

# Termoarcilla. Del comportamiento acústico de los materiales en laboratorio a las prestaciones en el edificio

Marta Fuente González  
LABEIN Centro Tecnológico  
Parque Tecnológico de Bizkaia

Actualmente, existe un interés en aumento sobre la mejora de la calidad acústica de los edificios, contemplada a través del nuevo Código Técnico de la Edificación con requisitos más estrictos; y sobre la necesidad de disponer de herramientas de predicción en fase de diseño del proyecto, previamente validadas a través de medidas en edificios reales.

Se presenta en este artículo un caso práctico basado en un edificio de viviendas construido a base de bloques Termoarcilla que permite abordar una discusión sobre la comparación entre el comportamiento acústico en laboratorio y resultados de medidas 'in situ', relacionados mediante modelos de predicción europeos (EN 12354 [2]) adaptados a las construcciones españolas a través de la caracterización de las juntas de unión.

Este trabajo presenta resultados comparativos relacionando diferentes factores involucrados en la transmisión del ruido en edificios: geometría de los recintos, caracterización acústica de juntas entre elementos, así como transmisiones indirectas y directas.

## CONTENIDO

- 1 INTRODUCCIÓN
- 2 METODOLOGÍA
- 3 RESULTADOS Y CONCLUSIONES
- 4 BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCIÓN

En 1999 el Gobierno aprobó el proyecto de Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) en la que se regulan las actividades y responsabilidades de los agentes intervinientes en la edificación. Su entrada en vigor se ha producido en el año 2000, a falta de la aprobación por el Gobierno del Código Técnico de la Edificación **CTE**, el cual establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones.

Respecto a la protección contra el ruido, la futura reglamentación introduce un cambio importante: a diferencia de la norma básica actual **NBE-CA 88**, la cual regula el confort acústico de los edificios a partir del cumplimiento de ciertos requisitos exigidos al comportamiento acústico de los elementos de construcción ensayados en laboratorio, el futuro CTE aplicará los requisitos de confort al edificio terminado, por lo que las prestaciones acústicas del edificio deberán ser verificadas 'in situ' al finalizar la obra, obteniendo parámetros diferentes, no directamente comparables con los obtenidos en laboratorio.

Destacar el incremento de exigencia en el aislamiento a ruido aéreo entre recintos de diferente unidad familiar desde 45 dBA (requisito al producto ensayado en laboratorio según " $R_A$ ") a 50 dB verificado in situ entre recintos según el parámetro " $D_{nTA}$ " lo cual ha motivado el interés del **Consorcio Termoarcilla** en realizar un análisis del comportamiento in situ de los bloques Termoarcilla como elemento separador de recintos de diferente unidad familiar.

Por lo tanto será responsabilidad del proyectista combinar adecuadamente los elementos de construcción para garantizar el confort de la obra final. Además, dado que los requisitos futuros serán más exigentes y acordes con criterios de confort acústico europeos, esto va a suponer un reto en la mejora de prestaciones acústicas de materiales de construcción y la necesidad de aplicar **modelos de predicción** para garantizar las condiciones acústicas óptimas de un edificio ya en su fase de proyecto.

El objetivo de los modelos de predicción es cuantificar la cantidad de sonido que llega de un recinto a otro a través de cada uno de los posibles caminos de transmisión. De este modo puede obtenerse el nivel total de ruido transmitido (como suma de todas las vías de transmisión) e identificar los elementos acústicamente más débiles a fin de poder actuar sobre ellos en vez de malgastar recursos al tratar de mejorar el aislamiento de elementos cuya contribución al nivel de ruido recibido es muy pequeña.

La transmisión del ruido a través del camino directo es la correspondiente al resultado obtenido en laboratorio del aislamiento de dicho elemento constructivo, mientras que la suma de la transmisión a través de todos los caminos posibles, directo e indirectos, es la correspondiente al resultado obtenido en un ensayo de aislamiento 'in situ' (**Figura 1**).

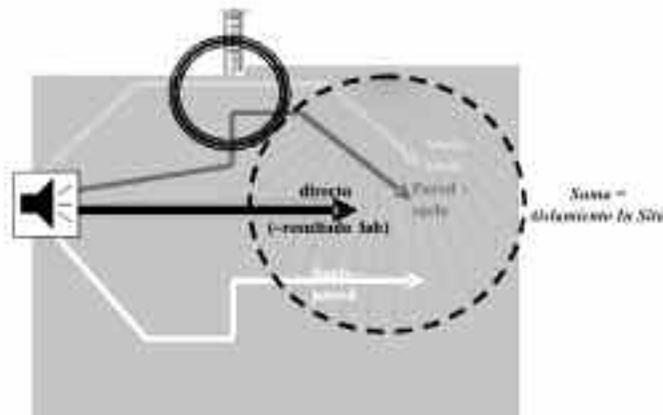


Figura 1. Representación de la diferencia entre el aislamiento acústico medido en laboratorio y el medido 'in situ'.

