

SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA PARA ELEVADAS PRESTACIONES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO CON MÍNIMA ALTURA

PACS: 43.50.Jh

Rodríguez Lladó, Àngel; Torres del Castillo, Rafael José
VIBROACÚSTICA CONTROL Y AISLAMIENTO, S.L.
C/ Abat Marcet, 41 bajos
08173 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)
Telf: 935 836 108
Fax: 936 755 890
E-mail: vibcon@vibcon.es

ABSTRACT

Our starting point is the refurbishment of a business located on the groundfloor of a residential building. Our aim is to dramatically increase its sound insulation bearing in mind that there is very low height for a floating ceiling at our disposal. Moreover, the initial sound insulation of the ceiling prior to the refurbishment was very poor.

This article describes the non common floating ceiling that was constructed: its design, execution process and finally the results we obtained by measuring airborne sound insulation *in situ*.

RESUMEN

Se parte de un caso real de reforma de un local, situado bajo viviendas, con el objetivo de dotarlo de un aislamiento acústico muy elevado, disponiendo además de poca altura para la ejecución del techo flotante y partiendo de un aislamiento inicial pobre.

El presente documento presenta el diseño, ejecución y resultados de aislamiento obtenidos *in situ* gracias a la solución constructiva empleada, poco habitual en los manuales de construcción de techos flotantes, para obtener altas prestaciones de aislamiento acústico ocupando el escaso espacio disponible.

1.- INTRODUCCIÓN

Como consultores acústicos se nos presenta el reto de dotar a un local problemático con un aislamiento acústico elevado. El objetivo es acatar una sentencia judicial que rezaba textualmente: "...la nueva propietaria debe insonorizar el local y sus instalaciones de modo que los vecinos no noten ningún ruido...". Además, en el siguiente párrafo decía: "...el grado de insonorización será siempre el máximo...debiendo pecar en cualquier caso por exceso...".

Frente a esta indeterminación lo primero que se hizo fue traducir a valores numéricos los requerimientos anteriores, que iban más allá de cualquier normativa. Se supuso un nivel de

emisión de 90 dBA y un nivel de inmisión interior máxima permitida en la vivienda vecina de 20 dBA, lo que fijaba el aislamiento exigido en 70 dBA.

El local en cuestión ocupa los bajos de un edificio residencial y, como sucede a menudo en el barrio de l'Eixample barcelonés, la parte central del local dispone de una altura inferior al resto, ya que lo que correspondería al altillo del local está ocupado por el piso "entresuelo" del edificio. Conseguir el aislamiento deseado entre el local y el entresuelo, ciñéndonos a la limitación en cuanto a la altura disponible para la ejecución del techo (32 cm), es nuestro verdadero objetivo.

El forjado original del entresuelo es débil (construcción en bóveda catalana o bóveda tabicada), de poca masa y un aislamiento bruto global a ruido aéreo obtenido *in situ* de D=39 dBA y D=43 dBA a ruido rosa en dos de las estancias analizadas. Este hecho hizo que se desestimara la opción de suspender el techo flotante del forjado original, como suele hacerse habitualmente, dado que no se podía asegurar su resistencia.



Figura 1. Aspecto inicial de la zona bajo el entresuelo

Como resumen de los requerimientos y limitaciones para nuestro diseño tenemos:

OBJETIVO	LIMITACIONES
D \geq 70 dBA a ruido rosa	<ul style="list-style-type: none"> • Altura máxima disponible=32 cm • Aislamiento de forjado original D=39 dBA/43 dBA a ruido rosa • Imposibilidad de utilizar forjado original como punto de cuelgue

Tabla 1. Objetivo y limitaciones de nuestro diseño

2.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA ADOPTADA

Huelga decir que, además de la ejecución del techo flotante para llegar a alcanzar niveles elevados de aislamiento, es necesario el tratamiento acústico flotante del resto de superficies que delimitan al local: paredes perimetrales y suelo (concepto de caja dentro de caja). A grandes rasgos se puede decir que las paredes originales de obra se trasdosaron con sándwich multicapa de placa de yeso laminado y material viscoelástico de alta densidad. En el

suelo se construyó una losa flotante de hormigón de 15 cm sobre material elastomérico de 3 cm, previo rebaje del nivel de suelo original para ganar altura (se omite detallar más esta parte en el presente artículo para centrarse únicamente en el tratamiento del techo del local).

