

## CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA DE PRODUCTOS RECICLADOS A PARTIR DEL “FLUFF” PROCEDENTE DEL TRITURADO DE NFUS

PACS: 43.55 EV

Nadal, A.<sup>1</sup>; Maderuelo, R.<sup>2</sup>; Crespo, J.E.<sup>1</sup>; Martín, M.<sup>2</sup>; Parrés, F.<sup>1</sup>; Pérez, L.M.<sup>1</sup>

### 1. ITMA.

Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia.

Plaza de Ferrándiz y Carbonell, s/n 03801 Alcoy, Alicante. España.

Tel.: (34) 966 528 478, Fax: (34) 966 528 409

E-mail: [anadal@mcm.upv.es](mailto:anadal@mcm.upv.es)

### 2. INTROMAC

Campus Universidad e Extremadura, Ctra. Trujillo, s/n. 10071, Cáceres. España

Tel.: (34) 927 18 10 42, Fax: (34) 927 18 10 41

E-mail: [rmaderuelo@intromac.com](mailto:rmaderuelo@intromac.com)

## ABSTRACT

In this work, we show the obtained results when characterizing tiles for sound insulation, elaborated by means of Fluff obtained from crushed out of life tires. The acoustic study has been carried out by means of an impedance tube where the coefficient of absorption and the acoustic impedance of different samples are obtained.

## RESUMEN

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos al caracterizar acústicamente losetas para aislamiento acústico, elaboradas mediante Fluff proveniente del triturado de NFUS (Neumáticos Fuera de Uso). El estudio acústico se ha llevado a cabo mediante un tubo de impedancia donde se obtienen el coeficiente de absorción y la impedancia acústica de diferentes muestras.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más comunes de los residuos elastoméricos, son los neumáticos fuera de uso, NFU's. La recuperación de los neumáticos es un problema medioambiental que afecta hoy en día al mundo desarrollado. Además de las razones medioambientales obvias, y de la conveniencia de la recuperación, reciclado o reaprovechamiento de cualquier residuo generado por la actividad humana, en el caso de los neumáticos, viene acompañada por las disposiciones legales vigentes. En España dentro del Plan Nacional Integrado de residuos (PNIR) 2007-2015, Anexo 4, referente al II Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (2007-2015), se pretende una reducción del 10% en peso de los neumáticos fuera de uso, generados mediante el alargamiento de su vida útil, mediante una mejora de uso y conducción. Además contempla la recuperación y valorización del 98% de los neumáticos generados antes

de 2008, 20% del recauchutado, 50% en peso del reciclado, 40% de materiales bituminosos para pavimentos de carreteras y del 10% restante a otras aplicaciones industriales.

De las cerca de 300.000 toneladas de neumáticos fuera de uso que se generan cada año en España, tan sólo el 13,9% se recicla como material, el 12,2% se recauchuta, el 17,2 en valorización energética, el 50% se vierte y el 6,4% se exporta y reutiliza. El resto de los países comunitarios sitúan esta cifra en el 90%.

Con la nueva ley específica que regula la gestión medioambiental de los neumáticos fuera de uso, Real Decreto 1619/2005 en vigor desde el 30 de Diciembre del 2005, y el Decreto 2/2003 del 7 de Enero específico de la Comunidad Valenciana, el desafío está servido.

Es por ello que en la actualidad la recuperación de neumáticos usados es un tema al que se le están dedicando grandes esfuerzos por parte de grupos de investigación tanto públicos como privados.

Las propuestas de recuperación son variadas [1], y entre las que destacan:

- Recuperación energética.
- Recuperación como carga en materiales de construcción y obras publicas.
- Cargas en otros materiales plásticos.
- Fabricación de materiales cuya base es el material recuperado.

Un residuo para el que, de momento, tan solo se prevé la valorización energética, es el fluff, que es una mezcla de partículas de elastómero, fibras de acero y fibras de naturaleza textil. El objetivo de este trabajo ha sido la reutilización como aislante acústico de este tipo de residuo.

