

1 Introducción

1.1 Introducción

El **sonido** puede considerarse como una alteración física que se propaga por un medio, por ejemplo el aire, que puede ser detectada por el oído humano dentro del rango de frecuencias comprendidas entre 20Hz y 20kHz.

El **ruido** puede definirse objetivamente, en cuanto que implica el mismo fenómeno físico que constituye un sonido, aunque suele definirse de una manera más subjetiva, considerándose como un sonido molesto o un sonido no deseado. Es decir, **el ruido es una apreciación subjetiva del sonido** considerándose toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico, interfiriendo y perturbando el desarrollo normal de las actividades cotidianas. Por lo tanto, un mismo sonido puede ser considerado como molesto o agradable, dependiendo de la sensibilidad o actividad que este desarrollando el receptor.

La **contaminación acústica** es el exceso de ruido que altera las condiciones normales del medio ambiente en una determinada zona. Se trata de un problema que afecta a la sociedad en general, provocado como consecuencia directa y no deseada de las actividades humanas (tráfico, actividades industriales, de ocio, etc.) y que tiene efectos negativos tanto en la salud de las personas como a nivel social y económico.

La Directiva de Productos de Construcción considera la protección contra el ruido como un requisito esencial y la Ley de Ordenación de la Edificación como un requisito básico, en coherencia con la anterior. En todas las sociedades avanzadas se regula reglamentariamente, y en España se hace desde el año 1981 con la aprobación de la primera NBE CA. En la actualidad, con la aprobación del Código Técnico de la Edificación, se ha dado un avance cualitativo en esta materia, tanto por la significativa elevación de los niveles de exigencia, realizada para dar respuesta a una demanda social, como por la adecuación de los métodos de predicción a la realidad física del problema incluyendo la transmisión por flancos.

1.2 Marco reglamentario

1.2.1 De los requisitos esenciales de la LOE al CTE

En el año 1999 se aprobó la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE) cuyo objeto básico era regular el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en el mismo, así como las garantías necesarias para su adecuado desarrollo, asegurando la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios.

La LOE establece los **requisitos básicos** que deben satisfacerse con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, que se agrupan en tres familias:

- los relativos a la **funcionalidad** (utilización, accesibilidad y acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información)
- los relativos a la **seguridad** (estructural, en caso de incendio y de utilización)
- los relativos a la **habitabilidad** (higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico y otros aspectos funcionales).

Dentro de los requisitos de habitabilidad, se encuentra enmarcado el requisito básico de “**Protección frente al ruido**”, que 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.

De la LOE se deriva el Código Técnico de la Edificación (CTE), donde se establecen las **exigencias básicas** que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos.

El CTE se estructura en dos partes:

- **La parte I**, que contiene las disposiciones, condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios: en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y conservación de los edificios y sus instalaciones.
- La segunda parte, formada por los **Documentos Básicos**, que contienen, tanto la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, como los procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de las mismas, concretados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica.

El siguiente organigrama muestra el requisito básico de la LOE y las exigencias básicas de la parte I del CTE en relación a la protección frente al ruido.

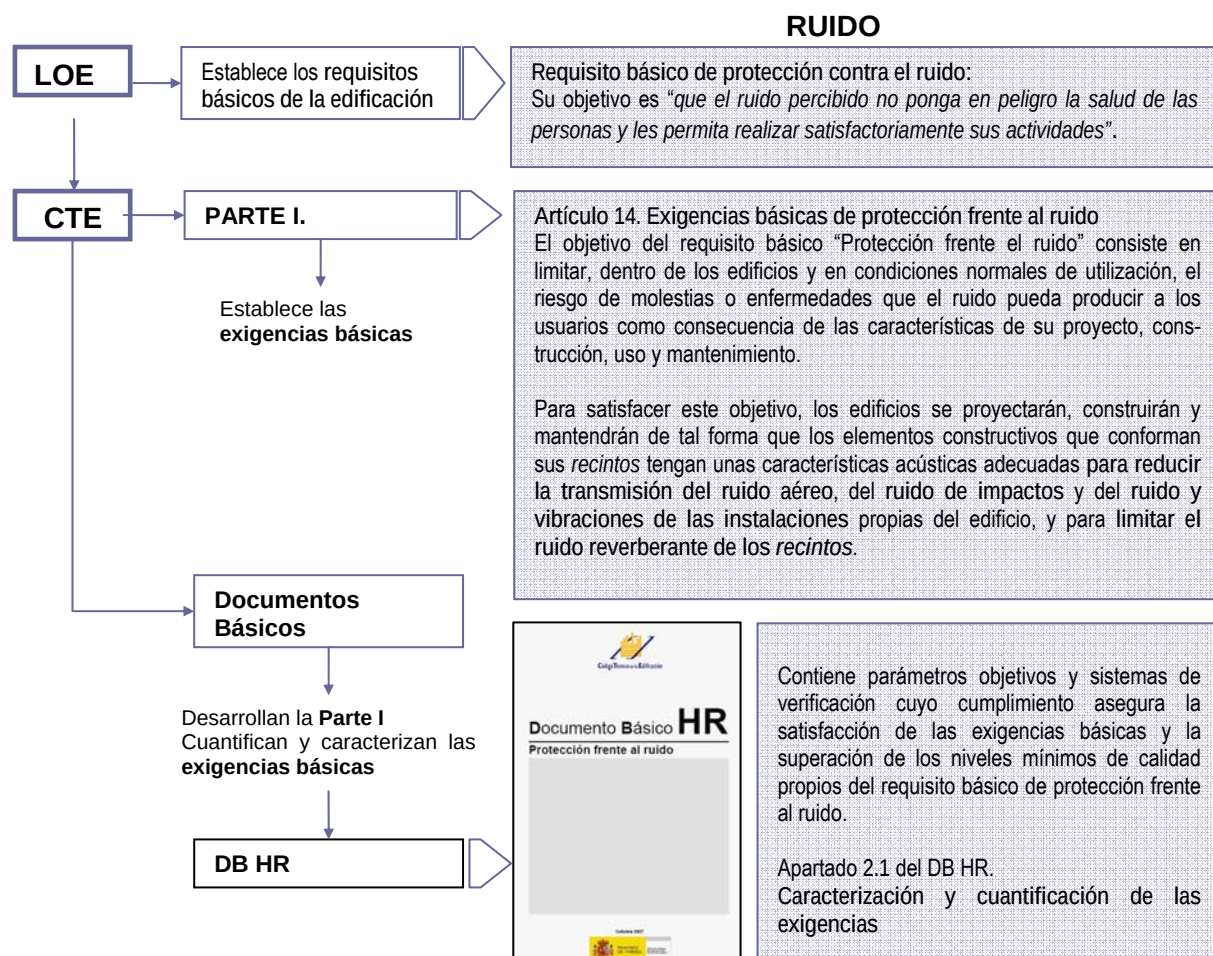


Figura 1.1. De la LOE al DB HR

1.2.2 Objetivos del Documento Básico DB HR

Para dar una adecuada respuesta a la exigencia básica de protección frente al ruido, en la elaboración del DB HR se han perseguido, entre otros, los siguientes objetivos:

