

## Confort acústico de los forjados tradicionales

PACS ref: 43.55 Rg

De Rozas M.J.<sup>2</sup>; Esteban A.<sup>2</sup>; Cortés A.<sup>2</sup>; Escudero S.<sup>2</sup>; De Lorenzo A.<sup>1</sup>

(1) Servicio de Normativa de Edificación del Gobierno Vasco

(2) En representación del Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco

C/ Agirrelanda 10, 01013 Vitoria

Tlf: 945 26 89 33 Fax: 945 28 99 21

E-mail: [labein.vitoria@sarenet.es](mailto:labein.vitoria@sarenet.es)

### ABSTRACT

The Acoustics Area of the Laboratory for Quality Control in Buildings of the Basque Government (taking advantage of their facilities for the simultaneous assembly and storage of different building elements) has carried out throughout 2001 an experimental work about the acoustic behavior of traditional floor used in Spain with different floor coverings.

This paper present the results of laboratory measurements and the conclusions of this work.

### RESUMEN

El Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco (aprovechando las facilidades que presentan sus instalaciones para el montaje simultáneo y almacenamiento en el tiempo de diferentes tipologías de elementos de construcción) ha desarrollado a lo largo de 2001 un estudio experimental sobre el comportamiento acústico de forjados tradicionales utilizados en España con diferentes tipos de revestimientos.

Esta ponencia presenta los resultados y conclusiones de este estudio, aportando información sobre el comportamiento acústico de forjados a partir de datos experimentales obtenidos en laboratorio.

### INTRODUCCIÓN

La construcción tradicional de viviendas en España se basa en la utilización de forjados unidireccionales formados por hormigón armado, viguetas y bovedillas cerámicas y de hormigón, como elementos de separación horizontal entre recintos. El uso de losas de hormigón armado no está tan extendida como en otros países de Europa. En el caso de

rehabilitación de edificios antiguos, se utilizan generalmente forjados ligeros, con hormigón aligerado.

Es interesante conocer qué comportamiento acústico presentan estos elementos de separación horizontal, dado que la normativa actual, NBA-CA-88 [1], está siendo modificada, y los nuevos requisitos acústicos que han de satisfacer estos forjados van a ser más exigentes a fin de aumentar el confort acústico de los usuarios de las viviendas.

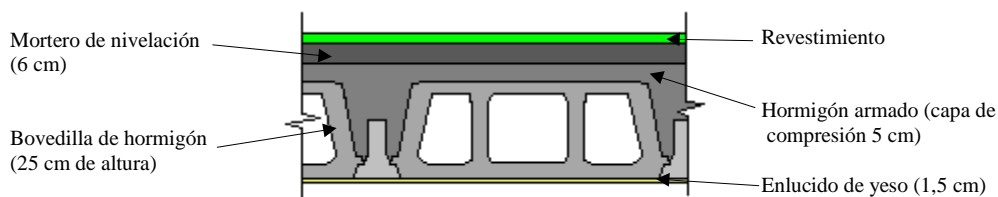
Para dar respuesta a estas inquietudes el área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco ha realizado un estudio experimental ensayando diferentes forjados tradicionales con diversos revestimientos. El objetivo del estudio ha sido múltiple:

- Conocer datos experimentales reales del comportamiento de forjados y de los diferentes revestimientos que serán incorporados en la Base de datos dBMAT editada por el Gobierno Vasco en 2001 como instrumento de diseño para los profesionales del sector.
- Disponer de datos de entrada a los modelos de predicción de ruido en edificios basados en la norma EN 12354 [2].
- Analizar las diferencias entre diferentes prácticas constructivas consideradas tradicionales en nuestro país.
- Evaluar las características acústicas de los forjados en función de la normativa actual y futura.
- Identificar posibles necesidades de mejora en diseño de estos elementos constructivos tradicionales.