Actualmente existen unos modelos de predicción simplificados (basados en los modelos más generales **SEA**, Statistical Energy Analysis [1]) que han sido recogidos en la serie de normas europeas **EN 12354** [2] ya adoptadas recientemente por el sistema de normalización español UNE.

Los algoritmos de predicción de la transmisión del ruido en edificios emplean como datos de entrada tanto ensayos acústicos en laboratorio de soluciones constructivas como datos sobre la atenuación del ruido en las juntas de unión entre elementos, no existiendo actualmente información sobre este comportamiento acústico de las juntas de unión entre elementos habituales en la construcción en España.

Dada la preocupación existente en el mercado frente a esta problemática, este documento presenta un análisis de la relación entre el comportamiento acústico de los materiales en laboratorio e 'in situ' a través de los modelos de predicción, aplicada a un caso práctico del comportamiento acústico de bloques Termoarcilla.

## METODOLOGÍA

En este estudio se combinan los datos de aislamiento a ruido aéreo de bloques de “Termoarcilla” en laboratorio (**Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco, Figura 2**), con el análisis teórico de la transmisión del ruido entre recintos (EN 12354 [2]) y la verificación final en obra terminada.

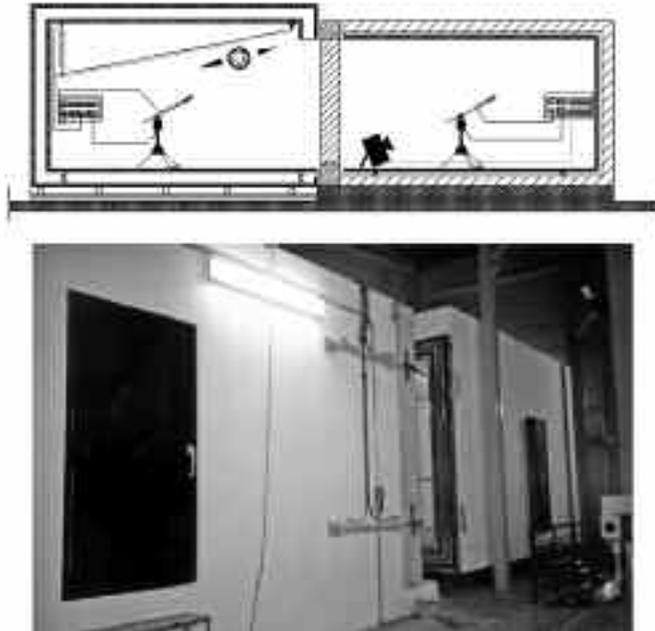


Figura 2. Cámaras Acústicas del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco.

Para poder analizar el comportamiento acústico de las construcciones habituales españolas, se han caracterizado acústicamente las uniones entre elementos que constituyen el edificio mediante la medida ‘in situ’ de los índices de reducción de vibraciones a través de las juntas,  $K_{ij}$ , para diferentes tipos de uniones (en +, en L, en T...), en diferentes promociones de viviendas (**Figura 3**).



Figura 3. Realización de medidas ‘in situ’ de juntas de unión.

Con los datos de entrada citados anteriormente, se han aplicado los modelos de predicción europeos recogidos en las normas UNE-EN-12354 adaptados a las características de las uniones entre elementos en España, utilizando los resultados obtenidos de las medidas 'in situ' de los Kij.

Además se han analizado los distintos caminos de transmisión entre los elementos constructivos que constituyen los recintos en el edificio terminado para diferentes geometrías para analizar las responsabilidades en la transmisión del ruido entre recintos.

Por último, como validación del trabajo se han realizado medidas 'in situ' del aislamiento a ruido aéreo (bajo norma ISO 140-4) en obra terminada en diferentes recintos (salones y dormitorios) de diferentes promociones de viviendas construidas con medianerías de bloque Termoarcilla de diferente espesor, previamente supervisadas por personal técnico del Consorcio Termoarcilla.