- Elevar los niveles de aislamiento acústico reglamentarios en la edificación en respuesta a una demanda social generalizada, adecuándolos a la media europea
- Contemplar adecuadamente los mecanismos de transmisión acústica entre recintos, incluida la transmisión de ruido por flancos, superando así las deficiencias de la NBE-CA en la predicción de la transmisión del ruido entre recintos.¹
- Limitar el ruido reverberante en aquellas estancias, como aulas y salas de conferencia, donde es necesario conseguir adecuados niveles de inteligibilidad, o comedores y restaurantes, donde debe limitarse convenientemente el ruido de fondo.

¹ En este sentido, hay que señalar que el cambio que supone el DB HR no solamente atañe a un aumento de las exigencias de aislamiento acústico, sino que además el DB HR parte de un planteamiento más actualizado, y acorde con el marco normativo europeo. En el CTE el aislamiento acústico exigido es el aislamiento final en la edificación o aislamiento acústico in situ. Los índices que expresan el aislamiento acústico exigido son magnitudes que pueden obtenerse en el edificio terminado mediante un ensayo de aislamiento acústico y el valor de esta medición es directamente comparable con el de la exigencia. De la misma manera, esta circunstancia debe ser tenida en cuenta en el momento de realizar un proyecto y deben valorarse las transmisiones indirectas.

1.2.3 La Ley del ruido

Dentro del marco reglamentario nacional, en relación con la protección contra el ruido en edificación y al margen de la LOE y el CTE, debe citarse necesariamente la Ley 37/2003 del Ruido. Dicha Ley es la transposición de la Directiva Europea sobre Evaluación y gestión del ruido ambiental y tiene como objetivo básico la prevención, vigilancia y reducción de la **contaminación acústica ambiental**² producida por emisores acústicos de cualquier índole.

Por emisor acústico se entiende cualquier actividad, infraestructura, maquinaria o comportamiento que genere ruidos o vibraciones en el ambiente, excluyéndose las actividades domésticas y el ruido producido por los vecinos. También se excluyen las actividades laborales y militares que se regirán por su legislación específica y el ruido producido en el interior de los medios de transporte.

La Ley del Ruido cuenta con dos reglamentos complementarios que son:

- RD 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión de ruido ambiental
- RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

La Ley del Ruido establece las competencias de las diferentes Administraciones Públicas para la aprobación, elaboración y revisión de **mapas de ruido** de los grandes ejes viarios y ferroviarios, grandes aeropuertos y aglomeraciones urbanas (núcleos de población de más de 100.000 habitantes), además de emplazar a dichas administraciones a que elaboren y ejecuten planes de acción destinados a reducir la contaminación acústica.

El ámbito de la edificación se ve afectado por la Ley del Ruido y sus reglamentos en dos vertientes:

1. La edificación

Los edificios son considerados por la Ley del Ruido como receptores acústicos y no como fuente emisora de ruido. En el interior de los edificios de usos: residencial (tanto público como privado), hospitalario, docente o cultural, deben cumplirse los objetivos de calidad acústica interiores que garanticen que los usuarios puedan desarrollar las actividades en su interior con normalidad.

Los índices de calidad acústica interior son en realidad valores máximos de inmisión de ruido y vibraciones que pueden ser producidos por las instalaciones del propio edificio, ruido ambiental proveniente del exterior y procedente de actividades³ que se desarrollan en el edificio o en recintos colindantes.

2. La ordenación del territorio y al planeamiento urbanístico

Según la ley del ruido, las Administraciones Públicas deben establecer una zonificación del suelo en áreas acústicas, que son sectores del territorio donde deben cumplirse unos objetivos de calidad acústica ambiental. Estas áreas se clasifican en función del uso predominante del suelo y tienen asignados unos valores máximos de inmisión de ruido ambiental.

1.2.4 El DB-HR y la Ley del ruido

La redacción del DB HR se ha coordinado con la redacción de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y con sus desarrollos reglamentarios (véase apartado 1.3.3), en lo referente a la protección de los usuarios con respecto al ruido procedente del exterior y de las instalaciones.

² Se define contaminación ambiental como la presencia en el ambiente de ruido o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, incluso cuando su efecto sea perturbar el disfrute de los sonidos de origen natural, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

³ Se refiere a actividades que precisen de licencia de actividad (recintos de actividades), no a la actividad vecinal, que esta está excluida de la Ley del ruido.

Respecto a la protección de los usuarios frente al ruido exterior, el DB HR establece en la tabla 2.1 los niveles de aislamiento acústico exigidos a los cerramientos que limitan con el exterior, es decir, a las fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

Para fijar dichos niveles, se ha considerado que el aislamiento acústico que debe proporcionar una fachada o cubierta es la diferencia entre el nivel de inmisión exterior existente o previsto⁴ en la zona donde se ubica el edificio y el nivel de inmisión interior requerido para que en los recintos interiores los usuarios puedan realizar sus actividades con comodidad. En este sentido se han tenido en cuenta estos tres aspectos (véase figura 1.2):

1. Los objetivos de calidad acústica ambiental de las diferentes áreas acústicas, que son los valores límite de los índices de ruido ambiental para determinados sectores del territorio que no deben ser sobrepasados y que están fijados por La Ley del Ruido, establecidos en el RD 1367/2007.
2. La existencia de mapas de ruido y que están a disposición del público, lo que significa que los niveles de ruido de determinadas zonas⁵ son conocidos.
3. Los objetivos de calidad acústica interior, que son los valores límite de inmisión que no deben superarse en el interior de los edificios, establecidos en el RD 1367/2007.

