

ESTUDIO DE FUGAS DE AISLAMIENTO EN LA UNIÓN FACHADA- VENTANA USANDO TÉCNICAS DE MEDIDA DE INTENSIDAD SONORA (*)

PACS 43.55.Rg

Amelia Romero Fernández⁽¹⁾; Belén Casla Herguedas⁽²⁾; M^a Teresa Carrascal García⁽³⁾; José Trujillo Gallego⁽⁴⁾

^{(1), (2), (3)} Unidad de Calidad en la Construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja IETcc – CSIC

Serrano Galvache 4. 28033 Madrid

⁽⁴⁾ LABENAC, Laboratorio de Ensayos Acústicos.

Instituto Leonardo Torres Quevedo – C/ Serrano 144. 28006 Madrid

⁽¹⁾ aromero@ietcc.csic.es, ⁽²⁾ belench@ietcc.csic.es, ⁽³⁾ tcarrascal@ietcc.csic.es,

⁽⁴⁾ jtrujillo@i2a2.upm.es

ABSTRACT

The following paper resumes the laboratory study about acoustical behaviour of a double leaf masonry facade and the window influence in the final insulation. The effect in the acoustical insulation of the union between the facade leaves and chamber with the window frame is studied. To find possible insulation leaks sound intensity measurement techniques were used.

Different study stages were developed in order to find by comparison the guidelines and the elements that influence in the insulation and how they do.

Keywords: acoustical insulation, facade, window, sound intensity.

RESUMEN:

La siguiente comunicación resume el estudio realizado en laboratorio sobre el comportamiento acústico de una fachada de doble hoja de fábrica y la influencia de la carpintería en el aislamiento final. En concreto se estudia el efecto en el aislamiento acústico de la unión de las dos hojas de fábrica de la fachada y de la cámara a través del precerco de la ventana. Para detectar estas posibles fugas de aislamiento se utilizaron técnicas de medida de intensidad sonora.

Se realizaron diferentes fases de estudio para encontrar por comparación las pautas y elementos que influyen en el aislamiento y la forma en que lo hacen.

Palabras clave: aislamiento acústico, fachada, ventana, intensidad sonora.

(*) La información/resultados que se exponen en la presente comunicación son fruto de los trabajos de investigación realizados en el marco del Proyecto BALI, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) dentro del programa Proyectos Singulares Estratégicos. Dichos resultados son, pues, propiedad exclusiva de las entidades que generaron dicha información / resultados en el ámbito del Proyecto BALI.

INTRODUCCIÓN

En general, el aislamiento acústico de una fachada está determinado por el aislamiento de la carpintería, que suele ser el punto más débil de la misma. De poco sirve mejorar el aislamiento acústico de la partición si no se mejora el aislamiento de la ventana mediante el uso de una ventana de calidad y de una puesta en obra y ejecución óptimas.

De esta forma surge el interés de estudiar las prestaciones y posibles pérdidas de aislamiento debidas al montaje de la carpintería y analizar la influencia de montajes alternativos a los tradicionales.

En concreto la fachada bajo estudio es una fachada de doble hoja de fábrica tipo *Structura*. La particularidad de esta fachada radica en el hecho de que sus hojas se encuentran “desvinculadas”, sin conexión entre sí, lo que supone un incremento de aislamiento acústico frente a la fachada de fábrica convencional. Es interesante, por tanto, estudiar si la instalación de una ventana en este sistema de fachada supondría un puente acústico que hiciera que se perdiera esta desconexión entre hojas y cámara de la fachada a través del precerco de la ventana y, por tanto, empeorara su aislamiento. En este trabajo se propone un montaje de ventana alternativo que podría paliar estas pérdidas y que se compara con el tradicional mediante técnicas de medida de intensidad sonora y de aislamiento acústico.

SITUACIONES BAJO ESTUDIO. OBJETIVOS

En este trabajo se ha realizado la medida y caracterización de 3 situaciones diferentes que se describen a continuación. Para el desarrollo del estudio se ha construido una partición sobre la que se han realizado los montajes y los ensayos. Esta partición se ha construido y ensayado en las cámaras de transmisión horizontal del Instituto Eduardo Torroja (CSIC).

