

ABSORCIÓN ACÚSTICA PARA PROBETAS DE 'PASTA DE CEMENTO' CON ADICIÓN DE "POSIDONIA OCEÁNICA": RESULTADOS PRELIMINARES

PACS: 43.55.Ev

Sevillano Barja, Néstor^(a); Arias Riera, Pedro J.^(b); Saval Pérez, J. Miguel^(b); Rámis Soriano, Jaime^(c); Yebra Calleja, M^a Soledad^(a); Vera Guarinos, Jenaro^(a)

^(a) Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de Señal.

^(b) Departamento de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana. Universidad de Alicante. Escuela Politécnica Superior de Alicante

Edif.: Politécnica II. Campus de San Vicente del Raspeig. Apdo.: 99. 03080 Alicante

Telf.: 965 90 - 9756 / 9751. Fax: 965 90 9750. Email: jenaro@disc.ua.es; JM.Saval@ua.es

^(c) Grupo de Dispositivos y Sistemas Acústicos y Ópticos – Dpto. Física Aplicada –

Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Gandía

Ctra. Nazaret-Oliva s/n, 46730 Grao de Gandía. Valencia

Telf: 962 84 9314. Fax: 962 84 9309. Email: jramis@fis.upv.es;

ABSTRACT

This paper examines the first results of acoustic absorption, for a new material result from the recycled oceanic Posidonia aggregated to 'cement paste'. We play in it with two different densities and the triturating state of the vegetable element also. The intention is to study the physical constitution of the product and determine how initials variables are of old importance for the future development of phonoabsorbent panels in conditioning applications or like acoustic barrier in landscape given natural durability and their scarce capacity of combustion.

RESUMEN

En este papel se va a presentar los primeros resultados de absorción acústica, para un material nuevo obtenido a partir del reciclado de la Posidonia oceánica adicionada a una 'pasta de cemento'. Se juega con dos densidades distintas y con el estado de trituración del elemento vegetal. La intención es estudiar la constitución física final y determinar qué variables iniciales son de mayor importancia para el desarrollo futuro en aplicaciones de acondicionamiento en la acústica arquitectónica o como barrera fono absorbente en exteriores dada su durabilidad natural y su escasa capacidad de combustión.

INTRODUCCIÓN

El objetivo particular de este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de más envergadura (GV05/170) cuya finalidad es evaluar las posibilidades de utilizar material reciclado obtenido a partir de la Posidonia en aplicaciones de acústica de la edificación. Este vegetal (que contrariamente a su denominación común de 'alga' es una 'planta superior' florece y da frutos) presenta un ciclo ecológico estacional típico de una planta caducifolia. A causa de esto último es frecuente observar los restos de hojas, rizomas y frutos, amontonados junto a las costas, sobre todo en las



Foto 1: Banco de Posidonias

mediterráneas occidentales, formando cadenas de pequeños promontorios de acumulación de los mismos.

Al estudiar esta planta y conocer sus extraordinarias aportaciones medio-ambientales durante su vida, la misma parece reivindicar jugar un papel más importante que agonizar en un vertedero en la última etapa de su ciclo ecológico. Dado el uso actual de la franja costera y el modelo de desarrollo elegido, eminentemente turístico, hoy se considera que el colchón de Posidonia es un 'residuo molesto'. Por lo que constituye un reto importante estudiar las múltiples posibilidades que puedan ofrecer su utilización, formando parte o el todo de un material.

En este papel se describe la primera toma de contacto que hemos tenido con el compuesto de cemento y Posidonia; se busca particularmente su posible uso y aprovechamiento en elementos constructivos no estructurales, enfocados a su aplicación en acústica de la edificación. Y en una primera instancia en el ámbito del acondicionamiento acústico como material absorbente, puesto que dicho material resultante es por propia constitución del tipo "poroso". Se muestra el resultado de los primeros ensayos obtenidos en tubo de impedancia durante la fase de optimización del proceso de fabricación de las muestras.

OBJETIVOS

En este primer estadio del proyecto, una de nuestras principales preocupaciones es la de intentar definir la relación de proporciones óptimas entre los componentes y las variables de la mezcla (cemento/agua/Posidonia/grado de trituración de la planta) manteniendo una altura de probeta constante de 4 cm.

