

## Influencia de la estructura de los tejidos de calada en su coeficiente de absorción acústica

M. P. Segura, M. A. Bonet<sup>(1)</sup>, I. J. Montava<sup>(1)</sup>, E. Juliá<sup>(2)</sup>, J. G. Segura<sup>(2)</sup>

*(1) Departamento de Ingeniería Textil y Papelera  
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia  
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoy (Alicante)  
e-mail: [maboar@txp.upv.es](mailto:maboar@txp.upv.es), [imontava@txp.upv.es](mailto:imontava@txp.upv.es)*

*(2) Departamento de Mecánica del Medio Continuo y Teoría de Estructuras  
Escuela Politécnica Superior de Alcoy, Universidad Politécnica de Valencia  
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoy (Alicante)  
e-mail: [erjusan@mes.upv.es](mailto:erjusan@mes.upv.es), [jsegura@mcm.upv.es](mailto:jsegura@mcm.upv.es)*

### RESUMEN

El presente trabajo muestra de forma experimental las variaciones en el coeficiente de absorción acústica en tejidos de calada. Para ello se ha empleado una disposición en el telar muy común en textiles para el hogar, ligamento tafetán, así como materias convencionales como son los hilados de poliéster texturizado. Se observa que la estructura en una o varias capas de tejido produce una variación en la absorción de modo que la misma aumenta al aumentar la densidad del tejido, hasta un máximo. Además se comprueba que la absorción tiende a disminuir al aumentar el número de capas del tejido.

### INTRODUCCIÓN

Los tejidos de calada para su estudio como material absorbentes acústicos se han asimilado a una membrana porosa con una cámara de aire entre ésta y la superficie acústica dura, por ejemplo en forma de cortinas. En 1991 se estudia el efecto de la cámara de aire detrás y entre las capas de una cortina realizada en tejido de doble tela[1]. En 1999 Kang y Fuchs [2] determinan que es posible alcanzar coeficientes de absorción mayores a 0,4 y entre 4 y 5 octavas, montando dos capas de tejido de fibra de vidrio a 100 mm de una pared rígida. En 2012 Reto Pieren [3] estudia tejidos simples frente a una cámara de aire, obteniendo un modelo para calcular el coeficiente de absorción representativo a partir de la resistencia al flujo de aire del tejido.

En el mismo año Parham Soltani y Mohammad Zerrebini [4] analizan las características acústicas y el coeficiente de absorción del sonido de tejidos simples de calada, comprobando que tanto la porosidad como la densidad del tejido influyen en el coeficiente de absorción del sonido del mismo. La absorción, según ellos aumenta con el espesor del tejido y la finura del hilo de trama, con la irregularidad de los hilados, y con la disminución de la longitud de las bastas.

Igualmente en 2012, Ruiz et al [5] proponen un modelo que describe las propiedades acústicas de placas perforadas con una capa de tejido con poros microscópicos. Tienen en cuenta que el volumen de aire que atraviesa los poros del tejido depende de la geometría del hilo, siendo la velocidad de sus partículas dentro de los poros mayor que fuera de ellos, y está relacionada con la presión según la ley de Darcy. Comparan tejidos micrométricos de filtración con uno de cortina, obteniendo resultados similares.

Al emplear diferentes placas con el mismo ratio de perforación pero distinta distribución de las perforaciones, con el mismo tejido, las curvas de absorción son similares. Por los resultados obtenidos concluyen que los efectos térmicos tienen gran importancia en tejidos a altas frecuencias.

## EXPERIMENTAL

### Muestras

Se diseñan y fabrican varios tejidos de calada, basados en ligamento tafetán principalmente, de entre una y cuatro capas, con distintas densidades de trama y urdimbre. Además, se producen otros dos tejidos de una sola capa, con 60 h/cm y 35 p/cm: uno de ellos a base de teletón y el otro empleando un ligamento de relieve de curso 8.

En todos los tejidos se emplea tanto para la urdimbre como para la trama hilo de poliéster tangleado de 167 dtex. Este hilo está texturizado con lo que se aumenta su volumen y capacidad de recubrimiento.