Para caracterizar el comportamiento de los 3 montajes se han realizado ensayos independientes de aislamiento acústico y de intensidad sonora. Estas 3 situaciones estudiadas son:

1. Fachada con montaje tradicional de la ventana;
2. Fachada con montaje elástico de la ventana;
3. Fachada ciega (sin ventana).

El objetivo de los diferentes montajes y sus correspondientes ensayos fue el de encontrar, por comparación, las pautas o comportamientos que influyen en el aislamiento, y de qué forma lo hacen. Para ello fue muy importante tener las condiciones de ejecución lo más controladas posibles y mantener estables las condiciones del ensayo entre sesiones de medida (estabilidad del sistema de generación de ruido, posicionamiento de los puntos de medida, etc.)

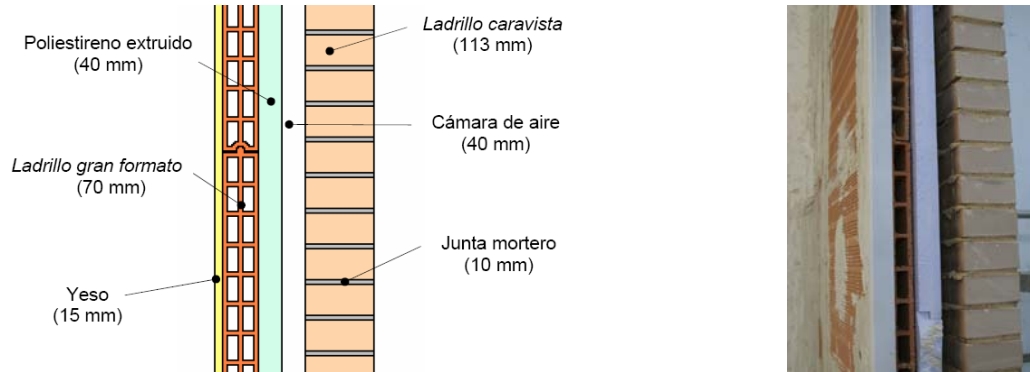
En el caso de los ensayos de aislamiento se puede evaluar la influencia del elemento y su fijación en el resultado final.

En los ensayos de intensidad se pretende conocer el “mapa de intensimetría” para una misma fuente emisora del paramento, en sus distintas modalidades (fachada ciega, con elemento fijado rígido, con elemento fijado elástico), y ver cómo influye la fijación del elemento, tanto en el perímetro de fijación como en el resto de la fachada.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ENSAYADA

La fachada *Structura* es una fachada de fábrica de dos hojas: Cara vista por el exterior, aislamiento en la cámara y hoja interior de ladrillo hueco, que además cuenta con la posibilidad

de disponer de una cámara de aire continua, ventilada o no, según las necesidades higrotérmicas del proyecto.



- Hoja exterior: ½ pie de ladrillo perforado cara vista recibido con mortero;
- Aislamiento de poliestireno extruido (XPS) de 4 cm y cámara de aire de 4 cm;
- Hoja interior: ladrillo hueco doble de gran formato de 7 cm de espesor con enlucido de yeso de 1-1,5 cm de espesor.

Figura 1. Composición de la fachada *Structura* e imagen del muro de fachada.

La particularidad de esta fachada es que la hoja exterior se ancla mediante los dispositivos de retención de G.H.A.S. (GeoHidrol Advanced System) a la estructura del edificio, generalmente cantos de forjado y pilares, quedando la hoja exterior tangente al edificio, contrariamente a lo que sucede en la mayoría de las fachadas de cara vista convencionales, en las que la fábrica queda confinada entre los cantos de los forjados, dando lugar a numerosas patologías.

