



NUEVAS METODOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE MATERIALES ACÚSTICOS BASADOS EN EL RECICLADO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

PACS: 43.50.Jh

Guraya Diez, T. *; Goikoetxea Santa Cruz, P. *; Esteban González, A. **;
Fernández Alcalá, P. **; Neira Hernández, S. ***; Luengo Martínez, I. ***

* Dpto. de Ingeniería Minera y Metalúrgica y Ciencia de los Materiales
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial. Plaza La Casilla, 3
Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea
48012 Bilbao, España. Tel: 34 946 014 389. Fax: 34 944 441 625
E-mail: iipguxxt@lg.ehu.es, pgoikoetxe@euskalnet.net

** Centro Tecnológico LABEIN. Cuesta de Olabeaga, 16. 48013 Bilbao, España.
Tel: 34 944 892 400. Fax: 34 944 411 749. E-mail: albertoe@labein.es, pfernandez@lebein.es

*** Centro Tecnológico GAIKER. Parque Tecnológico de Zamudio, Edificio 202.
48170 Zamudio, España. Tel: 34 946 002 323. Fax: 34 946 002 324
E-mail: neira@gaiker.es, luengo@gaiker.es

ABSTRACT

A multidiscipline-working group has joined in order to develop new acoustic materials based on out of order recycled tires. Researchers of the *Acoustics*, *Polymeric Materials Transformation* and *Material Sciences*, have united their efforts in order to study industrial applications where these materials could have a real use and to develop the most suitable material for each application. The special characteristics that present these new materials have lead to the use of a working methodology based on the search and validation of analytical models that allow relating mechanical and acoustical properties.

RESUMEN

Se ha constituido un grupo de trabajo multidisciplinar para desarrollar nuevos materiales acústicos basados en el reciclado de neumáticos fuera de uso. Investigadores de las áreas de Acústica, Transformación de Materiales Poliméricos y Ciencia de los Materiales, han unido sus esfuerzos para estudiar sectores industriales donde estos materiales puedan tener un nicho de mercado y desarrollar el material más adecuado a cada aplicación. Las características especiales que presentan estos materiales nuevos han aconsejado la utilización de una metodología de trabajo basada en la búsqueda y validación de modelos analíticos que permitan relacionar propiedades mecánicas y acústicas.

INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento del desarrollo económico en las últimas décadas ha generado importantes modificaciones en la forma de vida de las sociedades industrializadas. La mejora y abaratamiento de materiales y procesos han permitido que los bienes propios de una sociedad de consumo, tales como TV, electrodomésticos, automóvil, etc., sean asequibles a la gran mayoría de la población. Ahora bien, la demanda de la sociedad de una mejor calidad de vida no se detiene ahí: se desean hogares más cómodos y mejor aclimatados, donde una selección adecuada de los materiales de construcción contribuya a mejorar nuestro confort y el ruido externo no interfiera nuestra vida cotidiana.

Sin embargo, esto tiene un coste importante; la generación de residuos de todo tipo se ha multiplicado y la sociedad debe impulsar medidas y mecanismos de concienciación de manera

que este crecimiento sea sostenible en el futuro.

A esta “forma de hacer” se orientan los esfuerzos de un grupo de trabajo multidisciplinar constituido por investigadores de la Universidad del País Vasco y los Centros Tecnológicos Labein y Gaiker. El trabajo está siendo financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de su Programa de Materiales del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003 con la colaboración al 50% de Fondos FEDER [1,2]. Básicamente, el proyecto trata de dar respuesta a dos problemas muy actuales: la falta de técnicas de valorización para los neumáticos fuera de uso que se generan en cantidades crecientes cada día [3] y los mayores requerimientos de confort acústicos que propone el nuevo Código Técnico de Edificación [4]. El proyecto tiene una duración de tres años (2002-2004).

Con estas premisas se constituyó el grupo de trabajo. Para el desarrollo del proyecto se estableció una metodología de trabajo que se pasa a exponer.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Las fases básicas, de comienzo del proyecto, planteadas fueron:

- Puesta en común de los puntos de vista de cada una de las áreas de conocimiento participantes.
- Revisión del Estado del Arte: estudios previos, sectores industriales, productos existentes en el mercado. Análisis DAFO y elección de aplicación/es objetivo del proyecto.

Tras la puesta en común de las tres áreas de conocimiento se concluyó que, independientemente del campo de aplicación que finalmente se seleccionase, el tipo de materiales a emplear y los requerimientos de material para las pruebas acústicas aconsejaban utilizar un método distinto al de “prueba y error”. Se consideró necesario desarrollar modelos analíticos que permitiesen una estimación aproximada de las características acústicas del material basándose en sus propiedades físico-mecánicas.

