

## CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA DE ECO-MATERIALES PARA EL DISEÑO DE PANTALLAS ACÚSTICAS

Romina del Rey<sup>1</sup>, Jesús Alba<sup>1</sup>, Maria Blanes<sup>2</sup>, Bruno Marco<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Para la Gestión Integrada de las Zonas Costeras –IGIC. Escuela Politécnica Superior de Gandia. Universitat Politècnica de València. C/ Paraninfo nº1, 46730. Grao de Gandia (Spain).

(jesalba@fis.upv.es, [roderey@doctor.upv.es](mailto:roderey@doctor.upv.es))

<sup>2</sup>AITEX, Instituto Tecnológico Textil. Plaza Emilio Sala, 1 Alcoy (Alicante) España.

([mblanes@aitex.es](mailto:mblanes@aitex.es))

### Resumen

La utilización de materiales de bajo coste o eco-materiales en el diseño de pantallas acústicas es un valor añadido a las soluciones del ruido de tráfico rodado. Con este tipo de pantallas acústicas, por una parte, se intenta reducir la contaminación acústica asociada tanto a carreteras como a vías ferroviarias, por otra parte se utilizan materiales que provienen del reciclado minimizando no solamente los costes sino también, los desechos que se generan en distintas cadenas de producción.

En este trabajo se caracterizan acústicamente muestras elaboradas a partir de desechos textiles, compactados sin utilizar ningún tipo de resina toxica. Se estudia la posibilidad de confeccionar pantallas acústicas a partir de estos eco-materiales, para ello, se realizan mediciones del coeficiente de absorción en incidencia normal, la resistencia específica al flujo y las pérdidas por transmisión del sonido.

**Palabras-clave:** Eco-materiales, caracterización acústicas, pantallas acústicas.

### Abstract

The use of low cost materials or eco-materials in the design of acoustic barriers is an added value to solve traffic noise problems. Using this kind of acoustic barriers we hope to reduce acoustic pollution both in roads and in railway track. Moreover, recycled materials have been used to reduce costs and wastes in the production lines.

In this work materials made up by textile remainders have been acoustically characterized. The textile remainders used to manufacture the materials were compacted without using any toxic resin. The possibilities of manufacture of acoustic barriers using eco-materials have been studied. In order to carry out it, three acoustic parameters have been measured: Sound absorption coefficient at normal incidence, airflow resistivity and the sound transmission loss.

**Keywords:** eco-materials, acoustic characterization, sound barriers.

**PACS no. 43.50**

## 1 Introducción

En acústica medioambiental, el intento de disminuir la contaminación acústica ajustándose a los nuevos planes de acción acústicos ha hecho necesario revisar y/o optimizar las funciones de las pantallas acústicas. Un diseño correcto y preciso de las barreras acústicas es, hoy en día, cada vez más importante debido a los altos niveles de ruido alrededor de las autopistas y vías férreas como las del AVE. Además se ha producido un desarrollo legislativo en los últimos años a nivel europeo, estatal y autonómico, que tratan el tema de la contaminación acústica y proponen la redacción de planes de acción con medidas correctoras concretas.

Las pantallas acústicas incorporan en muchos de los casos, materiales absorbentes, que todavía tienen base mineral. Es aquí donde se abre un nuevo campo de aplicación para materiales elaborados a partir de reciclados o de fibras naturales, ya que se están planificando miles de kilómetros de pantallas acústicas en todas las infraestructuras europeas, como aplicación del Reglamento de la Ley del Ruido [1] y la Directiva europea [2]. En este caso, sigue siendo necesaria la implementación de modelos predictivos de los materiales a utilizar. Además de modelos predictivos del comportamiento de toda la pantalla acústica en conjunto.

Los modelos más básicos de predicción del comportamiento acústico de materiales intentan abordar el comportamiento frecuencial de los materiales, utilizando como base dos variables conocidas como impedancia característica y constante de propagación, que sirven para predecir el comportamiento de propagación y absorción en el seno de estos materiales, entre otras cosas. Son muchos los autores [3-7] que han presentado modelos empíricos de materiales absorbentes a partir de magnitudes medidas en laboratorio como la resistencia específica al flujo o el coeficiente de absorción en incidencia normal.

Los modelos para la predicción del comportamiento acústico de toda la barrera como solución al ruido de tráfico rodado son bastante más complejos. Es necesario conocer las pérdidas por inserción, los caminos que sigue la onda acústica, no siempre trivial para geometrías complejas, incorporar aspectos físicos como capas vegetales en los contornos, ángulos de difracción, etc. Una primera aproximación de modelo predictivo se puede considerar estudiando la pantalla acústica como una estructura multicapa. En este sentido, las pérdidas por transmisión (TL) de los componentes que forman la pantalla, es un parámetro fundamental [8].

