

Análisis de una barrera acústica absorbente

Hermelando Estellés, Francisco Cervera, Constanza Rubio

*Grupo de Acústica Arquitectónica y del Medio Ambiente
Departamento de Física Aplicada. Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera s/n. 46022 Valencia*

INTRODUCCIÓN

En muchas aplicaciones prácticas de control de ruido, las barreras acústicas además de cumplir con su función básica de aislamiento acústico a ruido aéreo, deben presentar buenas características de absorción sonora en su superficie expuesta al ruido. Así, por ejemplo, la norma alemana ZTV-Lsw 88, en la que se recogen las características de las pantallas anti-ruido a utilizar en el control del ruido generado por el tráfico rodado, establece tres tipos de pantallas según su nivel de absorción sonora.

En esta comunicación se recogen los resultados obtenidos en los ensayos de aislamiento y absorción, realizados en cámaras de transmisión y de reverberación, de una barrera acústica absorbente tipo resonador. En el caso de la absorción también se realiza un breve desarrollo teórico del comportamiento de un resonador y se analizan las diferencias existentes entre los resultados teóricos y experimentales.

CARACTERÍSTICAS DE LA BARRERA ACÚSTICA

La pantalla acústica ensayada es de tipo "sandwich", formada por módulos de $1 \times 3.8 \text{ m}^2$, constituidos por los siguientes elementos:

- La superficie posterior está formada por tablas de madera de 10 cm. de anchura y 2 cm. de espesor, unidas a tope mediante traveseros de madera..
- La superficie anterior, expuesta al ruido, está formada por tablas de madera de las mismas características, separadas 2,5 cm. y unidas mediante traveseros de madera.
- Ambas superficies están separadas 9 cm., en este espacio va colocada, mediante listones de madera, una capa de lana de roca de 5 cm. de espesor y 70 Kg./m^3 de densidad.

Se ensayó una muestra compuesta por tres módulos de $1 \times 3.8 \text{ m}^2$, en la figura 1 se presenta un esquema de la misma.

ABSORCIÓN ACÚSTICA

Modelo teórico simplificado

Para calcular, de forma teórica, el coeficiente de absorción acústica de la pantalla acústica, utilizaremos el modelo más sencillo conocido como resonador de Helmholtz. Éste consiste en una cavidad, de paredes rígidas, de volumen V y con un orificio de área S y longitud L , tal como se muestra en la figura 2. La impedancia mecánica compleja de este resonador es¹:

$$\bar{Z}_m = R_r + j(\omega m - s / \omega); \text{ donde,}$$

$$R_r = (\rho_0 S^2 \omega^2) / 2\pi c, \text{ es la resistencia de radiación.}$$

