medida y valoración de la mejora del índice de reducción acústica (ΔR) y de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos de (ΔL) de *revestimientos*

F.1 Mejora del índice de reducción acústica, ΔR_A , de *revestimientos*

Para obtener en laboratorio los valores ΔR_A de *revestimientos*, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- la relación de masas por unidad de superficie entre el elemento constructivo base vertical y el *revestimiento* debe ser igual o mayor que 5;
- la relación de masas por unidad de superficie entre el forjado y el *suelo flotante* debe ser igual o mayor que 3.

F.1.1 Medida en laboratorio

- El valor de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR , se obtendrá, en función de la frecuencia, para las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz, mediante la diferencia entre los valores del índice de reducción acústica del elemento constructivo base con el *revestimiento* (o con el *suelo flotante*), $R_+(f)$, y sin él, $R(f)$, medidos en laboratorio conforme a la norma UNE EN ISO 140-3, mediante la expresión:

$$\Delta R(f) = R_+(f) - R(f) \quad [\text{dB}] \quad (\text{F.1})$$

siendo

$R_+(f)$ índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base con el *revestimiento*, [dB];

$R(f)$ índice de reducción acústica, para cada banda de tercio de octava, del elemento constructivo base solo, [dB].

- Debe utilizarse como elemento constructivo base un elemento constructivo homogéneo de masa por unidad de superficie $250 \pm 50 \text{ kg/m}^2$, tanto para elementos constructivos verticales como para elementos constructivos horizontales.

F.1.2 Valoración

- Para obtener el valor global de la mejora del índice de reducción acústica, ΔR_A , debe utilizarse la curva de referencia indicada en la tabla F.1, que es el índice de reducción acústica, $R_0(f)$, del elemento constructivo de referencia (elemento constructivo virtual).
- El valor de ΔR_A se obtiene mediante la diferencia entre los valores del índice de reducción acústica global, ponderado A (véase ecuación A.21), correspondientes al elemento constructivo de referencia con el *revestimiento*, $R_{0+,A}(f) = R_0(f) + \Delta R(f)$, y los valores del índice de reducción acústica global, ponderado A, del elemento constructivo de referencia solo, $R_{0,A}(f)$.

$$\Delta R_A = R_{0+,A} - R_{0,A} \quad [\text{dBA}] \quad (\text{F.2})$$

siendo

$R_{0+,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base de referencia con la mejora, [dBA];

$R_{0,A}$ índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento constructivo base de referencia, [dBA]; tiene un valor fijo, $R_{0,A} = 52,7 \text{ dBA}$.

Tabla F.1 Valores del índice de reducción acústica, $R_0(f)$, del elemento soporte de referencia para cada una de las bandas de tercio de octava del intervalo 100-5000 Hz.

| f Hz | $R_0(f)$ dB | f Hz | $R_0(f)$ dB |
|---------|----------------|-------------|----------------|
| 100 | 40 | 800 | 53,6 |
| 125 | 40 | 1000 | 56 |
| 160 | 40 | 1250 | 58,4 |
| 200 | 40 | 1600 | 61,1 |
| 250 | 41 | 2000 | 63,6 |
| 315 | 43,5 | 2500 | 65 |
| 400 | 46,1 | 3150 | 65 |
| 500 | 48,5 | 4000 | 65 |
| 630 | 51 | 5000 | 65 |
| | | $R_{0,A} =$ | 52,7 [dBA] |

F.2 Reducción del nivel de presión de ruido de impactos (ΔL) de *suelos flotantes*

Para obtener en laboratorio los valores ΔR_A de suelos flotantes, la relación entre las masas por unidad de superficie del forjado y del *suelo flotante* debe ser igual o mayor que 2.

F.2.1 Medida en laboratorio

- El valor de la reducción del nivel de presión de ruido de impactos, $\Delta L(f)$, se obtendrá, en función de la frecuencia, para las bandas de tercio de octava del intervalo 100-3150 Hz, mediante la diferencia entre los valores del nivel de presión de ruido de impactos del forjado normalizado sin y con el *suelo flotante*, medidos en laboratorio conforme a la norma UNE EN ISO 140-8, usando la ecuación:

$$\Delta L(f) = L_{n,r}(f) - L_{n,r+}(f) \quad [\text{dB}] \quad (\text{F.3})$$

siendo

$L_{n,r}(f)$ nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado, [dB];

$L_{n,r+}(f)$ nivel de presión de ruido de impactos, para cada banda de tercio de octava, del forjado normalizado con el *suelo flotante*, [dB].

- Debe utilizarse como forjado normalizado, en una instalación o laboratorio de medida, una losa homogénea de hormigón armado de (120^{+40}_{-20}) mm de espesor uniforme.

F.2.2 Valoración global

- El valor de la reducción de nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w , de un *suelo flotante* se obtendrá según se define en el Anejo A, usando los resultados experimentales medidos conforme a las normas UNE EN ISO 140-6 y UNE EN ISO 140-8, y valorándolos globalmente conforme a la norma UNE EN ISO 717-2.
- El valor de ΔL_w de un *suelo flotante* se obtiene mediante la expresión siguiente:

$$\Delta L_w = L_{n,r,0,w} - L_{n,r,0+,w} = 78\text{dB} - L_{n,r,0+,w} \quad [\text{dB}] \quad (\text{F.4})$$

siendo

$L_{n,r,0,w}$ Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia, de valor 78 dB;

$L_{n,r,0+,w}$ Nivel global de presión de ruido de impactos del forjado normalizado de referencia incrementado con los valores de la reducción del nivel de ruido de impactos del *suelo flotante*,

$$(L_{n,r,0+}(f) = L_{n,r,0}(f) + \Delta L(f)), [\text{dB}].$$

Tabla F.2 Valores del nivel de presión de ruido de impactos, $L_{n,r,0}(f)$, del forjado normalizado de referencia para cada una de las bandas de tercio de octava del intervalo 100-3150 Hz.

| f Hz | $L_{n,r,0}(f)$ dB | f Hz | $L_{n,r,0}(f)$ dB |
|-----------------|----------------------|---------|----------------------|
| 100 | 67 | 800 | 71,5 |
| 125 | 67,5 | 1000 | 72 |
| 160 | 68 | 1250 | 72 |
| 200 | 68,5 | 1600 | 72 |
| 250 | 69 | 2000 | 72 |
| 315 | 69,5 | 2500 | 72 |
| 400 | 70 | 3150 | 72 |
| 500 | 70,5 | | |
| 630 | 71 | | |
| $L_{n,r,0,w} =$ | | | 78,0 [dB] |

