



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008  
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A080

## Nueva normativa española sobre acústica en edificación

Ana Delgado Portela<sup>(a)</sup>

(a) Subdirección General de Innovación y Calidad de la Edificación. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda Ministerio de Vivienda. Paseo de la Castellana, 112, 28046 Madrid, España. E-mail: adelgado@vivienda.es

### Abstract

In this paper there exposes the development of the Spanish regulation in the area of the protection of the noise in the buildings, Basic Document DB-HR Noise Protection, of the Technical Code of the Building, CTE.

The CTE is the normative frame that establishes the basic requirements of quality of the buildings and of its installations, in such a way that there allows the fulfilments of the Basic Requirements of Building Act 38/1999 of 5 December, derived from the Council Directive 89/106/CEE on construction products.

The Royal Decree 1371/2007 by that the DB-HR is approved has been published recently - in October, 2007 - and its object is to limit, within buildings and under normal conditions of use, the risk of nuisance or illness which noise may cause users as a result of the characteristics of their design, construction, use and maintenance. Basic requirements are established in terms of requirements and define airborne sound insulation limit values and impact sound insulation limit values beside reverberation time limit values and sound absorption limit value in certain type of enclosures.

### Resumen

Desarrollo de la normativa española en el ámbito de la protección frente al ruido en las edificaciones, Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido, del Código Técnico de la Edificación, CTE.

El CTE es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones, de tal forma que permite el cumplimiento de los Requisitos Básicos de la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación, derivada de la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción.

El Real Decreto 1371/2007 por el que se aprueba el DB-HR ha sido publicado recientemente – octubre de 2007 – y su objeto es limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para ello se establecen exigencias básicas en términos de prestaciones y se definen valores límite de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos además de limitarse el tiempo de reverberación y la absorción acústica en determinado tipo de recintos.

## 1 Introducción

La gran componente subjetiva de ruido hace que una de sus definiciones sea “sonido no deseado” y esta acepción proviene sobre todo de la consideración del ruido como molestia; por molestia entendemos malestar, trastornos del sueño, interferencias en la comunicación, pérdida de atención escolar, falta de concentración, fatiga, irritabilidad, etc.

No obstante, en la actualidad, está objetivamente probado que la exposición al ruido tiene efectos perjudiciales para la salud, tales como disminución o pérdida de la capacidad auditiva, estrés, neurosis, cardiopatías, hipertensión, ansiedad, depresión, etc.

Según las Guías para el ruido urbano publicadas por la OMS:

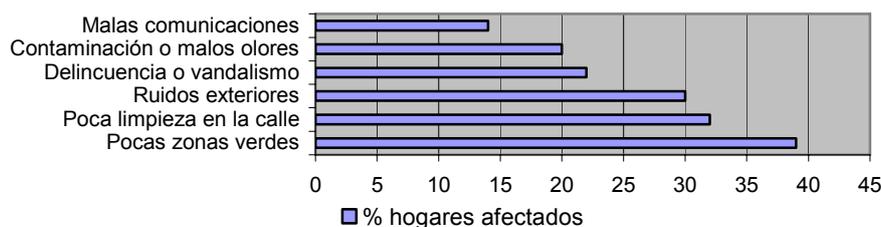
- Un 40% de los europeos están expuestos a un nivel sonoro que excede los 55 dBA por el día
- Un 20% están expuestos a más de 65 dBA (véase figura 1)



**Figura 1.** Medida de ruido en una calle de Madrid

Estos efectos nocivos no han sido tenidos en cuenta en España de manera significativa, salvo en el ámbito laboral, hasta hace relativamente pocos años. Concretamente, en el último Censo de Población y Viviendas publicado, del año 2001, se incluyó por primera vez el apartado “El entorno y sus problemas” en el que se evaluaba la percepción subjetiva de los hogares sobre varios factores inconvenientes en su vivienda y entorno. El problema “ruidos exteriores” ocupó el tercer lugar de preocupación con un 30 % de hogares afectados, por detrás de “pocas zonas verdes” – un 39 % – y poca limpieza en la calle – un 32 % –; y por delante de “delincuencia o vandalismo en la zona” – un 22 % –, “contaminación o malos olores” – un 20 % – y “malas comunicaciones” – un 14 %. Sin embargo, en la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) del año 2006, publicada en noviembre de 2007 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), esta cifra había subido al 36,4% (véase figura 2).