$$m = \rho_0 SL, \text{ es la masa de fluido en el orificio.}$$

$$s = (\rho_0 c^2 S^2) / V, \text{ es la rigidez del resonador.}$$

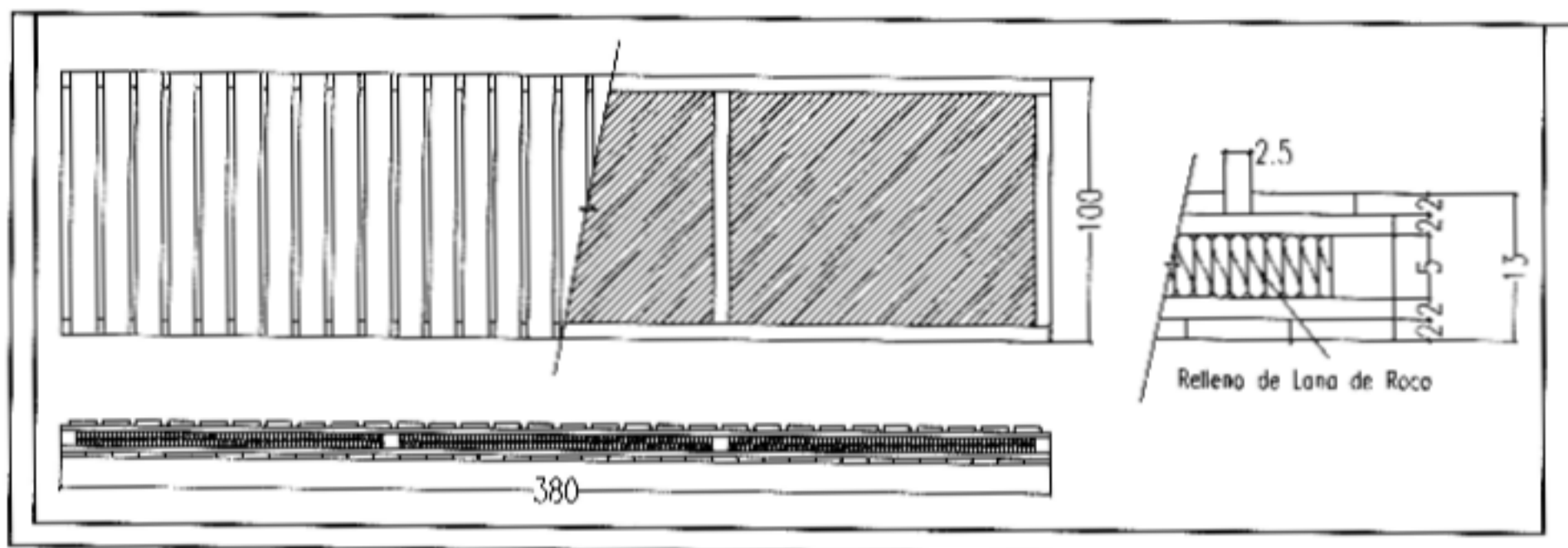


Figura 1: Esquema de la barrera acústica ensayada.

El coeficiente de absorción se puede calcular como la relación entre la potencia acústica absorbida y la potencia acústica incidente sobre el mismo. Teniendo en cuenta que la intensidad absorbida por el resonador es,

$$I_{\text{abs}} = \text{Re} \{ \bar{p} \cdot \bar{v}^* \} = p^2 (\text{Re} \{ \bar{Z} \}) / Z^2,$$

donde p es la presión sonora y $\bar{Z} = \bar{Z}_m$ es la impedancia acústica compleja. El coeficiente de absorción será,

$$\alpha = \rho_0 c [(\text{Re} \{ \bar{Z} \}) / Z^2] [S / S_T] \quad (1)$$

donde S_T es la superficie total del resonador.

La curva A de la figura 3 representa el valor del coeficiente de absorción en función de la frecuencia obtenido mediante esta última expresión teórica aplicada a la barrera acústica descrita en el apartado anterior. Los valores utilizados de las variables que intervienen en la expresión son:

$$L = 0.02 \text{ m}; c = 340 \text{ m/s}; S = 0.025 \text{ m}^2; S_T = 0.125 \text{ m}^2; V = 0.0125 \text{ m}^3; \rho_0 = 1.21 \text{ Kg / m}^3$$

Para tener en cuenta la absorción debida a la lana de roca situada en el interior de la pantalla se utilizó la expresión,

$$\alpha = \rho_0 c [(\text{Re} \{ \bar{Z} \}) / Z^2] [S / S_T] + \alpha_L (S / S_T) \quad (2)$$

donde α_L es el coeficiente de absorción de la lana calculado experimentalmente, como veremos posteriormente (curva F de la figura 3). Al introducir este factor, el nuevo coeficiente de absorción de la pantalla es el mostrado en la curva B de la figura 3, mientras que la curva C se ha obtenido considerando que la superficie efectiva de lana de roca es un 30% mayor que la puramente geométrica, S.

Medida experimental

La medida experimental del coeficiente de absorción se realizó en una cámara reverberante de 217 m³, siguiendo las directrices marcadas por la norma EN 20354-1994 (equivalente a la ISO 354-1988). Los resultados obtenidos vienen representados por la curva E de la figura 3.

También se realizó un ensayo de la absorción que presenta la lana de roca utilizada, los resultados se corresponden con la curva F de la misma figura y son los que se han utilizado en la expresión (2) para el cálculo teórico del coeficiente de absorción de la pantalla.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

El ensayo de aislamiento acústico a ruido aéreo se realizó en una cámara de transmisión, de acuerdo con las prescripciones de la norma UNE 74-040-84/3 (equivalente a ISO 140/3). Se ensayó la misma muestra utilizada en el ensayo de absorción. En la figura 4, se ha representado el índice de aislamiento acústico, R, en función de la frecuencia.