Desde el punto de vista del aislamiento acústico, la fachada *Structura* está formada por dos hojas separadas por una cámara que son independientes. Sólo están conectadas puntualmente por los anclajes, el precerco de las carpinterías de los huecos (objeto de este estudio) y en la coronación y arranque de la fachada.

El elemento instalado en el hueco es una ventana de dos hojas practicable, abatible y con microventilación de la serie EXPRAL A-94-R, en blanco, y dotada de tres juntas de estanquidad. La composición de vidrios es doble *climalit* 6/12/5.



Figura 2. Detalles de la carpintería.

La muestra estudiada representa una fachada con unas dimensiones de aproximadamente 10m² (3,2 x 3.18m) con un hueco de 1,9m² (1,5 x 1,25m) sobre el que se monta la carpintería.



Figura 3. Vista exterior (Izqda) e interior (Dcha) de la fachada.

Montaje Tradicional De La Ventana (Sesión 1)

En esta primera fase del estudio se construyó una fachada en el portamuestras con una ventana en el centro de la fachada. La fijación de la carpintería en este caso es la que se utiliza habitualmente en construcción, fijación normal con la ventana montada mediante precerco instalado en la hoja interior de la fachada de acuerdo al esquema siguiente. Sellado de la ventana con silicona neutra plus, espuma de poliuretano y masilla selladora acústica.