En este trabajo se estudia la posibilidad de incorporar nuevos materiales absorbentes del sonido, en pantallas acústicas. Estos materiales son de base reciclados y se intenta minimizar al máximo la utilización de resinas tóxicas en su elaboración, utilizando como ligante fibra textil de poliéster. Se presentan resultados del coeficiente de absorción en incidencia normal [9], de la resistencia específica al flujo [10] y de las pérdidas por transmisión de algunos eco-materiales [11]. Como una primera aproximación a la aplicación final de estos materiales se muestran resultados preliminares de la absorción de pantallas acústicas elaboradas a partir de estos medidos en cámara reverberante a escala [12]. Esta cámara a escala está en fase de calibración.

## 2 Eco-materiales. Composición y caracterización acústica.

### 2.1 Composición de los Eco-materiales

En este trabajo se han estudiado materiales elaborados a partir de reciclado de orillos en distintos porcentajes y fibras de poliéster termofusible que actúan como ligante. De esta forma, se intenta minimizar el uso de resinas tóxicas. Además, como poliéster se podría utilizar un textil elaborado como reciclado de botellas de plástico, PET, que presenta las mismas propiedades acústicas y de elaboración que el poliéster convencional que proviene del petróleo [13]. Es por todo esto que podemos denominar a los materiales que se presentan en este trabajo eco-materiales.

En la tabla 1 se describe el referenciado, la composición y espesores de 8 muestras elaboradas a partir de reciclados de textil. También se ha estudiado una muestra elaborada de fibras naturales, una muestra de coco, con el fin de contemplar también la posibilidad de introducir materiales de fibras naturales en pantallas acústicas. En la figura 1 se pueden observar algunas de estas muestras.

Muestra	Composición		Espesor (mm)
	Multifibras (Reciclado)	Resina	
1	80% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	15
2	80% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	15
3	80% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	17
4	74% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	16
5	74% (75 % CO-25% PES)	Fenólica	14
6	74% (75 % CO-25% PES)	Fenólica	15
10	80% (75% CO-25% Bicopet)	Poliéster	10
13	80% (75% CO-25% Bicopet)	Poliéster	15
COCO	Fibras vegetales de coco		40

Tabla 1 – Descripción de las muestras de eco-materiales.

Para ayudar a entender la composición que se describe en la tabla 1, pongamos como ejemplo, la muestra 10: esta muestra está elaborada de un 80% de textil reciclado de orillos. Este reciclado presenta una composición del 75% de algodón y un 25% de Bicopet. Y de un 20% de fibras de poliéster termofusible que actúan como ligante. Destacar las muestras M5 y M6, muestras en las que se ha utilizado como resina, resina fenólica.



Figura 1 – Detalle de algunas de las muestras estudiadas.

## 2.2 Caracterización acústica de los Eco-materiales

Se han realizado ensayos del coeficiente de absorción en incidencia normal [9] y de resistencia específica al flujo mediante el método de Ingar&Dear [10]. Además se han evaluado las pérdidas por transmisión de todas estas muestras [11]. Todos los ensayos han sido realizados en el laboratorio de acústica de la Escuela Politécnica Superior de Gandía de la Universidad Politécnica de Valencia.

En la tabla 2 se muestran los valores de la resistencia específica al flujo ( $\text{kPas/m}^2$ ), en la figura 2 se muestran los resultados del coeficiente de absorción en incidencia normal de algunas de las muestras estudiadas y en la figura 3 se pueden observar los valores de las pérdidas por transmisión de las mismas.

Muestra	Composición		Espesor (mm)	Resistencia Específica al Flujo ( $\text{KPas/m}^2$ )
	Multifibras (Reciclado)	Resina		
1	80% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	15	34
2	80% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	15	48
3	80% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	17	50
4	74% (75 % CO-25% PES)	Poliéster	16	55
5	74% (75 % CO-25% PES)	Fenólica	14	31
6	74% (75 % CO-25% PES)	Fenólica	15	51
10	80% (75% CO-25% Bicopet)	Poliéster	10	33
13	80% (75% CO-25% Bicopet)	Poliéster	15	25
COCO	Fibras vegetales de coco		40	2

Tabla 2 – Descripción de las muestras de eco-materiales y valores de la resistencia específica al flujo.