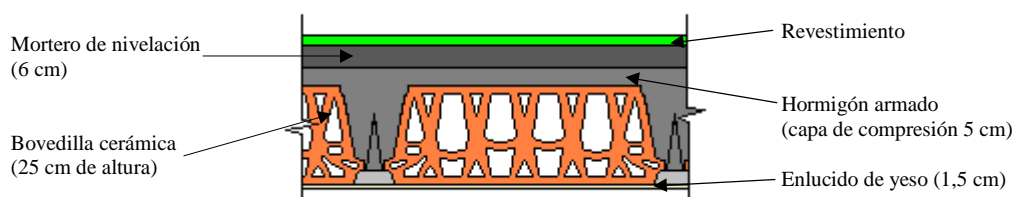
## DESCRIPCIÓN DE LOS FORJADOS

Se han construido los cinco forjados base que se describen en las figuras siguientes (Figs. 1, 2, 3, 4 y 5). Cada uno de los forjados tiene una superficie de 13,86 m<sup>2</sup> (4,2 m x 3,3 m).

### Forjados tradicionales:

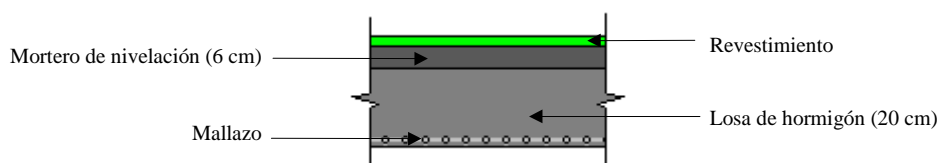


**Fig. 1:** Forjado de bovedillas de hormigón 25+5

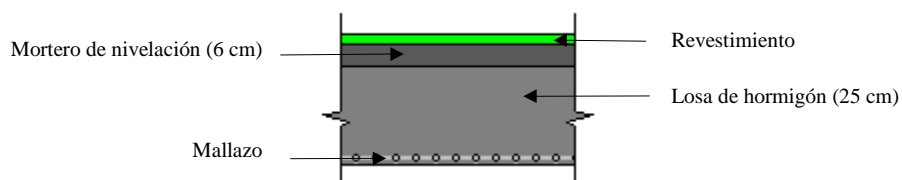


**Fig. 2:** Forjado de bovedillas cerámicas 25+5

### Forjados de losa de hormigón:

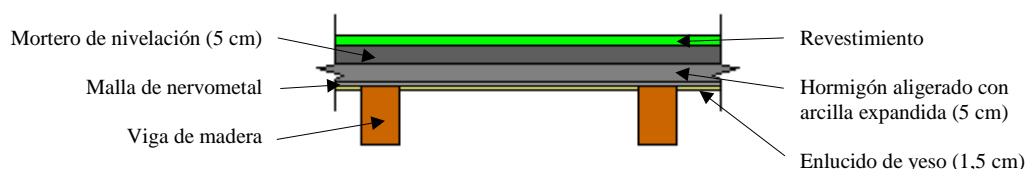


**Fig. 3:** Forjado de losa de hormigón de 20 cm



**Fig. 4:** Forjado de losa de hormigón de 25 cm

### Forjados de rehabilitación de edificios



**Fig. 5:** Forjado ligero

## **ENSAYOS REALIZADOS**

Dada la singularidad que presenta el laboratorio de poseer cámaras móviles de ensayo que permite almacenar el forjado una vez ensayado y realizar modificaciones constructivas sobre el mismo, se han ensayado los forjados anteriormente descritos con diferentes revestimientos. En primer lugar se ha realizado un grupo de ensayos utilizando como revestimientos soluciones tradicionales como son parquet, terrazo y tarima sobre rastrel. En segundo lugar se ha realizado otro conjunto de ensayos orientado a determinar la mejora que aporta a los revestimientos tradicionales otro tipo de soluciones como son la tarima flotante y un falso techo de yeso laminado desconectado del forjado con cámara de aire intermedia.