Para el diseño de la solución constructiva se partió de la idea del modelo “clásico” de techo multicapa de yeso laminado suspendido elásticamente del forjado original, dejando una cámara de aire rellena con material absorbente. Adaptando este concepto al objetivo y limitaciones descritos en la Tabla 1 se desestimó dicha solución y se optó por la construcción de una losa maciza de hormigón en sustitución del sándwich multicapa tradicional, ya que aporta una elevada masa. La losa de hormigón se fabricó *in situ* y se dejó una cámara de aire entre la misma y el forjado, necesaria para su construcción.

Para la suportación de la losa, dado que no podía utilizarse el forjado original como punto de cuelgue por su debilidad, se construyó un sistema de chapa colaborante y vigas HEB-120, apoyadas elásticamente sobre el suelo original del local. Cabe destacar que, por problemas de espacio, el apoyo de la estructura no pudo realizarse sobre la losa flotante del suelo del local, por lo que se tuvo que idear un sistema alternativo de apoyo elástico, para que la estructura y la losa del techo descansaran sobre el suelo original (apartado 2.2.-).

El compromiso entre la altura de la cámara de aire y el espesor de la losa maciza de hormigón necesario para alcanzar el aislamiento deseado - sin sobrepasar el conjunto los 32 cm - se definió mediante simulación con software informático comercial. No se perdió de vista su carácter orientativo ya que, entre otras cosas, no se estaba partiendo de un elemento base estandarizado.

2.1.- Composición del Techo

La solución constructiva empleada puede verse en la siguiente figura:

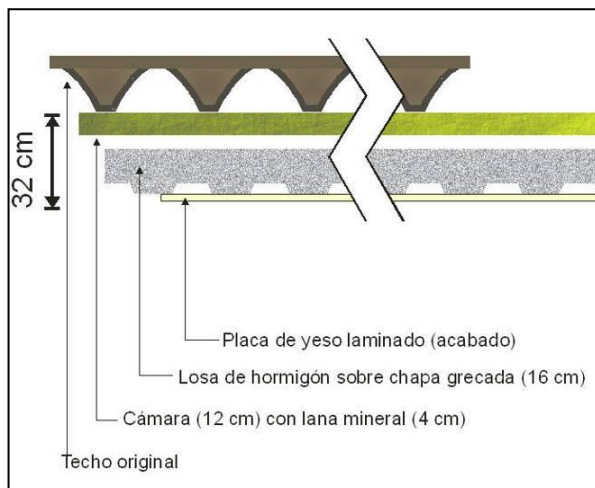


Figura 2. Composición del techo



Figura 3. Vista lateral de la cámara y las vigas LPN perimetrales

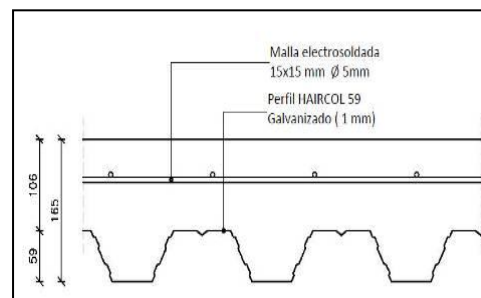


Figura 4. Sección losa con chapa colaborante

En orden descendente tenemos:

- Lana mineral absorbente de 4 cm de espesor y 30 kg/m^3 , sujeta al techo original mediante una estructura reticular de alambre.
- Cámara de aire de 12 cm, lo que ha permitido el paso de cableado eléctrico de un extremo del local a otro.
- Losa maciza de hormigón de 16 cm de espesor máximo (2.300 kg/m^3) sobre chapa metálica grecada de 1 mm de espesor.
- Placa de yeso laminado, como acabado para ocultar la greca.

La lana mineral de la cámara se suspendió previamente del techo original, ya que al construirse la losa de hormigón *in situ* era necesario dejar un espacio libre para poder introducir la manguera con el hormigón y asegurar que la lana no estorbara ni fuera arrastrada.

El estudio de arquitectura que llevó a cabo la ejecución de la losa la subdividió en seis fragmentos para facilitar su ejecución. En total la losa ocupa la totalidad del techo ubicado bajo el entresuelo y tiene unas dimensiones en planta de $13 \times 3 \text{ m}$.

La suportación a nivel de losa de la chapa colaborante se hizo mediante viga LPN-180.15 perimetral y cinco vigas HEB-120 perpendiculares entre cada fragmento de losa. Cada uno de los seis fragmentos se fue llenando de hormigón a modo de "piscina", empezando por el extremo más lejano a la cuba de hormigón y retrocediendo a medida que se iban llenando las seis porciones de losa a través de las oberturas laterales existentes entre las paredes originales y las vigas perimetrales.