Anejo G. Estimación numérica de la diferencia de niveles debido a la forma de la fachada

Tabla G.1 Diferencia de niveles debida a la forma de la *fachada* para las diferentes formas de la *fachada* y distintas orientaciones de la fuente acústica

| | 1 plano de <i>facha- da</i> | 2 galería | 3 galería | 4 galería | 5 galería |
|---|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ΔL_{fs} en dB | | | | | |
| Absorción acústica del techo (α_w) | No se aplica | $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$ |
| Línea de mira sobre la <i>fachada</i> : | | | | | |
| <1,5m | 0 | -1 -1 0 | -1 -1 0 | 0 0 1 | No se aplica |
| 1,5-2,5m | 0 | No se aplica | -1 0 2 | 0 1 3 | |
| > 2,5m | 0 | | 1 1 2 | 2 2 3 | |
| | 6 balconada | 7 balconada | 8 balconada | 9 terrazza | |
| ΔL_{fs} dB | | | | | |
| | | | | Barandilla abierta | Barandilla cerrada |
| Absorción acústica del techo (α_w) | $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$ | $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$ | $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$ | $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$ | $\leq 0,3$ 0,6 $\geq 0,9$ |
| Línea de mira sobre la <i>fachada</i> : | | | | | |
| <1,5m | -1 -1 0 | 0 0 1 | 1 1 2 | 1 1 1 | 3 3 3 |
| 1,5-2,5m | -1 1 3 | 0 2 4 | 1 1 2 | 3 4 5 | 5 6 7 |
| > 2,5m | 1 2 3 | 2 3 4 | 1 1 2 | 4 4 5 | 6 6 7 |

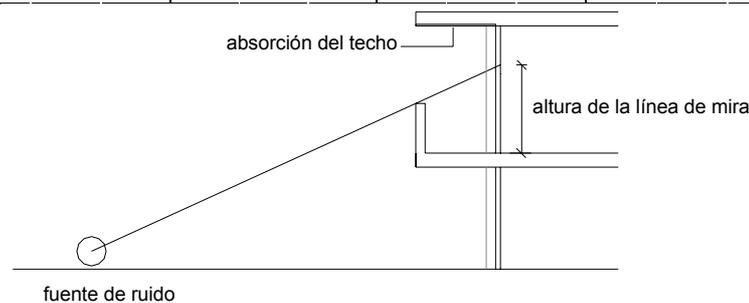


Figura G.1 Línea de mira sobre la *fachada*

Anejo H. Cálculo del aislamiento acústico de elementos mixtos

- 1 El índice global de reducción acústica de *elementos constructivos mixtos* (aislamiento mixto) se calcula mediante:

$$R_{m,A} = -10 \cdot \lg \left(\sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S} \cdot 10^{-\frac{R_{j,A}}{10}} \right) \quad [\text{dBA}] \quad (\text{H.1})$$

siendo

- $R_{m,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A del *elemento constructivo mixto*, [dBA];
 $R_{i,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A, del elemento i, [dBA];
 S área total del elemento constructivo mixto, [m²];
 S_i área del elemento i, [m²].

- 2 La situación más corriente combina dos elementos de aislamiento acústico diferentes, cuya expresión es:

$$R_{m,A} = R_{2,A} - 10 \cdot \lg \left[\left(1 - \frac{S_2}{S} \right) 10^{-(R_{1,A} - R_{2,A})/10} + \frac{S_2}{S} \right] \quad [\text{dBA}] \quad (\text{H.2})$$

siendo

- $R_{m,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A del *elemento constructivo mixto*, [dBA];
 $R_{1,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de mayor aislamiento acústico, generalmente la parte ciega de la *fachada* o de la *cubierta*, [dBA];
 $R_{2,A}$ índice global de reducción acústica del elemento de menor aislamiento, generalmente los huecos, puertas, ventanas y lucernarios, [dBA];
 S_2 área del elemento de menor aislamiento, [m²];
 S área total del *elemento mixto*, [m²].

El sumando logarítmico representa, por tanto, el cambio de índice global de reducción acústica respecto a $R_{2,A}$ que ocasiona la presencia del elemento de área S_1 e índice global de reducción acústica $R_{1,A}$.

La forma más práctica de esta expresión, en las aplicaciones, consiste en suponer $R_{2,A} < R_{1,A}$, es decir, expresar el índice global de reducción acústica del *elemento constructivo mixto* en términos del elemento de menor aislamiento.

- 3 La Figura 1 expresa el incremento de aislamiento sobre $R_{2,A}$ en función de la relación de áreas S/S_2 y la diferencia $R_{1,A} - R_{2,A}$. El valor obtenido en la gráfica se sumará al valor $R_{2,A}$ para obtener $R_{m,A}$.

