

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA ABSORCIÓN SONORA DE FACHADAS VERDES

PACS: 43.55.

Romina del Rey¹; Jesús Alba¹, Vicente Sanchís¹, Jorge P. Arenas².

Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica.

Universitat Politècnica de València.

1: Escuela Politécnica Superior de Gandia (EPSG). C/ Paraninfo nº1, Grau de Gandia 46730 (Valencia). España.

2: Instituto de Acústica. Universidad Austral de Chile. PO Box 567, Valdivia, Chile.
jparenas@uach.cl

ABSTRACT

Nowadays the concept of green facade or vegetal facade is well known in different fields (eco-architecture, design or energy efficiency). The advantages, that this kind of facade provide us, are enormous, but its proper design and its upkeep are not easy. This paper presents a green facade whose base is a layer of raffia with different possibilities of introducing vegetation. So that, the green facade presented in this work is very easy to design and install. The sound absorption properties and the influence on the amount of vegetation were studied. The tests had been carried out in a reverberation chamber by an indirect method.

Keywords: Absorption, Vegetal Façade.

RESUMEN

Actualmente el concepto de fachada verde es bien conocido en distintos ámbitos (eco-arquitectura, diseño o eficiencia energética). Las ventajas de estas fachadas son muchas pero el diseño correcto, así como su mantenimiento no es fácil. En este trabajo se presenta una fachada verde cuya base es un manto de rafia con distintas posibilidades de introducir vegetación. Con esto, la fachada verde que se presenta es de muy fácil diseño e instalación. Se estudia su absorción sonora así como la influencia en la cantidad de vegetación de la misma. Los ensayos son realizados en cámara reverberante mediante un método indirecto.

Palabras clave: Absorción, Fachada Vegetal.

INTRODUCCIÓN

La tendencia de la actual sociedad es la apuesta por la utilización de materiales sostenibles y cuidado del medio ambiente. En tecnología se apuesta por la eco-innovación y la eficiencia energética, así como en arquitectura se apuesta por una arquitectura sostenible. Además, en los nuevos planes urbanísticos deben desarrollarse zonas verdes y en algún escenario urbano esto es difícil de conseguir. La tendencia reciente de zonas verdes en alrededores ruidosos como carreteras o zonas industriales ha sido considerada como uno de los más baratos métodos de control de la contaminación acústica en los países en desarrollo. Los estudios sobre la vegetación como absorbente de la energía acústica se pueden basar en transferencia de energía [1]. Algunos estudios muestran que cuando una superficie de vegetación se somete a un campo sonoro existen patrones de vibración sobre la estructura que dependen de la estructura de la hoja [2]. Otros autores [3] realizan estudios más detallados considerando fenómenos de dispersión en numerosas muestras de zonas vegetales. El parámetro utilizado para esta evaluación son los valores de atenuación.

El hecho de que cada vez son más los edificios que se construyen cerca de autopistas aumentando así la gravedad de la contaminación acústica, hace que se piense en estas soluciones vegetales como en “fachadas verdes”. Aunque también existen estudios [4], sobre el comportamiento de masas vegetales en tejados con orientación vertical y no horizontal.

Si se considera la solución de capa vegetal como una fachada, el Código Técnico de la Edificación [5] hace referencia al índice de reducción acústica, R_A , y el ensayo normalizado a realizar es el que se describe en la norma UNE-EN ISO 140-5:1999. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas [6]. Si pensamos en la solución de capa vegetal como un recubrimiento, los parámetros a estudiar serían la mejora del índice global [6] y/o la mejora a ruido de impacto [7].

En este trabajo, se presenta una solución de capa vegetal como una solución a problemas de acondicionamiento acústico, en espacios de difícil solución clásica debido a su diseño arquitectónico. La solución que se presenta está formada por una red de rafia, sobre la que se practican diferentes aberturas (“bolsillos”), dónde se introducirá la tierra y la vegetación deseada, en cantidad y distribución. Como parte posterior, ésta red de rafia se apoya sobre una capa de material plástico con perforaciones ciegas. El parámetro evaluado ha sido la absorción sonora en cámara reverberante [8]. Algunos autores ya han estudiado la evolución de la absorción sonora de estos “muros verdes” respecto a la cobertura vegetal [9].