## **MATERIALES**

El material empleado en este trabajo es el fluff, proveniente del triturado de neumáticos no triturados. El residuo está compuesto por partículas de elastómero, fibras textiles y fibra metálica (acero). Este residuo nos fue suministrado por la empresa Recipneu (Sines, Portugal).

Primeramente se han conformado las láminas de material, utilizando un molde aluminio con medidas de 165 x 175 mm. La dosificación del material se lleva a cabo por un proceso de compactación escalonada utilizando la misma masa inicial que se compacta y con posterioridad se introduce la misma masa y se compacta, la única variación ha sido la presión de compactación empleada en cada muestra, con lo cual se han conseguido diferentes espesores y diferentes grados de compactación [2, 3]. Esta dosificación, permite la elaboración de muestras con diferentes espesores (tabla 1). Las muestras se han obtenido mediante un proceso escalonado de compactación, para conseguir diferentes espesores y diferentes grados de compactación

Posteriormente las láminas obtenidas bajo las condiciones estudiadas, son troqueladas para su caracterización [7] mediante una prensa hidráulica MEGA KCK-15-A (Melchor Gabilondo S.A., Vizcaya, España) [4,5]. El ensayo de tracción se realiza bajo la normativa UNE EN ISO 527-3:1996 [4]. Las muestras empleadas para su caracterización acústica, son obtenidas de las planchas y posteriormente troqueladas con diámetros 29 y 100 mm (figura 1).

**Tabla 1.** Espesores y densidades de las diferentes muestras ensayadas.

	Muestras				
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
<b>Espesor (mm)</b>	7.1	27.2	25.7	7.1	18.0
<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	557.7	575.8	593.0	627.7	769.6



**Figura 1.** Detalle de las muestras 1 (izqda) y 4 utilizadas en la caracterización acústica.

## METODOLOGÍA

Para la caracterización acústica, se emplea el método que establece la Norma UNE EN ISO 10534-2:2002 [6]. El coeficiente de absorción acústico a incidencia normal fue medido mediante un tubo de impedancia modelo 4206 T de Brüel & Kjaer, en el rango de frecuencias de 100 a 5000 Hz, sistema multi-analizador PULSE de 4 canales de Brüel & Kjaer, modelo 3560 C, amplificador de potencia de Brüel & Kjaer, modelo 2716 C, micrófonos ¼ de pulgada de Brüel & Kjaer, modelo 4187 y software Material Testing para Pulse de Brüel & Kjaer, modelo 7758 (figura 2).



**Figura 2.** Detalle del equipo utilizado en la caracterización acústica de los diferentes materiales.

La muestra de ensayo se monta en uno de los extremos de un tubo de impedancia, recto, rígido, liso y estanco. Se generan ondas planas en el tubo mediante una fuente sonora, y se

miden las presiones acústicas en dos posiciones cercanas a la muestra. Se determina la función de transferencia acústica compleja de las señales en los dos micrófonos, que se usa para calcular el coeficiente de absorción a incidencia normal, y la impedancia normalizada del material en ensayo.

## RESULTADOS

En las muestras ensayadas, la estructura está formada por un conjunto de fibras textiles y residuo elastomérico, de diferentes tamaños y longitudes interconectadas entre sí, conformando una serie de poros o espacios vacíos a través de los que se puede propagar una pequeña onda de compresión. La velocidad del sonido y la atenuación para la onda de compresión en ese medio poroso, dependerá del tamaño de los poros y de la proporción de poros abiertos que posea el material. Estas propiedades están directamente relacionadas con el tamaño, la forma y la densificación de las partículas y fibras que constituyen la estructura [8]. Los resultados obtenidos para los coeficientes de absorción a incidencia normal para los diferentes espesores estudiados se muestran en la figura 3.