**Descripción de la promoción de viviendas piloto a base de Termoarcilla**

La promoción de viviendas piloto, proporcionada por el Consorcio Termoarcilla, se constituye por 5 viviendas tipo chalet adosado de dos plantas más garaje, y presenta los siguientes elementos constructivos (Tabla 1 y Figura 4):

<b>FORJADO</b> (~ 500 Kg/m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forjado de bovedillas y viguetas de hormigón 25+5</li> <li>• Solera de 10 cm</li> <li>• Parquet de roble</li> </ul>
<b>PAREDES ENTRE DISTINTO PROPIETARIO</b> (~ 260 Kg/m <sup>2</sup> )	Termoarcilla® de 29 cm, enlucida de yeso (1,5 cm) por ambas caras
<b>PAREDES DENTRO DE LA MISMA VIVIENDA</b> (~ 100 Kg/m <sup>2</sup> )	LHD de 7 cm, enlucido de yeso (1,5 cm) por ambas caras. Puertas interiores de madera.
<b>FACHADA</b> (~ 270 Kg/m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortero monocapa de 1,5 cm</li> <li>• Termoarcilla® de 29 cm</li> <li>• Enlucido de yeso de 1,5 cm</li> </ul> Ventana y puerta de aluminio con vidrio CLIMALIT 4 / 6 / 4.

Tabla 1. Detalles constructivos de la promoción de viviendas piloto.

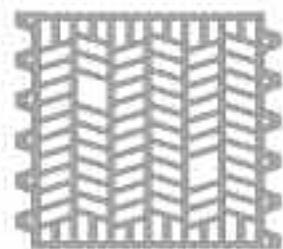


Figura 4. Bloque de Termoarcilla " " de 29 cm (elemento base de la promoción piloto en fachada y elemento separador de viviendas).

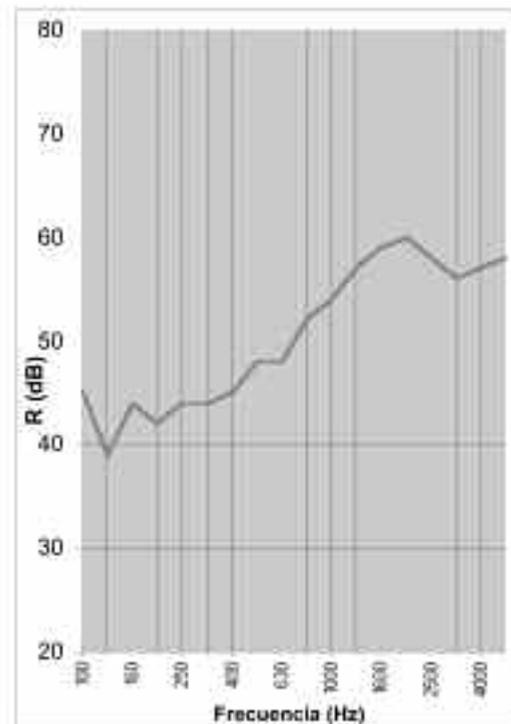


Figura 5. Aislamiento a ruido aéreo en laboratorio del bloque de Termoarcilla de 29.

Los resultados que se presentan en este documento se centran en el aislamiento entre los salones de dos viviendas de dicha promoción piloto (**Figura 6**).