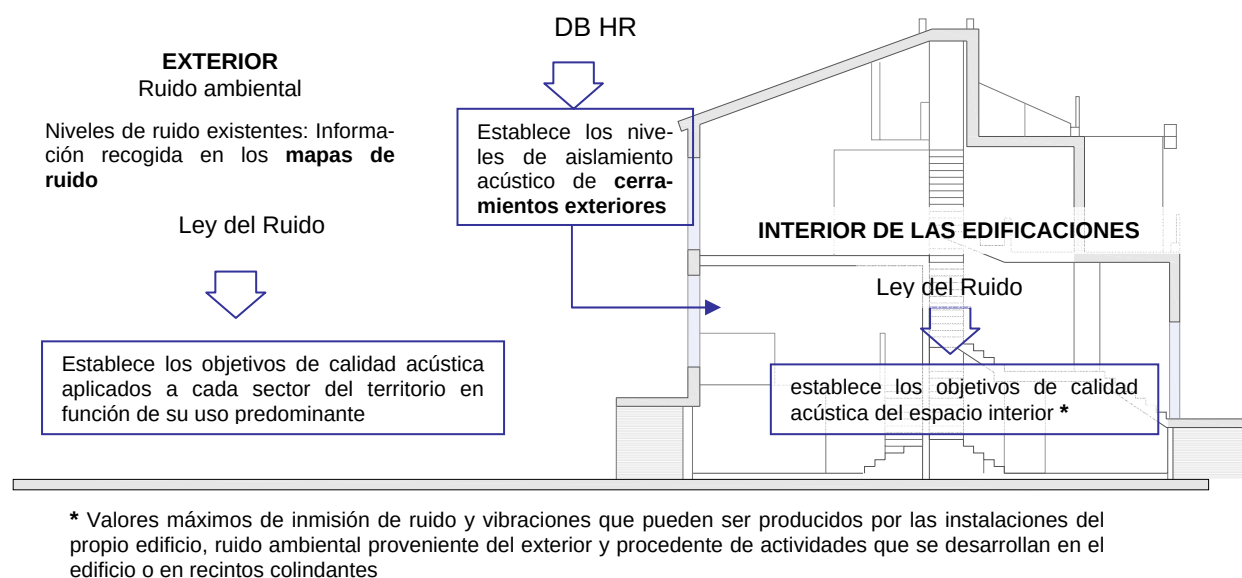


Figura 1.2. Relación entre la Ley del Ruido y el DB HR Protección frente al ruido

El DB HR fija los niveles de aislamiento acústico de los cerramientos exteriores del edificio: Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. El tratamiento de las medianerías es diferente.

El DB HR no fija niveles de inmisión en el espacio interior de los edificios. Los valores de la tabla 2.1 del DB HR son el resultado de la diferencia de los niveles de inmisión exteriores y los objetivos de calidad acústica interior para distintos tipos de edificios: Residencial, hospitalario, docente, administrativo y cultural. Por ello en la verificación in situ, caso de realizarse, debe comprobarse exclusivamente el nivel real de aislamiento de la solución constructiva adoptada (y su correspondencia con lo prescrito en el DB HR) y no el nivel de inmisión interior que depende lógicamente del nivel de inmisión exterior que haya en el momento de realizar la medida, y que puede no corresponderse con los valores de L_d que de acuerdo con el reglamento, se han adoptado para dimensionar la solución. En cualquier caso la medición debe realizarse conforme a lo establecido en las norma UNE EN 140-5, según se indica en el DB HR.

⁴ Dependerá de cómo se establezca el valor de L_d , mediante mapas estratégicos de ruido o asignándolo en función del área acústica

⁵ Véase apartado 2.1.1.1 donde se especifica las zonas que deben disponer de mapas de ruido y los plazos para la finalización de los mismos.

Aparte de la inmisión por ruido ambiental del exterior, los objetivos de calidad acústica interiores se refieren además a la inmisión por el ruido de las instalaciones del edificio. Por eso en el DB HR se tratan las instalaciones desde dos aspectos:

- 1 Desde el punto de vista del diseño de las instalaciones, exigiendo que se limite la potencia acústica de los equipos de las instalaciones, para que no se sobrepasen los objetivos de calidad acústica interiores.
- 2 Desde un punto de vista puramente constructivo, dando una serie de condiciones constructivas que limitan la transmisión de ruido y vibraciones a través de las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones y los elementos constructivos.

1.2.5 Otros documentos oficiales. El Catálogo de Elementos Constructivos (CEC)

Es un Documento Oficial de ayuda al proyectista que facilita el cumplimiento de las exigencias generales de diseño de los requisitos de Habitabilidad: Salubridad, Protección frente al ruido y Ahorro de Energía, establecidas en el CTE.

Es un compendio de diferentes materiales, productos y elementos constructivos caracterizados por sus prestaciones higrotérmicas y acústicas.

El CEC es accesible en www.codigotecnico.org

Lo que aporta el Catálogo son las prestaciones higrotérmicas y acústicas de elementos y sistemas constructivos, lo que permite, conjuntamente con el CTE, definir soluciones constructivas concretas que cumplan con las exigencias básicas específicas de cada caso. El Catálogo no es un conjunto de “soluciones” constructivas, sino de “elementos” constructivos. Los sistemas incluidos en el Catálogo no son válidos para cualquier situación, y en el mismo no se da información de en qué situaciones pueden utilizarse. Por ejemplo: la fachada de un edificio, ubicado en una situación concreta, tendrá que tener de acuerdo con el DB HR un nivel de aislamiento acústico determinado y el CEC nos permitirá conocer que elementos constructivos poseen un nivel de aislamiento acústico superior y en consecuencia pueden ser válidos para dicha situación.

1.3 Conceptos previos

En este apartado se exponen, una serie de conceptos acústicos básicos, que se consideran necesarios para una adecuada comprensión del DB HR y de esta Guía. No obstante, en el Anejo 1 se desarrollan estos mismos conceptos y otros con mayor profundidad.

Lo primero sería diferenciar los conceptos básicos en el ámbito de la acústica arquitectónica o acústica de la edificación, como son el **aislamiento acústico** y el **acondicionamiento acústico**. Los objetivos de uno y otro, aunque relacionados entre sí, son distintos pero deben emplearse conjuntamente para unir y complementar su potencial.

Se entiende por **aislamiento acústico** al conjunto de procedimientos empleados para reducir o evitar la transmisión de ruidos (tanto aéreos como estructurales) de un recinto a otro o desde el exterior hacia el interior de un recinto o viceversa, con el fin de obtener una calidad acústica determinada. Cuando se habla de aislamiento siempre se tiene en consideración a dos recintos diferentes, es decir, se considera el sonido que se genera en un recinto, que se transmite y es percibido en otro recinto.

A diferencia del aislamiento acústico, el **acondicionamiento acústico** implica a un único recinto, es decir, el sonido es generado y percibido en el mismo recinto. Por **acondicionamiento acústico** se entiende una serie de medidas que se toman para conseguir en un recinto unas condiciones acústicas y un ambiente sonoro interior, determinados conforme al uso que se le va a dar al recinto.

