

# IMPORTANCIA DE LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS DE PREDICCIÓN PARA EL DISEÑO ACÚSTICO DE EDIFICIOS ANTE EL NUEVO CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## IMPORTANCE OF THE USE OF PRECISION TOOLS IN BUILDING DESIGN UNDER THE NEW CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

**Iván Portas Arrondo**

Ingeniero de Automática y Electrónica Industrial. Jefe de proyecto del área de "Edificación y Entorno Urbano Sostenible" de Tecnalia - Construcción

### RESUMEN

Ante la inminente publicación del Documento Básico de Protección Frente al Ruido (DB-HR), que regulará las exigencias relativas al ruido ante el nuevo marco normativo del Código Técnico de la Edificación, el diseño acústico del edificio cobra importancia. El gran salto normativo que el documento representa, unido a la compleja fenomenología asociada a la transmisión del ruido en el edificio, y a la gran cantidad de variables que influyen en las condiciones acústicas finales del mismo, harán necesaria la utilización de herramientas de predicción que permitan adelantarse a las circunstancias acústicas reales que se vivirán tras su finalización. Paquetes informáticos como *Acoubat-dB-Mat*, que cuenta con la adaptación de los modelos de cálculo de las tres primeras partes de la Norma Europea EN12354 a la tipología constructiva nacional, facilitarán esta tarea a aquellos profesionales sin conocimientos de acústica, permitiendo realizar diseños más eficientes, así como técnica y económicamente sostenibles.

**Palabras clave:** Ruido, condiciones acústicas, predicción, paquetes informáticos.

### ABSTRACT

With the imminent publication of the Documento Básico de Protección Frente al Ruido (Technical Document on Protection against Noise), which will establish the requirements on noise transmission, the acoustic design of buildings is going to be relevant in the Código Técnico de la Edificación (Building Technical Code) regulatory framework. Due to the significant changes of this framework, the complex noise phenomena and the multiple parameters that affect the noise conditions on buildings, it will be necessary to establish modelling tools to predict the acoustic behaviour of the building before its construction. Software packages like *Acoubat-dB-Mat*, where the first three parts of the EN12354 European Standard are adapted to the national construction method, will help in the design of more efficient and sustainable buildings to those professionals without acoustic knowledge.

**Key words:** Noise, acoustic behaviour, prediction, software packages.

### 1.-INTRODUCCIÓN

La publicación definitiva del último documento básico que contendrá el Código Técnico de la Edificación estaba prevista para finales de marzo de 2007. Este documento, denominado DB-HR (Documento Básico de Protección Frente al Ruido), cuantifica las prestaciones acústicas que deberán poseer las viviendas construidas bajo el nuevo marco normativo del CTE y sustituirá a la ya obsoleta NBE-CA-88 (Norma Básica de la Edificación - Condiciones Acústicas).

### 2.-CAMBIOS IMPORTANTES EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ACÚSTICA

El DB-HR no sólo supondrá un aumento en la cuantificación de los niveles sonoros máximos permitidos, sino que planteará un cambio completo en el modo de evaluar el com-