Se determina el coeficiente de absorción en un tubo de impedancia y se evaluará a partir de los resultados obtenidos qué variables son las más sensibles, tanto en el aspecto de su consistencia constructivo-estructural como en el de su respuesta a las inquietudes acústicas.

En el futuro se pretende disponer de información completa y exhaustiva de sus parámetros estructurales, elastoresistentes y acústicos de manera que se tenga totalmente caracterizado dicho conglomerado. Y así poder diseñar elementos optimizados para el acondicionamiento acústico, como pueden ser techos, tabiquería seca, barreras fono-absorbentes, etc...

METODOLOGÍA

Los residuos de Posidonia son recogidos de las playas de Alicante y El Campello, se introducen en sacos de plástico, y una vez transportadas se dispondrán extendidas sobre una superficie para que de este modo se produzca su secado a la intemperie y parte de la arena se desprenda por decantación. Una vez así tratada, se procede al lavado con agua para luego desecar en estufa bajo distintas condiciones y se le somete a un proceso de trituración o fragmentación para ajustar la granulometría.



Foto 2: Posidonia Sin Triturar



Foto 3: Posidonia Triturada



Foto 4: Posidonia Muy Triturada

Posteriormente se dosifica la mezcla con el cemento y el agua. Se amasa. Se vierte en el molde o encofrado con ayuda de dispositivos homogeneizadores. Se compacta el grado elegido. Y por fin se desmolda para pasar a la fase de curado.

Se ha diseñado un sistema especial para la confección del molde de encofrado de las probetas, de tal forma que su diámetro se ajuste al interior del Tubo de Impedancia con una precisión milimétrica, pues es esencial la ausencia de holguras e imperfecciones superficiales tanto en la generatriz como en las bases. Y que aparte, nos permita elegir el espesor de la muestra y en el que sea fácil el desmolde. También tiene que posibilitar llevar a cabo todas las acciones necesarias para controlar de forma deliberada la densidad y compacidad de la mezcla final.

La caracterización de los materiales porosos desde el punto de vista de sus posibles aplicaciones acústicas pasa por determinar la impedancia acústica (parte real e imaginaria), coeficiente de absorción a incidencia normal, la resistencia al flujo, la porosidad y la tortuosidad. La modelización de estos materiales ha sido estudiada en [1,...,6]. Un resumen bien estructurado para el diseño de nuevos materiales se encuentra en [8].

Existen ortodoxias de medición ampliamente aceptadas por la comunidad científica basadas en el uso de tubos de ondas planas también conocidos como tubos de impedancia (o tubos de Kundt) [7], mediante los que se obtienen las partes real e imaginaria de la impedancia acústica, así como el coeficiente de absorción a incidencia normal y la resistencia al flujo. Nuestro sistema es un "tubo" implementado por 'Spectronics Inc.' de acuerdo a las normativas ASTM E1050-98 e ISO10534-2:1998.

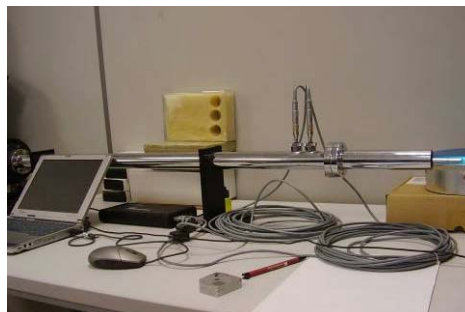


Foto 5: Tubo de impedancia ACUPRO

Para la realización de las experiencias se ha decidido la siguiente elección de variables:

- Altura de probeta fija = 4 cm
- Relación Cemento/Agua/Posidonia = 10/30/10 y 5/15/5
- Posidonia lavada (sin arena) = **Muy triturada** (10 segundos); **Triturada** (3 segundos); **Sin triturar**.

Con lo que se conseguirán dos especímenes de densidades distintas con una relación de $\frac{1}{2}$ aproximadamente como ya veremos en el siguiente apartado, puesto que durante el proceso de fragua y curado el agua reacciona con el cemento de distinta forma según las condiciones de la mezcla inicial.

