



ENSAYOS “IN SITU” DE SOLUCIONES ACÚSTICAS CON PLACA DE YESO LAMINADO Y LANA MINERAL PARA CUMPLIMIENTO DEL DB HR

Autores: Avalos, Hugo; Bolea, Jordi; Gasset, Miguel; Recassens, Joan; Rodero, Carlos; Solé, Josep

AFELMA (ASOCIACIÓN DE FABRICANTES ESPAÑOLES DE LANAS MINERALES AISLANTES)
C/ Tambre, nº 21 – 28002 Madrid.
Teléfono: +34.91.564.40.71 Fax: +34.91.141.31.49 www.aislar.com

ATEDY (ASOCIACIÓN TÉCNICA y EMPRESARIAL DEL YESO), SECCIÓN PLACA DE YESO LAMINADO
C) San Bernardo, nº 22. 1º - 28015-Madrid
Teléfono: +34.91.532.65.24 Fax: +34.91.94.78 www.atedyplacayeso.com

RESUMEN

En este trabajo se presentan resultados de soluciones acústicas para el cumplimiento del DB HR en recintos protegidos de viviendas, ensayadas “in situ”. Estas soluciones han sido realizadas con elementos constructivos de PYL (placas de yeso laminado) montadas sobre estructuras autoportantes y con lanas minerales en la cavidad (lanas de vidrio y lanas de roca).

Como resumen de resultados, se demuestra:

- Que se cumple perfectamente el DB HR utilizando elementos constructivos de PYL y lanas minerales, como es la utilización habitual en los países de la UE.
- Que se obtienen soluciones más eficientes con el uso de la Opción General que los preconizados por la Opción Simplificada.
- Que los valores acústicos alcanzados en los recintos son iguales o mejores que los resultados previstos por la aplicación directa de la “Herramienta de Cálculo del Documento Básico HR. Protección frente al ruido” propuesta por el Ministerio de Vivienda..

1- INTRODUCCIÓN

El Documento Básico “DB HR Protección contra el ruido” 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 básico de protección frente al ruido.

Para el diseño y dimensionado del proyecto se puede recurrir a dos sistemas: Opción Simplificada y Opción General.

La Opción Simplificada proporciona soluciones de aislamiento que dan conformidad a las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impacto. En el apartado 3.1.2 del DB HR se encuentran estas soluciones, detallando los diversos elementos constructivos necesarios y sus interrelaciones, constituyendo un cuerpo técnico de “soluciones robustas”.

La Opción General consiste en un procedimiento de cálculo basado en el modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la norma UNE-EN 12354 partes 1, 2 y 3. El método se detalla en el apartado 3.1.3 del DB HR. Para facilitar dicho cálculo, el Ministerio de Vivienda ha proporcionado una “Herramienta de Cálculo del DB HR” de fácil manejo, donde se encuentra como base de datos para el cálculo el denominado “Catálogo de Elementos Constructivos”.

El hecho real es que si se elige una u otra Opción se cumplen los requisitos del DB HR. Sin embargo, la Opción Simplificada normalmente requiere la adopción de elementos constructivos de mayor exigencia que si se calcula mediante la Opción General.

En este trabajo se demuestra que, en lo relativo a divisorios de entramado autoportante ó mixtos (elementos cerámicos trasdosados con sistemas autoportantes), la Opción Simplificada exige elementos constructivos sobredimensionados y, por tanto, mucho menos eficientes que aquellos que pueden usarse para cumplir el DB HR según la Opción General.

2- METODOLOGÍA DEL TRABAJO

2.1- PROPUESTA DE ENSAYOS

Se realizaron ensayos comparativos reales, incluida la medición “in situ”, en viviendas iguales, con los mismos elementos constructivos en el entorno de los recintos protegidos, excepto los divisorios verticales entre ellos.