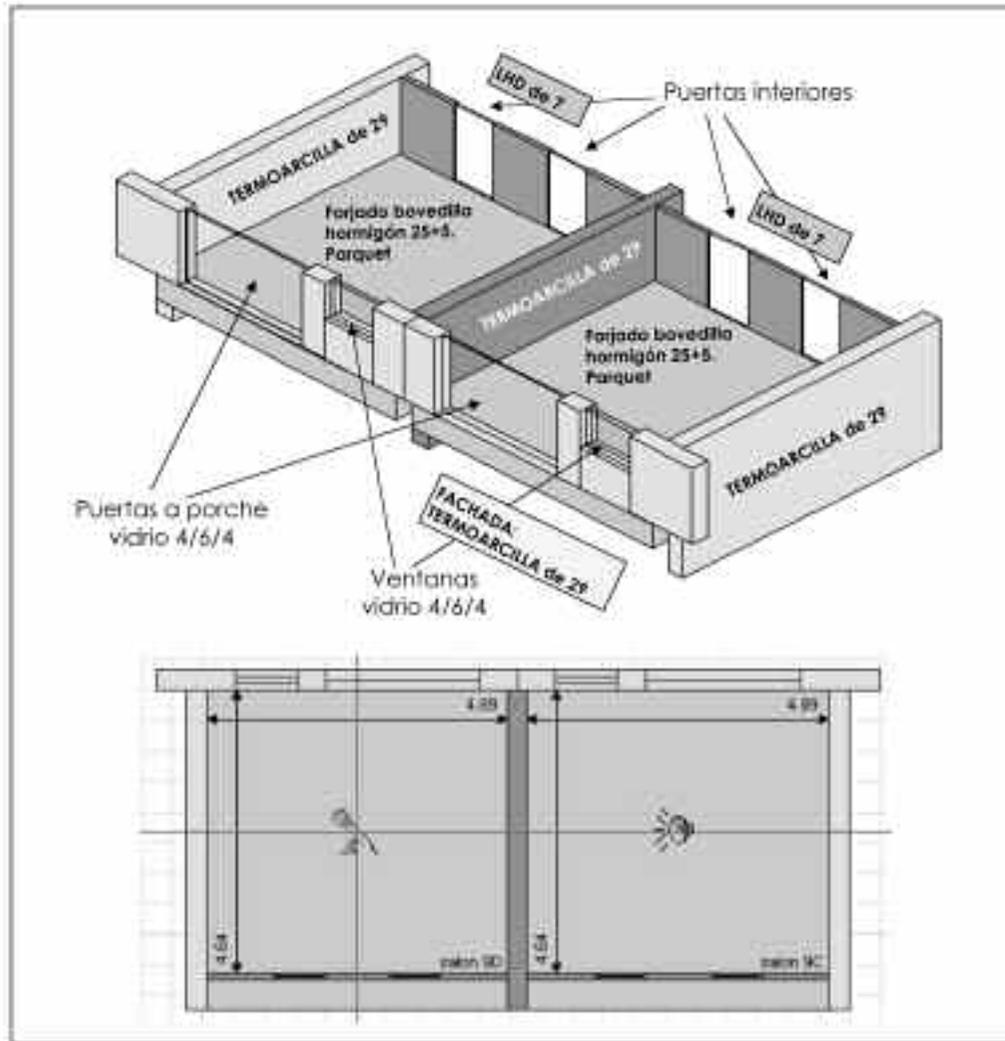


Figura 6. Geometría y materiales de los salones de la promoción piloto.

A través de modelos de predicción, utilizando los resultados obtenidos de las medidas 'in situ' de los Kij de las juntas, se analiza el comportamiento acústico de la Termoarcilla de 29 cm para diferentes configuraciones geométricas hipotéticas (**Figura 7**) con los mismos elementos constructivos del caso real de los salones de la promoción piloto (**Figura 6**).