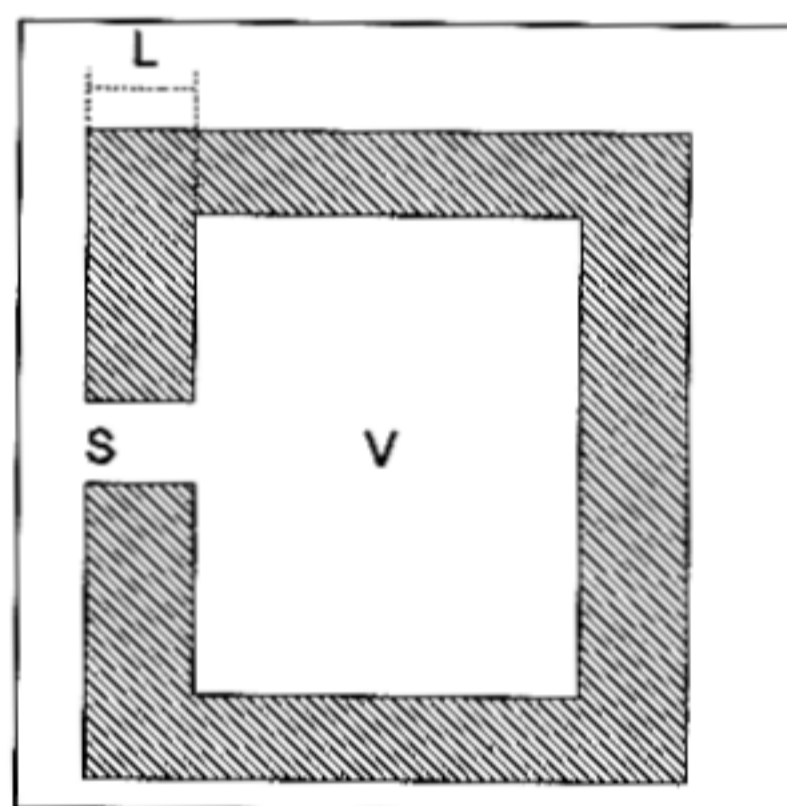


Figura 2

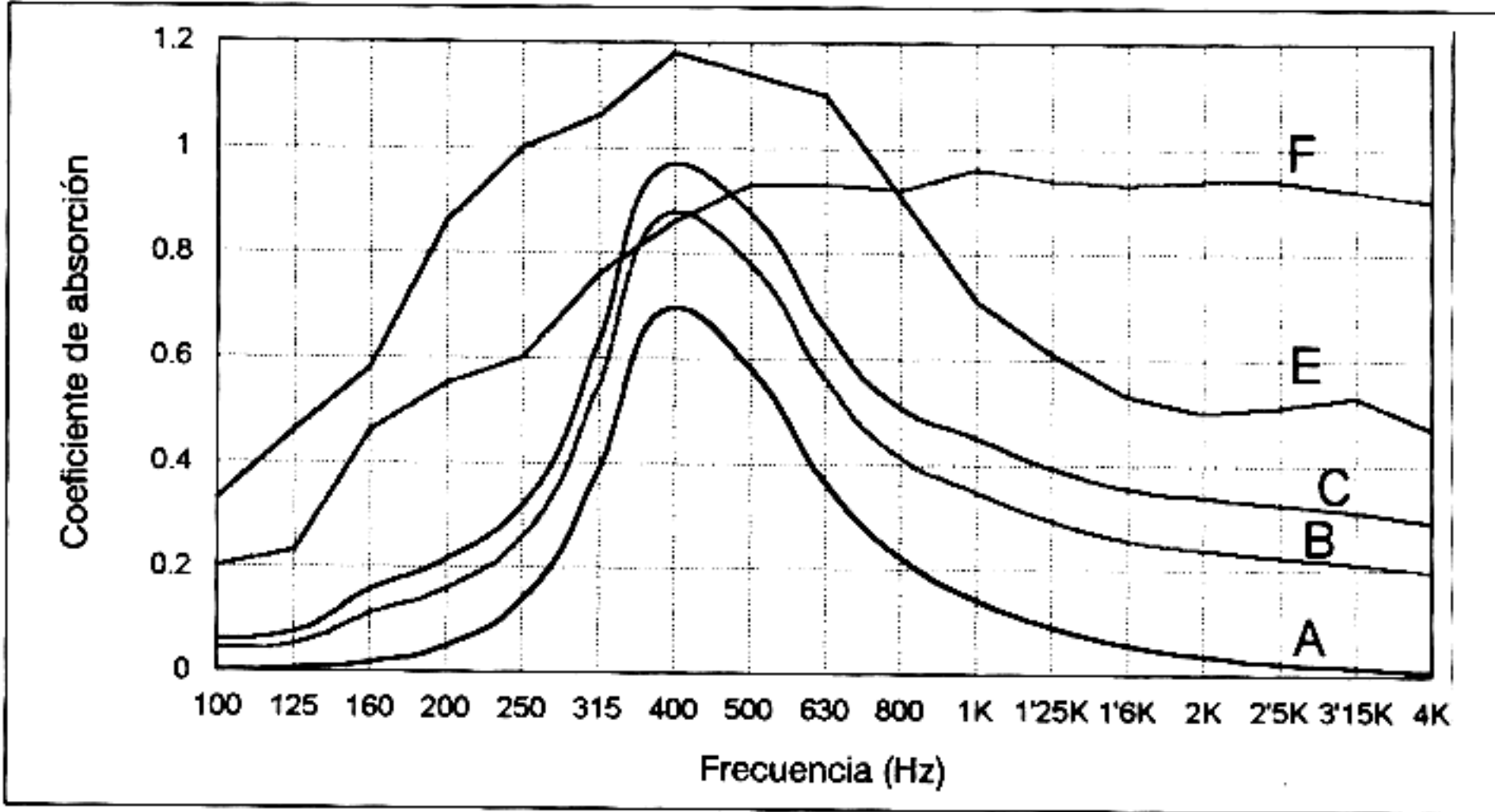


Figura 3: Coeficiente de absorción sonora.