1.3.1 Aislamiento acústico

1.3.1.1 Diferencia entre aislamiento acústico in situ y en laboratorio

El aislamiento acústico exigido en el DB HR es el aislamiento final en la edificación o aislamiento acústico in situ. Los índices que expresan dicho aislamiento acústico son magnitudes que pueden obtenerse en el edificio terminado mediante un ensayo de aislamiento acústico normalizado⁶ y el valor de esta medición es directamente comparable con el de la exigencia.

El aislamiento acústico a ruido aéreo está definido en el DB HR como la diferencia de niveles estandarizada ponderada A, $D_{nT,A}$, que es un índice que evalúa el aislamiento a ruido aéreo entre recintos y no únicamente el aislamiento de los elementos constructivos que se interponen entre ellos. Lo mismo sucede con el aislamiento a ruido de impactos, que está definido como el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, que también evalúa el nivel de presión de ruido de impactos entre recintos y no únicamente el del forjado.

El aislamiento exigido en la norma básica NBE CA 88 correspondía con el valor obtenido en laboratorio de los elementos constructivos; para ruido aéreo se trataba del índice de reducción acústica ponderado A, R_A , y para ruido de impactos del nivel de presión de ruido de impactos de laboratorio, L_n . (Véase tabla 1.1)

Tabla 1.1. Resumen de índices de aislamiento utilizados en el DB HR.

	Índices de aislamiento acústico	
	En el edificio	De elementos constructivos.
Ruido aéreo entre recintos	$D_{nT,A}$ (dBA)	R_A (dBA)
Ruido de impactos	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L_{n,w}$ (dB)
Ruido aéreo entre un recinto y el exterior	$D_{2m,nT,A,tr}$ (dBA)	$R_{A,tr}$ (dBA)
	índices que expresan el aislamiento exigido en el DB HR	índices utilizados en las opciones de aislamiento del DB HR
	SE PUEDEN ENSAYAR IN SITU⁷	NO SE PUEDEN ENSAYAR IN SITU SON INDICES QUE SE OBTIENEN EN LABORATORIO

Para cualquier elemento constructivo, su **aislamiento acústico final en obra** (al que hace referencia el DB HR), difiere del valor obtenido en laboratorio (al que hacía referencia la NBE CA 88). Esto se debe a que en obra, la transmisión de ruido entre dos recintos (o desde el exterior) se produce por dos vías. De forma muy simplificada puede decirse que la transmisión se produce:

1. **Por vía directa** a través del elemento constructivo de separación. Esta transmisión depende básicamente del tipo de elemento constructivo y es lo que es lo que realmente se mide en laboratorio, ya que allí las transmisiones indirectas son despreciables.
2. **Por vía indirecta o de flancos** debido a las vibraciones de los elementos de flanco conectados al elemento de separación principal.

⁶ Norma UNE EN 140-4, para medición in situ de aislamiento acústico entre locales

Norma UNE EN 140-5, para la medición in situ de aislamiento acústico de elementos de fachada y de fachadas.

Norma UNE EN 140-7, para la medición in situ de aislamiento acústico a ruido de impactos.

⁷ Por lo general el DB HR exige un aislamiento acústico en el edificio terminado, expresado como se ha visto por $L'_{nT,w}$, $D_{nT,A}$ y $D_{2m,nT,A,tr}$. Sin embargo existen situaciones particulares en el DB HR en las que se va a exigir el aislamiento acústico de las particiones expresadas como R_A . Véase apartado 2.1.1.

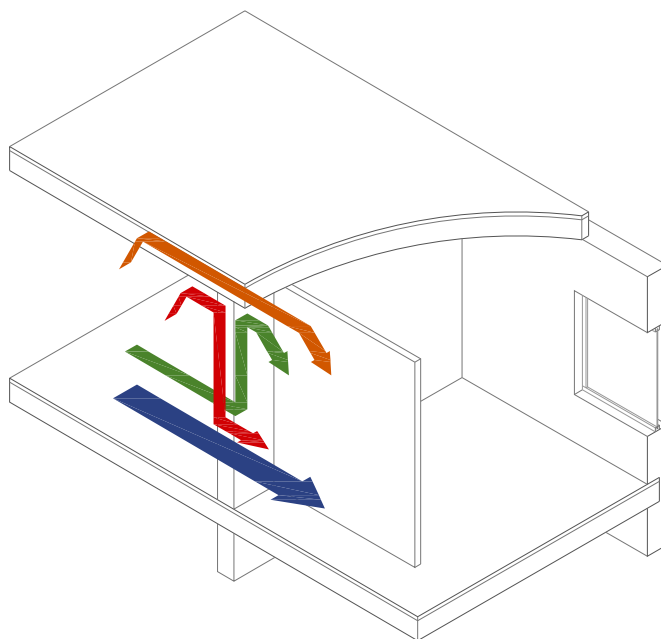


Figura 1.3. Esquema de vías de transmisión acústica a ruido aéreo entre dos recintos.

En azul se indica la transmisión directa, a través del elemento de separación vertical.

En otros colores se han indicado las transmisiones indirectas o de flancos.

- En naranja la transmisión de flanco a flanco, en este caso a través del forjado.
- En rojo, la transmisión flanco-directo, desde el forjado al elemento de separación vertical.
- En verde la transmisión directa-flanco, desde el elemento de separación vertical al forjado.

Para un mismo elemento constructivo, el aislamiento obtenido in situ, siempre es menor que el aislamiento teórico o de laboratorio.⁸

Para conseguir un determinado valor de aislamiento acústico entre recintos ($D_{nT,A}$, $L'_{nT,w}$, $D_{2m,nT,Atr}$) no es suficiente que los elementos de separación entre los mismos tengan un valor de aislamiento acústico en laboratorio (R_A , L_n o $R_{A,tr}$) igual a dicho valor, sino que tiene que ser necesariamente superior⁹. La diferencia, derivada de la transmisión por flancos, viene condicionada por las características constructivas y geométricas de los elementos de separación, el tipo de conexión entre los mismos y las características geométricas del recinto. Dicha diferencia puede variar sensiblemente en función de los tipos constructivos, pero de modo orientativo, puede decirse que en edificación convencional es generalmente superior a 5dBA.

Por ello, la falta de correlación entre los valores de aislamiento acústico medidos in situ y los valores de aislamiento acústico previstos en la norma básica NBE CA 88¹⁰, está justificada, dado que se están comparando valores que no representan lo mismo.

También debe destacarse, que el aislamiento acústico entre recintos depende del conjunto, y no sólo del elemento de separación entre ambos, por lo que en algunas ocasiones, cuando existan flancos de menor aislamiento, la mejora del elemento de separación puede no suponer una mejora sensible del aislamiento, si no se elimina o mejora la vía de transmisión indirecta que está penalizando el aislamiento acústico.