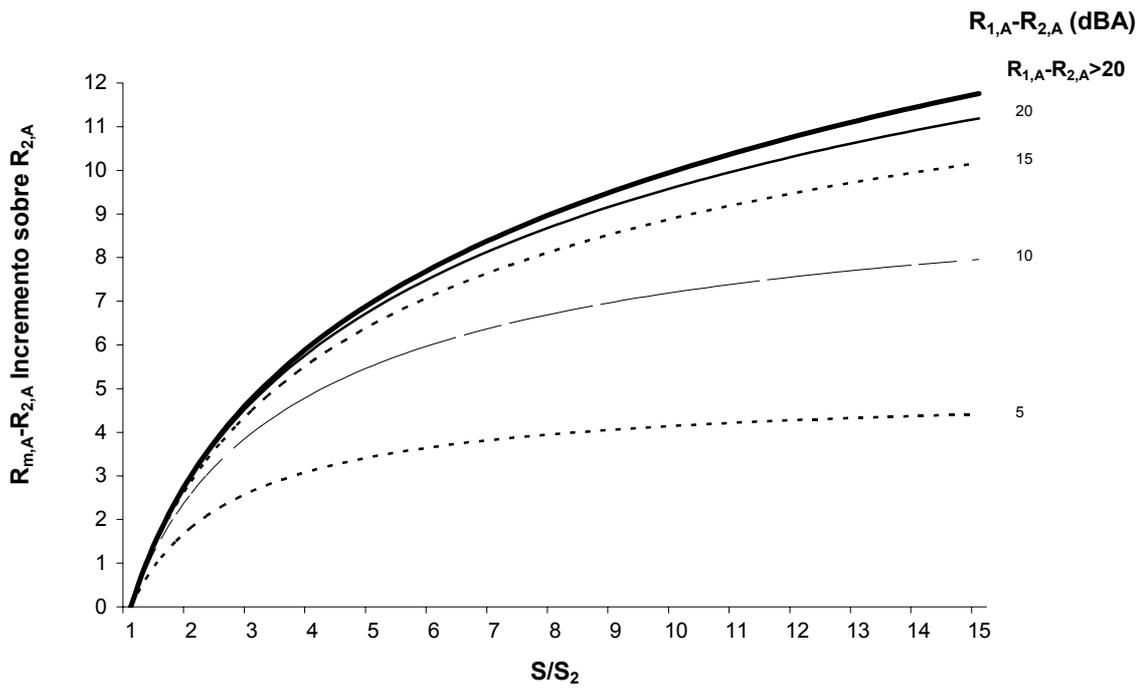


Figura H.1 Índice global de reducción acústica de elementos constructivos mixtos

- 4 Cuando $R_{1,A} \gg R_{2,A}$, en la práctica $R_{1,A} - R_{2,A} > 20$, la expresión H.2 vale:

$$R_{m,A} = R_{2,A} + 10 \cdot \lg \left(\frac{S}{S_2} \right) \quad [\text{dBA}] \quad (\text{H.3})$$

en la que el término logarítmico, siempre positivo, representa el incremento del índice global de reducción acústica del *elemento de construcción mixto*, respecto al elemento más débil, $R_{2,A}$, que solamente depende de la relación de áreas del total a la del elemento de más débil aislamiento, relación que es siempre mayor que la unidad.

Anejo I. Datos de absorción en el seno del aire

- 1 El aire de un *recinto* absorbe el sonido durante el proceso de reverberación en la cuantía:

$$4 \cdot m \cdot V \quad [\text{m}^2] \quad (I.1)$$

siendo

V volumen el *recinto*, [m^3];

m coeficiente de absorción acústica en el seno del aire, [m^{-1}].

- 2 La cuantía de la absorción acústica es función de la temperatura, de la presión y de la humedad relativa del aire.

- 3 A continuación se presentan tablas de valores de *m* para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz para distintas condiciones de humedad relativa y temperatura.

Los valores para las situaciones intermedias se pueden obtener mediante interpolación lineal de las dos situaciones más próximas.

Tabla I.1 Tabla de valores de *m*, a distintos valores de humedad relativa (Hr(%)) y temperatura (°C)

| T °C | f Hz | Hr(%) | | | | | | | | | | |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | |
| 15 | 500 | 0,006 | 0,003 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| | 1000 | 0,018 | 0,008 | 0,006 | 0,005 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,004 |
| | 2000 | 0,049 | 0,028 | 0,018 | 0,013 | 0,011 | 0,01 | 0,009 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| 20 | 500 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| | 1000 | 0,014 | 0,007 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| | 2000 | 0,045 | 0,022 | 0,014 | 0,011 | 0,01 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 |
| 25 | 500 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| | 1000 | 0,011 | 0,006 | 0,005 | 0,005 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 |
| | 2000 | 0,037 | 0,017 | 0,012 | 0,011 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,011 | 0,011 |

Anejo J. Cálculo de la transmisibilidad de los sistemas antivibratorios de un grado de libertad

- 1 La frecuencia de resonancia de los sistemas antivibratorios, aproximables generalmente a sistemas de un grado de libertad viene dada por:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k'}{m}} \quad [\text{Hz}] \quad (\text{J.1})$$

siendo

- f_0 frecuencia de resonancia del sistema, [Hz];
 k' rigidez dinámica de una suspensión o sistema antivibratorio, [MN/m³];
 m masa por unidad de superficie del elemento suspendido, [kg/m²].

Esta frecuencia de resonancia f_0 separa dos zonas de comportamiento opuesto:

$f < \sqrt{2}f_0$ Zona de frecuencia donde la vibración se amplifica

$f > \sqrt{2}f_0$ Zona de frecuencia donde la vibración se amortigua, el sistema sólo es efectivo para estas frecuencias.

- 2 Para conseguir un buen aislamiento, lo que corresponde a una pequeña transmisibilidad, es necesario elegir un sistema antivibratorio que haga lo más pequeña posible f_0 , con el fin de tener el mayor valor de f/f_0 para una frecuencia de excitación dada.
- 3 Para sistemas no amortiguados, el módulo de la función de transmisibilidad (τ) de fuerza (F) y de desplazamiento (δ, ξ) desde el elemento activo al receptor viene dado por la expresión siguiente:

$$\tau = \frac{F_T}{F_0} = \frac{\delta}{\delta_0} = \frac{\xi}{\xi_0} = \frac{1}{|1 - (f/f_0)^2|} \quad (\text{J.2})$$

siendo

- f_0 frecuencia de resonancia del sistema, [Hz];
 f frecuencia de excitación del sistema, [Hz].

- 4 Para sistemas amortiguados, la transmisibilidad viene dada por:

$$\tau = \left\{ \frac{\left[1 + 4 \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \left(\frac{C}{C_0} \right)^2 \right]}{\left[\left[1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \right]^2 + 4 \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \left(\frac{C}{C_0} \right)^2 \right]} \right\}^{1/2} \quad (\text{J.3})$$

siendo

- f_0 frecuencia de resonancia del sistema, [Hz];
 f frecuencia de excitación del sistema, [Hz];
 C amortiguamiento del sistema antivibratorio;
 C_0 amortiguamiento crítico, límite entre los amortiguamientos que lugar a oscilaciones del elemento aislado antes de alcanzar el reposo cuando es excitado por un impulso y los que dan lugar a que el elemento aislado alcance el reposo sin oscilar.

Se calculará mediante:

$$C_0 = 4 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot m \quad (\text{J.4})$$

donde

- m masa del elemento suspendido, [kg/m²].

El valor de C/C_0 es 0,005 para el acero y 0,02 para gomas de 40 grados de dureza (Shore)

Anejo K. Guía de uso de las magnitudes de aislamiento en relación con las exigencias

K.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

En la tabla K.1 se incluyen las magnitudes implicadas en las exigencias de aislamiento frente al ruido aéreo con indicación de los procedimientos y las normas de medición y valoración global, para las distintas situaciones tipo de aislamiento en función del ruido incidente implicado.