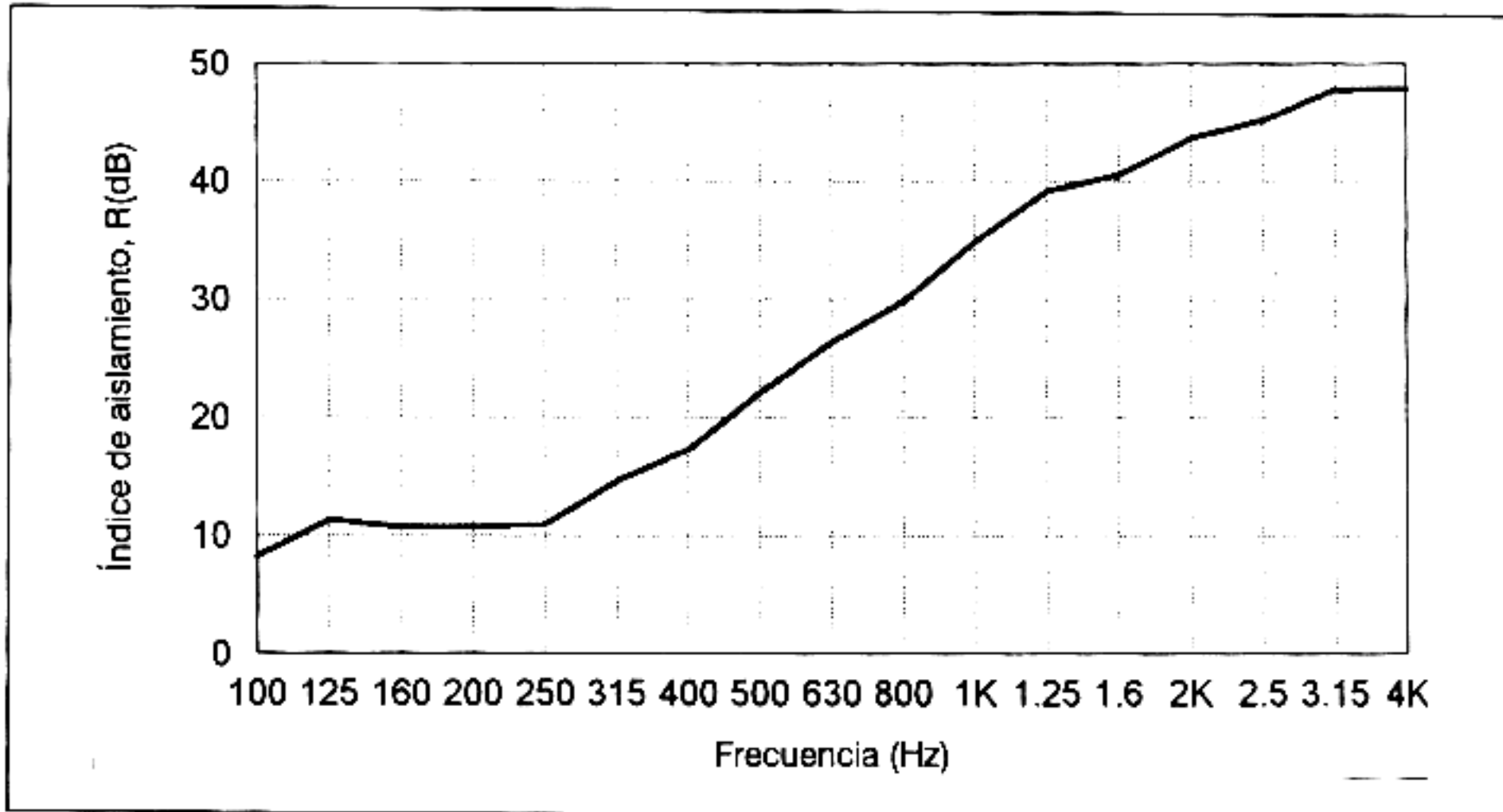


Figura 4: Índice de aislamiento acústico a ruido aéreo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Sobre la absorción acústica

De los resultados teóricos y experimentales representados en la figura 3 se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El valor máximo del coeficiente de absorción se obtiene a 400 Hz, tanto experimental (curva E) como teóricamente (curva A).
- Al introducir el efecto de la lana de roca en la expresión teórica, contabilizando únicamente como superficie expuesta el área de las ranuras, se obtiene una mejor aproximación a los resultados experimentales, especialmente a partir de la frecuencia en que se presenta el máximo (curva B). Sin embargo aún nos encontramos muy por debajo de los valores experimentales. Una de las razones posibles es que la superficie equivalente de exposición de la lana sea superior a la geométrica, como consecuencia de la incidencia oblicua y de la posible difracción en la ranura. La curva C de la figura se ha obtenido aumentando la superficie de exposición de la lana en un 30%.

- En la zona de bajas frecuencias el coeficiente de absorción experimental es muy superior al teórico, esto puede deberse a que las partes ciegas de la barrera se han considerado rígidas y con absorción nula. Sin embargo, las tablas de madera que constituyen estas partes ciegas pueden disipar energía debido a las vibraciones de flexión², aumentando, por tanto, el coeficiente de absorción, a bajas frecuencias.