La revisión de la literatura relacionada desaconsejó orientarse hacia aplicaciones muy estudiadas como las mezclas asfálticas [5,6] y pantallas antirruído [7,8]. Así mismo, se descartaron los paneles absorbentes por la dificultad de fabricar materiales espumados de baja densidad con control de sus características. Por el contrario, se concluyó que las láminas antipacto ofrecían posibilidades como elementos de construcción y otras posibles aplicaciones [9]. En lo que se refiere a características acústicas de los materiales destinados a esta aplicación, se encontró que éstas pueden ser modelizadas en función de propiedades físico-mecánicas tales como densidad, rigidez dinámica y estática, módulo de Poisson, factor de pérdida dinámica.... Así mismo, se propuso la conveniencia de establecer relaciones analíticas entre la composición de una determinada formulación y estas características físico-mecánicas.

A partir de esas conclusiones se acordó la siguiente planificación de trabajo:

- Presentación de modelos analíticos para relacionar composición con propiedades físico-mecánicas y propiedades acústicas.
- Selección de aglutinantes del material reciclado que potencialmente puedan dar características adecuadas.
- Fabricación de probetas con distinta composición de reciclado, aglutinante, otros aditivos.
- Caracterización físico-mecánica de los materiales.
- Análisis de los resultados y validación de modelos físico-mecánicos.
- Modelización de propiedades acústicas con las propiedades físico-mecánicas medidas

en probetas.

- Selección de materiales con propiedades acústicas óptimas.
- Fabricación de prototipo escala de ensayo acústico.
- Ensayos acústicos.
- Validación de modelos de propiedades acústicas.

ESTADO ACTUAL DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Hasta el momento actual el proyecto ha desarrollado las siguientes tareas:

- Para la modelización de propiedades físico-mecánicas se ha propuesto partir de los modelos clásicos de los materiales compuestos reforzados por partículas. Dependiendo de los resultados que se obtengan se procederá a realizar las adaptaciones necesarias. En cuanto a las propiedades acústicas, se están validando algunos modelos que las estiman en función de sus propiedades físico-mecánicas del material [10,11]. Esta validación de modelos se está realizando en primer lugar con materiales tradicionales, tal y como se puede ver en el ejemplo de modelo SEA (*Statistical Energy Analysis*) de la siguiente figura.

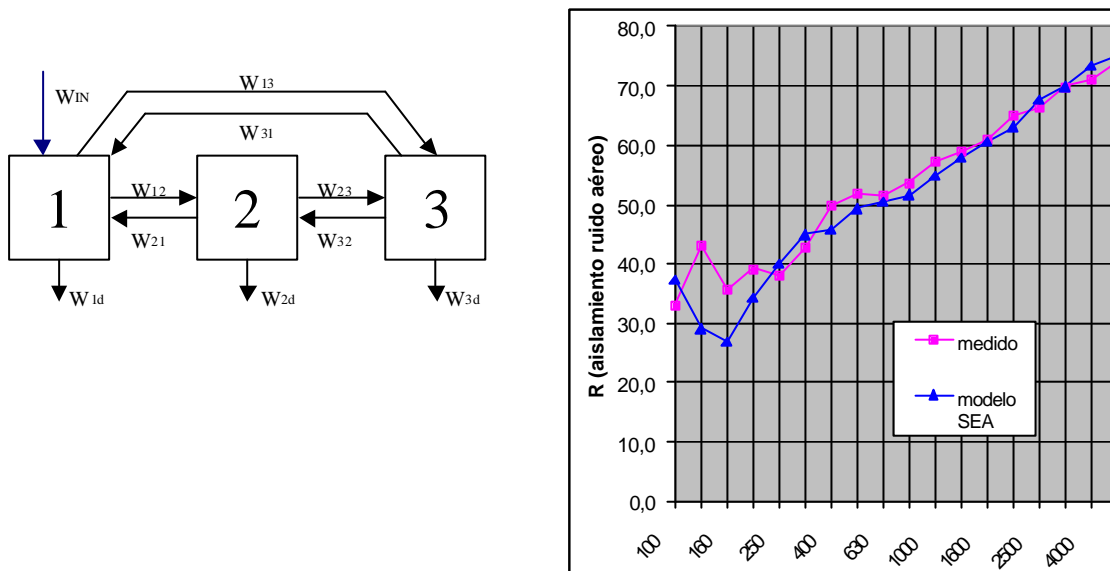


Figura 1: Modelo S.E.A. del aislamiento a ruido aéreo en laboratorio de una losa de hormigón