Un grupo de divisorios elegidos cumplirá las exigencias mínimas de la Opción Simplificada, mientras que el otro grupo de divisorios se elegirá para cumplir con la Opción General, previa verificación de viabilidad mediante la “Herramienta de Cálculo del DB HR”.

2.2- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

Los ensayos se han realizado en edificios de una promoción privada en el Plan Parcial de Pinar de Jalón (Valladolid), por cortesía y con la colaboración de Sacyr-Vallehermoso. Se trata de dos edificios de viviendas de varias plantas (Portal 1 y Portal 2) exactamente iguales, y de forma específica en las plantas 2ª y 3ª. En la planta 3ª se han elegido dos recintos protegidos contiguos, de distinta unidad de uso: un salón y un dormitorio, y los mismos recintos, subyacentes a los anteriores, en la planta 2ª. El edificio es de estructura de hormigón, con forjado reticular de bovedilla de hormigón.

Los recintos considerados son exteriores, de acuerdo con el esquema siguiente:

PLANO RECINTOS DE ENSAYO PORTAL 1 Ó PORTAL 2





Las dimensiones fundamentales de los recintos protegidos objeto de ensayo son:

- Salón: $18,37 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} = 45,9 \text{ m}^3$
- Dormitorio: $12,41 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} = 31 \text{ m}^3$
- Divisorio común salón-dormitorio: $3,6 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$ (el armario empotrado no existía todavía en el momento de las mediciones)

Los ensayos se han realizado en dos periodos distanciados 2 meses en el tiempo. En el primero de ellos, se construyeron los divisorios que se describen como 1ª FASE, y sobre ellos se realizaron las mediciones acústicas oportunas. Luego se han destruido dichos divisorios y se han construido nuevos divisorios en su lugar, que se describen como 2ª FASE, donde se realizaron el segundo grupo de mediciones acústicas.

Todos los elementos constructivos comunes que afectan a los recintos protegidos cumplen en todo caso con la Opción Simplificada. Los divisorios, como se ha indicado, cumplen una de las dos opciones. Los huecos acristalados de las "Fachadas" corresponden a carpintería batiente con doble acristalamiento.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO PORTAL 1		
ELEMENTOS COMUNES	TECHOS	Forjado reticular de bovedilla de hormigón (30 + 5) enyesado 15 mm en la parte inferior del forjado (400 kg/m ²)
	SUELOS	Pavimento flotante de mortero de hormigón de 50 mm, sobre lana mineral de 15 mm (100 kg/m ²),+ Forjado reticular de bovedilla de hormigón (30 + 5) enyesado 15 mm en la parte inferior del forjado (400 kg/m ²)
	FACHADAS	½ pie de L C/V enlucido de mortero 15 mmm, (220 kg/m ²) o paneles prefabricados de hormigón (10 cm de espesor y 180 kg/m ²) + trasdosado con sistema autoportante de montantes 48 mm con lana mineral + PYL(15mm)
	DIVISORIO CON PASILLO	½ pie de Ladrillo perforado, enyesado ambas caras 10 mm, (160 kg/m ²) + trasdosado a una cara con sistema autoportante de montantes 48 mm, con lana mineral + PYL(15mm)
	TABIQUE INTERIOR CON BAÑOS	Tabiquería autoportante: PYL(15 mm)+ montantes de 48 con lana mineral + PYL (15mm)
1ª FASE	DIVISORIO DORMITORIO-SALON (PLANTA 2ª) OPCIÓN SIMPLIFICADA	½ pie de Ladrillo perforado enyesado ambas caras 10mm,(160 kg/m ²)+ trasdosado a ambas caras con sistema autoportante de montantes 48 mm, con lana mineral + PYL(15mm)
	DIVISORIO DORMITORIO-SALÓN (PLANTA 3ª) OPCIÓN GENERAL	LHD (7 cm) sin enyesar (82 kg/m ²), trasdosado a ambas caras con sistema autoportante de montantes 48 mm, con lana mineral +PYL(15mm)
2ª FASE	DIVISORIO DORMITORIO-SALON (PLANTA 2ª) OPCIÓN GENERAL	LHD (7 cm) enyesado ambas caras 1,2 cm (104 kg/m ²), trasdosado a ambas caras con sistema autoportante de montantes 48 mm, con lana mineral +PYL(15mm)
	DIVISORIO DORMITORIO-SALÓN (PLANTA 3ª) OPCIÓN GENERAL	

