

MODELOS ACÚSTICOS PARA CARACTERIZAR MATERIALES OBTENIDOS A PARTIR DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS

PACS: 43.55. Rg

Lorenzana Lorenzana, M^a Teresa¹, Alba Fernández, Jesús²; Ramis Soriano, Jaime²

1: Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica/La Coruña

Universidad de La Coruña

Campus de A Zapateira 15071 La Coruña

E-mail: lorenzan@udc.es

2: Grupo de Dispositivos y Sistemas Acústicos y Ópticos, DISAO

Escuela Politécnica Superior de Gandía

Universidad Politécnica de Valencia

Carretera Nazaret-Oliva s/n, 46730 Grao de Gandia. Valencia. España

E-mail: jesalba@fis.upv.es, ramis@fis.upv.es

Web: <http://www.fisgan.upv.es/disao/>

ABSTRACT

The incorporation of new acoustic materials to the construction makes necessary to revise the models of behavior of the most classic materials and to evaluate if these are also applicable for the case of other new ones, and, in case they are not it, to obtain new models for these. At the same time the more and more urgent necessity of the one recycled of materials for diverse uses, such as absorbent acoustic, it also justifies reviewing some techniques with those that were obtained in their moment models for this type of materials, valid in a range of frequencies.

In this work, he/she has been carried out a study, starting from measurings in tube of Kundt of materials acoustic recycled absorbents.

RESUMEN

La incorporación de nuevos materiales acústicos a la edificación hace necesario revisar los modelos de comportamiento de los materiales más clásicos y evaluar si éstos son también aplicables para el caso de otros nuevos, y, en el caso de que no lo sean, obtener modelos nuevos para éstos. Al mismo tiempo la necesidad cada vez más apremiante del reciclado de materiales para usos diversos, tales como absorbentes acústicos, justifica también el repasar algunas técnicas con las que se obtuvieron en su momento modelos para este tipo de materiales, válidos en un rango de frecuencias.

En este trabajo, se ha realizado un estudio, a partir de mediciones en tubo de Kundt de materiales acústicos absorbentes reciclados [1].

INTRODUCCION

El tubo de Kundt es una herramienta cada vez más utilizada para caracterizar materiales absorbentes. La medición según la norma [2] permite obtener el valor de la impedancia de cierre y el coeficiente de absorción del material. La obtención de otros parámetros es más compleja. Para obtener la porosidad y la resistencia al flujo del material se realiza en este trabajo una serie de suposiciones para los materiales reciclados medidos y se obtienen ábacos útiles para evaluar otros casos.

MEDICIONES

En la figura 1 se muestran las medidas realizadas para material reciclado a partir de hierba con un grosor de 39 mm y diferentes cámaras. En la figura 2, se muestra lo mismo pero con tojo de 26,6 mm.