Se aprecia como las muestras 2 y 3 presentan valores de coeficiente de absorción a incidencia normal superiores al resto de las muestras en el rango de frecuencias comprendidos entre 200 y 1000 Hz, debido principalmente a su mayor espesor. Para frecuencias superiores a 2000 Hz, las muestras 1, 2 y 4 son las que presentan valores mayores. Las muestras de menor espesor, 1 y 4, presentan máximos de absorción para las frecuencias de 3500 y 4000 Hz respectivamente. Ambas muestras tienen el mismo espesor, aunque se observa, que el máximo del coeficiente de absorción de la Muestra 4 es mayor que el de la Muestra 1, siendo la densidad de la Muestra 4 superior a la de la Muestra 1. Las muestras 2, 3 y 5, presentan ciertos máximos relativos de absorción para frecuencias comprendidas entre 200 y 1100 Hz.

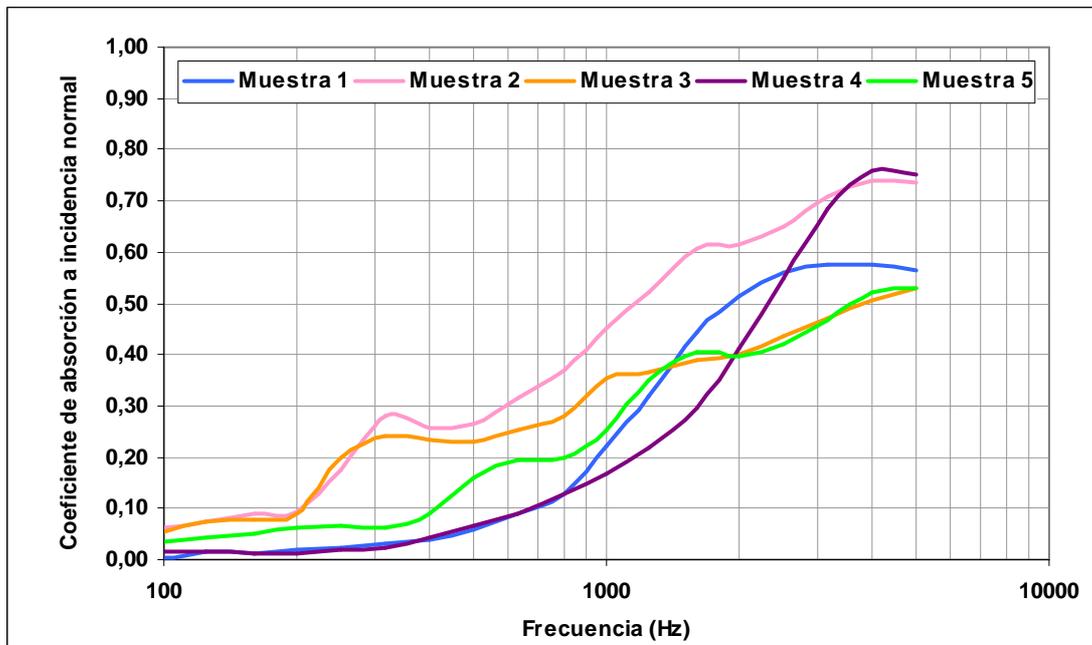
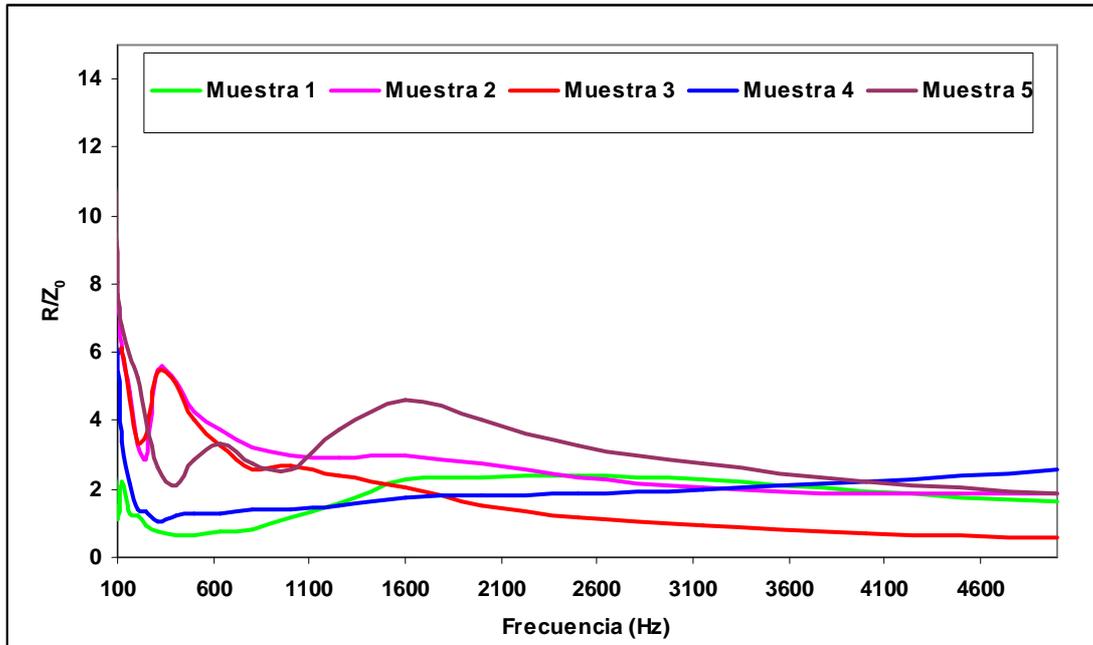