⁸ Debe matizarse que en esta afirmación se establece una comparación de dos magnitudes que corresponden a conceptos diferentes y que no son comparables. Si se realiza una comparación entre los resultados de una medida de aislamiento acústico entre dos recintos, es decir, in situ, y una medida de aislamiento acústico obtenida en laboratorio, el resultado obtenido in situ sería menor a lo obtenido en laboratorio, salvo en contadas excepciones.

⁹ Para conseguir un determinado valor de aislamiento acústico entre recintos ($D_{nT,A}$, $L'_{nT,w}$ o $D_{2m,nT,Atr}$) no es suficiente únicamente con que los elementos constructivos proyectados tengan un valor de aislamiento acústico de laboratorio (R_A , $L_{n,w}$ o $R_{A,tr}$) más elevado, sino que además debe tenerse en cuenta los encuentros constructivos, los elementos de flanco y la ejecución de cada uno de los mismos. Véase apartado 1.4

¹⁰ La NBE CA 88 establecía el aislamiento acústico en términos R_A y L_n . Frecuentemente se han comparado los valores de aislamiento acústico obtenidos en el edificio con los valores exigidos en la antigua NBE CA 88. La identificación de dichos valores es un error, pues los índices R_A o L_n no se obtienen de mediciones in situ, sino de mediciones en laboratorio y por lo tanto no son comparables entre sí.

Además de las transmisiones por vía indirecta, existen otros motivos por los cuales el aislamiento acústico proporcionado por un elemento constructivo en el edificio terminado puede ser menor que el proporcionado por el mismo en laboratorio, como son:

1. Defectos en la ejecución: como por ejemplo la presencia de rozas sin retacar en los elementos de fábrica, la falta de estanquidad en la puesta en obra de las carpinterías, discontinuidades del material aislante a ruido de impactos, etc.
2. La existencia de puentes acústicos: como por ejemplo, los debidos a encuentros mal diseñados o ejecutados incorrectamente, o a conductos de instalaciones que no se han tratado convenientemente.

Para prevenir que el aislamiento acústico pueda verse influido por alguna de las dos causas mencionadas en el párrafo anterior, es fundamental un buen diseño de los encuentros constructivos desde el proyecto de ejecución y una buena ejecución, tal y como se va a exponer en el capítulo 2 de esta Guía, Herramientas complementarias.

1.3.1.2 Trasmisiones a ruido de impactos

El ruido de impactos en la edificación se produce por una excitación mecánica como una pisada, un golpe o la caída de un objeto producida sobre el forjado. Los impactos originan unas vibraciones que se propagan por el forjado a aquellos elementos constructivos conectados a éste, como pilares y tabiques, que son excitados y a su vez, se convierten en fuentes generadoras de ruidos aéreos, percibidos por los usuarios.

Para el ruido de impactos, las transmisiones indirectas se producen por estas vibraciones que desde el forjado, pasan a los elementos constructivos a los que están unidos. En la figura 1.4, se ha marcado la transmisión a ruido de impactos que existe entre dos recintos superpuestos (recinto 1 - recinto 2), que es la compuesta por la transmisión directa (D) y las transmisiones indirectas *f* marcadas en rojo.

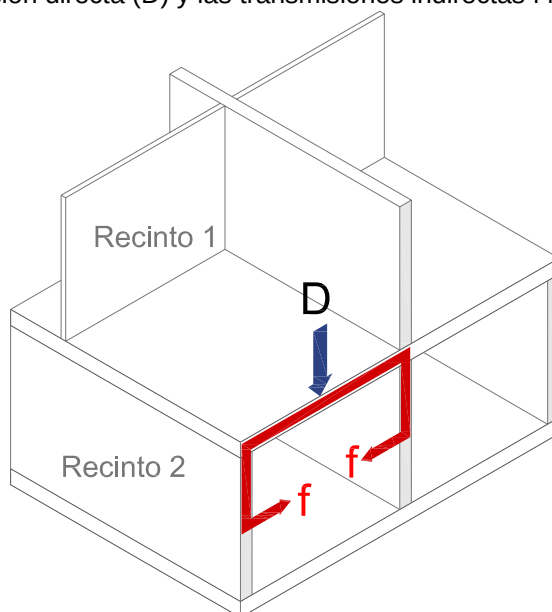


Figura 1.4. Transmisión de ruido de impactos entre dos recintos superpuestos

Como puede verse en la figura 1.5, la transmisión a ruido de impactos no sólo se produce entre recintos superpuestos, sino que además se produce entre recintos colindantes (recintos 1 y 2) y recintos con una arista horizontal común (recintos 1 y 3). Se ha marcado la transmisión directa con una letra D y las transmisiones indirectas, marcadas con la letra *f*.

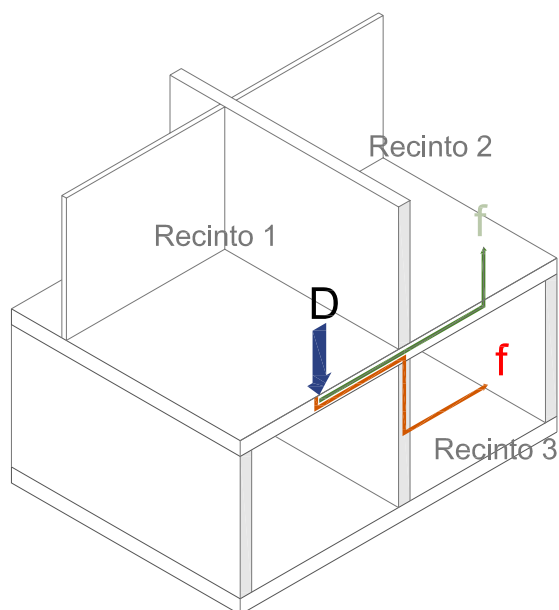


Figura 1.5. Transmisión de ruido de impactos entre recintos colindantes y con una arista horizontal común

Todos los índices de nivel de presión de ruido de impactos, ya sean obtenidos in situ, como en laboratorio, (Véase tabla 1.1), expresan la transmisión de ruido de impactos entre recintos, es decir, la diferencia entre el nivel de presión sonora provocado por la máquina de impactos y el nivel de presión sonora recibido en el recinto receptor, de tal forma, que cuanto menor es el valor de $L'_{nT,w}$ exigido, mayor es el aislamiento acústico a ruido de impactos requerido. Por ejemplo: Un nivel de presión de ruido de impactos $L'_{nT,w}$ de 80 dB, significa menos aislamiento acústico a ruido de impactos y por lo tanto, menor confort acústico que un nivel $L'_{nT,w}$ de 65 dB.