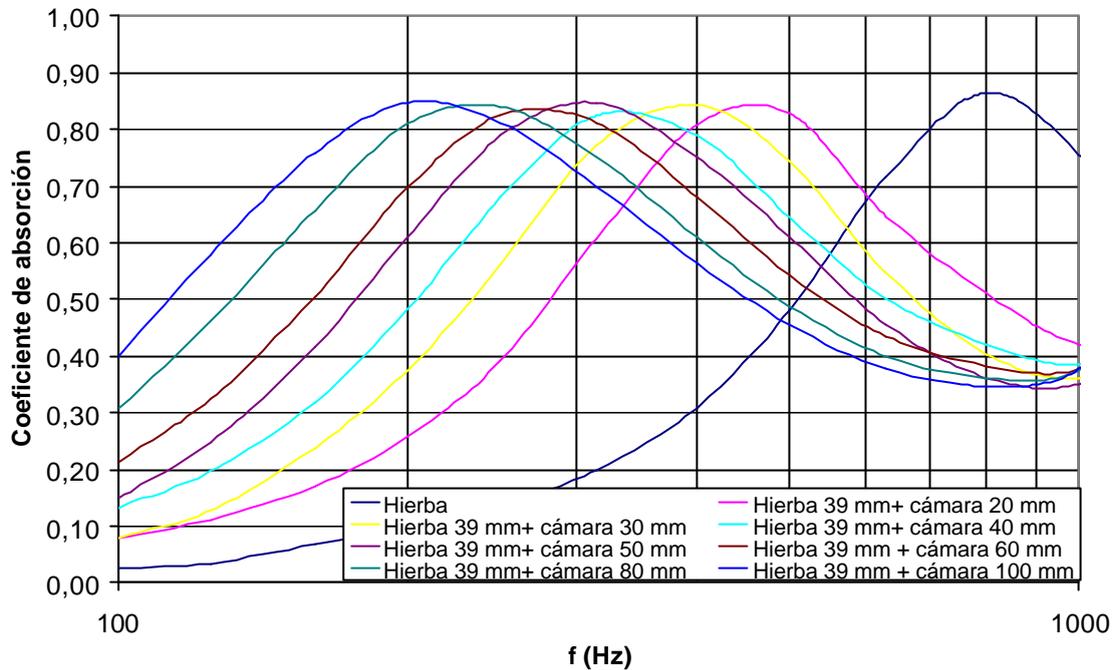


Figura 1: Coeficiente de absorción de la hierba con diferentes cámaras.

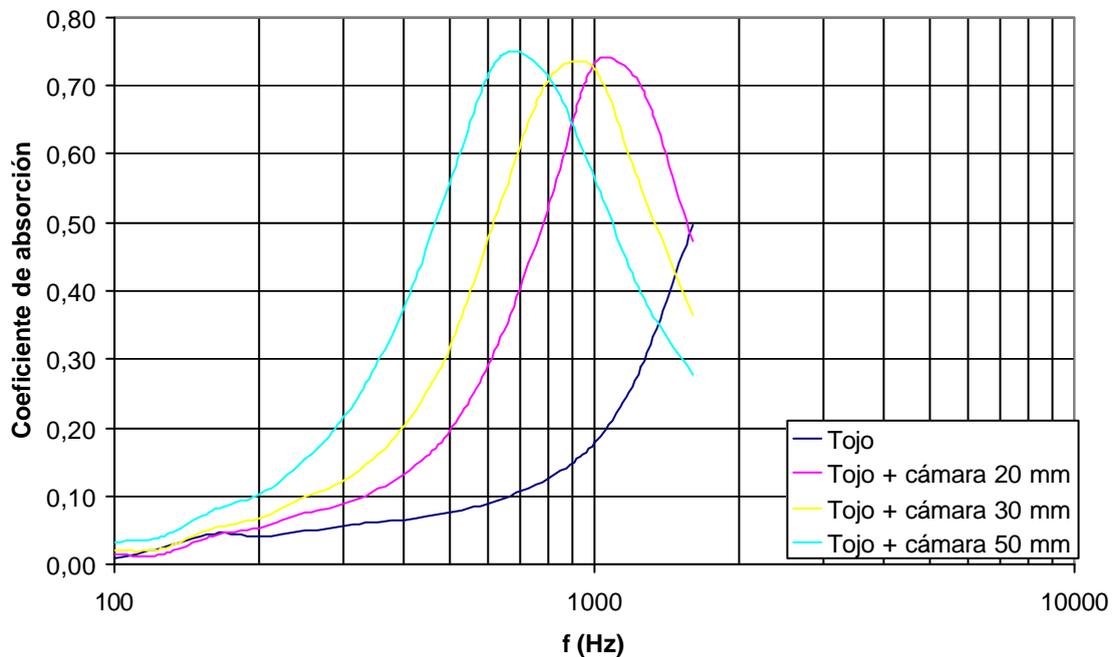


Figura 2: Coeficiente de absorción del tojo con diferentes cámaras.

Estas medidas se han realizado en tubo de Kundt según la norma. El radio del tubo es de 5 cm.

ANÁLISIS COMO PANEL PERFORADO CON PLENUM

Para tratar de manera sencilla las medidas anteriores, se supone un modelo de resonador de Helmholtz. La frecuencia de resonancia para este tipo de sistemas viene dada por:

$$\omega_0 = c \sqrt{\frac{S}{l'V}} \quad [1]$$

donde c es la velocidad de propagación del sonido en el aire y l' , en el caso de que no exista ningún tipo de pestaña a la salida del resonador, es :

$$l' = l + \frac{16R}{3\pi} \quad [2]$$

y donde R es el radio de la superficie transversal S . Esta expresión se modifica, para paneles perforados, de la forma conocida siguiente:

$$\omega_0 = c \sqrt{\frac{S_a/S_T}{l'd}} \quad [3]$$

donde S_a/S_T representa la perforación del material en tanto por uno y d el espesor de la cámara.

