

AISLAMIENTO DE FORJADOS A RUIDO DE IMPACTO SEGÚN LAS NORMAS UNE 74-040-84 PARTE 7, Y NBE-CA-88.

Sastre Izquierdo Luis Carmelo

Lara Espino Antonio Alfonso.

Dpto. IMEIM. Laboratorio de Acústica y Vibraciones, LTI.
E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid.
Paseo del Cauce s/n. 47011 Valladolid. ESPAÑA.
Tel: 983 - 423000 ext. 4443. FAX: 983 - 423310.

1.- INTRODUCCIÓN.

En la transmisión vía sólida, fundamentalmente se habla de sonido de impactos, que se propaga por la estructura del edificio y llega al oído mediante ondas aéreas.

En nuestro caso, el medio sólido objeto de estudio va a ser el forjado, sobre el que normalmente inciden las pisadas, los golpes y las vibraciones de los electrodomésticos.

Se pretende hacer un estudio comparativo de aislamientos de forjados a ruido de impacto, obtenidos por dos procedimientos diferentes:

I.- Aplicando la ley de masa para el aislamiento en dB(A). Esta ley está contemplada en la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88, y viene dada por las siguientes expresiones:

$$L_{nA} = 135 - R \text{ dB(A)}.$$

Siendo:

- L_{nA} el nivel de presión sonora de ruido de impacto normalizado en dB(A).

- R el aislamiento a ruido aéreo del forjado en dB(A), que en ausencia de ensayos puede determinarse a partir de las expresiones:

$$R = 16,6 \log(m) + 2 \text{ dB(A)} \quad \text{si } m \leq 150 \text{ Kg/m}^2$$

$$R = 36,5 \log(m) - 41,5 \text{ dB(A)} \quad \text{si } m \geq 150 \text{ Kg/m}^2$$

Donde:

- m es la masa por unidad de superficie del forjado expresada en Kg/m.²

II.- A partir de medidas de niveles de presión realizadas "in-situ", para las que se ha desarrollado una metodología de ensayo al amparo de la norma UNE.

2.- METODOLOGÍA DE MEDIDA EN OBRA

A continuación se presenta un método aplicable "in-situ" para la medida del aislamiento de forjados unidireccionales a ruido de impacto, donde se han seguido las directrices generales contenidas en la norma UNE 74-040- 84 Parte 7:

El ruido de impacto en la sala emisora, se produce mediante una máquina de impactos normalizada; ésta se coloca sobre el suelo de ensayo de forma que tenga su fila de martillos orientada aproximadamente a 45° respecto de las vigas o nervaduras del suelo.

Para recoger información del nivel de presión sonora en la sala receptora, se ha utilizado un analizador portátil en tiempo real de dos canales, pudiéndose medir simultáneamente niveles de presión sonora en todo el rango de frecuencias de interés, que en nuestro caso van desde 100 hasta 5000 Hz. Esto permite reducir considerablemente el tiempo de ensayo, posibilitando la realización de controles de calidad en obra.

Se eligen aleatoriamente sobre el suelo de ensayo de la sala emisora tres posiciones distintas para la máquina de impactos, distribuidas uniformemente por toda la superficie del forjado, y a una distancia superior a 0.5 m. de las paredes del local. Para cada posición de la máquina de impactos en la sala emisora, se sitúan aleatoriamente los dos micrófonos en la sala receptora, a una distancia superior a 0.5 m. de las paredes; procediéndose a la medida del nivel de presión sonora en esta última sala (previa calibración de toda la cadena de medida). Esta medida se realiza en tercios de octava con un promediado lineal de 7 segundos para cada posición de los micrófonos. Cuando se cambia de posición la máquina de impactos, se cambian también de posición los dos micrófonos, procurando que las nuevas posiciones de éstos no estén alineadas con las anteriores.