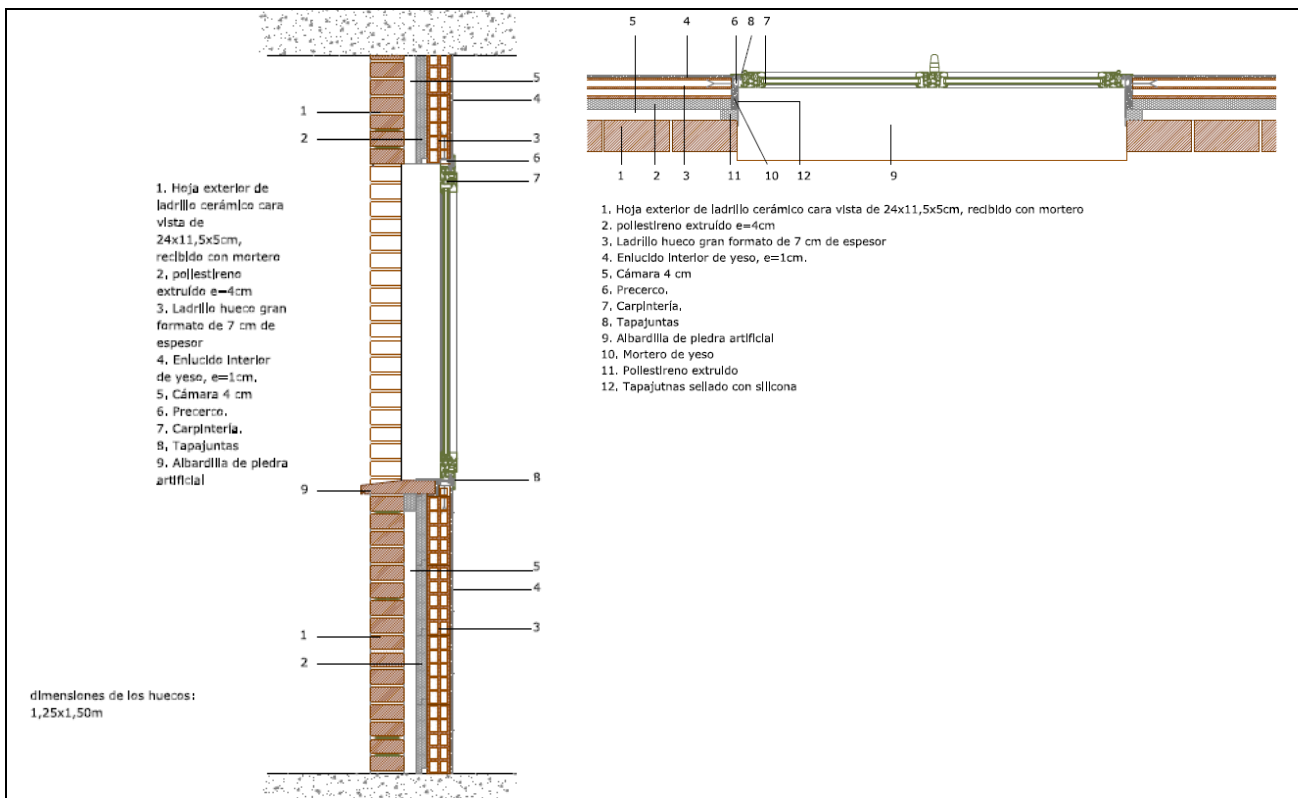


Figura 4. Esquema de montaje tradicional de la carpintería (Sesión 1).

Montaje Elástico De La Ventana (Sesión 2)

Fijación elástica de la ventana al muro de fachada, donde la ventana mantiene el sistema de montaje de la fase anterior pero se realizaron los cambios siguientes:

- Se instala una banda elástica de poliestireno elastificado (EEPS) de 1cm de espesor bajo las chapas metálicas laterales que cierran la cámara (tapajuntas);
- Se instala una banda elástica de poliestireno elastificado (EEPS) de 1 cm de espesor en la parte trasera y debajo de la albardilla de piedra.

Sellado de la ventana con silicona neutra plus, espuma de poliuretano y masilla selladora acústica.