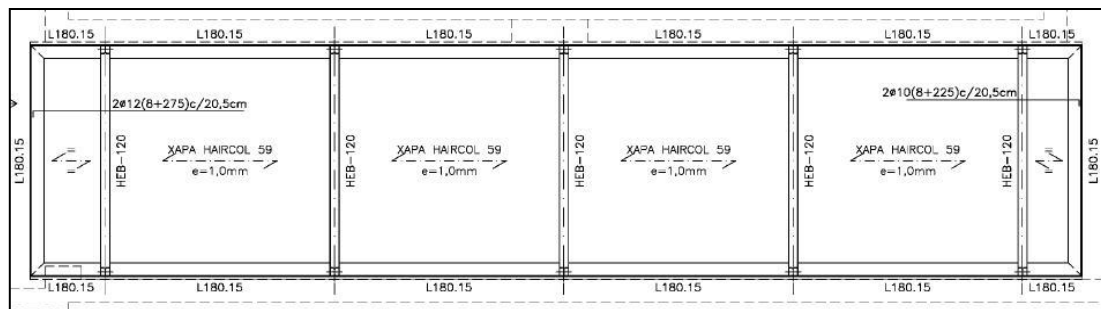


Figura 5. Estructura de vigas a nivel de losa. Vista en planta.

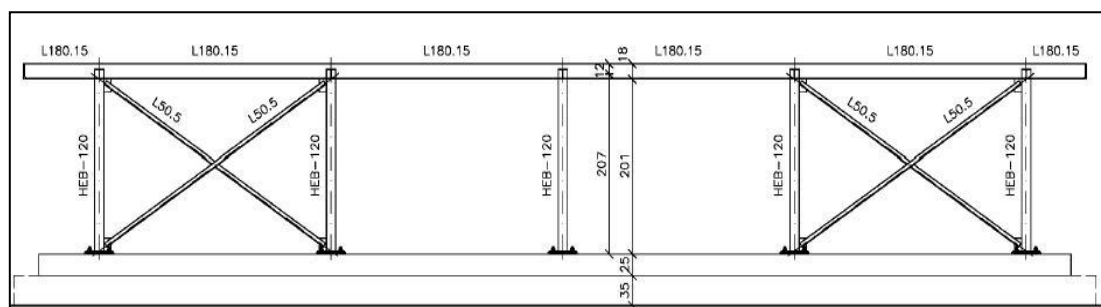


Figura 6. Estructura de vigas. Vista en alzado

Para garantizar la flotabilidad de la losa de hormigón una vez hubiera fraguado, se aseguró que ninguna de las vigas que conformaban la estructura (ni las verticales, ni las horizontales) estuvieran en contacto con las paredes originales del local. Las vigas perimetrales LPN, además, se sobredimensionaron ligeramente en altura para evitar que el hormigón rebosara durante la construcción y pudiera actuar como puente acústico en algún punto.



Figura 7. Estructura en construcción. Ver lana de roca sujeta al techo



Figura 8. Losa finalizada, a falta de colocar el acabado inferior

2.2.- Soportación Flotante de la Estructura

Como puntos de apoyo para los pilares que conforman la estructura de la losa de hormigón se construyeron dos zapatas corridas (ver Figura 10) paralelas a las paredes y solidarias con los paramentos originales del edificio (paredes y suelo no flotantes). Sobre estas zapatas se apoyan los diez pilares HEB-120, mediante la pletina metálica de 350x200x18 mm que forma la base de cada pilar (ver Figura 9).



Figura 9. Malla para la construcción de las zapatas y anclajes para la pletina metálica antes de ser embebidos.



Figura 10. Zapata corrida con anclajes para recibir a la pletina metálica

La unión elástica necesaria para garantizar la flotabilidad del sistema, desrigidizando la losa de hormigón que constituye el techo flotante de la estructura original del edificio, se decidió realizar en la unión de las bases de los pilares con las zapatas corridas de hormigón. Esta decisión tuvo que consensuarse plenamente con el estudio de arquitectura, dadas las posibles interferencias con la rigidez de la estructura que pudiera tener.