1.3.1.3 Las magnitudes de aislamiento acústico. Relaciones entre índices

La respuesta de los elementos constructivos frente al sonido varía en función de la frecuencia, es decir, en una medida de aislamiento acústico, se obtienen diferentes valores de aislamiento para cada una de las frecuencias de tercio de octava. Véase figura 1.6.

Desde el punto de vista del DB HR, sólo se utilizan valores globales de aislamiento, es decir, un valor ponderado que resume la información obtenida en un ensayo, tanto si es un ensayo in situ, como si se realiza en laboratorio.

Para aislamiento a ruido aéreo entre recintos se utiliza la ponderación A, que tiene en cuenta la sensibilidad del oído humano, dando mayor relevancia a las altas y medias frecuencias, que a las bajas frecuencias. Esta ponderación se utiliza tanto para los índices que expresan el aislamiento in situ, como los que lo expresan en laboratorio.

Para aislamiento a ruido aéreo de fachadas o de recintos frente al ruido exterior, se utilizan las curvas de referencia de ruido de tráfico¹¹, ya que en la mayoría de los casos va a ser el ruido dominante en el exterior.

En los ensayos a ruido aéreo generalmente se va a encontrar la información expresada mediante tres valores¹², que no son otros que índices ponderados con la UNE EN ISO 717-1 y sus correspondientes términos de adaptación espectral:

- $R_w (C, C_{tr})$, para elementos constructivos ensayados en laboratorio.
- $D_{nT,w} (C, C_{tr})$, para ensayos in situ a ruido aéreo.
- $D_{2m,nT,Atr} (C, C_{tr})$, para ensayos in situ de fachadas.

¹¹ La ponderación con las curvas de referencia de ruido de tráfico refleja bien la sensibilidad del oído humano con respecto al ruido de aeronaves.

¹² Esta información puede ampliarse en el Anejo 1 de Conceptos previos.

Generalmente, estos ensayos van a contener además información de los índices R_A , y R_{Atr} , pero si no fuera así, se podrían utilizar las aproximaciones de la tabla 1.2:

Tabla 1.2. Relación de índices de aislamiento acústico

	Índices de aislamiento acústico	
	En el edificio	De elementos constructivos.
Ruido aéreo entre recintos	$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$	$R_A = R_w + C$
Ruido aéreo de fachadas	$D_{2m,nT,A,tr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$	$R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$

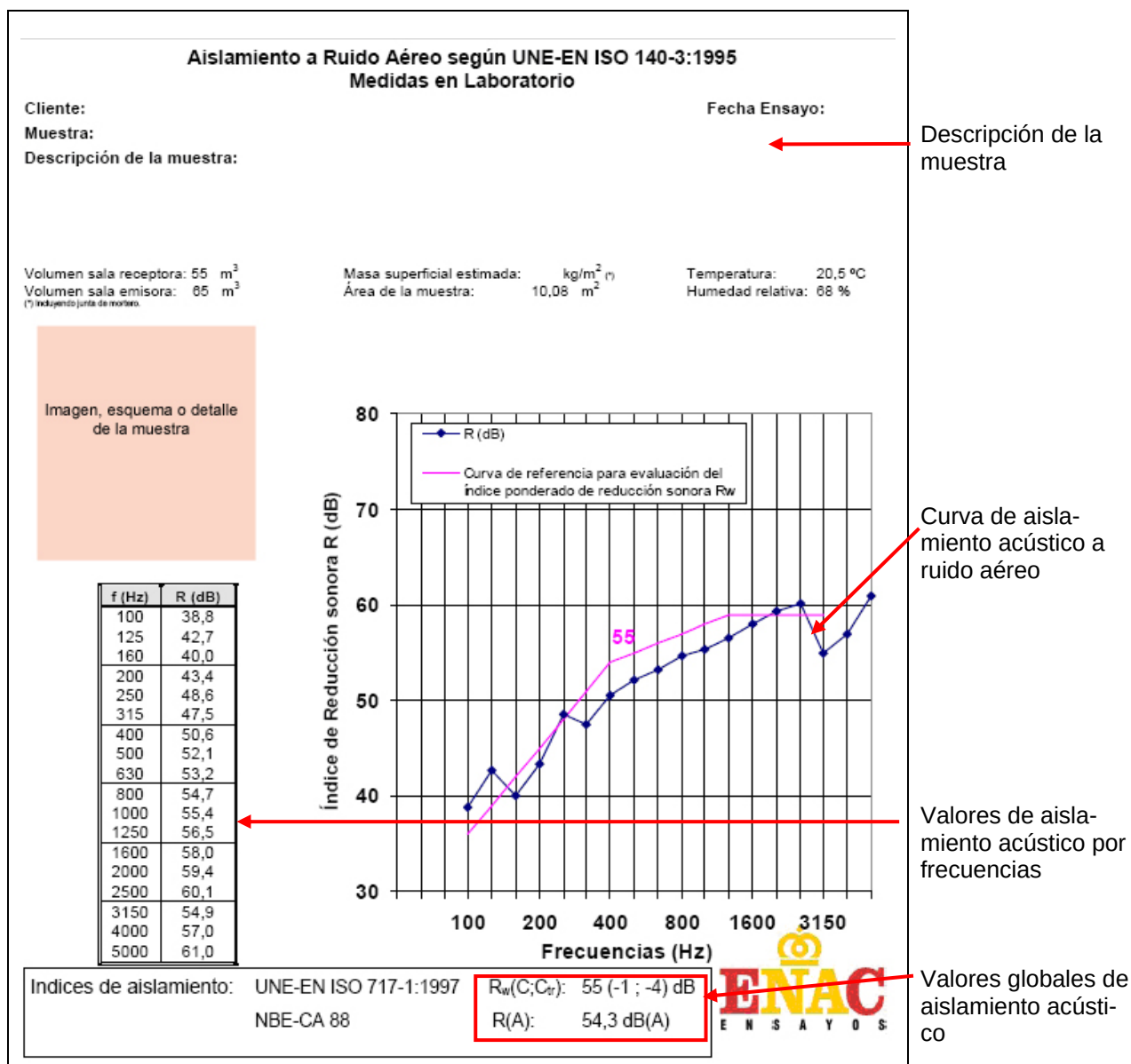


Figura 1.6. Ejemplo informe de aislamiento acústico a ruido aéreo

El término C puede oscilar por lo general entre 0 y -2, pero el término C_{tr} para ruido de tráfico es muy variable. Por ejemplo, el aislamiento acústico de una solución de fachada expresado como R_A puede ser incluso siete u ocho decibelios mayor que el aislamiento expresado como $R_{A,tr}$.