Para el cálculo del aislamiento a ruido de impacto, es necesario además medir en la sala de recepción tanto el ruido de fondo como el tiempo de reverberación. Ambos se midieron en tercios de octava:

Para el primero, se han elegido 6 posiciones aleatorias y no alineadas para los micrófonos, siempre distantes de las paredes más de 0.5 m. Las medidas se llevaron a cabo con un promediado lineal de 5 segundos de duración por posición de los micrófonos.

Para el cálculo, del segundo, se ha utilizado una fuente de ruido rosa controlable desde el analizador; igualmente se eligen 6 posiciones no alineadas para los micros y alejadas más de 0.5 m. de las paredes. Las medidas se llevan a cabo mediante el método de caída o corte, donde se han evaluado con promediado exponencial un total de 100 espectros de 1/32 de seg. de duración cada uno.

3.- INSTRUMENTAL UTILIZADO EN LA TOMA DE DATOS

El instrumental que se ha utilizado en la adquisición de datos está compuesto por:

- Máquina de impactos NORSONIC modelo 211.
- Analizador en tiempo real de dos canales Brüel & Kjaer tipo 2144.
- Fuente de ruido Brüel & Kjaer tipo 4224.
- Micrófonos de condensador de 1/2" Brüel & Kjaer tipo 4165.
- Preamplificadores Brüel & Kjaer tipo 2639.
- Calibrador Brüel & Kjaer tipo 4230.

4.- PARÁMETRO DE AISLAMIENTO

El nivel de presión sonora de ruido de impacto normalizado, se aplica para la determinación de las propiedades de aislamiento a ruido de impacto de un elemento constructivo. Es, por tanto, el parámetro que nos interesa, y el que se ha calculado en frecuencias de tercios de octava, mediante el software de acústica de edificios WT9343 de Brüel & Kjaer, a partir de los datos de nivel de presión sonora recogidos "in-situ". Esta magnitud viene dada por la expresión:

$$L_n = L - 10 \log (A_0/A) = L - 10 \log (T/0.5) \text{ dB.}$$

Siendo:

- L nivel medio de presión sonora en la sala receptora.
- A_0 área de absorción equivalente de referencia, $A_0 = 10 \text{ m}^2$
- A área de absorción equivalente de la sala de recepción.
- T tiempo de reverberación en la sala receptora.

Nota: Estos cuatro últimos parámetros se han calculado en frecuencias de tercios de octava.

Una vez obtenidos los valores de L_n en dB, se ponderan con la curva de decibelios A y se componen para dar un nivel de presión global para la sala receptora en dB(A), denominado L_{nA} .

5.- ESTUDIO COMPARATIVO

Se han realizado medidas para el cálculo de aislamiento en siete promociones de viviendas distintas, localizadas en seis provincias diferentes. En total se han calculado 22 aislamientos correspondientes a otros tantos forjados distribuidos en 20 viviendas unifamiliares.

En nuestro caso, estos cerramientos horizontales son unidireccionales de hormigón armado con bovedilla cerámica, la mayoría de 25 cm de canto, con acabados continuos de techo y pavimentos rígidos de baldosa de terrazo o cerámica y con importantes capas de arena.

En la tabla I se compara, el nivel de presión sonora de ruido de impacto normalizado obtenido a partir de las mediciones realizadas "in-situ" (llamado en la tabla nivel de presión real), y el que se tiene con las expresiones dadas en el apartado 1 que están admitidas por la Norma Básica de la Edificación, (llamado nivel teórico).

En la tabla II se hace lo mismo para los valores medios de cada promoción de viviendas.