Al obligar a que la altura final sea de siempre la misma para cualquier peso, se induce en las probetas distintos grados de compactación lo que influirá en las cualidades flujo-resistivas.

RESULTADOS

Primero vamos a enumerar por medio de una tabla resumen las muestras con las que hemos trabajado, donde indicaremos cantidades de cemento, agua y Posidonia usadas para la pasta (recordad que está lavada, sin arena y seca); altura, densidad y peso de la probeta; fecha de fabricación y tiempo de curado; finalmente se le dará un código indicativo y un número para su identificación:

<u>MUESTRA</u>	1	2	3	4	5
CEMENTO [g]	10,00	10,00	10,00	5,00	5,00
AGUA [g]	30,00	30,00	30,00	15,00	15,00
POSIDONIA [g]	10,00	10,00	10,00	5,00	5,00
ESTADO	Muy Triturada	Triturada	Sin Triturar	Sin Triturar	Triturada
ALTURA [cm]	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
DENSIDAD [g/cm ³]	0,63	0,57	0,56	0,29	0,30
PESO [g]	22,82	20,33	19,83	10,17	10,59
FECHA	10/05/05	11/05/05	17/05/05	18/05/05	18/05/05
CURADO [días]	28	28	28	28	28
DENOMINACIÓN	4MT 10/30/10	4T 10/30/10	4ST 10/30/10	4ST 5/15/5	4T 5/15/5

Tabla1: Características de cada una de las probetas

Se puede observar que las muestras 1, 2 y 3 tienen justo una proporción doble en su composición que las 4 y 5. La muestra que correspondería a esta familia pero **Muy Triturada** (4MT 5/15/5) hubo que desecharla por que en el proceso de compactación de la pasta tan solo alcanzó 2,4 centímetros de altura final.

En la página siguiente vamos a mostrar unas fotos del aspecto final de las probetas. Y a renglón seguido los resultados obtenidos para el coeficiente ' α ' de absorción en incidencia normal, que hemos calculado a partir de las medidas en el tubo de impedancia:

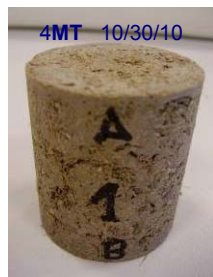


Foto 6: Muy Triturada 10/30/10

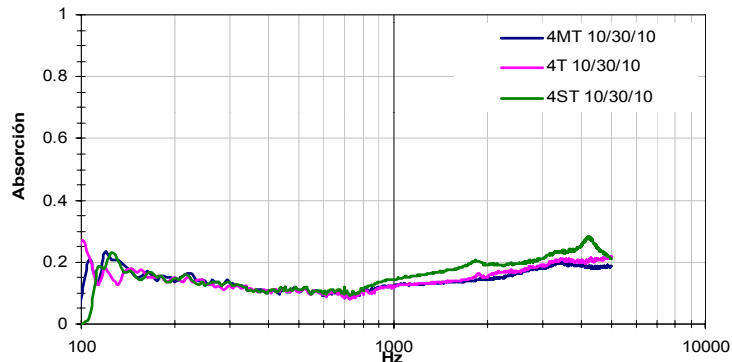


Foto 7: Triturada 10/30/10



Foto 8: Sin Triturar 10/30/10

Se puede comprobar visualmente que la diferencia de texturas es inapreciable, de forma que ya su aspecto puede inducir a presuponer los resultados que veremos a continuación en la siguiente gráfica.



Gráfica 1: Resultados de α para el conglomerado 10/30/10

En el siguiente grupo de probetas la textura si que adquiere protagonismo, hasta el punto que tal, como hemos comentado, la de mayor índice de trituración se colapsó. Y como se puede ver la 4T 5/15/5 compromete su estabilidad estructural aunque es la que mayor grado de absorción ofrece. En el momento de la medida no presentaba este deterioro.