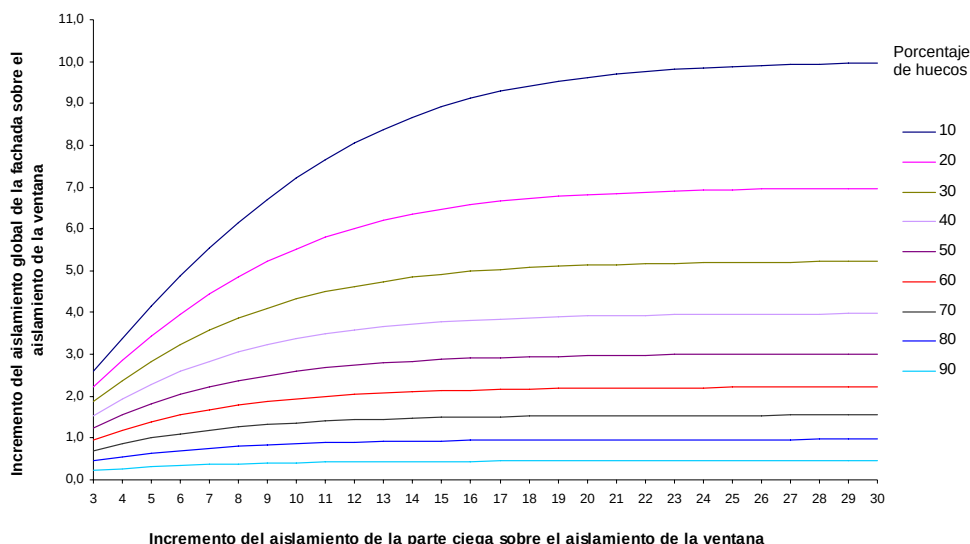
Para ruido de impactos, se utiliza el nivel global de presión de ruido de impactos identificado mediante el subíndice w, que el valor ponderado mediante los procedimientos de la norma UNE EN ISO 717-2. ($L'_{nT,w}$ para el aislamiento in situ, $L_{n,w}$ para aislamiento en laboratorio)

1.3.1.4 Aislamiento acústico en elementos constructivos mixtos. Fachadas

Se denominan elementos constructivos mixtos a aquellos que están formados por partes diferentes, cada una con valores de aislamiento acústico diferentes, como por ejemplo, las fachadas, un tabique con una puerta, una cubierta con un lucernario, etc. De entre todos los elementos que pueden considerarse mixtos, el más representativo es la fachada, ya que las ventanas suelen ser los elementos de menor aislamiento acústico o más débiles y suelen limitar el aislamiento acústico frente al ruido exterior del conjunto.

En estos casos, el aislamiento acústico máximo del conjunto (ventana + parte ciega) que puede obtenerse es aproximadamente 10 dB superior al aislamiento del elemento más débil (normalmente la ventana o la caja de persiana). Por ello, para mejorar el aislamiento acústico de fachadas, el esfuerzo hay que centrarlo en mejorar el aislamiento acústico de la ventana, empleando ventanas de mejor calidad.

La figura 1.7 ilustra esta influencia del elemento de menos aislamiento en el aislamiento global. Expresa en abscisas el incremento del aislamiento de la parte ciega sobre la ventana, y en ordenadas el incremento del aislamiento global sobre el aislamiento de la ventana. Se puede apreciar cómo para porcentajes de huecos habituales en edificación residencial del 30 – 40 %, el aislamiento final que se puede obtener será como máximo entre 4 y 5 dB mayor que el valor de aislamiento de la ventana. Con porcentajes de huecos superiores, del 60 o 70% que son relativamente frecuentes en estancias muy acristaladas, el aislamiento acústico del conjunto es prácticamente el aislamiento acústico de la ventana.



% de huecos da fachada	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
Máxima mejora del aislamiento de la fachada (dBA)	10	8,2	7	6	5,2	4,5	4	3	2,2	1,5	0,9	0,5

Figura 1.7. Relación entre el aislamiento global, el aislamiento de la ventana y de la parte ciega, en función del % de huecos

Un elemento que merece una especial reflexión es la caja de persiana. Su principal problema es la falta de estanquidad; ya que a través de los capitalzados instalados en la hoja interior de la fachada penetra el aire y el ruido. Los valores del índice global de reducción acústica para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, (Véase apartado 1.3.1.1) difícilmente superan los 30 dBA. Esto limita el aislamiento global de la fachada, de tal forma que para aquellas situaciones más contaminadas acústicamente, es recomendable utilizar alternativas a las cajas de persiana instaladas por el interior de la fachada, tales como capitalzados instalados por el exterior u otros sistemas de protección del soleamiento que no comprometan el aislamiento acústico, parasoles, venecianas exteriores, etc. (Véase apartado 2.1.4.4.2)

1.3.2 Acondicionamiento acústico

La expresión acondicionamiento acústico suele estar asociada a recintos como auditorios o teatros, que tienen una acústica excepcional. Sin embargo, con cierta frecuencia existen recintos de uso cotidiano donde las condiciones acústicas no son las adecuadas. Así por ejemplo, las aulas son a menudo lugares donde es casi imposible seguir una clase o existen restaurantes y comedores demasiado ruidosos donde es difícil entablar una conversación. Esto se debe a que estos establecimientos suelen tener todas sus superficies reflectantes acústicamente y al ser de un tamaño considerable y contar con muy poca absorción, el sonido permanece más tiempo en el ambiente, incrementándose paulatinamente los niveles de ruido de fondo.

Es a este tipo de recintos, como aulas o salas de conferencias de pequeño tamaño, comedores restaurantes, etc., a los que normalmente se les da poca importancia, en los que incide el DB HR, para que desde la etapa de diseño se tengan en cuenta las condiciones acústicas, de tal forma que se elijan materiales adecuados para que el tiempo de reverberación se mantenga dentro de un límite que no dificulte la transmisión o la percepción de la palabra.

Cuando las aulas y las salas de conferencias son de cierto tamaño (el DB HR fija el volumen máximo para la aplicación del método de cálculo en 350 m³) es necesario la realización de estudios específicos de mayor complejidad que lo exigido en el DB HR.

En la parte I del CTE se establece que para cumplirse las exigencias de protección frente al ruido, debe **limitarse el ruido reverberante de los recintos**. Esta exigencia tiene dos motivos:

- 1 La disminución de los niveles de ruido en el interior de los edificios.
- 2 Una mayor inteligibilidad de la palabra, que es especialmente importante en recintos como aulas y salas de conferencias.