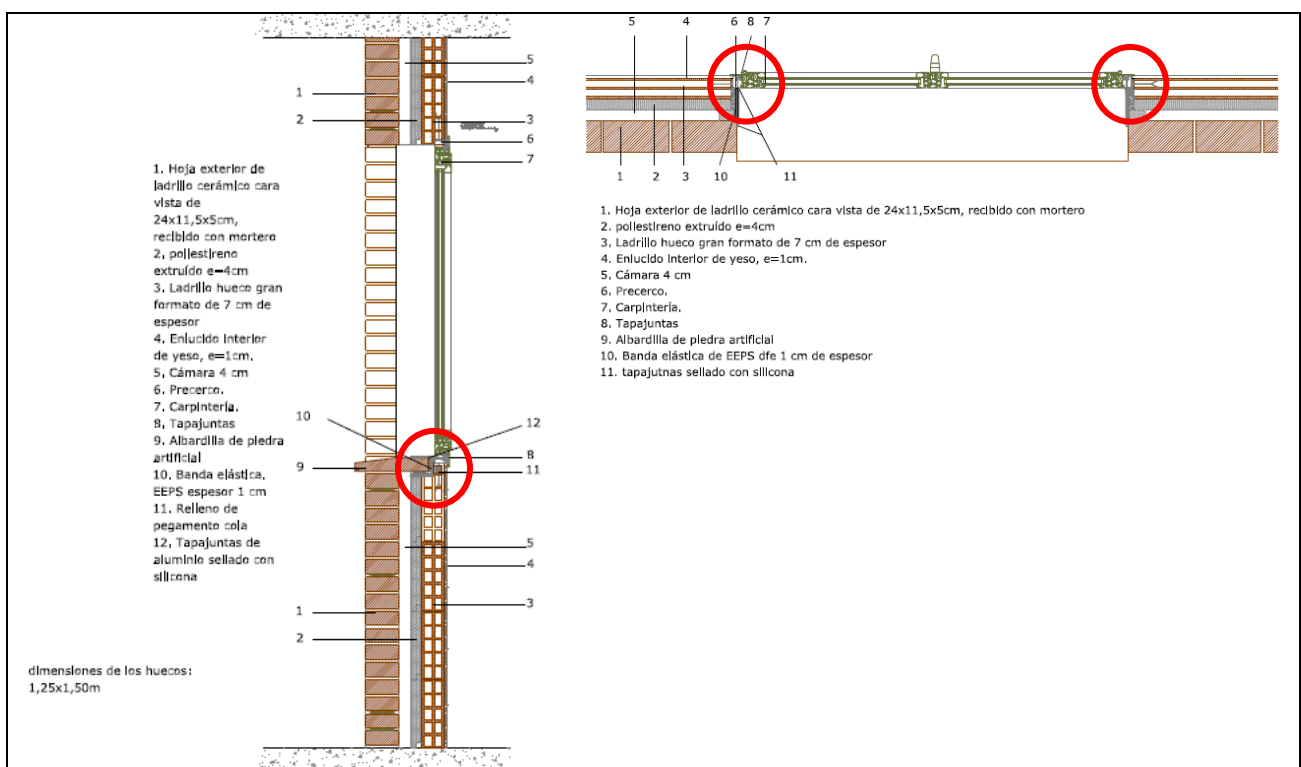


Figura 5. Esquema de montaje "elástico" de la carpintería (Sesión 2).

Fachada Ciega (Sesión 3)

Extracción del elemento y cierre del hueco con muro de iguales características que la parte ciega de la fachada de los anteriores montajes, quedando un muro ciego homogéneo.

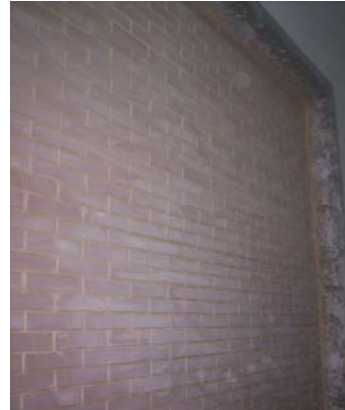


Figura 6. Fachada ciega (Sesión 3).

ENSAYOS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

Para cada una de las 3 sesiones se realizó un ensayo de aislamiento a ruido aéreo entre locales, de acuerdo a la norma UNE EN ISO 140-4: 1999 [1]. Además, en el caso de la sesión 1 de medida, se realizó un ensayo adicional de aislamiento con la ventana en la posición de microventilación, para comprobar su influencia en el aislamiento final de la fachada.

Montaje tradicional (Sesión 1)	Montaje elástico (Sesión 2)	Fachada ciega (Sesión 3)
44 (0, -4) dB	44 (-1, -4) dB	52 (0, -4) dB

Tabla 1. Resultados de aislamiento acústico. Valores de $D_{nT,w}$ (100-5000).

El resultado del ensayo de aislamiento acústico de la fachada con la carpintería en posición de microventilación fue de 33 (1, -1) dB, lo que supone una pérdida de aislamiento de 11dB.

La gráfica siguiente muestra una comparación de los ensayos de aislamiento realizados:

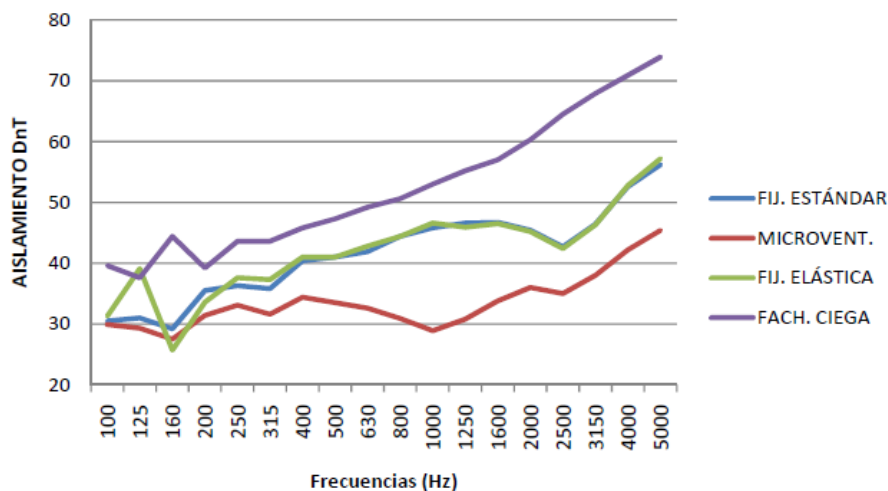


Figura 7. Espectros de aislamiento D_{nT} obtenidos en las distintas fases de ensayo.