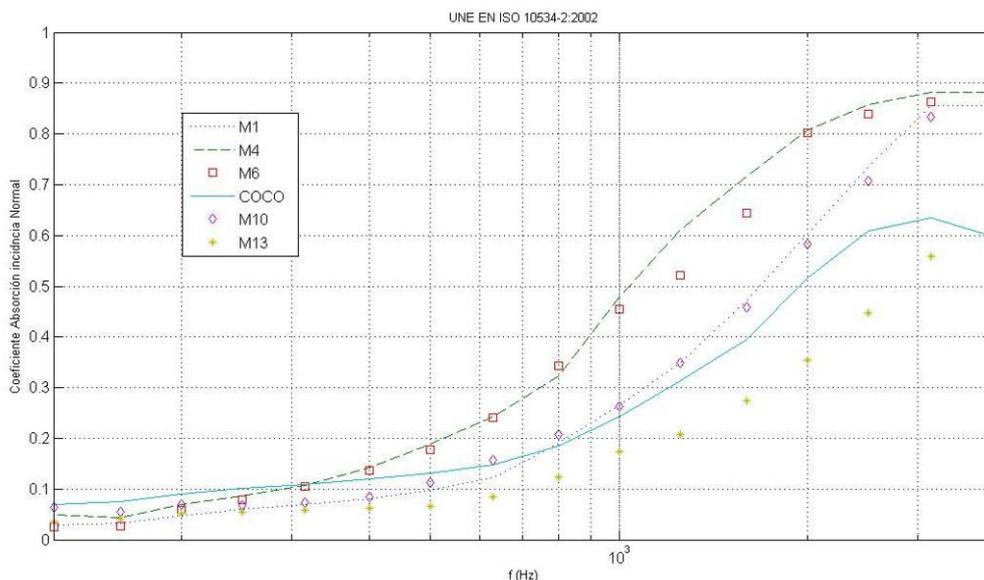


Figura 2 – Coeficiente de absorción de algunas de las muestras que se detallan en la tabla 1.

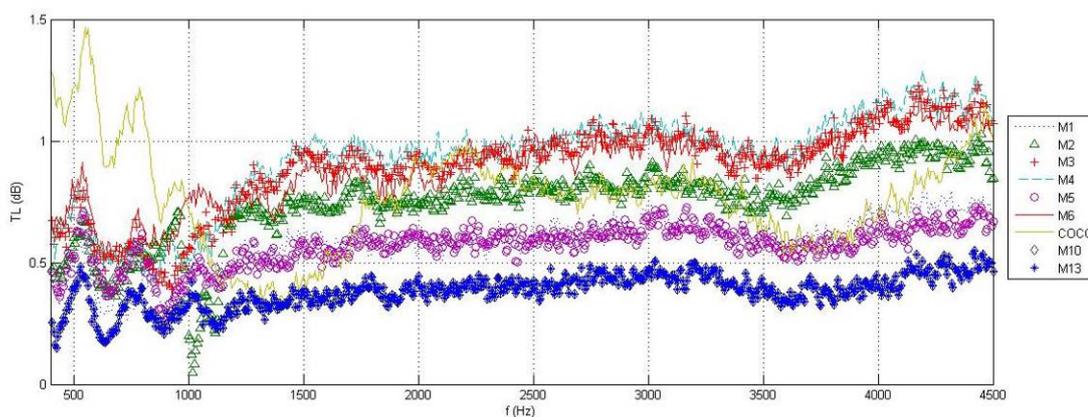


Figura 3 – TL (dB) en función de la frecuencia de todas las muestras que se detallan en la tabla 1.

### 2.3 Pantallas acústicas elaboradas con Eco-materiales.

Como se ha adelantado en la introducción de este trabajo, se presentan unos resultados preliminares de pantallas acústicas a escala elaboradas a partir de los eco-materiales descritos en puntos anteriores. En la actualidad, la cámara reverberante a escala utilizada para los ensayos está en fase de testeo en la Escuela Politécnica Superior de Gandia. El diseño de la misma se detalla en un trabajo presentado en este mismo congreso [14]. Detalles de estos ensayos y de las pantallas se pueden observar en la figura 4.



Figura 4 – Pantallas a escala elaboradas a partir de eco-materiales. Ensayos en cámara reverberante a escala.

Se han utilizado 5 pantallas con distintos perforados; perforados de 3mm, 4mm, 5mm, 6mm y perforado con combinación de éstos diámetros. Se han elaborado tres eco-pantallas con estos perforados; pantallas de coco, combinación de material 1 a material 6 y material 10 con material 13. En la figura 5 se muestran resultados en cámara reverberante a escala según [12] de los eco-materiales que conforman el interior de las pantallas.