Tabla K.1

| Situación tipo de aislamiento | Ruido incidente o dominante exterior | Magnitud, ecuación y Norma de medición | Magnitud de valoración global | Ecuación aplicable |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------|--------------------|
| Entre recintos interiores | Rosa | $D_{nT}(f)$ (A.5) UNE EN 140-4 | $D_{nT,A}$ | (A.8) |
| Entre recintos y el exterior | Ferroviario | $D_{2m,nT}(f)$ (A.3) UNE EN 140-5 (ruido de altavoces) | $D_{2m,nT,A}$ | (A.6) |
| | Automóviles Aeronaves | | $D_{2m,nT,Atr}$ | (A.7) |

K.1.1 Coeficientes de adaptación espectral

- La norma UNE EN 717-1 introduce los términos de adaptación espectral C y C_{tr} para los ruidos incidente y exterior de tráfico de automóviles respectivamente.
- Aunque las exigencias de aislamiento se establecen en términos de la ponderación A pueden aceptarse las aproximaciones siguientes, siempre que las diferencias sean menores que 1 dB:

$$D_{nT,w} + C \quad \text{como aproximación de } D_{nT,A} \quad \text{entre recintos interiores} \quad (K.1)$$

$$D_{2m,nT,w} + C \quad \text{como aproximación de } D_{2m,nT,A} \quad \text{entre un recinto y el exterior (trenes)} \quad (K.2)$$

$$D_{2m,nT,w} + C_{tr} \quad \text{como aproximación de } D_{2m,nT,Atr} \quad \text{entre un recinto y el exterior (automóviles)} \quad (K.3)$$

- Las ponderaciones globales del aislamiento según el método de la curva de referencia, designadas con el subíndice w, así como los términos de adaptación espectral, deben hacerse conforme a la norma UNE EN 717-1.

K.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos

- En la tabla K.2 se incluyen las magnitudes y las normas para la medición y valoración global del nivel de ruido de impactos estandarizado.

Tabla K.2

| Medición | | Valoración | |
|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Magnitud | Norma | Magnitud | Norma |
| $L'_{nT}(f)$ | UNE EN 140-7 | $L'_{nT,w}$ | UNE EN 717-2 |

- El valor del nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, se determinará mediante el procedimiento que indica la norma UNE EN 717-2, a partir de los resultados de medición realizados en bandas de tercio de octava ajustándolo a la curva de referencia de acuerdo a la norma UNE EN ISO 140-7.

Anejo L. Transmisión acústica a través de elementos de flanco que contienen puertas y ventanas

- 1 Los índices globales de reducción acústica, $R_{F,A}$, $R_{f,A}$, de elementos de flanco que contengan puertas, ventanas o estén formados por varios materiales diferentes, deben calcularse según las indicaciones que figuran a continuación.
- 2 Cuando cada uno de los materiales está conectado al elemento de separación vertical, debe considerarse cada material como un camino independiente de transmisión. En el caso de que la longitud de la arista de unión de uno de los materiales sea mayor que el 75% de la arista total, deben considerarse sólo las transmisiones debidas a este material y pueden despreciarse las de los demás (Véase figura L.1).

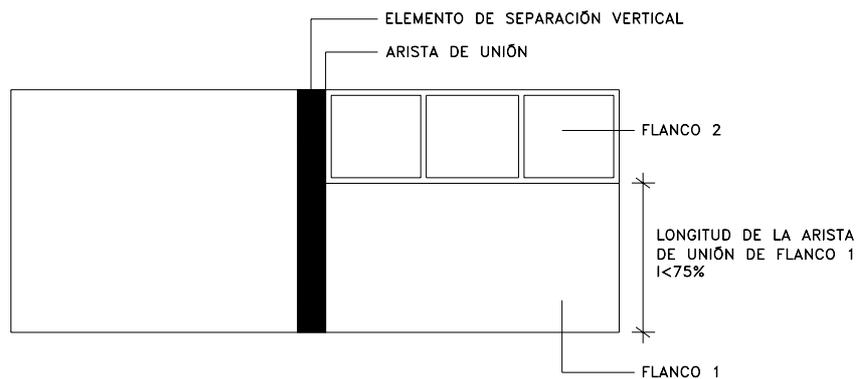


Figura L.1 Vista en sección de un elemento de flanco formado por materiales diferentes conectados al elemento de separación vertical

- 3 Cuando las puertas o ventanas no estén conectadas directamente al elemento de separación vertical, debe procederse de la forma siguiente:
 - 3 si el porcentaje de huecos del elemento de flanco es menor que un 30%, debe calcularse el valor del índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento de flanco mixto como se indica en el Anejo H y tomarse como valor de $R_{F,A}$, $R_{f,A}$;
 - 4 Si el porcentaje de huecos del elemento de flanco es mayor que un 30%, debe calcularse el valor del índice global de reducción acústica, ponderado A, $R_{Ff,A}$, $R_{Df,A}$ o $R_{Fd,A}$, según sea el caso y elegirse el valor menor que se obtenga mediante alguno de los dos procedimientos siguientes:
 - procedimiento 1: se considera que el elemento de flanco es un elemento mixto y se calcula el índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento de flanco mixto, como se indica en el Anejo H;
 - procedimiento 2: se considera únicamente la parte ciega, aplicándole como masa la media ponderada de la proporción de áreas de la parte ciega y huecos, y como aislamiento el resultante de aplicar el Anejo H;
 - procedimiento 3: Cuando el aislamiento R_A de las puertas es menor que 20 dBA se toma como vía de transmisión lateral única asignando a $R_{Ff,A}$ el valor $25 + C$, siendo $C = -2\text{dBA}$ cuando las puertas distan hasta 1m y están en ángulo recto y 0 dBA en el resto de situaciones.
- 4 En el caso de alguna de las puertas, ventanas u otros materiales rompieran la continuidad del elemento de flanco, deben despreciarse las partes situadas detrás de esa discontinuidad (Véase figura L.2).

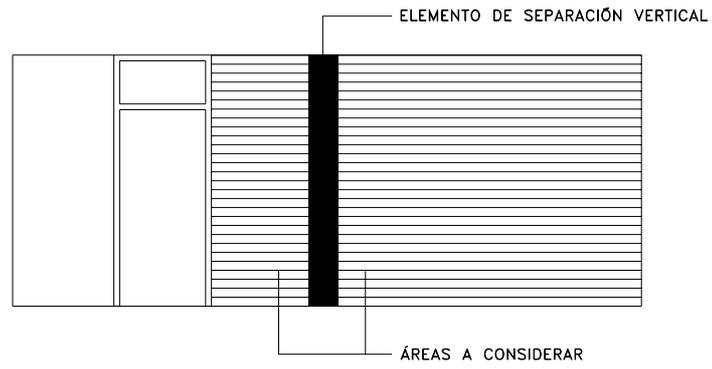


Figura L.2 Vista en sección de un elemento de flanco formado por materiales diferentes

Anejo M. Elementos de separación para vivienda unifamiliar adosada

M.1 Entre recintos habitables de unidades de uso diferentes

- 1 El elemento de separación vertical entre dos recintos habitables pertenecientes a unidades de uso diferentes debe estar formado por dos hojas con un índice de reducción acústica, ponderado A, R_A , de, al menos, 45 dBA para cada una, siempre que la estructura de cada una de las viviendas sea independiente de la de las demás.
- 2 Cuando las viviendas compartan la estructura horizontal, los valores de los parámetros del trasdosado del elemento de separación vertical entre dos recintos habitables de unidades de uso diferentes deben ser al menos iguales a los de la tabla M.1, en función de la masa, m, y del índice de reducción acústica, R_A , del elemento constructivo base y del tipo de tabiquería del recinto receptor.