- Como material reciclado se ha decidido trabajar con la granulometría de tres mm por tener un coste de obtención más asequible que el polvo de caucho. Atendiendo a criterios de tecnología de fabricación y expectativas de propiedades, para aglutinar el caucho se han elegido materiales termoplasticoelastómeros y materiales termoestables.
- Se están fabricando probetas de los materiales nuevos. Cuando el aglutinante tiene elevada elasticidad, se trabaja con composiciones que abarcan todo el rango de proporción relativa de caucho. Con aglutinantes termoestables, las formulaciones trabajadas no sobrepasan el 10% de ligante.
- Se ha realizado un estudio exhaustivo de la metodología más adecuada para determinar las propiedades físico-mecánicas consideradas. La densidad se mide por el método tipo A según la norma UNE-53020: 1973. El comportamiento a tracción se mide

con la norma UNE-53510: 2001, probetas están troqueladas con forma de halterio de tipo1. El factor de pérdidas se mide por análisis dinámico termomecánico (DMTA), se troquelan dos probetas de una placa prensada y se someten esfuerzos cortantes a diferentes frecuencias y temperaturas, en las siguientes fotografías se puede apreciar las probetas y estas colocadas en el dispositivo de DMTA.

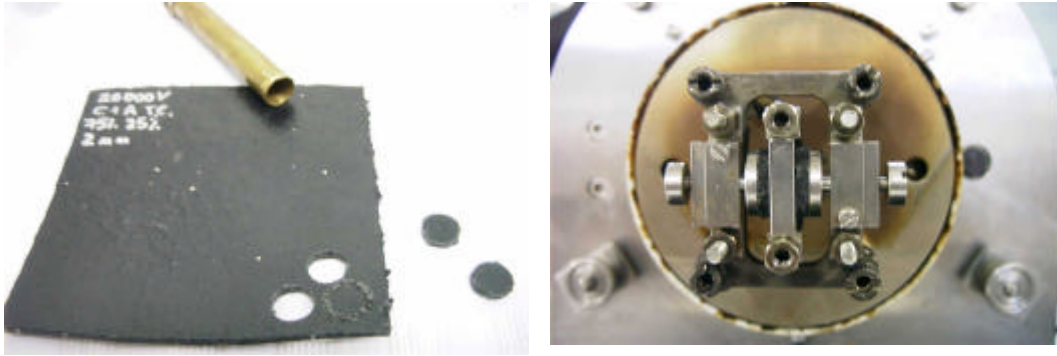


Figura 2: Probetas de material prototipo y disposición del ensayo DMTA para la medida del factor de pérdidas

Actualmente se están desarrollando y revisando los métodos de medida de los módulos de rigidez dinámica y de Poisson.

CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se puede llegar en el momento actual de ejecución del proyecto son:

- Idoneidad de los grupos de trabajo multidisciplinares. El trabajo desarrollado ha demostrado que las tres áreas de conocimiento son indispensables cuando se desea alcanzar objetivos como los de este proyecto.
- El caucho reciclado proveniente de neumáticos fuera de uso presenta buenas expectativas en aplicaciones acústicas en el campo de los impactos y amortiguación de vibraciones.
- Las propiedades acústicas de materiales compuestos y con algún constituyente reciclado se pueden evaluar en función de propiedades físico-mecánicas fácilmente medibles.
- La metodología de trabajo basada en la modelización previa al ensayo de las propiedades acústicas representa importante ahorro de costes.

REFERENCIAS

- [1] Plan Nacional de I+D: Proyecto: **"Influencia De La Estructura En Las Características Acústicas De Materiales De Caucho Reciclado De Neumáticos Fuera De Uso Para Futuras Aplicaciones Industriales"**. Proyecto TRAVACAMA, MAT2001-3896-C03. MiCyT, 2002-2004.
- [2] **"Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2001-2006"**

- [3] Resolución del 8 de Octubre de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente.
- [4] Código Técnico de Edificación
- [5] **“Reutilización de neumáticos usados en la construcción de carreteras”**. Ramón Tomás Raz: Director del Centro de Investigación Elpidio Sánchez Marcos (CIESM) del Grupo de Ingeniería Civil ELSAMEX
- [6] **Mezclas bituminosas modificadas por adición de polvo de neumáticos**. Juan Gallego Medina. Madrid, CEDEX 2001
- [7] Patente **“Pantallas acústicas absorbentes con granza de caucho”** CSIC, nº de publicación 2106687
- [8] **“Pantallas Acústicas Absorbentes realizadas con granza de goma”** J.Pfretzschner; F.Simon; A.Moreno; C. De la Colina; R.Rodríguez. (Instituto de Acústica del CSIC)
- [9] XXXIII Congreso Nacional de Acústica *Tecniacústica 2002*, **“Confort acústico de los forjados tradicionales”**. De Rozas, M; Cortes A; Escudero, S; Esteban, A.
- [10] R.J.M Craik, ***Sound Transmission Through Buildings Using Statistical Energy Analysis*** Gower (1996)
- [11] Cremer, L. Heckl, M. And Ungar,EE (1973) **Structure-borne sound**, 1973, Springer-Verlag.