En este trabajo, se muestra la evolución de la absorción sonora de la fachada verde respecto a la cantidad de tierra utilizada. Además, para poder realizar el estudio ha sido necesario modificar el protocolo establecido en el procedimiento normalizado [8], puesto que no se disponía de la cantidad de muestra necesaria para realizar el ensayo estandarizado en cámara reverberante (10-12 m²). Por ello, los valores de la absorción que se muestren en este trabajo, serán siempre valores comparativos.

ENSAYOS DE ABSORCIÓN EN MUESTRAS DE REDUCIDO TAMAÑO

El coeficiente de absorción en incidencia aleatoria, o campo difuso, α_{st} , se puede obtener mediante el procedimiento descrito en la norma europea UNE-EN ISO 354-2004 [8] donde se obtiene por un proceso de medida del tiempo de reverberación, con y sin muestra, en cámara reverberante. Por tanto, si se pretenden utilizar el procedimiento normalizado, se requiere una cámara reverberante normalizada, además de una superficie de muestra, que en caso general suele ser de entre 10 y 12 m². En este sentido es importante tener en cuenta que la difusión de la cámara deber ser la adecuada para que los datos ensayados sean realmente bajo incidencia difusa. Para el estudio de la muestra de fachada vegetal que se presenta en este trabajo, solamente se dispone de poco más de 4m² de superficie (2,03m *2,03m).

Se ha realizado un estudio previo, que en estos momentos todavía está en fase de mejora, que permite conocer el valor de la absorción mediante la medida del Tiempo de Reverberación en cámara reverberante y utilizando la ecuación de Sabine (3), de superficies por debajo de los 10-12 m², utilizando muestras de referencia. La absorción de estas muestras de referencia debe ser conocida con detalle, y las expresiones que permiten este cálculo se describen a continuación:

$$A_{\text{ensayo}} = A_{\text{referencia}} + A_{\text{muestra}} \quad (1)$$

$$A = \frac{55,3 V_{1,2}}{c T_{1,2}} \quad (2)$$

$$A_T = \frac{55,3V}{c} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (3)$$

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S} \quad (4)$$

Donde A_{ensayo} es el área de absorción equivalente del elemento que se somete a ensayo, la superficie que se ensaya dentro de la cámara reverberante, y que está formada por la referencia y por la muestra. $A_{\text{referencia}}$ es el área de absorción equivalente de la referencia, y que debemos conocer con detalle, y A_{muestra} es el área de absorción equivalente de la muestra objeto del ensayo, en este caso, el muro vegetal. Se pueden observar algunos detalles en la figura 3.

En las expresiones (2) y (3) los subíndices 1 y 2 se refieren a la situación de cámara reverberante vacía y cámara reverberante con muestra de ensayo, respectivamente. Para poder describir el área de absorción equivalente como en (3) hemos supuesto que las condiciones climáticas se mantienen constantes durante todo el ensayo. En esta misma expresión V es el volumen (m³) de la cámara reverberante, c la velocidad de propagación del sonido, y T (s) el tiempo de reverberación medido según [8]. El error cometido en la estimación de la absorción sonora utilizando éste método indirecto de muestras de referencia, será menor, cuanto menor sea la superficie de referencia utilizada en el ensayo, y mayor la superficie de muestra, como es lógico.

Antes de ensayar los 4 m² de recubrimiento vegetal, se han realizado una multitud de ensayos con 2 tipos distintos de referencia; una lana mineral con valores altos de absorción y un poliéster reciclado con valores medios de absorción. Se ha evaluado la influencia de distintos tipos de muestra; con absorciones cercanas/lejanas a la referencia y con distintos porcentajes de superficie: 1/2 muestra+1/2 referencia, 1/3 muestra+2/3 referencia o 1/4 muestra + 3/4 referencia.

Como el objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de la cantidad de tierra en la absorción del recubrimiento vegetal, y éste método indirecto es solamente el procedimiento seguido, se muestran resultados de la absorción estimada y la absorción real (procedimiento estandarizado) de 2 muestras utilizando como referencia el poliéster reciclado. Las relaciones en superficies que se representan en las figuras 1 y 2 son 1/2 de muestra (1/2 de referencia) y 1/3 de muestra (2/3 de referencia). El ensayo que se realiza para poder obtener resultados en este trabajo, está entre estas 2 relaciones, ya que se dispone de 4 m² de recubrimiento vegetal y 6 m² de referencia poliéster reciclado.