ENSAYOS DE INTENSIDAD ACÚSTICA

Para cada una de las 3 sesiones se realizó un ensayo de intensidad acústica de acuerdo a la norma UNE EN ISO 9614-1: 2010 [2]. Esta norma se utiliza habitualmente para la medida de potencia sonora de fuentes de ruido, así como para la realización de mapas de emisión de ruido de dichas fuentes. En este caso la pared se ha tratado como si fuera una fuente emisora de ruido excitándola con ruido de banda ancha (ruido rosa) estable en nivel y continuo en el tiempo, en la sala emisora y estudiando el ruido recibido en la sala receptora.

La sonda de intensidad que se empleó está compuesta de dos cápsulas microfónicas enfrentadas con un espaciador sólido entre ellas, que por requisitos del ensayo era de 12mm, lo que delimita el margen frecuencial efectivo de 250Hz a 5kHz.

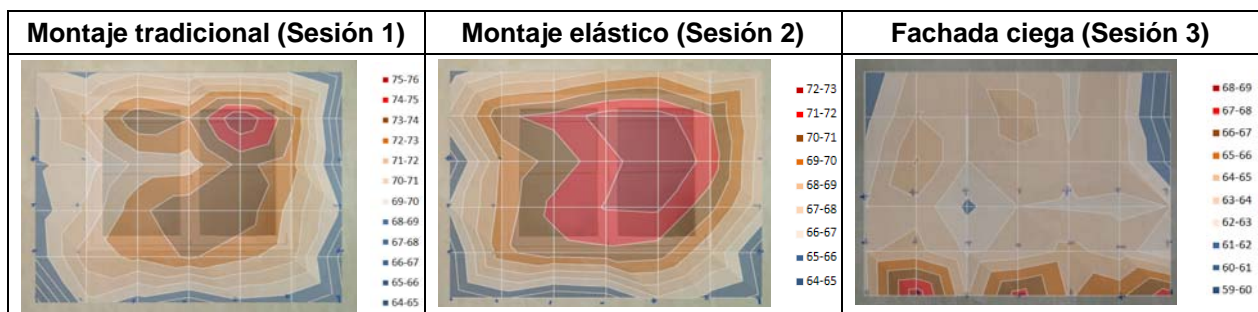
Método de muestreo espacial y temporal

Existen varias técnicas de muestreo espacial para realizar una medida de intensidad acústica. Como el objetivo del ensayo es determinar las diferencias de aislamiento entre los 3 montajes, se optó por la realización de una rejilla de puntos, descartando la opción del barrido sobre el paramento.

Realizando medidas en puntos discretos equiespaciados sobre una rejilla paralela a la superficie del paramento, se pueden crear mapas intensimétricos. Este tipo de representación gráfica muestra líneas del mismo nivel de intensidad acústica (isolíneas) e interpola los valores entre cada punto discreto medido. Para el paramento estudiado se diseñó una rejilla de puntos espaciados 40cm entre sí. En la figura 3 derecha se pueden observar puntos de esta rejilla. La rejilla constaba de 6x7 puntos, realizándose un total de 42 medidas de intensidad en cada fase. Todas las medidas de intensidad se realizaron con la sonda posicionada sobre un trípode y con una duración de 20 segundos.

Resultados

Se muestran los resultados de los ensayos de intensidad de las 3 sesiones de medida. Se muestran los mapas intensimétricos¹ totales para cada sesión, realizados mediante líneas isófonas de 1dB, así como la matriz de datos de intensidad total en dB, que corresponde con las posiciones de medida comenzando desde el punto (1,1) hasta el punto (6,7) de izquierda a derecha y de abajo a arriba.



¹ Como el rango dinámico de los mapas de intensidad es muy elevado, para facilitar la visualización del resultado, se ha utilizado una representación gráfica partiendo del valor máximo y asignando la misma escala de colores, indicando en cada caso, el valor asociado.