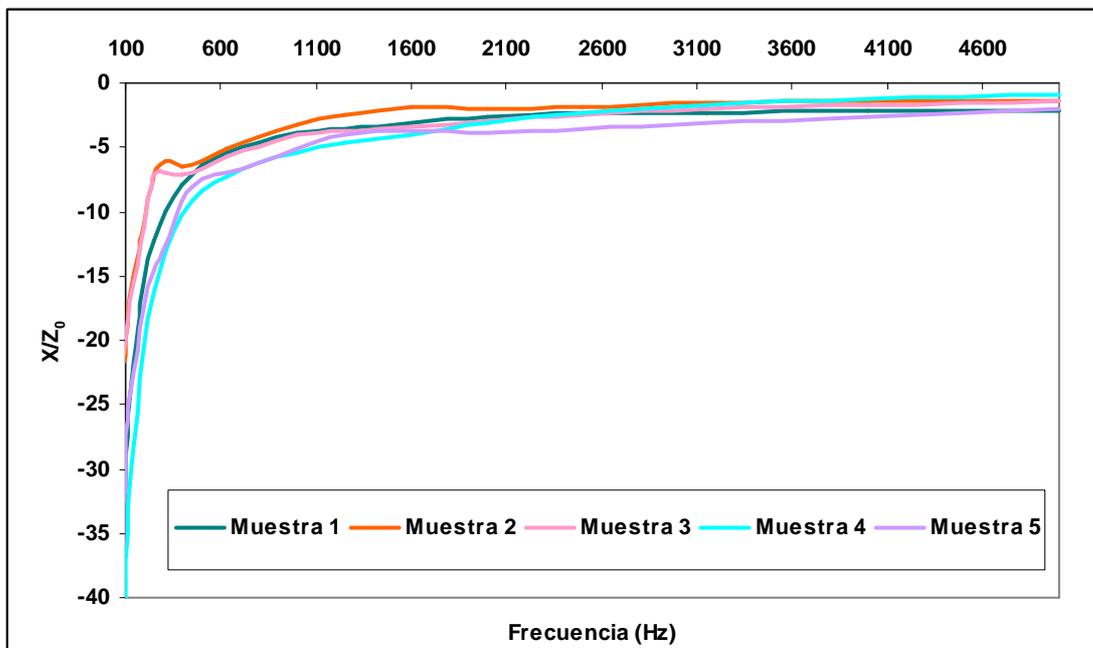
Figura 3. Coeficiente de absorción a incidencia normal para las distintas muestras ensayadas.