Para los recintos del PORTAL 2 se consideran las mismas características constructivas que en el PORTAL 1, excepto en los divisorios que separan los recintos protegidos a ensayar:



ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO PORTAL 2		
1ª FASE	DIVISORIO DORMITORIO-SALON (PLANTA 2ª) OPCIÓN SIMPLIFICADA	Divisorio de tabiquería autoportante: 2x PYL 15 + montantes de 70 con lana mineral + montantes de 70 con lana mineral + 2x PYL 15. (Montantes sin arriostrar)
	DIVISORIO DORMITORIO-SALON (PLANTA 3ª) OPCIÓN GENERAL	Divisorio de tabiquería autoportante: 2 x PYL 12,5 + montantes de 48 con lana mineral + montantes de 48 con lana mineral + 2x PYL 12,5. (Montantes arriostrados)
2ª FASE	DIVISORIO DORMITORIO-SALON (PLANTA 2ª) OPCIÓN SIMPLIFICADA	Divisorio de tabiquería autoportante: 2x PYL 15 + montantes de 70 con lana mineral +PYL15+ montantes de 70 con lana mineral + 2x PYL 15. (Montantes arriostrados)
	DIVISORIO DORMITORIO-SALON (PLANTA 3ª) OPCIÓN SIMPLIFICADA	Divisorio de tabiquería autoportante: 2x PYL 12,5 + montantes de 48 con lana mineral + PYL15+ montantes de 48 con lana mineral + 2x PYL 12,5. (Montantes arriostrados)

Todos los trabajos de montaje y supervisión en obra, así como las mediciones “in situ”, han estado a cargo de personal especializado del Centro Tecnológico de Acústica del grupo Audiotec.

2.3- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ACÚSTICOS

En relación al ruido aéreo exigible a este tipo de divisorios verticales, lo primero que se observa es que los elementos constructivos correspondientes a la OPCIÓN SIMPLIFICADA presentan valores provisionales y reales muy superiores a las exigencias del DB HR. En este sentido, frente a una exigencia de $D_{nTA} \geq 50$ dBA, los valores previstos resultaron ser de 61 ó 53 dBA, y los reales de 64,5 ó 57,3 dBA, lo que supone un margen de seguridad importante.

También hay margen suficiente con los elementos constructivos correspondientes a la OPCIÓN GENERAL: frente a la exigencia de $D_{nTA} \geq 50$ dBA, los valores previstos de 55 ó 51 dBA, y reales de 61,3 ó 52,7 dBA, suponen también un margen de seguridad suficiente.

Desde el punto de vista de eficiencia de las soluciones adoptadas, es seguro que los elementos constructivos exigibles por la OPCIÓN SIMPLIFICADA penaliza la obra respecto a los propuestos por la OPCIÓN GENERAL, tanto en los aspectos económicos (tienen más materiales o más costosos), como de espacio ocupado (mayores dimensiones de los elementos componentes).

Otro aspecto de interés son las diferencias apreciables en algunos casos entre los resultados previstos calculados con la “Herramienta de Cálculo del DB HR” y los valores reales de ensayo.

En primer lugar hay que señalar que los valores de cálculo son siempre iguales o peores a los resultantes de las medidas del ensayo. Esto es sin duda positivo, ya que garantiza que los desvíos se producen en el lado de la seguridad, suponiendo una garantía suplementaria respecto a la calidad acústica del edificio.

Pero en algunos casos, especialmente en los elementos constructivos mixtos, las diferencias son importantes. La explicación más racional es que los valores acústicos de laboratorio con los que se ha realizado la base de datos son inferiores a resultados de laboratorio más realistas de esos elementos constructivos.