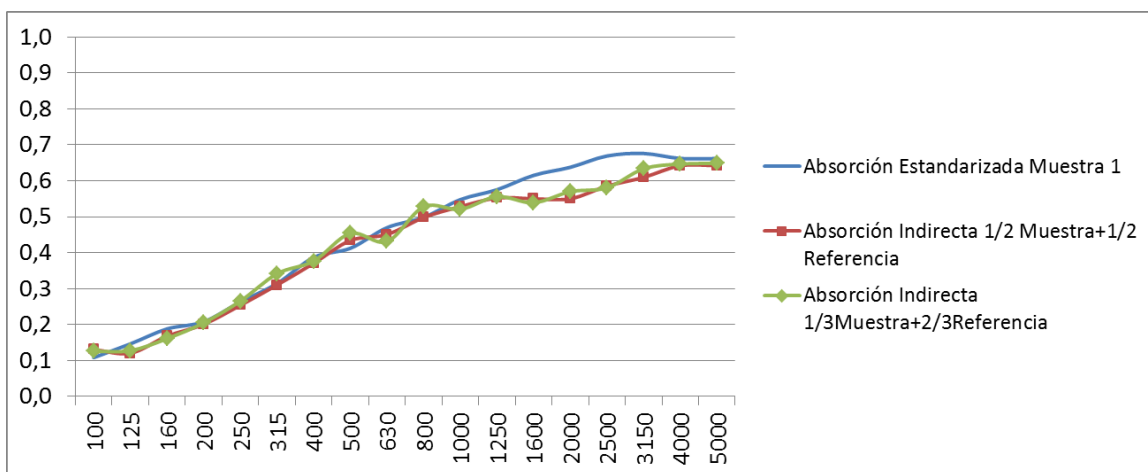


Figura 1. Absorción sonora en función de la frecuencia de la Muestra de absorción media (Muestra 1). Ensayo estandarizado (línea sin marcado), y ensayos indirectos con muestra de referencia.

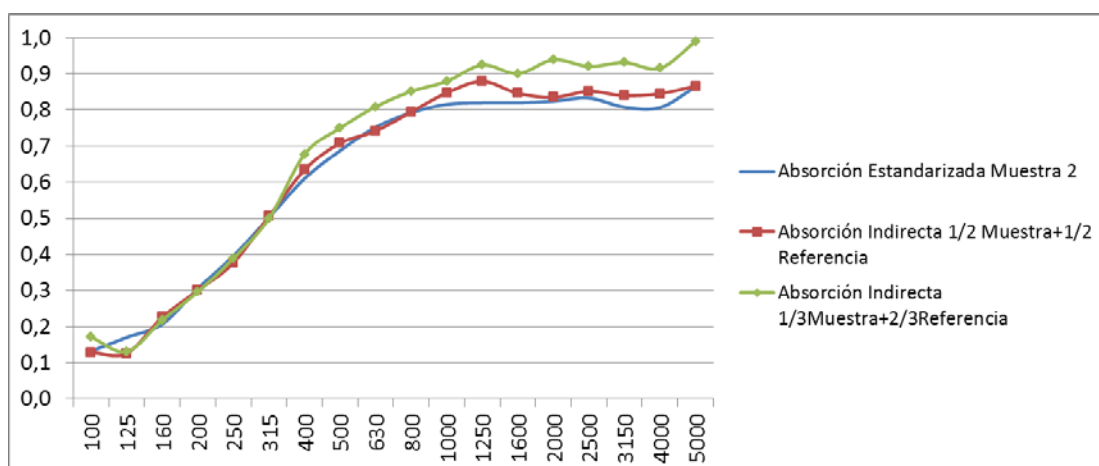


Figura 2. Absorción sonora en función de la frecuencia de la Muestra de absorción alta (Muestra 2). Ensayo estandarizado (línea sin marcado), y ensayos indirectos con muestra de referencia.

ABSORCIÓN SONORA DE LA FACHADA VEGETAL

Se han realizado ensayos de la absorción sonora en la cámara reverberante estandarizada de la Escuela Politécnica Superior de Gandía. La superficie de muestra de recubrimiento de fachada vegetal utilizada durante el ensayo es la que se disponía, 4 m², por tanto, el método utilizado para el cálculo de la absorción ha sido en método indirecto expuesto en el apartado anterior. Como muestra de referencia se ha utilizado poliéster reciclado de absorción totalmente conocida [10].