Se ha medido en laboratorio el aislamiento a ruido aéreo de los forjados según norma UNE EN ISO 140-3: 1995 [3] y el aislamiento a ruido de impactos según norma UNE-EN ISO 140-6: 1998 [4].

## **RESULTADOS**

Los resultados de estos ensayos realizados en laboratorio muestran el aislamiento a través del forjado sin la influencia de las transmisiones indirectas que aparecen en las medidas 'in situ'. En el laboratorio se mide únicamente el camino directo de transmisión de ruido a través del forjado.

Dado que en la norma actual los requisitos hacen referencia al índice de aislamiento a ruido rosa (para el aislamiento a ruido aéreo) y el nivel global de ruido de impactos en dBA (para el aislamiento a ruido de impactos), se presentan y analizan dichos índices de aislamiento para los forjados ensayados. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos.

Respecto al comportamiento de los forjados con los revestimientos habituales (parqué, terrazo, tarima sobre rastrel) se pueden destacar los siguientes resultados en relación a los índices globales:

En los forjados de bovedillas cerámicas y de hormigón, el camino de transmisión directa presenta un aislamiento a ruido aéreo con parqué y terrazo que está entorno a los 55 dBA para el forjado de bovedillas de cerámicas y entre 58 y 61 dBA para el forjado de bovedillas de hormigón. El nivel de ruido de impactos está próximo o supera los 80 dBA.

La tarima sobre rastrel disminuye el índice de aislamiento a ruido aéreo, entre 3 y 4 dBA y mejora el nivel de ruido de impactos en más de 9 dBA.

Respecto a los forjados de losa de hormigón armado con espesores mayores a 15 cm aportan, a medida que se aumenta su espesor, una mejora al aislamiento a ruido aéreo a través del camino directo de transmisión, obteniendo valores entre 54 a 65dBA. En cuanto al aislamiento a ruido de impactos se tienen valores de 65 a 70 dBA.

Por último el forjado ligero presenta un aislamiento a ruido aéreo de 46,7 dBA con parqué y de 53 dBA con terrazo. El nivel de ruido de impactos con ambos revestimientos es superior a los 80 dBA que establece la norma actual. Si se coloca tarima sobre rastrel mejora ligeramente el índice a ruido de impactos pero empeora el índice de aislamiento a ruido aéreo, al igual que ocurre en los casos anteriores.

Analizando el segundo grupo de ensayos, resaltar que la utilización de tarima flotante aporta una mejora al aislamiento a ruido de impactos consiguiendo en el caso del forjado de bovedillas cerámicas que pase de 83,5 dBA a 61,6 dBA y que se alcancen niveles de 54,5 y 57,7 dBA en las losas de hormigón. En cuanto al falso techo señalar la mejora que aporta tanto a ruido aéreo como a ruido de impactos.

En los siguientes cuatro gráficos (gráfico 1-4) se muestran el índice de reducción sonora y el nivel de ruido de impactos normalizado como función de la frecuencia del forjado de bovedillas cerámicas y del forjado de losa de hormigón de 20, con los diferentes revestimientos. Destacan las mejoras en aislamiento, tanto a ruido aéreo como a ruido de impactos, de tarima flotante y falso techo aislante en medias y altas frecuencias; así como el empeoramiento, en tarima sobre rastrel, del aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos en frecuencias inferiores a 500 Hz, frente a una mejora en el aislamiento a ruido de impactos en frecuencias mayores de 500Hz. El parqué frente al terrazo presenta una mejora a ruido de impactos para frecuencias mayores de 1 KHz.