Tabla M.1 Parámetros del elemento de separación vertical

| Elemento base ⁽¹⁾ (A) | | Trasdosado ⁽²⁾ (B) en función de la tabiquería del recinto receptor | |
|-------------------------------------|--------------|---|--------------------------------------|
| | | Tabiquería de fábrica | Tabiquería de entramado autoportante |
| m kg/m ² | R_A dBA | ΔR_A dBA | ΔR_A dBA |
| 390 | 59 | 0 | 0 |
| 300 | XX | 0 | 0 |
| 300 | 52 | 3 | 0 |
| 200 | 48 | 10 | 4 |
| 160 | 43 | 20 | 8 |
| 120 | 38 | XX | 11 |
| 100 | XX | XX | XX |
| 55 | 62 | - | - |

⁽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⁾ El trasdosado debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base.

- 3 Cuando las viviendas compartan la estructura horizontal, los valores de los parámetros del suelo flotante y del techo suspendido del elemento de separación horizontal entre dos recintos habitables de unidades de uso diferentes deben ser al menos iguales a los de la tabla M.2, en función de la masa, m, y del índice de reducción acústica, R_A , del forjado y del tipo de tabiquería del recinto receptor.

Tabla M.2 Parámetros del elemento de separación horizontal

| Forjado | | Suelo flotante y techo suspendido en función de la tabiquería del recinto receptor | | | | | |
|------------------------|--------------|---|----------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Tabiquería de fábrica | | Tabiquería de entramado autoportante | | | |
| | | Suelo flotante ⁽¹⁾ | Techo ⁽²⁾ | Suelo flotante ⁽²⁾ | Techo ⁽²⁾ | | |
| 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 |
| 250 | 50 | 20 | 3 | 3 | 20 ⁽³⁾ | 0 ⁽³⁾ | 0 ⁽³⁾ |
| | | | | | 25 ⁽⁴⁾ | 3 ⁽⁴⁾ | 3 ⁽⁴⁾ |
| 300 | 52 | 20 | - | - | 22 | - | - |

⁽¹⁾ 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 encima de la otra, en un mismo lado, no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

⁽²⁾ Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A , corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas una encima de la otra, en un mismo lado, no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

⁽³⁾ Valores del suelo flotante y techo suspendido cuando el elemento de separación vertical es de fábrica

⁽⁴⁾ Valores del suelo flotante y techo suspendido cuando el elemento de separación vertical es de entramado autoportante

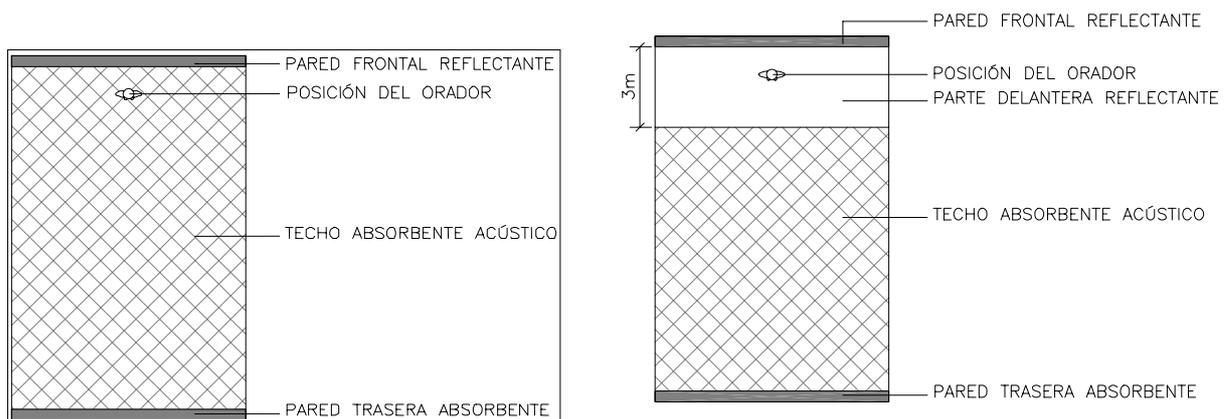
- 4 En el caso de cajas de escalera adosadas a un recinto protegido de una unidad de uso diferente, debe eliminarse la transmisión de ruido de impactos al elemento de separación vertical, interponiendo elementos elásticos que impidan el contacto rígido entre éste y la estructura o el elemento portante de la escalera.

M.2 Entre recintos habitables y un recinto de actividad o un recinto de instalaciones

- 1 Debe procurarse que los equipos de instalaciones que generen ruido o vibraciones no sean colindantes con recintos protegidos o habitables de otras unidades de uso.
- 2 Cuando cada una de las viviendas disponga de equipos de instalaciones individuales deben cumplirse las condiciones siguientes:
 - a) Si las viviendas no comparten la estructura, el elemento de separación vertical entre ellas estará formado por dos hojas, de tal forma que el índice de reducción acústica ponderado A, R_A , de cada una de las hojas sea al menos 45 dBA.
 - b) Si las viviendas comparten la estructura horizontal, los elementos de separación verticales deben cumplir las especificaciones del apartado 3.1.2.3.2, para recintos de instalaciones.
- 3 En el caso de que varias viviendas compartan equipos de instalaciones, los elementos de separación tanto horizontales como verticales deben cumplir las especificaciones del apartado 3.1.2.3.2, para recintos de instalaciones.