Se ha estudiado la influencia en la absorción de la cantidad de tierra de la fachada vegetal, eliminando para el estudio toda la vegetación. La fachada vegetal está compuesta por una malla de rafia con distintos “bolsillos”. Estos bolsillos simulan las macetas desde el punto de vista del diseño. Con esta estructura ha sido muy fácil, rápido y cómodo poder evaluar la absorción de los distintos porcentajes (%) de relleno. En la figura 3 se muestran algunos detalles de la preparación de la fachada para el estudio. Se ha evaluado la fachada sin relleno, al 25%, al 50% y al 90% de relleno. Como relleno se ha utilizado un sustrato universal comercializado muy común, fertilizado ecológico para interior y exterior. En la figura 4 se comparan los valores de la absorción sonora que se obtienen, mediante el procedimiento indirecto de éstas 4 composiciones.

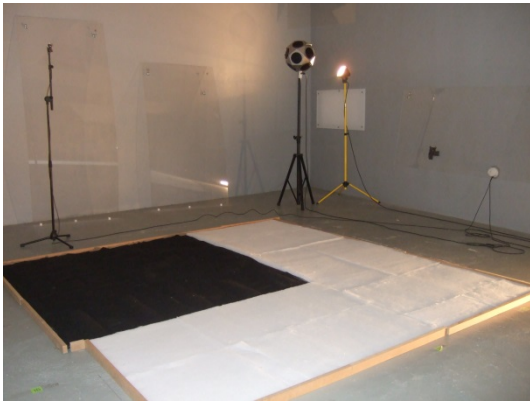


Figura 3 a) Ensayo Indirecto en cámara reverberante (A_{ensayo})

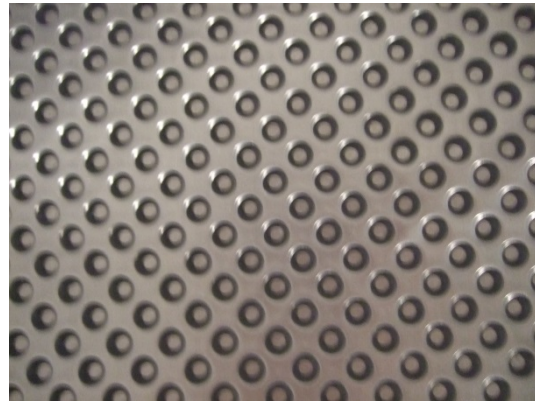


Figura 3 b) Detalle de la parte posterior de la fachada vegetal



Figura 3 c) Detalle del “bolsillo” de la fachada



Figura 3 d) Fachada al 90% de relleno

Figura 3

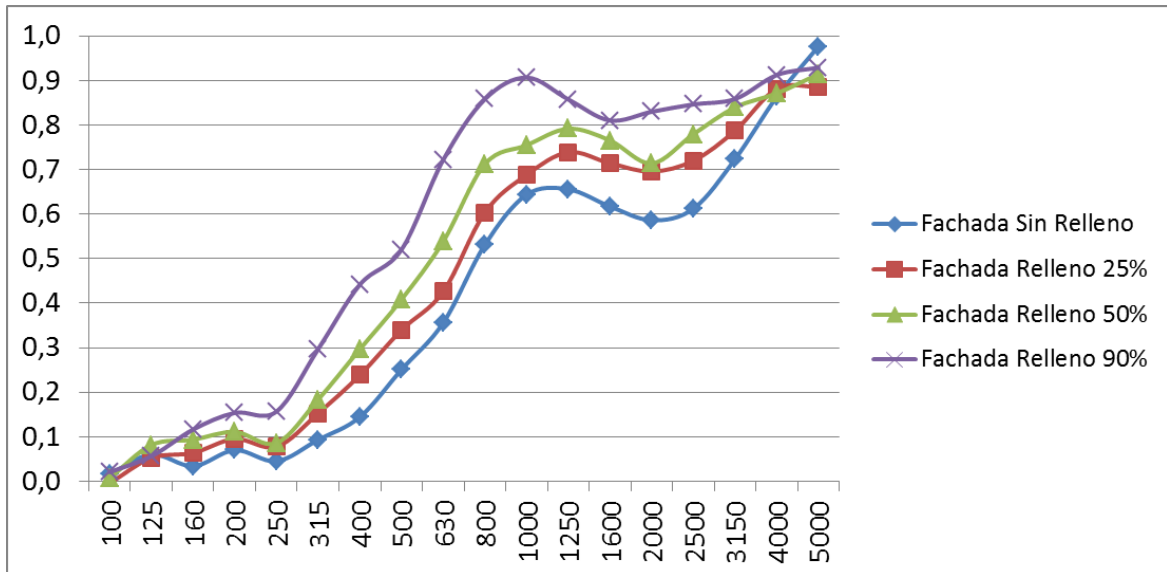


Figura 4. Comparación de la Absorción Sonora (método indirecto) en función de la frecuencia. Estudio de la influencia del % de tierra en la fachada vegetal.