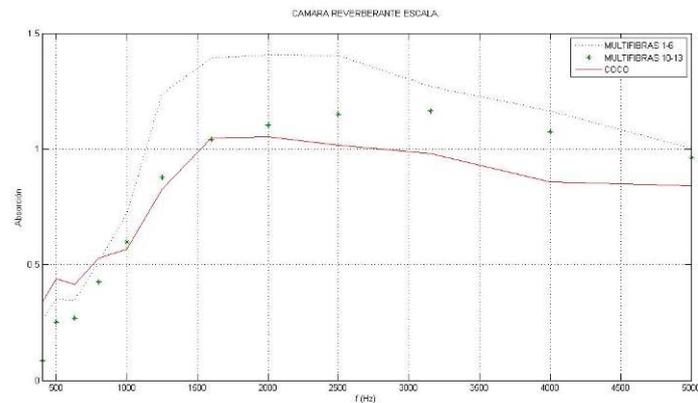


Figura 5 – Absorción en cámara reverberante a escala de los eco-materiales que conforman las pantallas.

En la figura 6 se compara los resultados con los distintos tipos de perforados con la pantallas de coco. En la figura 7, se comparan con el perforado combinado los valores de la absorción (cámara a escala) de las distintas eco-pantallas.

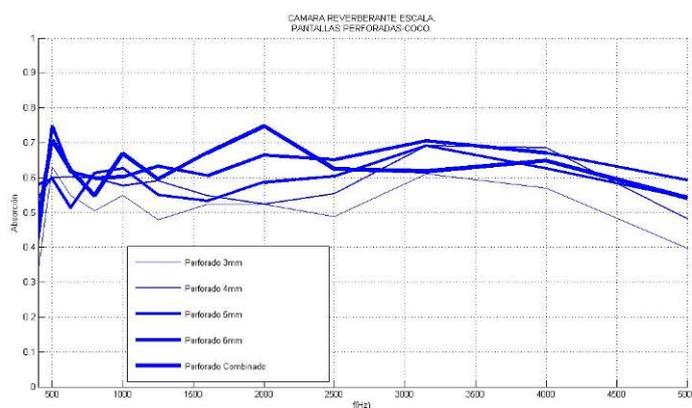


Figura 6 – Comparativa de la absorción (cámara escala) en función del perforado de la pantalla acústica.

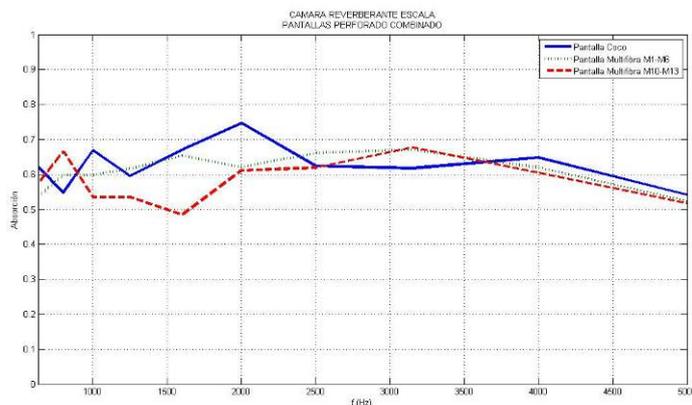


Figura 7 – Comparativa de la absorción (cámara escala) en función del tipo de eco-material que conforma la pantalla acústica.

### 3 Conclusiones

A continuación se detallan las conclusiones que se obtienen en este trabajo a partir de cada uno de los ensayos realizados:

- ✓ En cuanto a los valores del coeficiente de absorción en incidencia normal, figura 2, todas las muestras estudiadas presentan una tendencia del coeficiente de absorción en incidencia normal típica de un material absorbente acústico. Los valores más bajos los presenta la muestra M13 con 15mm de espesor. La muestra elaborada de fibras de coco presenta valores ligeramente superiores a ésta con más del doble de espesor, 40mm. Las muestra M1 y M10 presentan prácticamente los mismos valores, al igual que las muestras M4 y M6.
- ✓ Referente a los valores de la resistencia específica al flujo, todas las muestras presentan valores inferiores a  $100 \text{ Kpas/m}^2$ , por lo tanto, estas muestra, aunque de muy bajo espesor, no pueden considerarse capas impermeables al sonido, presentando características de material absorbente acústico.