Anejo N. Recomendaciones de diseño para aulas y salas de conferencias

- 1 En el caso de aulas y salas de conferencias de volumen hasta 350 m^3 , las recomendaciones siguientes sobre la geometría de los recintos y la distribución de los materiales absorbentes tienen por objeto mejorar la inteligibilidad de la palabra.
- 2 Deben evitarse los *recintos* cúbicos o con proporciones entre lados que sean números enteros para minimizar las resonancias.
- 3 En cuanto a la distribución de los materiales absorbentes, se recomienda una de las dos opciones de diseño siguientes (Véase figura XY.1):
 - c) opción 1. Se dispondrá un material absorbente acústico en toda la superficie del techo; la pared situada tras el orador será reflectante y en la pared situada frente al orador se dispondrá un material absorbente acústico para minimizar los ecos;
 - d) opción 2. Se dispondrá un material absorbente acústico en la parte trasera del techo, dejando una banda de 3 m de ancho de material reflectante en la parte delantera del techo. La pared situada tras el orador será reflectante y en la pared situada frente al orador se dispondrá un material absorbente acústico de coeficiente de absorción acústica similar al del techo.



Opción 1

Opción 2

Figura N.1. Vista en planta de las opciones 1 y 2

- 4 Para valores iguales de absorción acústica total, es más recomendable disponer las mesas configurando un pasillo central para el acceso de alumnos que dos pasillos laterales.

Anejo O. Términos de corrección para ruidos con características de especial molestia (emergencia tonal, impulsividad y alto contenido en baja frecuencia)

- 1 Existe una gran correlación de la molestia con valores combinados del nivel sonoro continuo equivalente, en particular con L_{dn} y con L_{den} .

Pero este índice con ser el mas significativo no cuantifica por si solo la totalidad de la molestia y se han encontrado otros elementos o factores correctivos de aquel que cuando se aplican mejoran la correlación con la molestia y dan lugar a los denominados índices corregidos.

- 2 Como factores de molestia adicionales destacan la emergencia de sucesos bien en el plano espectral (emergencia tonal) bien el plano temporal (impulsividad). A estos dos factores básicos se une, en relación con os ruidos de carácter industrial y de tráfico un tercer factor denominado comúnmente alto contenido en baja frecuencia.

O.1 Índices de valoración del ruido

$L_{Aeq,d}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período día;
 $L_{Aeq,e}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período tarde;
 $L_{Aeq,n}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período noche
 índice de ruido día-tarde-noche, L_{den} .

$$L_{den} = 10 \lg \left(\frac{12}{24} 10^{L_d/10} + \frac{4}{24} 10^{L_e+5/10} + \frac{8}{24} 10^{L_n+10/10} \right)$$

Estos índices se promedian a lo largo de todos los días de un año

Periodo día (*d*): al periodo día le corresponden 12 horas;

Periodo tarde (*e*): al periodo tarde le corresponden 4 horas;

Periodo noche (*n*): al periodo noche le corresponden 8 horas.

Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos periodos temporales de evaluación son: periodo día de 7.00 a 19.00; periodo noche de 19.00 a 23.00 y periodo noche de 23.00 a 7.00, hora local

El índice L_{den} incluye la ponderación por periodo horario excepto la que pudiera derivarse de los fines de semana o días festivos. Implica que se toma como referencia el índice L_d .

Índices combinados LDN, LDEN: definición y correlación con la molestia de las en las personas

O.2 Objetivos de calidad acústica

Los valores límite de los índices de ruido en función del uso del edificio y del tipo de recintos se especifican en la Tabla D.1, del Anejo D.

En la elaboración de esta tabla se han tenido en cuenta los objetivos de calidad acústica aplicables al espacio interior habitable de edificaciones establecidos en el Reglamento de desarrollo de la Ley del Ruido.

O.3 Índices de ruido corregidos

- 1 La aplicación conjunta de los distintos factores correctores por especial molestia, dan lugar al Índice de ruido corregido

$$L_{K_{eq},T} = L_{Aeq,T} + K_t + K_f + K_i$$

siendo

$L_{Aeq,T}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A,

K_t es el parámetro de corrección por componentes tonales emergentes calculado según el apartado 1.7;

K_f es el parámetro de corrección por componentes de baja frecuencia según el apartado 1.9;

K_i es el parámetro de corrección por carácter impulsivo según el apartado 1.8;

Si $T = d(e, n)$, $L_{K_{eq},T}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período día (tarde, noche);

- 2 Los mapas de ruido o documentos de ruido ambiental que los pudieran sustituir indicarán claramente los tipos de parámetros de corrección así como su cuantificación.
- 3 El DB-HR ya tiene en cuenta, mediante un suplemento de aislamiento la concurrencia de emergencia tonal y demás factores de molestia en las zonas donde predomine el ruido de aeronaves.
- 4 Los valores de los índices de ruido en su relación con el aislamiento acústico de los recintos interiores mediante los cerramientos deben tomarse a 2 m del plano de fachada en la perpendicular al centro de la superficie de fachada compartida con el recinto vista desde el interior de éste.
- 5 El valor máximo de la corrección resultante de la suma $K_t + K_f + K_i$ no será superior a 9 dB.

O.4 Factor de corrección por el tramo horario diario y semanal

- 1 Ya se han introducido en el apartado 1.3, tomando como referencia el índice L_{den} y son:
 - 5 dBA, para el periodo tarde
 - 10 dBA, para el periodo noche
- 2 Se aplican también los factores de proporcionalidad (12/24), (4/24) y (8/24) para los periodos día, tarde y noche respectivamente.

O.5 Factor de corrección por emergencia tonal

O.5.1 Definición

Corrección a aplicar al valor límite del índice de ruido establecido para una zona, debido a la presencia de tonos o bandas de ruido muy estrechas en el espectro de ruido existente, que emergen suficientemente del espectro de ruido en esa zona.

O.5.2 Valoración

La valoración del factor de corrección se efectuará como sigue:

- a) se realizara el análisis espectral del ruido en 1/3 de octava, sin filtro de ponderación;
- b) se calculará la diferencia:

$$L_t = L_f - L_s$$

siendo

L_f , es el nivel de presión sonora de la banda f, que contiene el tono emergente.

L_s , es la media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de f;

c) se asignará como valor del parámetro de corrección el indicado en la tabla que sigue, teniendo en cuenta que cuando haya componentes en más de una banda se tomará el valor mayor.

| Banda de frecuencia 1/3 de octava | L_t en dB | Parámetro de corrección K_t en dB |
|--------------------------------------|----------------------|--|
| De 20 a 125 Hz | Si $L_t < 8$ | 0 |
| | Si $8 \leq L_t < 12$ | 3 |
| | Si $L_t \geq 12$ | 6 |
| De 160 a 400 Hz | Si $L_t < 5$ | 0 |
| | Si $5 \leq L_t < 8$ | 3 |
| | Si $L_t \geq 8$ | 6 |
| A partir de 500 Hz | Si $L_t < 3$ | 0 |
| | Si $3 \leq L_t < 5$ | 3 |
| | Si $L_t \geq 5$ | 6 |

O.6 Factor de corrección por impulsividad

O.6.1 Definición

Corrección a aplicar al valor límite del índice de ruido establecido para una zona, debido a la presencia de eventos de ruido que emerjan suficientemente del nivel medio del ruido existente en esa zona.