### Inconvenientes en vivienda y entorno



**Figura 2.** Tanto por ciento de hogares afectados por ruidos

## **2 Antecedentes**

La primera normativa en España que protege al individuo frente al ruido en su vivienda, es decir, las primeras exigencias de aislamiento acústico en los edificios son del año 1981 y se establecieron en la Norma Básica de la Edificación NBE CA-88 Condiciones Acústicas en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 1909/1981, modificada por el Real Decreto 2115/1982 y finalmente corregida por la Orden de 29 de septiembre de 1988.

## **3 Marco normativo**

### **3.1 En calidad de edificación**

En el año 1989, el Consejo de las Comunidades Europeas dictó la Directiva 89/106/CE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembro sobre los productos de construcción, cuya transposición al ordenamiento jurídico español se efectuó por Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre. Esta directiva tiene por objeto la libre circulación de productos de construcción, establece condiciones de importación, comercialización y uso y en ella se definen los requisitos esenciales de la edificación: Resistencia mecánica y estabilidad. Seguridad en caso de incendio. Salubridad (Higiene, salud y medio ambiente). Seguridad de utilización. Protección frente al ruido. Ahorro de energía y aislamiento térmico.

Diez años más tarde, en 1999, la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE) adopta estos requisitos esenciales transformándolos en requisitos básicos que deben cumplirse durante un periodo de vida útil, económicamente razonable del edificio. En la LOE se fijan responsabilidades a los Agentes de la Edificación: promotor, proyectista, constructor, director de la obra, director de la ejecución de la obra, entidades y laboratorios de control de calidad, suministradores de productos, propietarios y usuarios. Se proporcionan garantías a los usuarios y se establece un mandato al Gobierno en su Disposición final segunda: aprobar un Código Técnico de la Edificación (CTE).

El CTE fue aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y se define como “el marco normativo que establece las Exigencias Básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones, de tal forma que permita el cumplimiento de los Requisitos Básicos”.

En este real decreto no se incluyó el Documento Básico DB-HR Protección frente al ruido que en ese momento era objeto de coordinación con los desarrollos reglamentarios de la Ley 37/2003 del Ruido, promovida por el Ministerio de Medio Ambiente como desarrollo de la Directiva Europea 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Finalmente, este documento fue aprobado por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

### **3.2 En medio ambiente**

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento europeo y del Consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental tiene por objeto un enfoque común en el Espacio Europeo para evitar, prevenir o reducir los efectos del ruido. Define: indicadores de ruido, métodos de evaluación, mapas de ruido y planes de acción.

Fue parcialmente transpuesta al ordenamiento jurídico español por la promulgación, en 2003 de la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido que, en un sentido amplio, entiende como ruido tanto la percepción del sonido como las vibraciones, incluidos ambos en el concepto de contaminación acústica.

La transposición de la Directiva concluyó a finales del año 2005, con el Real Decreto 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 del ruido ambiental.

Pero la Ley 37/2003 es más ambiciosa que la Directiva, incluye objetivos de calidad acústica y establecimiento de áreas acústicas, por lo que para completar reglamentariamente su desarrollo, en el año 2007, se publicó el Real Decreto 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.

## **4 Código Técnico de la Edificación, CTE**

El CTE fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y publicado en el Boletín Oficial del Estado el 28 de marzo de 2006, está vigente desde el 29 de marzo de 2006 y es de aplicación obligatoria desde el 29 de marzo de 2007.

### **4.1 Objeto y ámbito de aplicación**

El CTE tiene por objeto:

- Establecer las exigencias básicas de calidad de los edificios que deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los mismos.
- Conseguir un nuevo marco de reglamentación técnica ordenado que identifique y complete o sustituya a la normativa existente, que facilite su aplicación, promueva la innovación y esté armonizado con la legislación europea.
- Adicionalmente, contribuir de forma decisiva en el desarrollo de otras políticas del Gobierno sobre sostenibilidad y limitación de recursos energéticos, como formar parte del Plan de Acción de la Estrategia Española de ahorro y eficiencia energética, E4

El CTE se aplica a los edificios de los usos contemplados en la LOE y a las obras de nueva construcción, ampliación, modificación, reforma o rehabilitación, bien sea parcial – estructural o funcional – o integral, siempre que dichas obras requieran licencia o autorización legalmente establecida y con las limitaciones que se establecen en el mismo, dentro de cada uno de los Documentos Básicos.