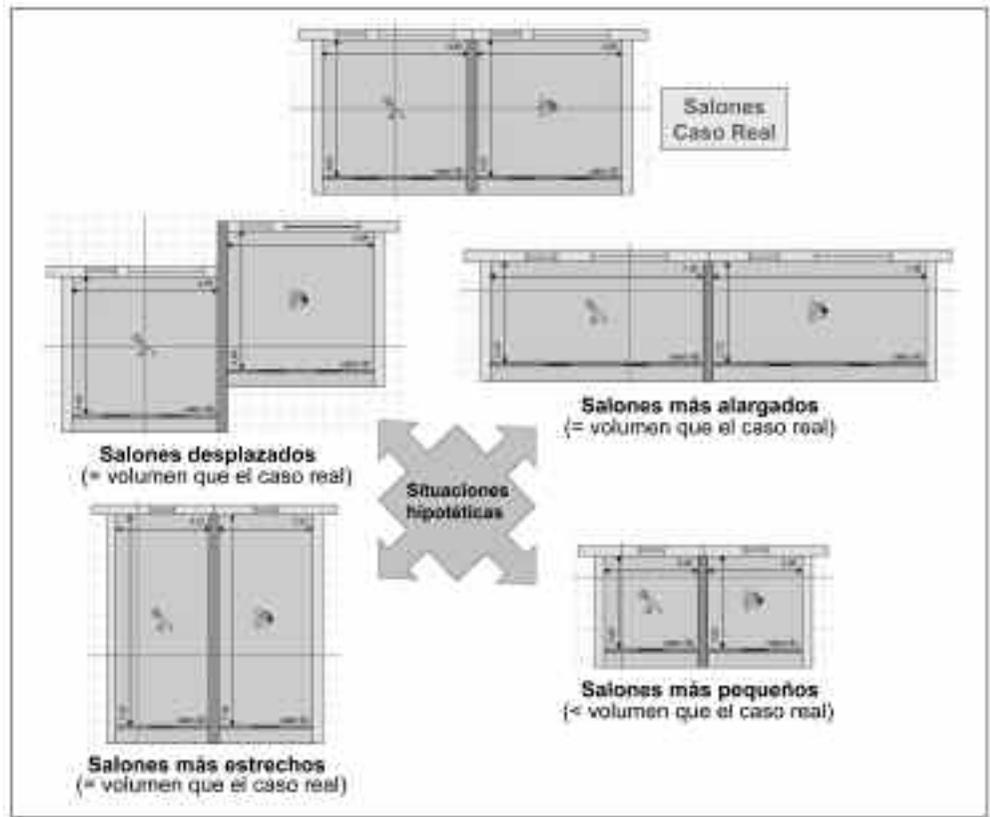


Figura 7. Diferentes configuraciones geométricas hipotéticas analizadas, a partir de un caso real.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos (Tabla 2) en las predicciones realizadas, así como un par de ejemplos del análisis de los caminos de transmisión (Figura 8).

	Caso Real (V= 57 m <sup>3</sup> )	Situaciones hipotéticas				
		= volumen que el caso real			< volumen que el caso real (V=22,5 m <sup>3</sup> )	
	Salones piloto	Desplazados*	Más alargados	Más estrechos	Más pequeños	
S / V	0,20	0,07	0,14	0,14	0,31	0,33
D <sub>nTA</sub> in situ	54	-	-	-	-	-
D <sub>nTA</sub> predicción	53	56	54	54	51	51
Camino de transmisión prioritario	Directo	Directo, seguido muy de cerca por el flanco del LHD		Directo	Directo	Directo
R <sub>A</sub> laboratorio	52					

Tabla 2. Resumen de los resultados obtenidos para diferentes geometrías de salones.

\* Para diferentes longitudes de desplazamiento.

Nota: S=Superficie elemento separador, V=Volumen recinto receptor.  
D<sub>nTA</sub> y R<sub>A</sub> entre 100-5000 Hz

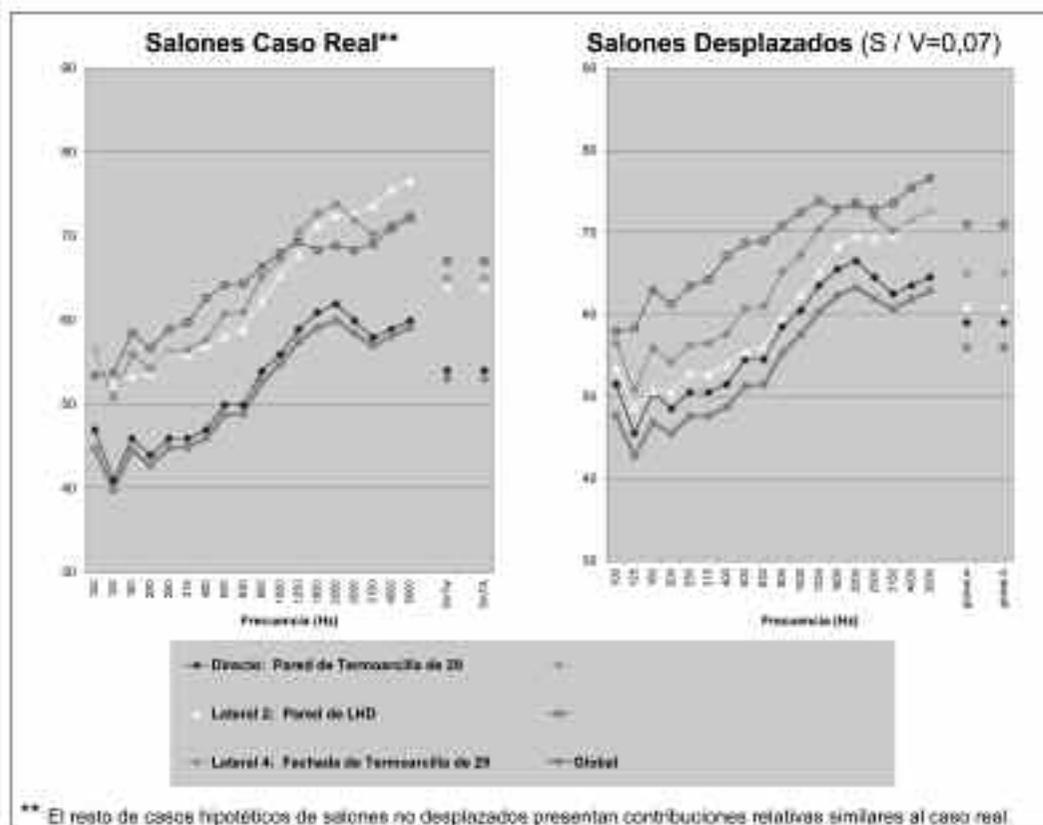


Figura 8. Dos ejemplos de análisis de los caminos de transición.