	Espesor del forjado (cm)	Espesor de la capa de arena (cm)	Masa total por unid. de sup. (Kg/m ²)	Superf. total del forjado (m ²)	Nivel de presión teórica dB(A)	Nivel de presión real L _{nA} (dB(A))
Promoción 1	23	---	360	10.1	83	82.5
	23	---	360	10.1	83	82.6
	23	---	360	11.4	83	79.4
	23	---	360	16.9	83	77.3
Promoción 2	25	5	---	29.9	---	81.6
	25	5	---	15.7	---	86.5
	24	---	365	17.7	83	80.9
	24	---	365	21.6	83	84.5
Promoc. 3	25	5	---	18.1	---	79.8
	25	5	---	21.7	---	79.5
	25	5	---	21.7	---	77.6
Promoc. 4	25	---	370	19.9	83	78.7
	25	---	370	23	83	78.1
	25	---	370	29	83	77
Promoc. 5	25	2	---	9.5	---	76.2
	25	2	---	9.6	---	78.3
	25	2	---	9.5	---	74.6
Promoc. 6	25	5	---	15.5	---	72.5
	25	5	---	16	---	73
	25	5	---	21.1	---	76.9
Promoción 7	30	---	410	11.6	81	88
	30	---	410	8	81	91.2

Tabla I. Comparación entre niveles de presión de ruido de impacto normalizado.

	Espesor del forjado (cm)	Espesor de la capa de arena (cm)	Masa total por unid. de sup. (Kg/m ²)	Media de los niveles teóricos dB(A)	Media de los niveles reales dB(A)
Promoción 1	23	---	360	83	80.5
Promoción 2	25	5	---	---	84
	24	---	365	83	82.7
Promoción 3	25	5	---	---	79
Promoción 4	25	---	370	83	78
Promoción 5	25	2	---	---	76.4
Promoción 6	25	5	---	---	74.1
Promoción 7	30	---	410	81	89.6

Tabla II. Comparación entre niveles medios.

6.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Si en las tablas anteriores, comparamos los datos de las dos columnas expresadas en dB(A), vemos como los valores de presión reales, en algunos casos, son incluso inferiores a los teóricos; lo cual parece indicar que el comportamiento de este tipo de cerramiento una vez puesto en obra, puede ser satisfactorio si se proyecta con suficiente masa por unidad de superficie.

Centrándonos en los datos de nivel de presión real en dB(A), concretamente analizando los valores de las promociones 2 y 7, vemos como teniendo ambas el mismo espesor de forjado, idéntica de capa de arena de nivelación y superficies totales de forjado similares, sin embargo, los niveles de presión sonora real de, la promoción 2 es muy superior a los de la promoción 6. Esto puede ser debido a varias causas; si suponemos que la transmisión directa a través del forjado es adecuada, es decir, el forjado aísla lo suficiente, entonces cabe considerar las transmisiones indirectas debido a la existencia de puentes acústicos o a la falta de estanqueidad en la sala emisora, provocada por una mala carpintería de puertas y ventanas o por la existencia de otro tipo de cerramientos acústicamente más "pobres".

El nivel de presión a ruido de impacto normalizado en la sala receptora, no depende exclusivamente de proyectar unos forjados de fábrica con suficiente masa por unidad de superficie, sino que el "diseño" del entorno donde se encuentra ubicado el forjado en cuestión, influye claramente en los resultados. Por ejemplo: En nuestro caso cuando el ensayo se realiza para un forjado que separa dos viviendas (dos propietarios o usuarios distintos), el nivel de ruido de impacto es de 80 dB(A) o menor; sin embargo cuando el forjado separa dos plantas de una misma vivienda comunicadas por una escalera interior, el nivel de ruido de impacto es mayor. Tal es el caso de los forjados estudiados en la promoción 7.

7.- CONCLUSIONES

Se ha puesto a punto un método y una cadena de medida, para toma de datos "in-situ", a partir de los cuales se obtenga el aislamiento de forjados a ruido de impacto.

Se pone de manifiesto, la dificultad de obtener un conocimiento suficientemente preciso del comportamiento acústico de los forjados en obra, a partir de los valores teóricos obtenidos con la ley de masas contemplada en la Norma Básica de la Edificación.

BIBLIOGRAFÍA

NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN NBE-CA-88. Condiciones acústicas en los edificios.
NORMA UNE 74-040-84 Parte 7. Medida del aislamiento acústico de los edificios y de los elementos constructivos. Medida "in-situ" del aislamiento de suelos a ruido de impacto.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo está enmarcado dentro de un proyecto financiado por la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León.