O.6.2 Valoración

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes impulsivos se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

- se medirán, preferiblemente de forma simultánea, en una determinada fase de ruido de duración T_i segundos, en la cual se percibe el ruido impulsivo los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, con la constante temporal impulso (I) del equipo de medida L_{Aeq,T_i} y sin ella, L_{Aeq,T_i} ;
- se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$L_i = L_{Aeq,T_i} - L_{Aeq,T_i}$$

- se asignará como valor del parámetro de corrección por impulsividad, K_i , el indicado en la tabla siguiente:

| L_i en dB | Parámetro de corrección por impulsividad K_i en dB |
|-------------|--|
| | |

| | |
|-----------------------|---|
| Si $L_i \leq 10$ | 0 |
| Si $10 > L_i \leq 15$ | 3 |
| Si $L_i > 15$ | 6 |

O.7 Factor de corrección por impulsividad por alto contenido en bajas frecuencias

O.7.1 Definición

Corrección a aplicar al valor límite del índice de ruido establecido para una zona, debido a la presencia de contenido en baja frecuencia que emerjan suficientemente sobre el espectro del ruido existente en esa zona

O.7.2 Valoración

Se seguirá el procedimiento de referencia el siguiente:

- se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora con las ponderaciones frecuenciales A y C;
- se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$L_f = L_{Ceq,Ti} - L_{Aeq,Ti}$$

- se asignará como valor del parámetro de corrección por componentes de baja frecuencia, K_f el obtenido por aplicación de la tabla siguiente:

| L_f en dB | Parámetro de corrección por componente de baja frecuencia K_f en dB |
|-----------------------|--|
| Si $L_f \leq 10$ | 0 |
| Si $10 > L_f \leq 15$ | 3 |
| Si $L_f > 15$ | 6 |

O.8 Procedimientos de medición e instrumentos de medida

- Los procedimientos de medición in situ utilizados para la evaluación de los índices de ruido que establece este reglamento se adecuarán a las prescripciones siguientes:
 - Las mediciones se pueden realizar en continuo durante el periodo temporal de evaluación completo, o aplicando métodos de muestreo del nivel de presión sonora en intervalos temporales de medida seleccionados dentro del periodo temporal de evaluación.
 - Cuando en la medición se apliquen métodos de muestreo del nivel de presión sonora, para cada periodo temporal de evaluación, día, tarde, noche, se seleccionarán, atendiendo a las características del ruido que se esté evaluando, el intervalo temporal de cada medida T_i , el número de medidas a realizar n y los intervalos temporales entre medidas, de forma que el resultado de la medida sea representativo de la valoración del índice que se está evaluando en el periodo temporal de evaluación.

- c) Para la determinación de los niveles sonoros promedios a largo plazo se deben obtener suficientes muestras independientes para obtener una estimación representativa del nivel sonoro promediado de largo plazo.
- d) Para el aislamiento acústico adecuado de los edificios se deben utilizar los valores de los índices de ruido resultantes a 2 m del plano del cerramiento, en la normal al centro la parte del mismo correspondiente al recinto considerado, (vista desde el interior de recinto, *norma UNE 140-5*)
- e) Las mediciones en el espacio interior de los edificios se realizarán con puertas y ventanas cerradas, y las posiciones preferentes del punto de evaluación estarán al menos a 1 m de las paredes u otras superficies, a entre 1,2 m y 1,5 m sobre el piso, y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas (*ISO 1996-1: 1982*), efectuando la media de los valores obtenidos tal como se indica en la *norma UNE 140-5*. Cuando estas posiciones no sean posibles las mediciones se realizarán en el centro del recinto.
- f) Atendiendo a la finalidad, la evaluación por medición de los índices de ruido que se establecen en este reglamento se adecuará además de lo indicado en los apartados anteriores a las normas específicas de los apartados siguientes:
 - 2 Los instrumentos de medida y calibradores utilizados para la evaluación del ruido deberán cumplir las disposiciones establecidas en la Orden de 16 de diciembre de 1998, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible.
 - 3 En los trabajos de evaluación del ruido por medición, derivados de la aplicación de este reglamento, se deberán utilizar instrumentos de medida y calibradores cuya precisión sea la exigida para los de tipo1/clase1, por la Orden de 16 de diciembre de 1998, a que se refiere el apartado anterior.
 - 4 Los instrumentos de medida utilizados para todas aquellas evaluaciones de ruido, en las que sea necesario el uso de filtros de banda de octava o 1/3 de octava, deberán cumplir lo exigido para el grado de precisión tipo1/clase1 en las normas UNE-EN 61260:1997 "Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava" y UNE-EN 61260/A1:2002 "Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava".

Anejo P Fichas justificativas

P.1 Fichas justificativas de la opción simplificada de aislamiento acústico

Tabla P.1 Fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante la opción simplificada.

| Elementos de separación horizontales y verticales entre recintos. | | | | | |
|---|------------------|------|--|----------------------|------------------------|
| Debe comprobarse que se satisfacen las soluciones de aislamiento del apartado 3.1.2.3 para los elementos de separación verticales y horizontales situados entre: <ul style="list-style-type: none"> a) recintos de unidades de uso diferentes; b) un recinto de una unidad de uso y una zona común; c) un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Debe rellenarse una ficha como ésta, para cada conjunto de elementos de separación horizontales y verticales diferentes, proyectados entre a), b) y c) | | | | | |
| Solución de elementos de separación horizontal y vertical entre:..... | | | | | |
| Elementos constructivos | | Tipo | Características De proyecto Exigidas en tablas | | |
| Elemento de separación vertical | Elemento base | | m (kg/m ²)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |
| | Trasdosado | | R_A (dBA)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |
| Elemento de separación horizontal | Forjado | | ΔR_A (dBA)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |
| | Suelo flotante | | m (kg/m ²)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |
| | Techo suspendido | | R_A (dBA)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |
| Tabiquería | | | ΔR_A (dBA)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |
| Puertas ⁽¹⁾ | | | m (kg/m ²)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |
| | | | R_A (dBA)= | <input type="text"/> | ≥ <input type="text"/> |