También se aplica a los edificios existentes en los que pretenda cambiarse su uso característico, aunque ello no implique necesariamente la realización de obras.

### **4.2 Contenido**

El CTE está dividido en dos partes:

- Parte I. Comprende las Disposiciones generales y las Exigencias básicas, en términos de prestaciones, que deben cumplirse en los edificios para satisfacer los requisitos básicos de Seguridad y Habitabilidad. Completa y precisa las definiciones de los requisitos básicos de la LOE
- Parte II. Está constituida por los Documentos Básicos (DB) y en ellos se caracterizan y cuantifican las exigencias y se ofrecen métodos de verificación y soluciones sancionadas por la práctica, para cumplir las exigencias. Hay un DB para cada una de las exigencias básicas. El Documento Básico que permite acreditar el cumplimiento de las exigencias básicas de protección frente al ruido con suficientes garantías técnicas, es el DB-HR Protección frente al ruido.

### 4.3 El CTE y la contaminación acústica

Dentro de las exigencias básicas de habitabilidad, en el Artículo 14, se establecen las exigencias básicas de protección frente al ruido, cuyo texto es:

14.1 El objetivo de este requisito es limitar dentro de los edificios, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido puede producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento

14.2 Para satisfacer este objetivo, los edificios deben proyectarse, construirse y mantenerse 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

14.3 El DB-HR 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

## 5 DB-HR Protección frente al ruido

El DB-HR fue aprobado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre y publicado en el Boletín Oficial del Estado el 23 de octubre de 2007, está vigente desde el 24 de octubre de 2007 y será de aplicación obligatoria desde el 24 de octubre de 2008.

El DB-HR ha sustituido a la anterior legislación española en materia de protección contra el ruido, la NBE CA-88 Condiciones Acústicas en los Edificios, y presenta un importante cambio con respecto a las exigencias ya que en él se establecen valores mínimos de aislamiento entre los recintos interiores de un edificio y entre éstos y el exterior, además de exigir determinados valores de tiempo de reverberación y de absorción acústica.

Además, en la NBE-CA se exigía el aislamiento al elemento constructivo que separaba dos recintos – medido en condiciones de laboratorio – mientras que en el DB-HR se plantea el aislamiento como la diferencia de niveles entre recintos – magnitud que tiene la posibilidad de comprobarse mediante mediciones *in situ* – y se tienen en cuenta, además, las transmisiones laterales o por flancos que dependen principalmente de las formas de unión de dichos elementos y de la geometría de los recintos.

### 5.1 Objeto y ámbito de aplicación

El objeto del DB-HR es establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico "Protección frente al ruido".

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general en la Parte I del CTE con algunas excepciones:

- 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 m<sup>3</sup>, que serán objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño, y se considerarán recintos protegidos respecto de otros recintos y del exterior;
- d) las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las

obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.

## 5.2 Magnitudes, símbolos y unidades

Las magnitudes que definen las exigencias básicas del DB-HR son las siguientes:

Índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , en dBA

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, para aislamiento entre recintos interiores,  $D_{nT,A}$  en dBA

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, para aislamiento de fachadas y cubiertas,  $D_{2m,nT,Atr}$ , en dBA

Nivel global de presión de ruido de impactos, estandarizado, para aislamiento a ruido de impactos,  $L'_{nT,w}$ , en dB

Tiempo de reverberación, T en s

## 5.3 Exigencias básicas

Las exigencias básicas del DB-HR se presentan como valores límite de aislamiento a ruido aéreo y aislamiento a ruido de impactos, y valores límite de absorción acústica y de tiempo de reverberación. En cuanto a los ruidos y vibraciones de las instalaciones, se proponen condiciones de tal manera que el ruido procedente de las mismas no aumente el producido por las restantes fuentes de ruido.