Se emplea una máquina de tejer Smit GS 900 190 cm de ancho de tejeduría, con máquina Jacquard electrónica Stäubli DX-100 1.408 ganchos útiles con una montura de 1.200 ganchos a orden seguido con 8 caminos. La urdimbre la componen 9.600 hilos a 60 h/cm en 160 cm en peine.

### Caracterización acústica

Hay diferentes métodos para medir propiedades acústicas en los materiales. Algunos métodos necesitan una cámara reverberante, como el descrito en la Norma ISO 354:2003 [6]. Otros métodos determinan las características acústicas con la técnica del tubo de impedancia acústica, como el descrito en la Norma ISO 10534-2 (Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia en tubos de impedancia. Parte 2: Método de la Función de Transferencia) que es una de las técnicas más utilizadas en la caracterización acústica de materiales [7-10] y es el método empleado en este trabajo. Se obtiene la curva de absorción acústica del material en función de la frecuencia. En este trabajo, las muestras de tejido se miden sin cavidad de aire trasera y sin tensión.

Según la Norma ISO 10534-2, el esquema del equipo para medir el coeficiente de absorción acústica se muestra en la Figura 1.

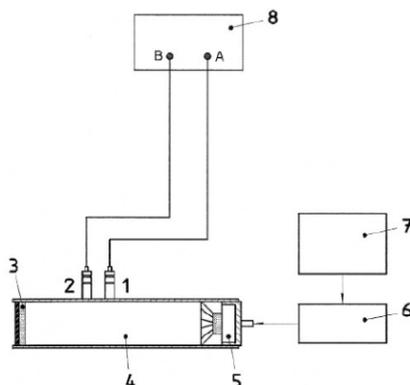


Figura 1. Esquema del equipo de medida.

Los componentes del equipo son:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1.- Micrófono 1.                 | 5.- Fuente de sonido.                  |
| 2.- Micrófono 2.                 | 6.- Amplificador.                      |
| 3.- Muestra de material.         | 7.- Generador de señal.                |
| 4.- Tubo de ondas estacionarias. | 8.- Sistema de análisis en frecuencia. |

El coeficiente de reflexión se determina mediante la ecuación 1:

$$r = \frac{H_{12} - H_i}{H_R - H_{12}} \cdot e^{2 \cdot j \cdot k_0 \cdot x_1} \quad (1)$$

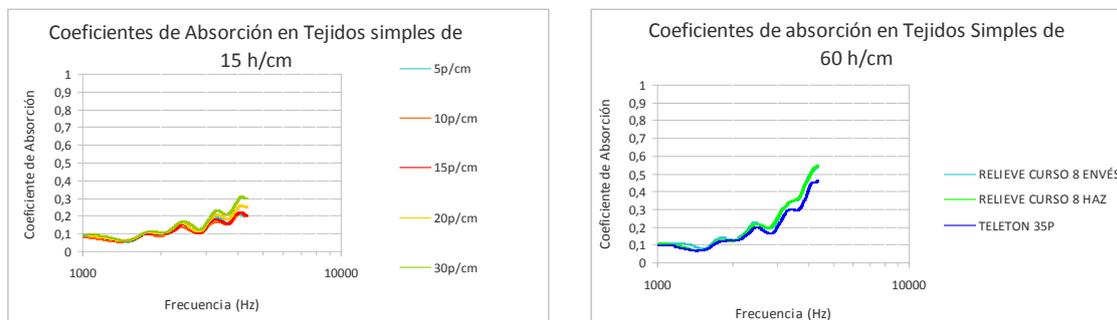
Donde  $H_{12}$  es la función de transferencia compleja,  $H_R$  es la función de transferencia de la onda reflejada,  $k_0$  es el número de onda complejo y  $x_1$  es la distancia desde la muestra hasta la última posición del micrófono.