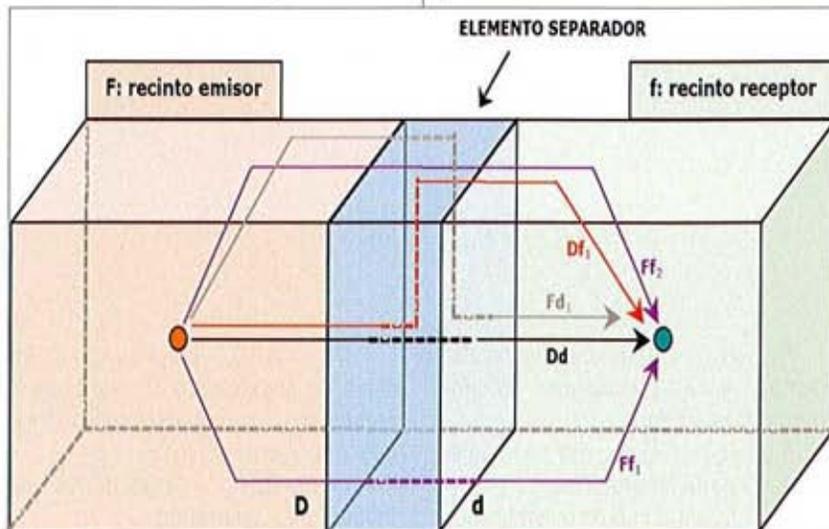


Fig. 1. Esquema de situación del elemento separador

portamiento del ruido en el edificio. De este modo, se pasará de la evaluación del aislamiento de los elementos constructivos en laboratorio, al estudio del comportamiento acústico del edificio terminado *in situ*. Esta aparentemente ligera modificación se basa en realidad en el conocimiento generado los últimos años acerca de la transmisión del ruido en edificios recogido en las tres primeras partes de la serie de Normas Europeas EN 12354 - *Acústica de la Edificación*.

Entre los caminos que utiliza el ruido para su transmisión, no solo se encuentra el directo a través del elemento separador. Existen también una serie de caminos de transmisión indirectos, a través de flancos, cuya evaluación es decisiva a la hora de predecir de forma fiable el resultado final del aislamiento. La norma contempla 12 caminos indirectos, además del directo, correspondientes a transmisiones de primer orden (paso por un único flanco), despreciando las de órdenes superiores por no ejercer influencia sobre el resultado final. Por lo tanto, deben ser evaluados, además del camino directo (Dd): Cuatro caminos Fd, cuatro caminos Df, y otros cuatro, Ff. El valor del aislamiento de cada uno de ellos dependerá de los índices de aislamiento en laboratorio de los distintos elementos que lo forman, de la atenuación de vibraciones producida por la junta de unión entre ambos, y de sus geometrías, tal y como indica la expresión:

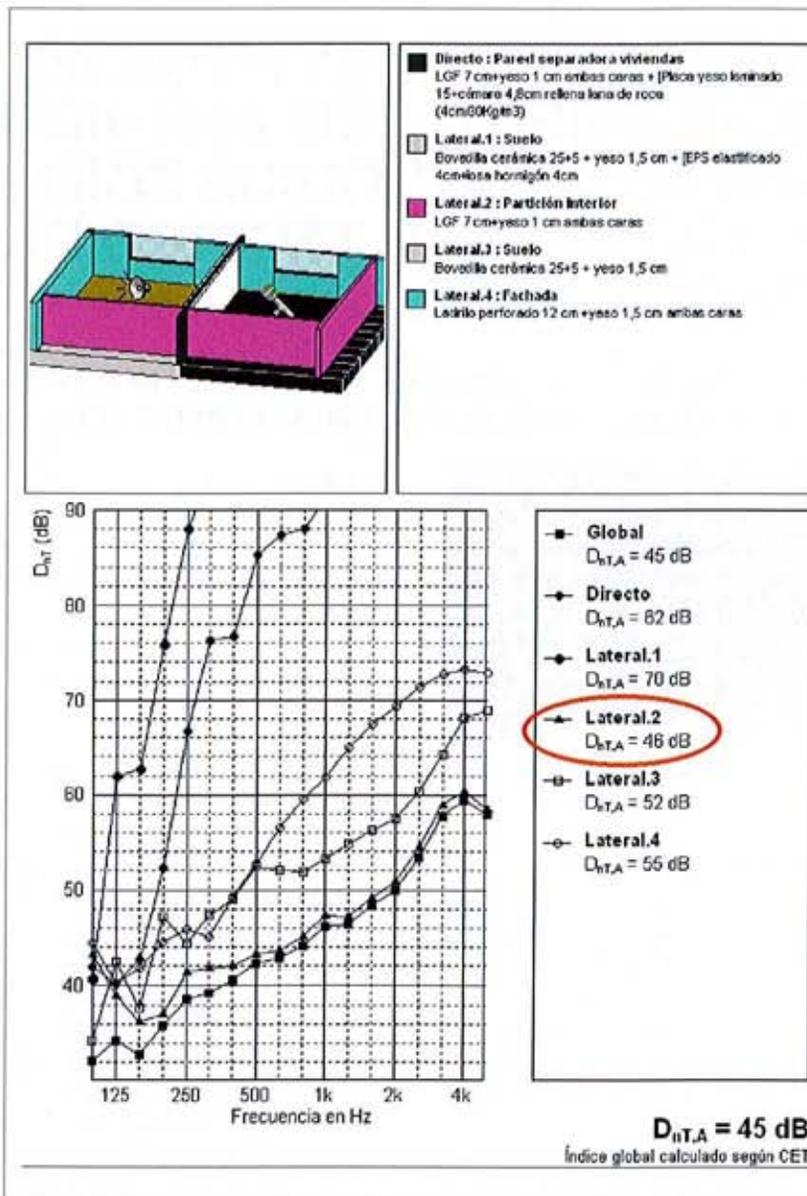


Fig. 2. Curvas para 45 dBA

$$R_{ij} = \frac{R_{i,situ}}{2} + \Delta R_{i,situ} + \frac{R_{j,situ}}{2} + \Delta R_{j,situ} + \overline{D_{v,ij,situ}} + 10 \log \frac{S_{separador}}{\sqrt{S_i S_j}}, \text{ donde}$$

$$R_{situ} = R_{lab} - 10 \log \left( \frac{T_{s,situ}}{T_{s,lab}} \right)$$

$R_{i,situ} - R_{j,situ}$ : Aislamiento de los elementos *i* y *j* en condiciones de contorno reales en obra.

$R_{i,lab} - R_{j,lab}$ : Aislamiento de los elementos *i* y *j* en laboratorio.

$T_{s,situ} - T_{s,lab}$ : Tiempo de reverberación estructural en obra y en laboratorio.

$\Delta R_{i,situ} - \Delta R_{j,situ}$ : Mejoras de los índices de aislamiento *in situ* correspondientes a capas adicionales (trasdosados, recubrimientos,...).

$S_i - S_j - S_{separador}$ : Áreas de los elementos *i*, *j* y separador.

$\overline{D_{v,ij,situ}}$ : Promedio de diferencias de nivel de velocidad entre los elementos *i* y *j*.

Una vez obtenidos los valores de aislamiento de cada camino, el aislamiento total puede expresarse como

$$R^* = -10 \log \left[ 10^{-\frac{R_{directo}}{10}} + \sum_{i=1}^4 10^{-\frac{R_{lateral i}}{10}} + \sum_{j=1}^4 10^{-\frac{R_{lateral j}}{10}} + \sum_{k=1}^4 10^{-\frac{R_{lateral k}}{10}} \right]$$

Puede observarse cómo esta expresión tiende al aislamiento de menor valor, es decir, el camino de transmisión más débil deduciéndose, por tanto, que el ruido tiende a transmitirse por dicho camino, no teniendo que ser necesariamente el directo. Por ello para lograr un buen aislamiento *in*

situ será condición necesaria, pero no suficiente, el que el elemento separador posea un buen índice de aislamiento en laboratorio. Será necesario, además, conocer el comportamiento del resto de elementos y de las juntas de unión, así como la geometría de los recintos.

La multitud de combinaciones posibles de todas estas variables hacen imposible poder caracterizar todas las soluciones en laboratorio, de modo que la posibilidad de utilizar herramientas de predicción para estimar el comportamiento de las distintas soluciones se convierte en necesidad.

**Ejemplo** - Transmisión de ruido aéreo horizontal entre recintos de distintos propietarios.

Para la realización de este ejemplo, se ha utilizado el software de predicción de ruido en edificios *Acoubat-dBMat*, que incluye el motor de cálculo recogido en la norma EN12354 (Partes I a III) adaptado a la tipología constructiva nacional por Tecnalia - Construcción y el CSTB, con el apoyo del Gobierno Vasco.