Tal y como está planteado en el DB HR, **el acondicionamiento acústico es un problema de la elección de los acabados de las superficies de los elementos constructivos**.

1.4 Organización de la Guía de aplicación del DB HR

El DB HR Protección frente al ruido tiene un carácter prestacional, es decir, define las prestaciones o las características acústicas que los elementos constructivos, acabados o sistemas de instalaciones deben cumplir, pero no introduce soluciones constructivas concretas. En este sentido, esta Guía pretende servir de apoyo a los técnicos y dar criterios sobre la aplicación del DB HR, la interpretación de las exigencias y el uso de las opciones que contiene el DB HR, así como orientar en la elección de soluciones mediante la utilización del CEC.

El aspecto más importante en el DB HR es el aislamiento acústico, y éste, como ya se ha indicado, no sólo depende de los elementos constructivos proyectados para la separación entre los diferentes recintos, sino también de los encuentros entre ellos y de la ejecución de los mismos. Los aspectos relativos al diseño de uniones y la ejecución de elementos constructivos de separación se tratan de forma general en el DB HR, y por eso, en esta Guía se incluyen una serie de fichas en las que se detallan las condiciones que deben cumplir las uniones, criterios de ejecución y procedimientos de control de la ejecución de cada uno de los tipos constructivos que aparecen en la opción simplificada de verificación del aislamiento acústico.

Análogamente, la protección frente al ruido de las instalaciones está tratada de una forma muy genérica en el DB HR. Por ello, en esta guía se han incluido una serie de fichas que desarrollan los aspectos acústicos más relevantes para cada uno de los principales tipos de instalaciones del edificio, susceptibles de generar ruidos en el mismo.

Por todo ello, esta Guía se organiza en dos partes (Véase esquema 1.1):

1. **Una primera parte**, que contiene los criterios de aplicación del DB HR, desarrolla sus contenidos y sirve de apoyo para su utilización.

Esta parte debe utilizarse conjuntamente con el texto del DB HR y contiene información para elaborar un proyecto básico y, conjuntamente con el CEC y la segunda parte de esta Guía, el proyecto de ejecución.

2. **Una segunda parte**, que contiene una serie de fichas complementarias que desarrollan aspectos relativos al diseño de encuentros, ejecución de soluciones constructivas, a la vez que desarrolla algunos ejemplos sobre el tratamiento de sistemas de instalaciones comunes en la edificación residencial.

Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido

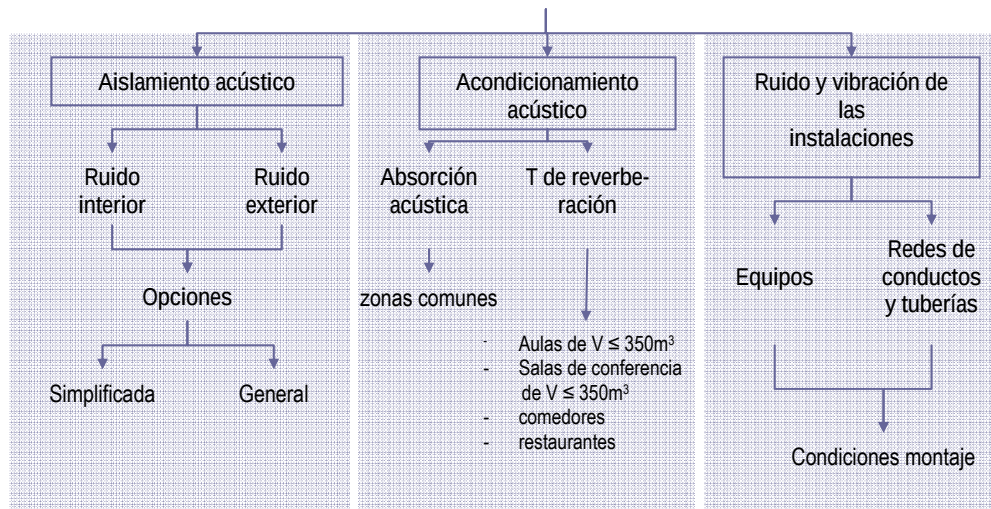
1ª PARTE:

Criterios de aplicación del DB HR

Para el proyecto básico y de ejecución

- Criterios para la utilización del DB HR
- Zonificación del edificio y aplicación de las exigencias
- Descripción de las opciones de aislamiento.
- Ejemplos

DB HR Protección frente al ruido



2ª PARTE:

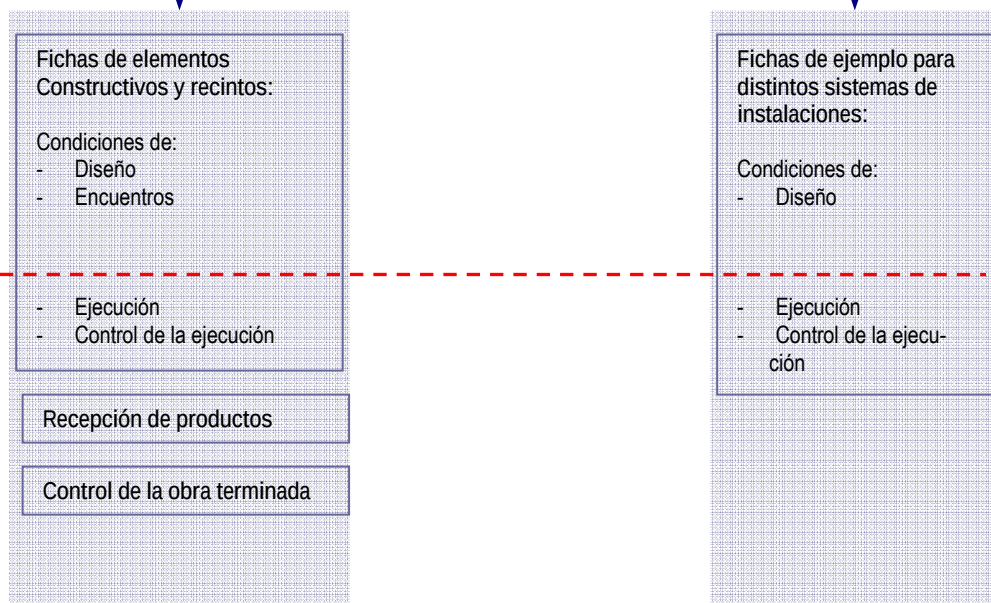
Herramientas complementarias

Para el proyecto de ejecución

Fichas de apoyo para la definición de los elementos constructivos.

En obra

Fichas de apoyo para la ejecución, control de la ejecución, recepción de productos y obra terminada



Esquema 1.1. Esquema organizativo de la Guía de aplicación del DB HR