⁽¹⁾ En edificios de uso residencial

| Medianerías. (apartado 3.1.2.4) | |
|---------------------------------|---|
| Tipo | Características de proyecto exigidas |
| | R_A (dBA)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> 45 |

| Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5) | | | | | |
|--|------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| Solución de fachada, cubierta o suelo en contacto con el aire exterior:..... | | | | | |
| Elementos constructivos | Tipo | Área ⁽¹⁾ (m ²) | $\frac{S_c + S_h}{S_h}$ | Ruido predominante | Características de proyecto exigidas |
| Parte ciega | | <input type="text"/> =S _c | | | R_A (dBA) = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> |
| Huecos | | <input type="text"/> =S _h | | | $R_{A,tr}$ (dBA) = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> |
| | | | | | R_A (dBA) = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> |
| | | | | | $R_{A,tr}$ (dBA) = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> |

⁽¹⁾ Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

| Cubiertas transitables. (apartado 3.1.2.6) | | |
|--|------|---|
| Solución de cubierta transitable en:..... | | |
| Elementos constructivos | Tipo | Características de proyecto exigidas |
| Forjado | | m (kg/m ²)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> |
| Elemento de cobertura | | $L_{n,w}$ (dB)= <input type="text"/> ≤ <input type="text"/> |
| | | ΔL_w (dB)= <input type="text"/> ≥ <input type="text"/> |

P.2 Fichas justificativas de la opción general de aislamiento acústico.

La tabla siguiente expresa los valores límite de aislamiento que deben cumplir los elementos constructivos que delimitan los recintos protegidos y habitables, según el apartado 2.1.

Tabla P.2 Fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante el método de cálculo

| Elementos de separación verticales entre: | | | | |
|--|------------------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Recinto emisor | Recinto receptor | Tipo | Aislamiento acústico | |
| | | | En proyecto | Exigido |
| Protegido | Protegido | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 50 |
| Habitable | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 50 |
| Zona común, siempre que los recintos no compartan puertas o ventanas | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 50 |
| Zona común ⁽¹⁾ , siempre que los recintos compartan puertas o ventanas. | | | $R_A =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 30 |
| De instalaciones | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 55 |
| De actividad | | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> |
| Protegido | Habitable | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| Habitable | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| Zona común | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| Zona común ⁽¹⁾ , cuando hay puertas entre los recintos | | | $R_A =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 20 |
| De instalaciones | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| De actividad | | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> |

⁽¹⁾ Sólo en edificios de uso residencial

| Elementos de separación horizontales entre: | | | | |
|--|------------------|------|------------------------------------|--------------------------------|
| Recinto emisor | Recinto receptor | Tipo | Aislamiento acústico | |
| | | | En proyecto | Exigido |
| Protegido | Protegido | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 50 |
| | | | $L'_{nT,w} =$ <input type="text"/> | \leq <input type="text"/> 65 |
| Habitable | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 50 |
| | | | $L'_{nT,w} =$ <input type="text"/> | \leq <input type="text"/> 65 |
| Zona común | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 50 |
| | | | $L'_{nT,w} =$ <input type="text"/> | \leq <input type="text"/> 65 |
| De instalaciones | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 55 |
| | | | $L'_{nT,w} =$ <input type="text"/> | \leq <input type="text"/> 60 |
| De actividad | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 55 |
| | | | $L'_{nT,w} =$ <input type="text"/> | \leq <input type="text"/> 60 |
| Protegido | Habitable | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| Habitable | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| Si no disponen de conductos de instalaciones comunes | | | | |
| Zona común | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| De instalaciones | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |
| De actividad | | | $D_{nT,A} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> 45 |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

| Medianeras: | | | | |
|--------------------|------------------|------|--|-----------------------------|
| Emisor | Recinto receptor | Tipo | Aislamiento acústico | |
| | | | En proyecto | Exigido |
| Exterior | cualquiera | | $D_{2m;nT,Atr} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> |

| Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior | | | | |
|--|------------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| Ruido exterior | Recinto receptor | Tipo | Aislamiento acústico | |
| | | | En proyecto | Exigido |
| $L_d =$ <input type="text"/> | Protegido | Parte ciega: Huecos: | $D_{2m;nT,Atr} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> |

| Cubiertas transitables | | | | |
|-------------------------------|------------------|------|------------------------------------|-----------------------------|
| Emisor | Recinto receptor | Tipo | Aislamiento acústico | |
| | | | En proyecto | Exigido |
| Exterior | Protegido | | $L'_{nT,w} =$ <input type="text"/> | \geq <input type="text"/> |

P.3 Fichas justificativas de tiempo de reverberación y del área de absorción acústica

Tabla P.3 Ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica mediante el método de cálculo.

| Tipo de recinto:..... | | | Volumen, V (m ³): <input type="text"/> | | | | |
|---|---------|---|--|------|------|-----------------------|---|
| Elemento | Acabado | Área, (m ²) S | Coeficiente de absorción acústica | | | | Absorción acústica (m ²) $\overline{\alpha}_f \cdot S$ |
| | | | 500 | 1000 | 2000 | $\overline{\alpha}_f$ | |
| Suelo | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Techo | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Paramentos | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Objetos ⁽¹⁾ | Tipo | N número | Área de absorción acústica equivalente (m ²) | | | | $\overline{A}_{o,f} \cdot N$ |
| | | | 500 | 1000 | 2000 | $\overline{A}_{o,f}$ | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Absorción aire ⁽²⁾ | | N número | Coeficiente de atenuación del aire, (m ⁻¹) Anejo I | | | | $4 \cdot \overline{m}_f \cdot V$ |
| | | | 500 | 1000 | 2000 | \overline{m}_f | |
| | | | | | | | |
| A, (m²) | | $A = \sum_{i=1}^n (\overline{\alpha}_f)_i \cdot S_i + \sum_{j=1}^N (\overline{A}_{o,f})_j + 4 \cdot \overline{m}_f \cdot V$ | | | | | |
| Absorción acústica del recinto resultante | | | | | | | |
| Tiempo de reverberación resultante | | $T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$ | | | | | |
| Absorción acústica media resultante de la zona común | | | Absorción acústica exigida (apartado 2.2) | | | | |
| A (m ²)= <input type="text"/> | | | ≥ <input type="text"/> = 0,2 · V | | | | |
| Tiempo de reverberación medio resultante | | | Tiempo de reverberación exigido (apartado 2.3) | | | | |
| T (s)= <input type="text"/> | | | ≤ <input type="text"/> | | | | |

⁽¹⁾ Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

⁽²⁾ Sólo para volúmenes mayores a 250 m³