La composición de los recintos seleccionada está formada por:

- Forjado: Bovedilla cerámica 25+5 con yeso 1,5 cm. Cuenta con una masa superficial de 315 kg/m<sup>2</sup> y un índice de aislamiento en laboratorio  $R_A=53$  dBA.

- Revestimiento de suelo: Lámina de poliestireno expandido elasticado de 4 cm + losas de hormigón de 4 cm. Aporta en laboratorio una mejora del aislamiento a ruido aéreo cercana a 17 dBA.

- Pared separadora de viviendas: Ladrillo gran formato de 7 cm + yeso 1 cm trasdosado con placa de yeso laminado con 4,8 cm de lana de roca. La pared de fábrica cuenta con una masa superficial de 75 kg/m<sup>2</sup> y un índice de aislamiento en laboratorio  $R_A=33$  dBA. El trasdosado aporta en laboratorio una mejora del aislamiento a ruido aéreo cercana a 19 dBA.

- Fachada: Ladrillo perforado de 12 cm + yeso 1,5 cm. Cuenta con una masa superficial de 215 kg/m<sup>2</sup> y un índice de aislamiento en laboratorio de  $R_A=50$  dBA.

- Tabiquería interior: ladrillo gran formato de 7 cm + yeso 1 cm. Cuenta

con una masa superficial de 75 kg/m<sup>2</sup> y un índice de aislamiento en laboratorio de  $R_A=33$  dBA.

- La geometría de ambos recintos es idéntica (Anchura=3 m; Profundidad=4 m; Altura=2,5 m).

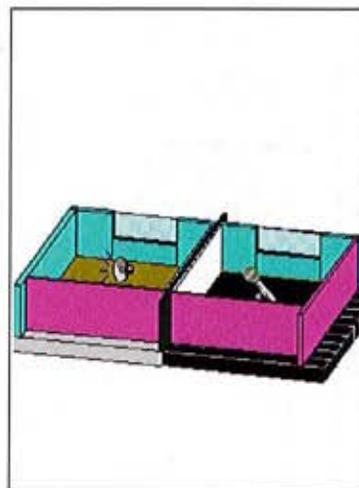
La diferencia de niveles entre recintos obtenida ha sido  $D_{nT,A}=45$  dBA. El DB-HR exige una diferencia de niveles mínima de 50 dBA a ruido aéreo entre recintos de distinto uso, por lo que la combinación seleccionada no cumpliría el requisito.

Lo lógico sería pensar que la pared separadora de viviendas no es lo

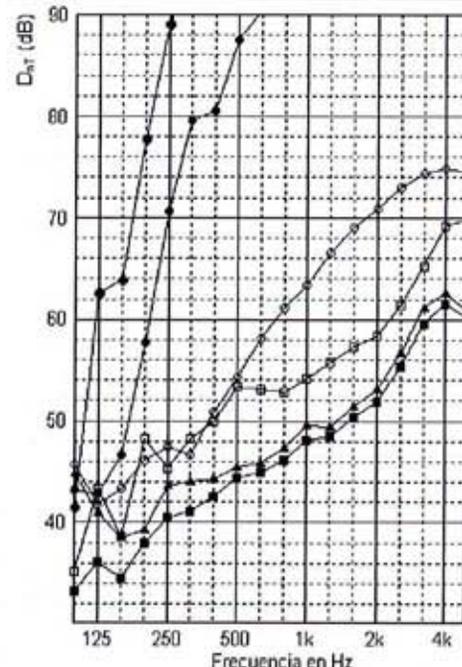
suficientemente robusta. Sin embargo, realizando un análisis de los distintos caminos de transmisión con *Acoubat-dBMat* podemos observar lo siguiente:

Para demostrar esto, puede sustituirse la pared separadora por un ladrillo hueco doble de 7 cm con 1,5 cm de yeso, que cuenta con una masa de 100 kg/m<sup>2</sup> y un índice de aislamiento en laboratorio  $R_A=38$  dBA.