Concretamente, el valor asignado en la base de datos al elemento constructivo “LHD (7 cm) sin enyesar (82 kg/m²), trasdosado a ambas caras con sistema autoportante de montantes 48 mm, con lana mineral + PYL(15mm)”, es de 58 dBA en laboratorio. En esas condiciones, el valor de cálculo previsto es de 55 dBA, muy lejos de aproximarse a los 60,1 dBA de valor medido de aislamiento real.



Sin embargo, la aplicación directa del DB HR permite determinar un valor de $R_A = 16,6 \log 62 + 5 = 36,7$ dBA para el ladrillo portador, y para el trasdosado a ambas caras, según UNE 12354-1, se le estima un valor de $\Delta R_A = 1,5 \times (35 - 36,7/2) = 25$ dBA. En conjunto, el sistema ladrillo portador + trasdosado resultaría con un valor de $R_A = 36,7 + 25 = 61,7$ dBA. Con este valor sí se alcanza una previsión de 58 dBA, mucho más próxima a 60,1 dBA reales.

RESULTADOS DE ENSAYOS EN EL EDIFICIO PORTAL 1					
AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO					
FASE	ELEMENTO	Recinto emisor	Recinto receptor	Aislamiento previsto D_{nTA}	Aislamiento medido D_{nTA}
1ª FASE	Divisorio vertical OPCIÓN SIMPLIFICADA	Salón planta 2ª	Dormitorio planta 2ª	61 dBA	64,5 dBA
	Divisorio vertical OPCIÓN GENERAL	Salón planta 3ª	Dormitorio planta 3ª	55 dBA	60,1 dBA
	Divisorio horizontal	Salón planta 2ª	Salón planta 3ª	64 dBA	68.3 dBA
	Divisorio horizontal	Dormitorio planta 2ª	Dormitorio planta 3ª	63 dBA	65.7 dBA
	Divisorio horizontal cruzado	Dormitorio planta 2ª	Salón planta 3ª	70 dBA	72,1 dBA
2ª FASE	Divisorio vertical OPCIÓN GENERAL	Salón planta 2ª	Dormitorio planta 2ª	59 dBA	63,8 dBA
	Divisorio vertical OPCIÓN GENERAL	Salón planta 3ª	Dormitorio planta 3ª	59 dBA	63,6 dBA
	Divisorio horizontal	Salón planta 2ª	Salón planta 3ª	64 dBA	65,3 dBA
	Divisorio horizontal	Dormitorio planta 2ª	Dormitorio planta 3ª	63 dBA	64,8 dBA
	Divisorio horizontal cruzado	Dormitorio planta 2ª	Salón planta 3ª	70 dBA	68,4 dBA
NIVEL A RUIDO DE IMPACTO					
FASE	ELEMENTO	Recinto emisor	Recinto receptor	Nivel previsto $L'_{nT,w}$	Nivel medido $L'_{nT,w}$
1ª y 2ª FASE (Valor medio)	Divisorio horizontal	Salón planta 3ª	Salón planta 2ª	43 dB	41 dB
	Divisorio horizontal	Dormitorio planta 3ª	Dormitorio planta 2ª	45 dB	42 dB
	Divisorio horizontal misma planta	Salón planta 3ª	Dormitorio planta 3ª	40 dB	38dB