Los pesos puntuales aproximados que reciben las pletinas metálicas son de entre 2,5 y 3 Tn, lo que supone una carga aproximada para las pletinas de 39.000 kg/m². Bajo las pletinas metálicas se colocaron alfombrillas de caucho NR 60° ShA de 15 mm de espesor, con las mismas dimensiones que la pletina metálica. El sistema de fijación a las zapatas de hormigón era mediante anclajes embebidos (4 anclajes/pletina). Para evitar el contacto rígido de los anclajes y la pletina metálica (que, recordemos, debe ser totalmente flotante), se diseñó para cada anclaje una doble arandela de caucho NR 45° ShA. La arandela inferior se embutió en la pletina metálica y actuaba de pasante evitando que la fijación entrara en contacto directo con la pletina. Por otra parte, la arandela superior se colocó entre la rosca de fijación y la propia pletina metálica (ver Figura 11 y Figura 12). De esta manera se garantiza la flotabilidad total del sistema.

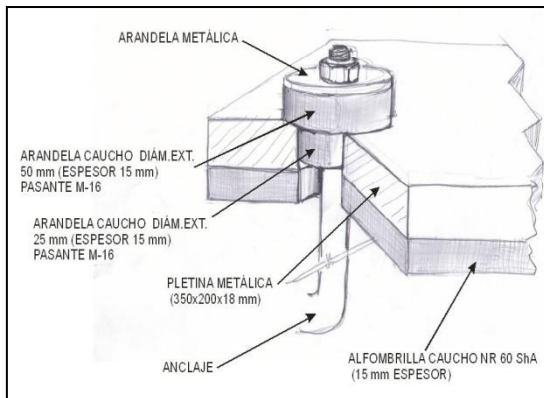


Figura 11. Croquis del sistema de suptación flotante de la estructura



Figura 12. Detalle del sistema de soportación elástico en la base del pilar

3.- RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las medidas experimentales de aislamiento acústico obtenidos en las dos estancias analizadas (vestíbulo y sala). En cada gráfico se compara el aislamiento inicial y el obtenido, una vez ejecutada la solución para aumentar el aislamiento acústico.