Obtención de la porosidad

En la tabla 1 se muestran los pasos seguidos para obtener la porosidad del material basado en hierba. En primer lugar, despejando de la ecuación anterior se obtiene la relación entre la superficie agujereada (total) y la superficie total (y a partir de ella el tanto por ciento de perforación de ese material), que representa la porosidad (volumen de aire respecto del total) este ratio ya representa la porosidad. Para la hierba la media es de 0,05 y para el tojo de 0,175.

	Cámara (mm)	Frec. Res. (Hz)	S_a/S_T (porosidad)	Perforación (%)
Medida 1	100	200	0,053	5,3
Medida 2	80	225	0,054	5,4
Medida 3	60	250	0,050	5,0
Medida 4	50	275	0,050	5,0
Medida 5	40	310	0,051	5,1
Medida 6	30	350	0,049	4,9
Medida 7	20	400	0,042	4,2

Tabla 1: Cálculos para la hierba

	Cámara (mm)	Frec. Res. (Hz)	S_a/S_T	Perforación (%)
Medida 1	50	630	0,176	17,6
Medida 2	30	800	0,171	17,1
Medida 3	20	1000	0,178	17,8

Tabla 2: Cálculos para el tojo

Obtención de ajustes y ábacos

En la figura 3 se muestra el ajuste realizado para el material compuesto por hierba. En el eje horizontal aparece la inversa de la longitud de la cámara y en el vertical la frecuencia de resonancia al cuadrado, dividida por 10000 para reducir la escala. En la figura 4 se realiza la misma operación para el tojo.