La relación entre las presiones incidente y reflejada determinan la impedancia superficial de la muestra, a través de la velocidad compleja de propagación de la onda acústica en su interior y

del espesor de la muestra [9]. Se trata de un parámetro complejo en el que la parte real es la resistencia y la parte imaginaria es la reactancia. La parte real de la impedancia acústica superficial, se asocia a las pérdidas de energía, mientras que el término imaginario, se puede asociar a los cambios de fase. Este término nos da un mayor conocimiento del material que el que nos proporciona el coeficiente de absorción.



**Figura 4.** Parte real de la impedancia acústica normalizada de las distintas muestras ensayadas.



**Figura 5.** Parte imaginaria de la impedancia acústica normalizada de las distintas muestras ensayadas.

## CONCLUSIONES

El trabajo que se ha planteado es la caracterización de losetas para aislamiento acústico a partir del "Fluf" de neumáticos, mezcla de caucho y fibras, mediante el análisis de la impedancia acústica y su coeficiente de absorción a incidencia normal.

La dosificación y los materiales utilizados en este trabajo son los mismos para cada una de las muestras. La única variación reside en el proceso de conformado ya que es diferente para cada una de las muestras, de ahí la variabilidad en los resultados obtenidos.

Los coeficientes de absorción a incidencia normal que presentan los materiales estudiados son relativamente elevados para las muestras de menor espesor, mientras que las muestras que presentan espesores mayores presentan coeficientes de absorción bajos, debido a su proceso de conformado. Cabe la posibilidad de modificar este proceso de conformado del material, elaborando muestras que combinen varias capas con diferente grado de densificación.

Se continuará en el estudio de estos materiales para introducirlos en aplicaciones acústicas en el campo de aislamiento a ruido de impactos y amortiguación de vibraciones.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa Recipneu por la cesión de la fibra.

## REFERENCIAS

- [1] La Mantia F. *"Handbook of Plastics Recycling"*. Ed. Rapra Technology. Shawbury (U.K.).2002.
- [2] Nadal Gisbert A.V. *"Análisis de la Influencia en las propiedades mecánicas y térmicas de las mezclas de materiales termoplásticos reciclados con G.T.R.(Ground Tyre Rubber)"*.International Congress of Energy and Environment Engineering. Portalegre (Portugal), May.2005.
- [3] Crespo Amorós, J. *"Estudios preliminares sobre la optimización de residuos elastoméricos de EPDM frente a la temperatura y la presión"*. IV Congreso "La Investigación ante la sociedad del conocimiento". Sostenibilidad y Medioambiente. Alcoy, Alicante (España), 2007.
- [4] Ferrer Gimenez C.; Nadal Gisbert A.V. *"Modelización de la Densidad de Partículas de Elastómero reciclado sinterizado por termo-compresión"*. VIII Congreso Nacional de Materiales. Valencia, 2004.
- [5] UNE-EN ISO 527-3:1996, Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 3: Condiciones de ensayo para películas y hojas. (ISO 527-3:1995).
- [6] UNE-EN ISO 10534-2:2002, Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia. Parte 2: Método de la función de transferencia.
- [7] Nadal, A.; López, J.; Crespo, J.E.; Parres, F. *"Caracterización de materiales textiles provenientes del reciclado de Neumáticos Fuera de Uso (NFU's)"*. 2º International Congress of Energy and Environment Engineering. Badajoz (España), 2007.
- [8] Cox, T.; D'Antonio, P. *"Acoustic Absorbers and Diffusers: Theory, Design, and Application"*. Taylor & Francis. London. 2004.
- [9] Rodríguez, R.Mª; Simón, F.; Pfretzschner, J. *"Optimización de las características absorbentes de materiales granulares reciclados"*. 31º Congreso Nacional de Acústica – Tecniacústica. Madrid. 2000.