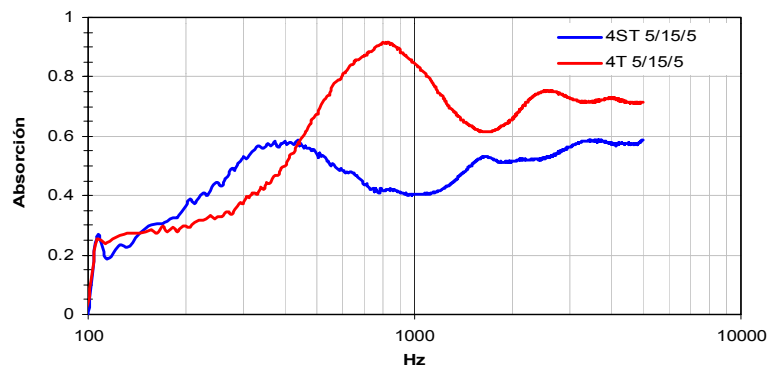


Foto 9: Sin Triturar 5/15/5



Foto 10: Triturada 5/15/5

Los resultados en este caso son superiores cuanto menor es el gado de trituración, al contrario que ocurría en el grupo anterior.



Gráfica 2: Resultados de α para el conglomerado 5/15/5

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados se puede pensar que este material mezcla de 'pasta de cemento' y Posidonia oceánica es un buen candidato para su utilización como elemento absorbente, aunque aún falta mucho camino por recorrer.

De estos primeros resultados tan sólo podemos decir que para la densidad más alta que se consigue con la relación 10/30/10 la estructura interna se ve ligeramente favorecida cuanto mas largas son la fibras de Posidonia. Mientras que en el otro caso, menos denso, se consigue mayor absorción cuando el estado de trituración del componente vegetal es mayor, al tacto este caso parece más esponjoso. Quizás cuando la fibra es más larga presenta cavidades demasiado continuas y poco tortuosas, disminuyendo la resistencia al flujo considerablemente.

Hasta que no se dispongan de datos objetivos de otras variables, como son la resistencia al flujo, la tortuosidad y la porosidad, sólo podremos hacer conjeturas cualitativas. Los resultados obtenidos hasta ahora hay que tomarlos con cierta precaución aunque con expectativas de futuro.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado en parte por la Direcció General D'investigació i Transferència Tecnològica – Conselleria d'Empresa Universitat i Ciència de la Generalitat Valenciana – Proyecto número: GV05/170

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ALLARD, J.; Propagation of sound in porous media, modelling sound absorbing materials, ELSEVIER, London, (1993).
- [2] ZWIKER, J.; COSTEN, C.W.; "Sound absorbing materials", Elsevier, New York, 1949.
- [3] CHAMPOUX Y., y ALLARD, J.F.; "Dynamic tortuosity and bulk modulus in air saturated porous media"; J. Appl. Phys., nº 70 , p.1975-1979; (1991).
- [4] DELANY, M.E.; BAZLEY, E.N.; "Acoustical properties of fibrous materials"; Appl. Acoustics, nº 3, p.105-116; (1970).
- [5] INGARD K. U., DEAR T. A. "Measurement of Acoustic Flow Resistance", J. Sound Vib. 103(4), 567-572 (1985)
- [6] BIOT, M.A.; "The Theory of propagation of elastic waves in a fluid saturated porous solid"; J. A. S.A.; nº 28, p.168-191; (1956).
- [7] ISO 10534,"Acoustics-Determination of Sound Absorption Coefficient and Impedance or Admittance by the Impedance Tube. Part I (1996): Standing Wave Ratio Method. Part II (1998): Transfer-Function Method."
- [8] Simón F.; Pfretzschner J. "Guidelines for the acoustic design of absorptive devices": Noise & Vibration Worldwide, 1 January 2004, vol. 35, no. 1, pp. 12-21(10). Multi-Science Publishing Co Ltd.
- [9] SAVAL, J. M. "*Estudio del residuo de Posidonia Oceánica utilizado como adiciones en morteros de cemento*", Tesis Doct. (2003). Dpto. de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana. Univ. de Alicante (España). Dipartimento di Fisica e Ingegneria dei Materiali e del Territorio. Univ. delle Marche (Italia).