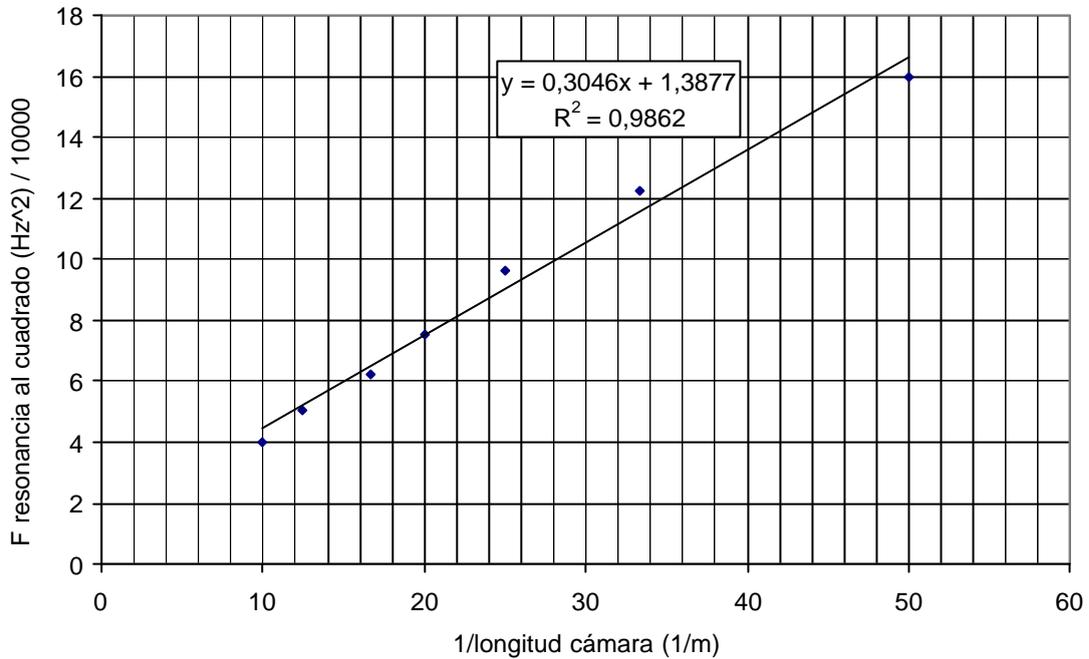


Figura 3: Ajustes para la hierba

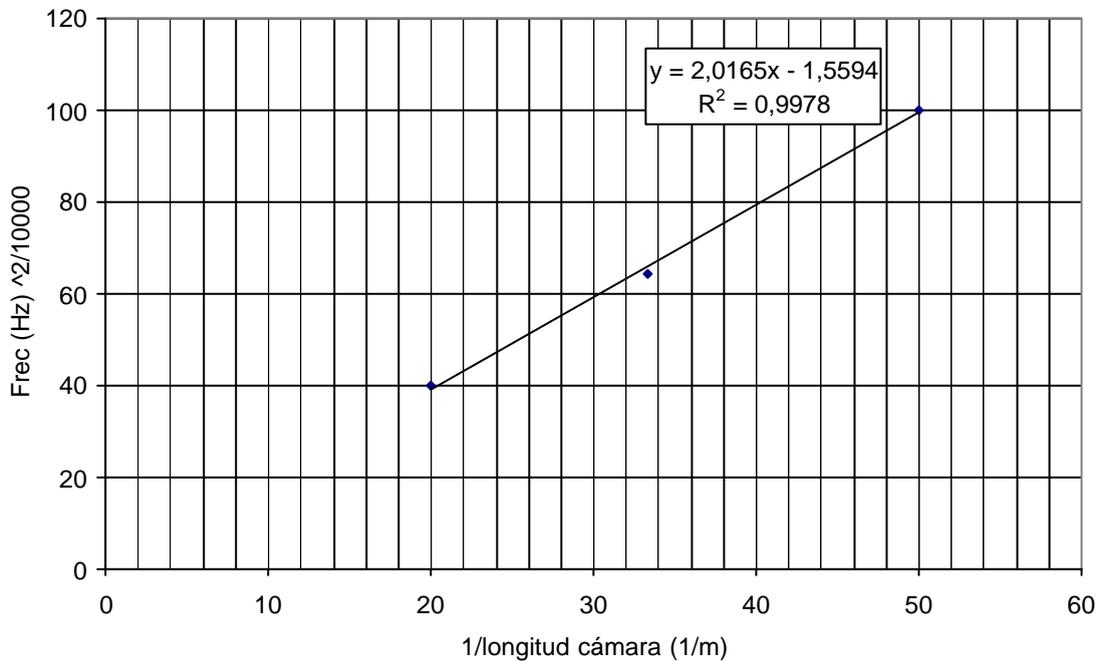


Figura 4: Ajustes para el tojo

Comparando la pendiente de la recta con la ecuación del resonador de Helmholtz se puede también la relación entre la superficie de agujero S_a y la total S_T , despejando de la relación:

$$m = c^2 \frac{S_a / S_T}{l'} \quad [5]$$

Aplicando también esta relación se pueden obtener ábacos de frecuencia de resonancia. En la figura 5 se muestran resultados para cambios del grosor del material. Se puede hacer lo mismo para el tojo.

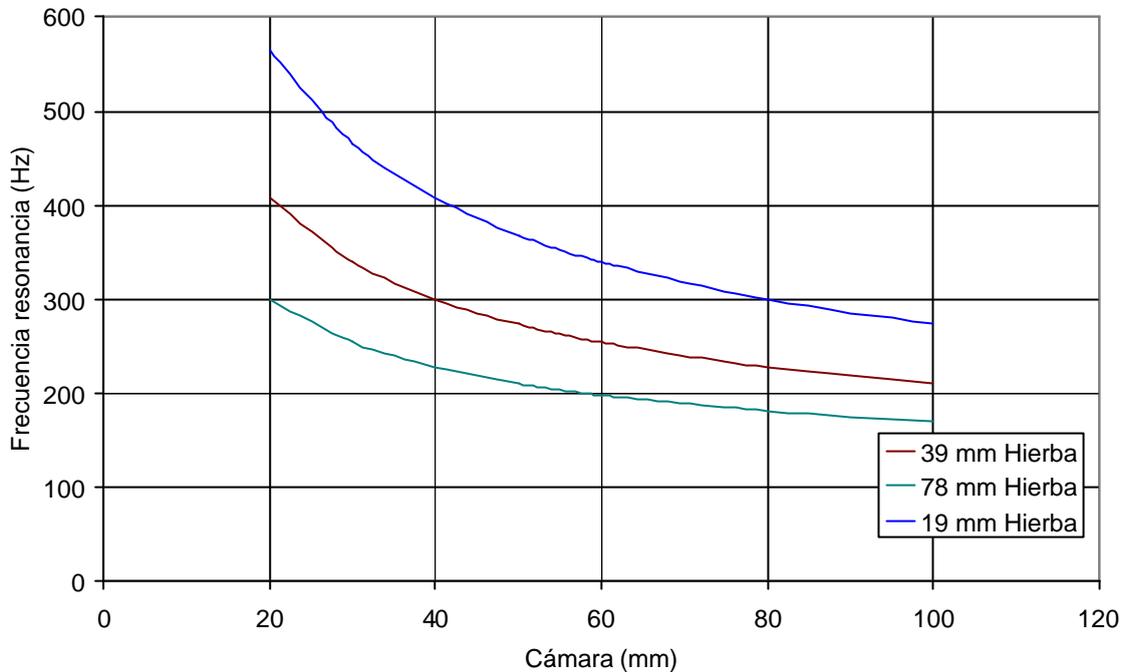


Figura 5: Ábaco para la frecuencia de resonancia.