### 5.3.1 Valores límite de aislamiento a ruido aéreo

Vienen dados en función de la procedencia del ruido, del tipo de recinto y, para cerramientos, del uso y de la zona donde se ubique el edificio.

a) *Tabiquería (separaciones dentro de una unidad de uso)*:  $R_A \geq 33$  dBA

b) *Recintos interiores*: valores de  $D_{nT,A}$  en tabla 1

**Tabla 1.** Valores límite de aislamiento a ruido aéreo en el interior

| Ruido procedente de:                               | Tipo de recinto   |   |
|--|---|---|
|  | Protegido   | Habitable   |
| Otra unidad de uso                                 | $D_{nT,A} \text{ dBA} \geq 50 \text{ dBA}$                          | $D_{nT,A} \geq 45 \text{ dBA}$                                      |
| Una zona común, si no comparten puertas o ventanas | $D_{nT,A} \geq 50 \text{ dBA}$                                      | $D_{nT,A} \geq 45 \text{ dBA}$                                      |
| Una zona común, si comparten puertas o ventanas    | Puertas $R_A \geq 30 \text{ dBA}$<br>Muro $R_A \geq 50 \text{ dBA}$ | Puertas $R_A \geq 20 \text{ dBA}$<br>Muro $R_A \geq 50 \text{ dBA}$ |
| Recinto de instalaciones o de actividad            | $D_{nT,A} \geq 55 \text{ dBA}$                                      | $D_{nT,A} \geq 45 \text{ dBA}$                                      |

c) *Medianerías*:

- Aislamiento de cada cerramiento:  $D_{2m,nT,Atr} \geq 40 \text{ dBA}$
- Aislamiento del conjunto de los dos cerramientos:  $D_{nT,A} \geq 50 \text{ dBA}$

d) *Cerramientos (fachadas y cubiertas)*: valores de  $D_{2m,nT,Atr}$  en tabla 2

**Tabla 2.** Valores límite de aislamiento a ruido aéreo con respecto al exterior

| $L_d$<br>dBA       | Uso del edificio        |           |  |       |
|--------------------|-------------------------|-----------|--|-------|
|                    | Residencial y sanitario |           | Cultural, docente,<br>administrativo y religioso |       |
|                    | Dormitorios             | Estancias | Estancias  | Aulas |
| $L_d \leq 60$      | 30                      | 30        | 30   | 30    |
| $60 < L_d \leq 65$ | 32                      | 30        | 32   | 30    |
| $65 < L_d \leq 70$ | 37                      | 32        | 37   | 32    |
| $70 < L_d \leq 75$ | 42                      | 37        | 42   | 37    |
| $L_d \geq 75$      | 47                      | 42        | 47   | 42    |

### 5.3.2 Valores límite de aislamiento a ruido de impactos

Vienen dados, para recintos protegidos, en función de la procedencia del ruido.

*Recintos protegidos:* valores de  $L'_{nT,w}$  en tabla 3

**Tabla 3.** Valores límite de aislamiento a ruido de impactos

| Ruido procedente de                     | Recinto Protegido      |
|---|------------------------|
| Otra unidad de uso                      | $L'_{nT,w} \leq 65$ dB |
| Una zona común                          | $L'_{nT,w} \leq 65$ dB |
| Recinto de instalaciones o de actividad | $L'_{nT,w} \leq 60$ dB |

Los recintos pueden estar colindantes verticalmente u horizontalmente o tener una arista horizontal común.

### 5.3.3 Valores límite del tiempo de reverberación

Vienen dados en función del tipo de recinto en la tabla 4.

**Tabla 4.** Valores límite del tiempo de reverberación

| Tipo de recinto   | Tiempo de reverberación |
|---|-------------------------|
| Aulas y salas de conferencias vacías, sin ocupación y sin mobiliario. $V < 350 \text{ m}^3$ | $T \leq 0,7$ s          |
| Aulas y salas de conferencias vacías pero incluyendo las butacas. $V < 350 \text{ m}^3$     | $T \leq 0,5$ s          |
| Restaurantes y comedores vacíos   | $T \leq 0,9$ s          |

### 5.3.4 Ruido y vibraciones de las instalaciones

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 aquéllas con los elementos constructivos de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio

Las exigencias en cuanto a ruido y vibraciones de las instalaciones se consideran satisfechas si se cumple lo especificado en sus reglamentaciones específicas y las condiciones especificadas en algunos de los apartados del DB-HR, tales como:

- Limitación del nivel de potencia acústica de equipos que emitan ruido situados en un recinto protegido, de tal manera que no se superen los objetivos de calidad establecidos en el desarrollo reglamentario de la Ley del Ruido.
- Limitación del nivel de potencia acústica de los equipos situados en recintos de instalaciones, con las indicaciones de aislamiento proporcionadas por los fabricantes.
- Limitación del nivel de potencia acústica de equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, de tal manera que en el entorno de los equipos y en los recintos habitables y protegidos próximos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.
- Criterios para las condiciones de montaje y funcionamiento de los distintos tipos de instalaciones: hidráulicas, de ventilación, de aire acondicionado, de elevación y transporte, etc.