Y el coeficiente de absorción acústica se determina con la ecuación 2:

$$\alpha = 1 - |r|^2 \quad (2)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

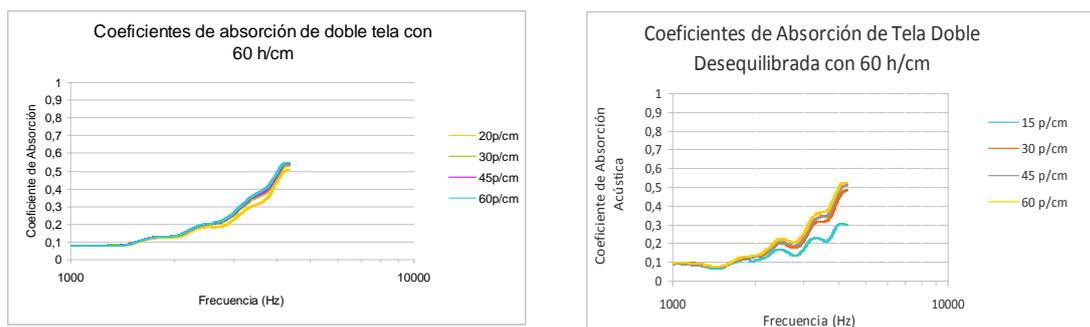
Los coeficientes de absorción de los tejidos simples se muestran en la figura 2.



**Figura 2.** Coeficientes de absorción en tejidos simples.

Se incluyen los valores a partir de 1000 Hz ya que los valores anteriores se consideran despreciables. Se observa que ningún tejido simple de menos de 45 h/cm presenta absorciones superiores a 0,4 a ninguna frecuencia.

Los coeficientes de absorción de los tejidos múltiples se muestran en la figura 3.



**Figura 3.** Coeficientes de absorción en tejidos múltiples.

En el caso de los tejidos múltiples la absorción aumenta a partir de 3000 Hz, y en casi todos los casos alcanza un coeficiente de absorción mínimo de 0,5 de forma puntual.

## CONCLUSIONES

En todas las estructuras de tejidos la absorción aumenta al aumentar la densidad de trama. Sin embargo en los tejidos con la densidad de urdimbre máxima, este aumento es mucho menor. También en las telas múltiples equilibradas influye menos la variación de densidad de trama que en las desequilibradas. Esto se puede tener en cuenta a la hora de diseñar tejidos más ligeros.

Al aumentar el número de capas del tejido el coeficiente de absorción tiene tendencia a disminuir. Aumentando el número de capas, los mismos hilos se distribuyen en más niveles, produciendo mayor número de poros y de mayor tamaño.

Hay que tener en cuenta que al ser elementos tan finos, se produce un pequeño efecto resonador en el tubo al realizar la medición, que aparece en las gráficas.

## REFERENCIAS

- [1] Hanna, Y. I. y Kandil, M. M., "Sound absorbing double curtains from local textile materials". *Applied Acoustics*, 34:4, 281-291 (1991).
- [2] Kang, J. y Fuchs, H.V., "Predicting the absorption of open weave textiles and micro-perforated membranes backed by an air space". *Journal of Sound and Vibration*, 220:5, 905-920 (1999).
- [3] Pieren, R., "Sound absorption modeling of thin woven fabrics backed by an air cavity". *Textile Research Journal*, 82, 864 (2012).
- [4] Soltani P. and Zerrebini M.. "The analysis of acoustical characteristics and sound absorption coefficient of woven fabrics". *Textile Research Journal*. 82:9 875–882 (2012).
- [5] Ruiz, H et al., "Acoustic properties of plates with unevenly distributed macroperforations backed by woven meshes". *Acoustical Society of America*, 132:5: 3138-3147 (2012).
- [6] Rodríguez Montejano RM, "Propiedades acústicas del caucho granular". Tesis Doctoral (2003).
- [7] Jiménez-Espadafor FJ, Becerra JA, Torres M, et al., "Optimal design of acoustic material from tire fluff". *Materials and Design*, 32, 3608-3616 (2011).
- [8] Miravete A, et al., "Materiales compuestos I y II". INO Reproducciones, Zaragoza (2000).
- [9] Tsai W, Miravete A., "Diseño y Análisis de Materiales Compuestos". Reverté, Barcelona (1988).
- [10] Hull D., "Materiales Compuestos". Reverté, Barcelona (2003).