- Es bien sabido que la medida experimental de coeficientes de absorción en cámara reverberante puede suministrar valores superiores a la unidad, como ha ocurrido en el caso que nos ocupa. Por otra parte, como con el modelo teórico utilizado es imposible superar la unidad, es lógico que los resultados teóricos estén siempre por debajo de los experimentales.

Sobre el aislamiento acústico

De la figura 4 se desprende que la barrera ensayada presenta un bajo índice de aislamiento acústico a frecuencias bajas y medias. De hecho el índice de reducción sonora ponderada, R_w , calculado según la norma ISO 717/1, es de tan solo 25 dB. La razón de este bajo índice de aislamiento se encuentra, fundamentalmente, en la configuración de la superficie posterior de la barrera, ya que la unión a tope de las tablas de madera presenta una deficiente estanqueidad. El aislamiento podría mejorarse utilizando uniones machiembreadas entre las tablas o sustituyendo las tablas de madera por algún tipo de panel continuo de mayor masa superficial.

REFERENCIAS

- (1) Kinsler L.E., Frey A.R., Coppens A.B., Sanders J.V. Fundamentals of Acoustics (capítulo 10). John Wiley & Sons. New York. 1982
- (2) Kuttruf H. Room Acoustics (capítulo 6). Applied Science Publishers. London 1979