#### **5.4 Diseño y dimensionado del aislamiento, métodos de cálculo**

En el DB-HR se ofrecen dos opciones para diseñar el método de cálculo del aislamiento y del tiempo de reverberación y con cuya aplicación se consideran satisfechas las exigencias básicas de protección frente al ruido.

##### **5.4.1 Opción simplificada de cálculo de aislamiento**

Consiste en un conjunto de tablas en las que se establecen los valores mínimos de los parámetros acústicos que los definen los elementos constructivos que conforman los recintos, paredes, forjados, fachadas, cubiertas. Las tablas están calculadas para edificios de uso residencial que constituyen el 90% de la edificación, pero pueden aplicarse a otros usos, docente, administrativo, hospitalario, etc., teniendo en cuenta que el aislamiento obtenido será mayor que el estrictamente necesario.

Esta opción es más restringida en su campo de aplicación pero es de fácil de aplicación. Se contemplan la mayor parte de sistemas constructivos que se han agrupado en las tipologías más usuales en construcción.

Para ayuda de su aplicación, se ha elaborado un Catálogo de elementos constructivos en el que se pueden encontrar los materiales y unidades de obra usuales en edificación, con sus correspondientes parámetros acústicos. En este catálogo también se ofrecen los parámetros correspondientes al DB-HS Salubridad y al DB-HE Ahorro de Energía. Puede descargarse gratuitamente en la página web: <http://www.codigotecnico.org/index.php?id=627>.

| FACHADA Hoja principal de fábrica vista |   |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|
| CON CÁMARA DE AIRE VENTILADA            |   |  |  |  |  |
| Aislamiento por el interior             |   |  |  |  |  |
| HP                                      | hoja principal  |  |  |  |  |
| LC                                      | fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo)                                   |  |  |  |  |
| BH                                      | fábrica de bloque de hormigón <sup>(4)</sup> de áridos densos                       |  |  |  |  |
| BC                                      | fábrica de bloque cerámico  |  |  |  |  |
| LHO                                     | fábrica de ladrillo perforado de hormigón <sup>(4)</sup> de áridos densos perforado |  |  |  |  |
| C                                       | cámara de aire ventilada  |  |  |  |  |
| AT                                      | aislante no hidrófilo   |  |  |  |  |
| HI                                      | hoja interior   |  |  |  |  |
| LH                                      | fábrica de ladrillo hueco   |  |  |  |  |
| T                                       | tablero o panel impermeable   |  |  |  |  |
| YL                                      | placa de yeso laminado  |  |  |  |  |
| RI                                      | revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado         |  |  |  |  |

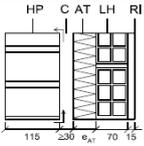
| Código | Sección   | HS<br>Gl | HE <sup>(1)</sup><br>U<br>(W/m <sup>2</sup> K) | R <sub>A</sub><br>(dBA) | HR<br>m <sup>(2)</sup><br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
|--------|---|----------|--|-------------------------|--|
| F 2.1  |  | 5        | $1/(0,45+R_{AT})$                              | 45                      | 193<br>[213]                                   |

Figura 3. Ejemplo de página del catálogo de elementos constructivos

### 5.4.2 Opción general de cálculo de aislamiento

La opción general contiene un procedimiento de cálculo basado en el modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE EN 12354 partes 1, 2 y 3. También podrá utilizarse el modelo detallado que se especifica en esa norma.

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

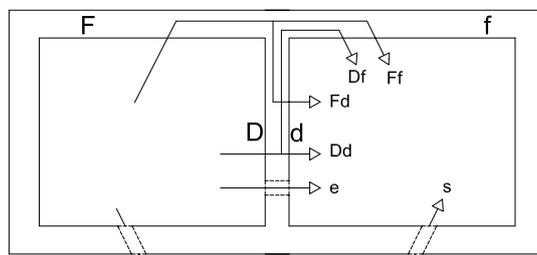


Figura 4. Caminos de transmisión acústica entre dos recintos

En el cálculo de ruido aéreo se usa el aislamiento acústico aparente  $R'$  (o índice de reducción acústica aparente), que se considera en su forma global  $R'_{A}$ ; en el cálculo de ruido de impactos se usa el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado  $L'_{n,w}$ .