- ✓ En la figura 3 se observa que todas las muestras elaboradas a partir de fibras recicladas del textil presentan valores más estables que la muestra elaborada a partir de fibras de coco, en cuanto a pérdidas por transmisión se refiere (TL). La tendencia de los valores de las pérdidas de transmisión parece ser ascendente con los valores de la resistencia específica al flujo. De esta forma, las muestras que presentan mayores pérdidas por transmisión son M3, M4 y M6, con valores de resistencia específica al flujo en torno los 50 Kpas/m<sup>2</sup>. Las muestras M10 y M13 con valores de resistencia específica al flujo de 33 y 25 Kpas/m<sup>2</sup>, respectivamente, muestran valores de las pérdidas por transmisión prácticamente idénticos y menores al resto. La muestra M5 y M1 presentan valores muy similares y con valores intermedios. La resistencia al flujo de estas muestras es de aproximadamente 30 Kpas/m<sup>2</sup>.

Tanto en valores del coeficiente de absorción en incidencia normal como de las pérdidas por transmisión, el tipo de resina fenólica, menos ecológica que termofusión de poliéster no mejora en ningún caso ni las propiedades de material absorbente ni las propiedades de elemento para el aislamiento acústico.

Como resultados preliminares se presentan valores de la absorción acústica en cámara reverberante a escala. Recordar que el detalle de la construcción de esta cámara se presenta en un trabajo de este mismo congreso y que en la actualidad esta cámara se está calibrando.

Como conclusión global; con los valores presentados en este trabajo de coeficiente de absorción en incidencia normal, resistencia específica al flujo y pérdidas por transmisión, podemos concluir que los eco-materiales estudiados son buenos candidatos para formar parte de pantallas acústicas como solución al tráfico rodado o en entornos industriales, pero los resultados preliminares de absorción en cámara nos indican que todavía queda mucho por mejorar. Como líneas futuras debemos definir mejor el perforado de las pantallas, estudiando diferentes distribución de diámetros de perforado, debemos poder controlar la homogeneidad del eco-material que conforma la pantalla para poder así modelizar su comportamiento acústico, y por último, comparar los ensayos de cámara reverberante a escala con cámara reverberante real.

## **Agradecimientos**

Este trabajo está subvencionado por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Politécnica de Valencia. Dentro de la convocatoria PAI-06-11 forma parte del proyecto 002-247, "Nuevas pantallas acústicas elaboradas a partir de materiales reciclados o fibras naturales".

## **Referencias**

- [1] RD 1367/2007, desarrollo Ley 37/2003, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas
- [2] Directiva 2002/49/CEE, de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental
- [3] Delany M. E., Bazley E. N. Acoustical Properties of Fibrous Absorbent Materials. Applied Acoustics (3), 1970, 105 -116.
- [4] Miki Y. Acoustical Properties of Porous Materials-Modifications of Delany-Bazley Models. Journal of the Acoustical Society Jpn 11, (1), 199, 19-24.

- [5] I.P.Dunn, W.A. Davern. Calculation of acoustic impedance of multi-layer absorbers. *Applied Acoustics* (19), 1986, 321-334.
- [6] M.Garai, F. Pompoli. A simple empirical model of polyester fibre materials for acoustical applications. *Applied Acoustics* (66), 2005, 1383-1398.
- [7] N. Voronina. An Empirical Model for Elastic Porous Materials, *Applied Acoustics*. Vol. 55, (1), (1998), 67-83.
- [8] B. H. Song, J. Stuart Bolton. A transfer-matrix approach for estimating the characteristic impedance and wave numbers of limp and rigid porous materials. *J. Acoust. Soc. Am.* 107 (3), March 2000.
- [9] UNE EN 10534-2: 2002. Acústica. Determinación del coeficiente de absorción acústica y la impedancia acústica en tubos de impedancia. Parte 2: Método de la función de transferencia.
- [10] Ingard K.U., Dear T.A. Measurement of acoustic flow resistance. *J.Sound Vib*, 103(4), 1985, 567-572.
- [11] Sung Soo Jung, Yong Tae Kim and Yong Bong Lee. Measurement of Sound Transmission Loss by using Impedance Tubes. *Journal of Korean Physical Society*, 53 (2),2008, 596-600.
- [12] UNE-EN ISO 354:2004. Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003)
- [13] Del Rey Tormos, Jaime Ramis, Vicente Sanchís. New absorbent acoustic materials from plastic bottle remnants. *Materiales de Construcción*. 61, 2011,547-558.
- [14] Jesus Alba, Romina del Rey, Francisco Arrebola, Laura Bertó, Carlos Hervás. Cámara reverberante a escala para el estudio de pantallas acústicas. VIII Congreso Ibero-Americano de Acústica. Évora, Portugal. 1-3 Octubre 2012.