Del análisis de todos los resultados obtenidos se concluye:

- Los índices de aislamiento en laboratorio ( $R_{\Delta}$ ) e 'in situ' ( $D_{nTA}$ ) utilizan parámetros de evaluación diferente, no siendo directamente comparables (**Figura 9**). Las relaciones entre ellos siempre se deben realizar a través de la combinación de los caminos directo y por flancos. Incluso se puede dar el caso de obtener índices de aislamiento 'in situ' superiores a los obtenidos en laboratorio. En el caso práctico presentado se han obtenido índices en laboratorio de 52 dBA ( $R_{\Delta}$ ), frente a índices 'in situ' de 54 dBA ( $D_{nTA}$ ).
- Para la disposición de elementos constructivos analizada, cuando los recintos no se encuentran desplazados uno respecto del otro, el camino de transmisión prioritario es el directo (pared separadora entre distinto propietario de Termoarcilla de 29), suponiendo la transmisión por flancos una disminución de 1 a 1,5 dB respecto al directo.

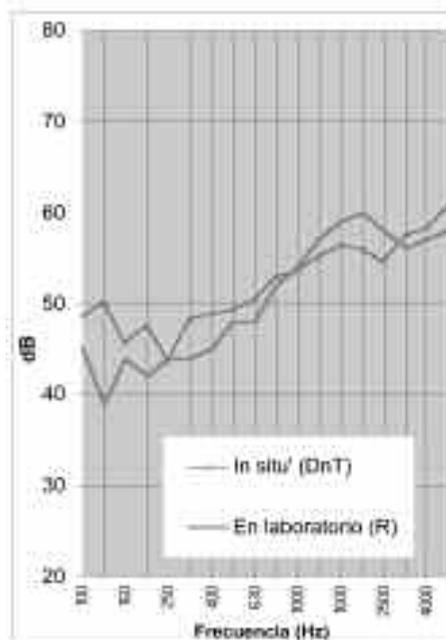


Figura 9. Comparación del aislamiento medido en laboratorio e 'in situ' del caso real de los salones piloto.

- En el caso de recintos desplazados, la contribución al global de la transmisión por el flanco de LHD (pared separadora dentro de la misma vivienda) es muy cercana al camino directo, siendo la contribución total de los flancos mayor, de 2 a 3 dB de disminución respecto al directo (**Figura 8**).
- En las medidas in situ, con iguales elementos constructivos, tanto del elemento separador como los elementos de contorno, la variación de la relación  $S / V$  (Superficie del elemento separador / Volumen recinto receptor) puede presentar variaciones de hasta 5 dB en los índices globales (**Tabla 2**), siendo el caso más desfavorable para menor (ej. en dormitorios en general se obtienen aislamientos inferiores  $D_{nTA}$  frente a los salones).
- Por lo tanto, en el aislamiento in situ no sólo influye el material del elemento separador y de los elementos de contorno y su unión, sino que la geometría puede jugar un papel importante.
- Analizando los resultados de las medidas 'in situ' del aislamiento a ruido aéreo en obra terminada entre diferentes recintos (salones y dormitorios) de la promoción piloto, todos ellos con los elementos constructivos descritos (**Tabla 1**), se han obtenido índices de aislamiento  $D_{nTA}$  entre 50 y 54 dBA. Comparándolos con las predicciones en base a las medidas in situ de los Kij de las juntas correspondientes realizadas en cada uno de los recintos, se observan diferencias de entre 1-2 dB.

Marta Fuente González  
LBEIN Centro Tecnológico  
Parque Tecnológico de Bizkaia  
mfuente@labein.es

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] R.J.M Craik, *Sound Transmission Through Buildings Using Statistical Energy Analysis*, Gower (1996)
- [2] EN 12354-1,2: *Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms; Part 2: Impact sound insulation between rooms* (2000).
- [3] *dBMAT – Base de Datos del Comportamiento Acústico de Materiales*, Dirección de Vivienda y Arquitectura, Gobierno Vasco (2000).