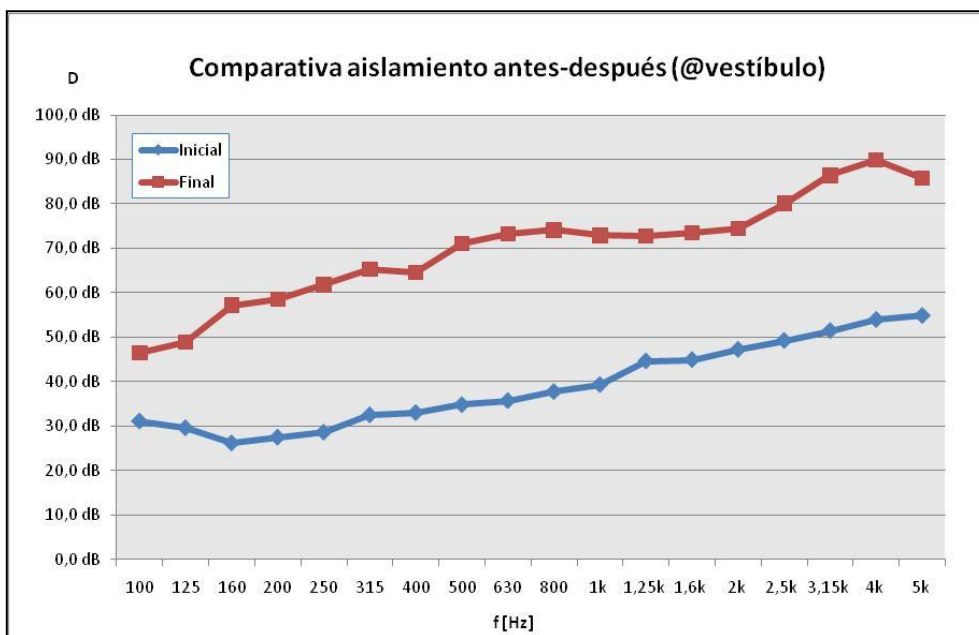


Figura 13. Comparativa aislamiento inicial y final entre el local y el vestíbulo

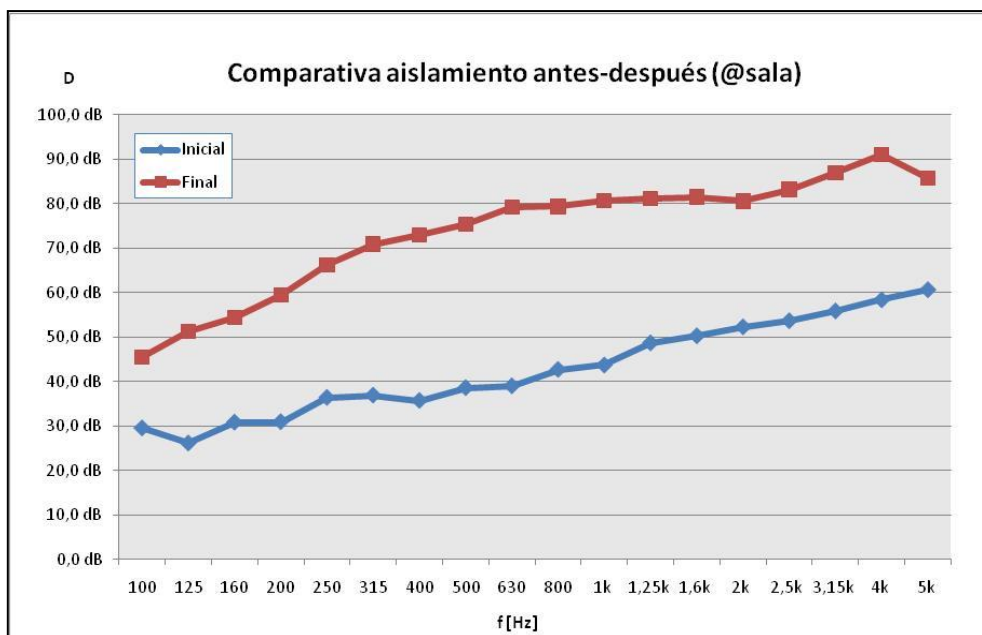


Figura 14 Comparativa aislamiento inicial y final entre el local y la sala

En la siguiente tabla se muestran los resultados globales correspondientes:

PARTICIÓN	AISLAMIENTO INICIAL $D_{100-5kHz}$	AISLAMIENTO FINAL $D_{100-5kHz}$	INCREMENTO $\Delta D_{100-5kHz}$
Vestíbulo	39 dBA	≥ 70 dBA	≥ 31 dB
Sala	43 dBA	≥ 71 dBA	≥ 28 dB

Tabla 2. Resultados globales de aislamiento a ruido rosa obtenidos antes y después de la reforma

Cabe decir que los valores de aislamiento anteriormente mostrados correspondientes al final de la reforma deben expresarse como valores mínimos, ya que debido al elevado aislamiento con que cuenta el local - especialmente a frecuencias superiores a 500 Hz -, la influencia del ruido de fondo en la medición es importante y su corrección viene limitada por la norma ISO 140-4.

Los valores de aislamiento obtenidos después de la reforma suponen un incremento de 30 a 40 dB en prácticamente todo el ancho de banda analizado, a excepción de la parte más baja del espectro, en que la mejora obtenida ha sido de 15 a 25 dB aproximadamente.

4.- CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha descrito un tipo de tratamiento acústico para techos poco habitual, cuando las necesidades de aislamiento son elevadas, se tiene poca altura disponible para la ejecución de un falso techo flotante y además no puede suspenderse peso del forjado original. La solución constructiva presentada, junto con el sistema antivibratorio para su sujeción han demostrado proporcionar unas prestaciones de aislamiento acústico superiores a 70 dBA a ruido rosa.

Como contrapartida debe tenerse en cuenta que el coste de la solución constructiva empleada es elevado. El cliente ha pagado aproximadamente 450 €/m² para el techo, incluyendo el estudio estructural, la estructura metálica, el material antivibratorio y el hormigonado. Con un techo flotante doble tradicional y el escaso espacio disponible difícilmente habría podido conseguirse el mismo aislamiento.

5.- AGRADECIMIENTOS

Agradecer la colaboración en el presente artículo del estudio de arquitectura "PUIG-PEY I PUJOL PBP ASSOCIATS, SCP" de Barcelona, por autorizarme a publicar este artículo y proporcionarme la información necesaria.

Asimismo dar las gracias a Eduardo Pazo de DISUASON.

6.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] Arau, H. *ABC de la Acústica Arquitectónica*. Ediciones CEAC, 1999.
- [2] Meisser, M. *Acústica de los Edificios*. Editores Técnicos Asociados, S.A., 1973.
- [3] Querol, J.M. *Aislamiento acústico en la edificación*. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Tarragona, 2003
- [4] Código Técnico de la Edificación: Documento Básico de Protección Frente al Ruido
- [5] UNE-EN ISO 140-4: Abril 1999: Medición "in situ" del aislamiento al ruido aéreo entre locales.