	R (A)						Ln (A)				
	Parqué	Terrazo	Tarima flotante	Tarima sobre rastrel	Tarima sobre rastrel y falso techo	Sin revestimiento	Parqué	Terrazo	Tarima flotante	Tarima sobre rastrel	Tarima sobre rastrel y falso techo
Forjado bovedillas cerámicas	55,5	55,6	56,9	52,8	63,4	53,4	83,5	82,1	61,6	73,9	57,1
Forjado bovedillas hormigón	58,4	60,9	---	56	64,6	---	79,6	86,7	60,2	68,9	55,6
Forjado losa hormigón 20 cm	64,1	63,6	61,7	59,3	72,2	---	68,5	69,6	57,7	64,9	48,9
Forjado losa hormigón 25 cm	65,9	---	64,8	---	---	---	66,2	---	54,5	---	---
Forjado ligero	46,7	53	44,5	41,7	54,7	---	85	89,4	74,8	81,1	63,8
Losa hormigón 15 cm	---	---	---	---	---	54,8	---	---	---	---	---

Tabla 1: Resultados de los forjados ensayados en laboratorio

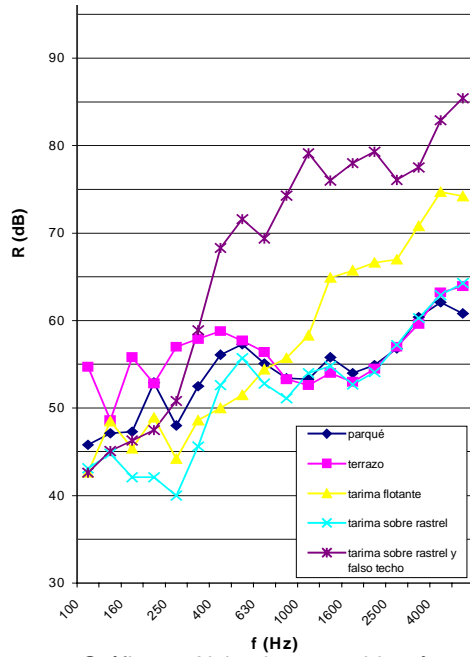


Gráfico 1: Aislamiento a ruido aéreo del forjado de bovedillas cerámicas con diferentes revestimientos

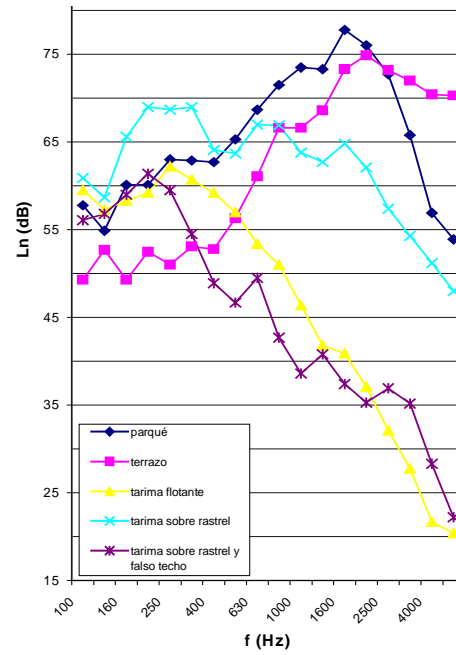


Gráfico 2: Nivel a ruido de impactos normalizado del forjado de bovedillas cerámicas con diferentes revestimientos

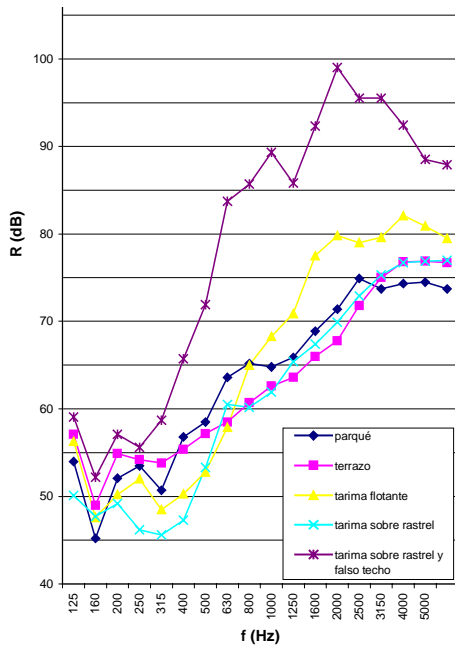


Gráfico 3: Aislamiento a ruido aéreo del forjado de losa de hormigón de 20 cm con diferentes revestimientos