El ámbito de aplicación de esta opción es general, puede aplicarse a todos los usos. Tiene mayor precisión y también mayor complejidad.

Para esta opción se ofrece una herramienta informática de ayuda al cálculo. Puede descargarse gratuitamente en la página web: <http://www.codigotecnico.org/index.php?id=632>.

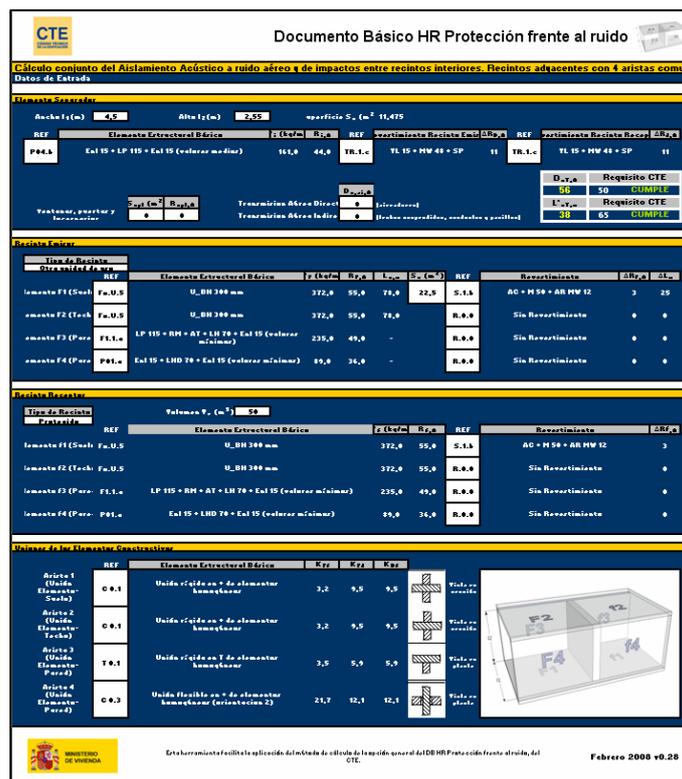


Figura 5. Ejemplo de página de la herramienta informática para la opción general

### 5.4.3 Tiempo de reverberación

Para calcular el tiempo de reverberación de un recinto se ofrece también un método de cálculo general a partir del volumen y de la absorción acústica del mismo y una opción simplificada que consiste en emplear un tratamiento absorbente acústico aplicado en el techo y, si fuese necesario, en las paredes. Este método sólo es válido en el caso de aulas y salas de conferencia de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>, en restaurantes y comedores.

### Referencias

Comunidad Económica Europea (1989) “Directiva 89/106/CE del Consejo de las Comunidades Europeas, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembro sobre los productos de construcción”.

Comunidad Económica Europea (2002) “Directiva 2002/49/CE del Parlamento europeo y del Consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental”.

Birgitta Berglund; Thomas Lindvall; Dietrich H Schwela. Organización Mundial de la Salud, Ginebra (1999) “Guías para el ruido urbano”

Ministerio de Vivienda (1992) “Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, de transposición de la Directiva 89/106/CE”.

Ministerio de Vivienda (1981, 1982, 1988) “Norma Básica de la Edificación, NBE CA-88 Condiciones Acústicas en los Edificios”.

Ministerio de Vivienda (1999) “Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación”.

Ministerio de Vivienda (2006) “Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación”.

Ministerio de Vivienda (2007) “Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación y se

modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación”.

Ministerio de Medio Ambiente (2003) “Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido”.

Ministerio de Medio Ambiente (2005) “Real Decreto 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 del ruido ambiental”.

Ministerio de Medio Ambiente (2007) “Real Decreto 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”.

Defensor del pueblo (2005) “Informes, estudios y documentos. Contaminación acústica. Madrid”.

AENOR (2000) 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 del ruido aéreo entre recintos.

AENOR (2001) 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 recintos.

AENOR (2001) 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 ruido del exterior.