El valor de diferencia de niveles estimado en este caso ha sido  $D_{nT,A}=47$  dBA, que sigue sin cumplir el requisito fijado por el DB-HR. A pesar



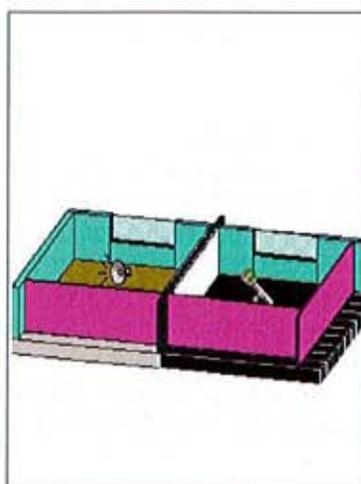
- Directo: Pared separadora viviendas LHD 7 cm + yeso 1,5 cm ambas caras + Placa yeso laminado 15 + lámina 4,8 cm relleno lana de roca (4cm000kg/m<sup>3</sup>)
- Lateral.1: Suelo Bovedilla cerámica 25+5 + yeso 1,5 cm + [EPS elasticado 4cm+losa hormigón 4cm]
- Lateral.2: Partición interior LGF 7 cm + yeso 1 cm ambas caras
- Lateral.3: Suelo Bovedilla cerámica 25+5 + yeso 1,5 cm
- Lateral.4: Fachada Ladrillo perforado 12 cm + yeso 1,5 cm ambas caras



- Global  $D_{nT,A} = 47$  dB
- Directo  $D_{nT,A} = 65$  dB
- ◆ Lateral.1  $D_{nT,A} = 70$  dB
- ▲ Lateral.2  $D_{nT,A} = 48$  dB
- Lateral.3  $D_{nT,A} = 53$  dB
- ◇ Lateral.4  $D_{nT,A} = 57$  dB

$D_{nT,A} = 47$  dB  
Índice global calculado según CET

Fig. 2. Curvas para 47 dBA



- Directo** : Pared separadora viviendas  
 LGF 7 cm + yeso 1 cm ambas caras + Placa yeso laminado 15 + cámara 4,8cm rellena lana de roca (4cm30kg/m<sup>3</sup>)
- Lateral1** : Suelo  
 Bovedilla cerámica 25+5 + yeso 1,5 cm + [EPS elastificado 4cm + losa hormigón 4cm]
- Lateral2** : Partición interior  
 Placa yeso laminado 13/46/13, cámara lana de roca (4cm y 37kg/m<sup>3</sup>)
- Lateral3** : Suelo  
 Bovedilla cerámica 25+5 + yeso 1,5 cm
- Lateral4** : Fachada  
 Ladrillo perforado 12 cm + yeso 1,5 cm ambas caras