Obtención de la resistencia al flujo

Considerando el modelo de perforado, se puede suponer que el valor máximo del coeficiente de absorción es []:

$$\alpha_{MAX} = \frac{\frac{4R}{rc}}{\left(1 + \frac{R}{rc}\right)^2} \quad [6]$$

Siendo R la resistencia al flujo del material (unidades S.I.) ρ la densidad del aire y c la velocidad de propagación del sonido en el aire. Despejando:

$$\frac{R}{rc} = -1 + \frac{2}{\alpha_{MAX}} \pm \frac{2\sqrt{1 - \alpha_{MAX}}}{\alpha_{MAX}} \quad [7]$$

Aplicando la expresión anterior, se tiene el valor de la resistencia al flujo. En las tablas 3 y 4 se muestran los resultados para los materiales medidos.

Cámara	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	80 mm	100 mm	MEDIA
α_{max}	0,83	0,84	0,83	0,85	0,83	0,84	0,85	0,84
$R/\rho c$	2,42	2,31	2,44	2,28	2,44	2,33	2,28	2,36

Tabla 3: Obtención de la resistencia al flujo para la hierba

	Tojo + cámara 20 mm	Tojo + cámara 30 mm	Tojo + cámara 50 mm	Media
α_{\max}	0,73	0,73	0,74	0,73
$R/\rho c$	3,15	3,21	3,09	3,15

Tabla 4: Obtención de la resistencia al flujo para el tojo

Una vez obtenida la resistencia al flujo, se puede caracterizar el material según diferentes modelos recogidos en las referencias [4-8].

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

En este trabajo se ha descrito un procedimiento sencillo para obtener uno de los parámetros que caracterizan a los materiales absorbentes, la resistencia al flujo. Se han preparado también ábacos para obtener fácilmente el valor de la frecuencia de resonancia asociada a una configuración determinada, a partir de las medidas realizadas y extrapolando al resto.

Como líneas de continuación se propone la obtención de modelos tal y como se realiza en [9], lo cual será motivo de futuros trabajos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio De Ciencia Y Tecnología. D.G. De Investigación (MAT2003-04068).

REFERENCIAS

- [1] M. T. Lorenzana, Dolores García Vidaurrázaga, José A. Álvarez Díaz, Guillermo Alonso Carro, Julio González Suárez, "Propiedades acústicas de materiales obtenidos de productos ecológicos." IV congreso Ibérico de Acústica, Guimaraes (2004).
- [2] UNE-EN ISO 10534-2 (2002), "Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia".
- [3] L. Cremer, H. Muller, "Principles and Applications of Room Acoustics", Elsevier Science Publishing (1982)
- [4] Delany M. E., Bazley E. N., "Acoustical Properties Of Fibrous Absorbent Materials", Applied Acoustics 3, (1970), 105 -116
- [5] Miki Y., "Acoustical Properties Of Porous Materials – Modifications Of Delany-Bazley Models-", J. Acoust. Soc. Jpn (E) 11, 1 (1990) 19-24
- [6] Allard J. F., Champoux Y., "New Empirical Equations For Sound Propagation In Rigid Frame Fibrous Materials", J. Acoust. Soc. Am. 91 (6), (1992) 3346 –3353
- [7] M. Garai, F. Pompoli, Definition and first validation of a new mathematical model of polyester fibre materials, Proc.of Forum Acusticum 2002, Siviglia, 16 - 20 Settembre 2002.
- [8] I.P. Dunn, W.A. Davern, Calculation of acoustic impedance of multi-layer absorbers, Appl. Acoust., 19, 1986, pp. 321-334.
- [9] J. Alba, M^a. T. Lorenzana y J. Ramis "Modelado de materiales absorbentes acústicos a partir de mediciones en tubo de Kundt", Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería 2005 (Granada).