RESULTADOS DE ENSAYOS EN EL EDIFICIO PORTAL 2					
AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO					
FASE	ELEMENTO	Recinto emisor	Recinto receptor	Aislamiento previsto D_{nTA}	Aislamiento medido D_{nTA}
1ª FASE	Divisorio vertical OPCIÓN SIMPLIFICADA	Salón planta 2ª	Dormitorio planta 2ª	55 dBA	57,3 dBA
	Divisorio vertical OPCIÓN GENERAL	Salón planta 3ª	Dormitorio planta 3ª	51 dBA	52,7 dBA
	Divisorio horizontal	Salón planta 2ª	Salón planta 3ª	64 dBA	68,7 dBA
	Divisorio horizontal	Dormitorio planta 2ª	Dormitorio planta 3ª	63 dBA	64.5 dBA
	Divisorio horizontal cruzado	Dormitorio planta 2ª	Salón planta 3ª	70 dBA	71.5 dBA
2ª FASE	Divisorio vertical OPCION GENERAL	Salón planta 2ª	Dormitorio planta 2ª	55 dBA	58,4 dBA
	Divisorio vertical OPCIÓN GENERAL	Salón planta 3ª	Dormitorio planta 3ª	54 dBA	57 dBA
	Divisorio horizontal	Salón planta 2ª	Salón planta 3ª	64 dBA	65,9 dBA
	Divisorio horizontal	Dormitorio planta 2ª	Dormitorio planta 3ª	63 dBA	63,5 dBA
	Divisorio horizontal cruzado	Dormitorio planta 2ª	Salón planta 3ª	70 dBA	69,8 dBA
NIVEL A RUIDO DE IMPACTO					
FASE	ELEMENTO	Recinto emisor	Recinto receptor	Nivel previsto $L'_{nT,w}$	Nivel medido $L'_{nT,w}$
1ª y 2ª FASES (Valor medio)	Divisorio horizontal	Salón planta 3ª	Salón planta 2ª	43 dB	43 dB
	Divisorio horizontal	Dormitorio planta 3ª	Dormitorio planta 2ª	45 dB	43 dB
	Divisorio horizontal misma planta	Salón planta 3ª	Dormitorio planta 3ª	40 dB	40 dB

En el caso de los elementos constructivos de tabiquerías secas autoportante utilizados no se aprecian estas diferencias tan acusadas, por lo que pueden considerarse valores aceptables.



3- CONCLUSIONES

Como se ha indicado anteriormente, los resultados obtenidos confirman:

- a) Puede cumplirse perfectamente el DB HR, utilizando elementos constructivos habituales en España de PYL y lanas minerales, idénticos a los utilizados en los países de la UE.
- b) Se obtienen soluciones más eficientes con el cálculo mediante la Opción General que los preconizados por la Opción Simplificada.
- c) Los valores acústicos alcanzados en los recintos son iguales o mejores que los preconizados por la aplicación directa de la “Herramienta de Cálculo del DB HR: protección frente al ruido”, propuesta por el Ministerio de Vivienda.

REFERENCIAS

- [1] UNE-EN 12354 Partes 1,2 y 3: Acústica en la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico entre recintos.
- [2] UNE-EN 13162:2002: Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.
- [3] UNE-EN 520:2005. Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.
- [4] UNE 102040 IN:2000. Montajes de sistemas de carpintería con placas de yeso laminado con estructura metálica. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones.
- [5] UNE 102041 IN:2004. Montajes de sistemas de trasdosados con placas de yeso laminado. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones.
- [6] ATEDY 2. Sistemas constructivos con placa de yeso laminado. Sistemas de trasdosados
- [7] SAINT-GOBAIN CRISTALERIA, S.A. Manual de Aislamiento en la Edificación.
- [8] SAINT-GOBAIN (ISOVER). Guide de prescription de l'isolation thermique et acoustique
- [9] URSA. Aislamiento térmico y acústico en la edificación residencial e industrial URSA GLASSWOOL (Enero 2005)
- [10] MINISTERIO de VIVIENDA “Herramienta de Cálculo del Documento Básico HR. Protección frente al ruido”
- [11] AFELMA-ATEDY: “Catálogo de Soluciones Acústicas y Térmicas para la Edificación”
- [12] AFELMA-ATEDY: Panel de ensayos conjuntos en laboratorios Instituto de Acústica y Centro Tecnológico de Acústica del grupo Audiotec (2004-2008)