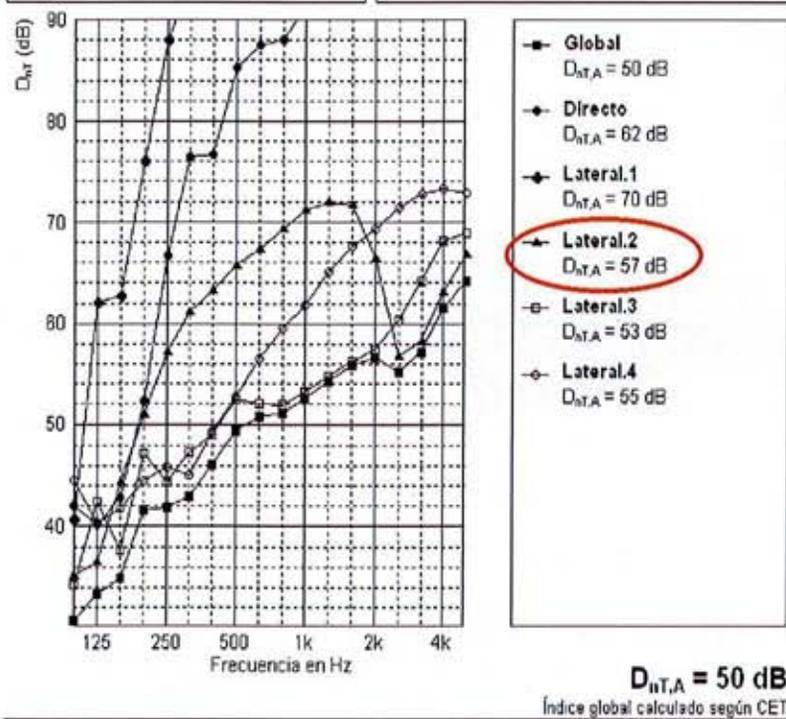


Fig. 2. Curvas para 50 dBA

de que la nueva pared cuenta con 5 dBA más de aislamiento en laboratorio que la anterior, en el resultado final *in situ* apenas se aprecian 2 dBA de diferencia. Tras realizar un análisis de los distintos caminos de transmisión, observamos lo siguiente:

El siguiente paso será sustituir la partición interior por un elemento de mayor aislamiento en laboratorio. Se ha seleccionado una tabiquería seca formada por dos placas de yeso laminado 13/46/13 con 4 cm de lana de roca, con una masa superficial total

de 23 kg/m<sup>2</sup> y un índice de aislamiento en laboratorio de 41 dBA. El resultado obtenido en este caso ha sido de D<sub>nT,A</sub>=50 dBA, por lo tanto, esta configuración, cumple el requisito impuesto por el DB-HR.

En el análisis de caminos de transmisión puede observarse lo siguiente:

### 3.-CONCLUSIONES

Los requisitos que exigirá el DB-HR, harán necesario el llevar a cabo un análisis global de la acústica del

edificio, y esta misma filosofía deberá ser adoptada a la hora de realizar el diseño. Conocer las bases del comportamiento del ruido en el edificio, así como las herramientas de predicción, permitirá diseños más eficientes, así como técnica y económicamente sostenibles.

### 4.-BIBLIOGRAFÍA

- Código Técnico de la Edificación - [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)
- Software de modelización del comportamiento acústico del edificio Acoubat dBMat - [www.acoubat-dbmat.com](http://www.acoubat-dbmat.com)
- Norma Europea EN12354 - *Acústica de la Edificación* (Partes I a III).
- CRAIK, R.J.M. (1996), *Sound Transmission Through Buildings Using Statistical Energy Analysis*. Gower.
- GERRETSEN, E. y NIGHTINGALE, T. (1999), *Prediction Models in Building Acoustics*, introduction to the special session at Forum Acusticum in Berlin.
- ESTEBAN, A., CORTÉS, A. y ARRIBILLAGA, O. (2004), *In situ loss factor in Spanish hollow constructions: improving EN12354's accuracy*, the 33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering Internoise. Praga.
- CORTÉS, A., CRAIK, R.J.M. y ESTEBAN, A. (2002), *Impact sound insulation: measurement and prediction in hollow constructions of the Basque Country*, Proceedings Tecnicacustica 2002.
- ESTEBAN, A., CORTÉS, A., VILLOT, M. y MARTÍN, C. (2003), *Vibration reduction index Kij in hollow constructions: application of the European standard EN12354 to the Spanish constructions*, Proceedings Tecnicacustica 2003.
- CORTÉS, A., ESTEBAN, A. (2004), *Application of the European standard EN12354 to the Spanish hollow constructions*, 18th International Congress on Acoustics.
- CRAIK, R.J.M. (1999), *Sound transmission in buildings by long flanking paths*. 6th International Congress on Sound and Vibration, Copenhagen, Denmark. ■