CONCLUSIONES

En este trabajo se estudia la absorción en campo difuso de una fachada vegetal. En concreto, se estudia la influencia en la cantidad de tierra en la fachada como solución acústica. Para poder realizar el ensayo en la cámara reverberante, se ha diseñado un método indirecto a partir de muestras de referencia. Este método permite evaluar la absorción sonora de superficies menores a las estandarizadas ($10-12 \text{ m}^2$) a partir de muestras de referencia totalmente caracterizadas acústicamente. Aunque este método indirecto todavía está por depurar, se han realizado multitud de ensayos de calibración del mismo, y se muestra en las figuras 1 y 2 que con la referencia adecuada y la relación de superficies escogida, las estimaciones de la absorción en campo difuso son bastante buenas. Además, cabe recordar que el objetivo de este trabajo de fachada vegetal es el de estudiar la influencia en la cantidad de tierra de la fachada con la absorción sonora, por tanto, el método indirecto utilizado nos ofrece toda la información, ya que se trata de valores comparativos.

Los valores comparativos de la absorción en función de la frecuencia que se muestran en la figura 4 de las 4 configuraciones estudiadas: 1) fachada sin tierra, 2) fachada con un 25% de su capacidad con tierra, c) fachada con un 50% de su capacidad con tierra y d) fachada con un 90% de su capacidad con tierra, presentan una misma tendencia de la absorción con la frecuencia. La absorción sonora aumenta de manera significativa al aumentar la cantidad de tierra en la fachada vegetal. La fachada vegetal sin nada de tierra presenta un pico resonante entorno los 1000 Hz, esta resonancia se suaviza al aumentar el % de relleno de tierra.

Los resultados que se muestran en este trabajo presentan esta fachada vegetal como una solución al acondicionamiento acústico novedosa por algunas de sus características como facilidad de colocación, adaptabilidad a muchas posibilidades de diseños arquitectónicos, muy económico, sostenible desde el punto de vista medioambiental y acondicionamiento "a la carta" en función de la cantidad y distribución de relleno de tierra/vegetación. En este sentido, deben seguir las investigaciones, estudiando la influencia en la absorción en función de la distribución de tierra y en función de la cantidad, tipo y distribución de la vegetación.

REFERENCIAS

- [1] M.J.M Martens, J.A.M. van Huet and H.F.Linskens. 1982. Laser Interferometer scanning of plant leaves in sound fields. Proceedings of koninklijke nederlandse Akademie Van Wetenschappen, 85, 287-292.
- [2] M. J. M. MARTENS and A. MICHELSEN. 1981. Absorption of acoustic energy by plant leaves. Journal of the Acoustical Society of America 69,303-306.
- [3] K.Pal. V. Kumar and N.C. Saxena. 2000. Noise Attenuation by Green Belts. Journal of Sound and Vibration. 234(1), 149-165.
- [4] T. Van Renterghem, D. Botteldooren. 2009. Reducing the acoustical façade load from road traffic with Green roofs. Building and Environment, 44, 1081-1087.
- [5] Real Decreto 1371/2007, del 19 de Octubre por el que se aprueba el "Documento Básico de Protección frente al ruido" del Código Técnico de la edificación.
- [6] UNE-EN ISO 140-5:1999. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas.(ISO 140-5:1998)
- [7] UNE-EN ISO 140-7:1999. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos constructivos. Parte 7: Mediciones in situ del aislamiento acústico de suelos a ruido de impacto. (ISO 140-7:1998)
- [8] UNE-EN ISO 354:2004 Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003).
- [9] N. Hien Wong, A. Yong Kwang tan, P. Ypk tan, K. Chiang and N. Chung Wong. 2010. Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. Building and Environment 45, 411-420.
- [10] R. del Rey., J. Alba, J. Ramis, V. Sanchis. New absorbent acoustics materials from plastic bottle remnants. Materiales de Construcción, 2011, 61,204, 547-558.