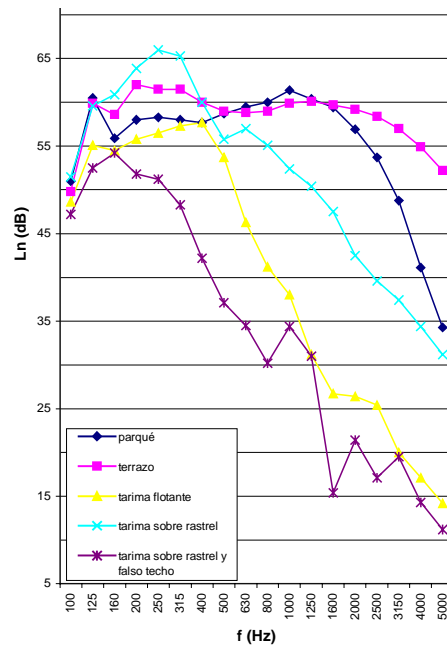


Gráfico 4: Nivel a ruido de impactos normalizado del forjado de losa de hormigón de 20 cm con diferentes revestimientos

## CONCLUSIONES

- Los forjados analizados, utilizados habitualmente en España, cumplen con los requisitos de aislamiento a ruido aéreo de la normativa vigente, a excepción del forjado ligero con tarima sobre rastrel. Sin embargo en lo referente al aislamiento a ruido de impactos los forjados ligeros y los de bovedillas cerámicas y de hormigón con terrazo y parqué presentan valores superiores al máximo permitido por la normativa actual. Frente a las futuras exigencias del Código Técnico de la Edificación está clara la necesidad de mejorar los forjados al ruido de impactos que es donde presentan mayor debilidad.
- Es posible mejorar el comportamiento acústico de los forjados variando el revestimiento utilizado o añadiendo elementos adicionales como puede ser un falso techo de yeso laminado desconectado.
- La normativa actual, NBE-CA-88, exige que los forjados satisfagan unos niveles de aislamiento en laboratorio. La nueva normativa requerirá unos niveles de aislamiento más exigentes 'in situ', donde entran en juego las transmisiones indirectas. Es necesario mejorar las condiciones acústicas del forjado como tal, principalmente a ruido de impactos y estudiar la contribución de las transmisiones indirectas 'in situ'. Estas transmisiones indirectas dependen de la unión del forjado al resto de los elementos y de la composición de dichos elementos. Queda por tanto abierto un nuevo campo de investigación en cuanto a la caracterización de las juntas de unión utilizadas habitualmente en España, que complemente la información disponible del comportamiento del forjado a ruido aéreo y a ruido de impactos en laboratorio, a fin de poder dotar a los diseñadores de edificios de una herramienta útil y validada que les permita predecir el comportamiento acústico de la vivienda en la fase de diseño.

## AGRADECIMIENTOS

Es nuestro deseo agradecer a los compañeros del Área de acústica del Laboratorio de Control de la Calidad del Gobierno Vasco la dedicación aportada al desarrollo del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Norma Básica de Edificación NBE-CA 88, sobre Condiciones Acústicas en los Edificios.
- [2] UNE-EN 12354-1,2,3,4. *Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos.*
- [3] UNE-EN ISO 140-3: *Acústica- Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3:- Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción* (1995).
- [4] UNE-EN ISO 140-6: *Acústica-Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 6:- Mediciones en laboratorio del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos* (1998).