69,5	68,6	69,9	69,3	69,3	69,0	66,2	65,4	66,8	67,1	68,0	68,5	66,9	67,5	61,0	63,4	63,6	63,6	62,8	63,8	59,8
68,8	71,2	73,9	73,0	75,9	73,3	66,4	67,2	70,9	71,3	72,5	72,4	71,1	67,6	61,7	64,1	63,0	64,6	62,9	63,5	59,5
68,8	69,8	71,3	71,6	73,3	72,5	67,3	64,2	69,2	70,4	71,6	72,8	71,7	67,3	62,3	65,1	63,0	63,6	63,1	63,6	60,6
68,4	70,2	72,7	73,8	73,7	71,7	68,7	66,2	69,4	71,3	72,1	72,1	70,4	67,2	62,9	63,7	61,8	63,0	62,9	62,7	63,0
68,2	71,6	72,2	73,2	72,3	71,4	66,5	64,4	69,8	70,6	70,8	70,6	68,1	64,1	63,9	64,3	62,8	63,3	64,3	63,5	62,0
65,3	69,7	68,4	67,3	68,6	68,4	65,4	63,4	65,2	63,7	64,4	66,9	65,6	64,7	63,8	68,7	63,9	67,5	64,9	65,8	67,7

Figura 8. Mapa por intensimetría obtenido en las 3 sesiones de medida; resultado total

ANÁLISIS DE RESULTADOS. CONCLUSIONES

En cuanto a los ensayos de aislamiento acústico se puede concluir que:

- No existen unas diferencias apreciables en el aislamiento obtenido cuando el elemento está fijado de forma estándar frente a la fijación elástica del mismo. Las curvas son muy parecidas y las diferencias entre ambas están dentro de la propia incertidumbre del ensayo. No existe, por tanto, puente acústico estructural debido a esta unión.
- La posición de microventilación, inapreciable estéticamente, tiene un efecto muy negativo en el aislamiento en todo el espectro, pero en mayor medida a partir de la banda de 1/3 de octava de 160Hz, con un decremento del aislamiento global [3] en torno a los 10dB, frente a la ventana con la microventilación cerrada.
- El aislamiento del muro ciego es mucho mayor que con el elemento instalado, en cualquiera de sus variantes, por lo que se puede concluir que los resultados de aislamiento están claramente vinculados al comportamiento acústico de la ventana.

En cuanto a los ensayos de intensidad acústica se pueden extraer las conclusiones siguientes:

- No existen diferencias significativas entre los resultados globales de la sesión 1 (elemento con fijación convencional) y la sesión 2 (elemento con fijación elástica). Los datos obtenidos son lo suficientemente similares como para no poder obtener ningún resultado concluyente con respecto a la incorporación de la fijación elástica;
- Se puede determinar que la parte más débil acústicamente del elemento son los marcos superior e inferior de la ventana. En los resultados por frecuencias se ha comprobado cómo existe una mayor transmisión de frecuencias bajas (250Hz) que contribuyen energéticamente en gran medida a aumentar el nivel global en dicha zona;
- Otros puntos débiles detectados en la ventana, aunque fuera del objeto de esta ponencia, son el sistema de apertura (altas frecuencias) y el orificio de microventilación (bajas frecuencias) de la ventana.

Como conclusión final se puede afirmar que tras el análisis conjunto de los resultados de aislamiento y de intensidad acústica, no se aprecia un efecto acústico claro de la fijación elástica del elemento, habiendo obtenido resultados muy similares con dicha fijación y en ausencia de ella.

REFERENCIAS

- [1] UNE EN ISO 140-4: 1999 Acústica. Medición de aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición in situ del aislamiento a ruido aéreo entre locales;

[2] UNE EN ISO 9614-1: 2010 Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la intensidad del sonido. Parte 1: Medición en puntos discretos;

[3] UNE EN ISO 717-1: 1997. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo;

UNE EN ISO 171-1997/A1. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Modificación 1: Normas de redondeo asociadas con los índices expresados por un único número y con las magnitudes expresadas por un único número.