

AISLA 3.0.: HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO DE CONFIGURACIONES MULTICAPA CON PANELES PERFORADOS

PACS: 43.55.Rg

Alba Fernández, Jesús¹; Ramis Soriano, Jaime¹; Hernández García, Fernando¹

¹Grupo de Dispositivos y Sistemas Acústicos y Ópticos, DISAO

Departamento de Física Aplicada; Escuela Politécnica Superior de Gandía; Universidad Politécnica de Valencia

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

Teléfono 962 849 314 – 962 849 300

Fax : 962 849 309

E-mail: jesalba@fis.upv.es, fredondo@fis.upv.es, jramis@fis.upv.es

ABSTRACT

The prediction algorithms of the isolation to air noise are an important and interesting tool. The cost of an assembly in transmission chamber is usually high and the results are not sometimes all the precise ones that it would be wanted. Different theories that they try to predict the behaviour of different multilayer configurations exist. These theories, implemented in accessible software to the user, are a tool to study the behaviour of the partition without necessity of an assembly in a laboratory and being able to carry out modifications of that partition being saved a program of tests. In this work we present one program of prediction from the isolation to air noise of partitions: Aisla 3.0.

RESUMEN

Una herramienta a considerar en el laboratorio de medida del aislamiento a ruido aéreo es el software de predicción. En este trabajo se muestra una nueva versión de un software para la predicción del aislamiento acústico a ruido aéreo: Aisla 3.0, cuyas versiones anteriores se presentaron en el 34 Congreso Nacional de Acústica, en Bilbao (versión 1.0) y en el Congreso Ibérico de Aislamiento Térmico y Acústico (CIATEA) Gijón 2004 (versión 2.2). En esta nueva versión (3.0) se presentan diferentes novedades de cálculo: la posibilidad de simular configuraciones multicapa asociadas a paredes triples, la inclusión de paneles perforados en las configuraciones o la posibilidad del modelado de materiales acústicos absorbentes “a medida” para el rango de trabajo. Además existen otras opciones como el cálculo del aislamiento en decibelios A o siguiendo la UNE-EN ISO 717-1, con una base de datos de capas impermeables y lanas absorbentes, incluyendo las fibras absorbentes textiles.

INTRODUCCIÓN

Una herramienta a considerar en el laboratorio de medida del aislamiento a ruido aéreo es el software de predicción. En los últimos años están apareciendo, por un lado, combinaciones con paneles autoportantes que puede incluir perforados, para dar una solución de compromiso al aislamiento acústico y al acondicionamiento acústico. Además, están surgiendo nuevos materiales absorbentes acústicos, algunos de ellos por caracterizar, que

podrían formar parte de diferentes configuraciones.

En este trabajo se muestra una nueva versión de un software para la predicción del aislamiento acústico a ruido aéreo: Aisla 3.0, cuyas versiones anteriores se presentaron en el 34 Congreso Nacional de Acústica, en Bilbao (versión 1.0) [1] y en el Congreso Ibérico de Aislamiento Térmico y Acústico (CIATEA) Gijón 2004 [2] (versión 2.2). En esta nueva versión (3.0) se presentan diferentes novedades de cálculo: la posibilidad de simular configuraciones multicapa asociadas a paredes triples, la inclusión de paneles perforados en las configuraciones o la posibilidad del modelado de materiales acústicos absorbentes "a medida" para el rango de trabajo. Además existen otras opciones como el cálculo del aislamiento en decibelios A o siguiendo la UNE-EN ISO 717-1, con una base de datos de capas impermeables y lanas absorbentes, incluyendo las fibras absorbentes textiles y un nuevo método de caracterización de los absorbentes [3].

CONFIGURACIÓN NECESARIA

Esta aplicación se ha programado con Delphi 7.0. En principio se ha realizado para Windows XP pero no parece que existan problemas de uso en otras plataformas. Se recomienda un Pentium IV y 128 Megas de Ram, aunque funciona en ordenadores menos potentes.

TEORÍA

En primer lugar es importante especificar qué tipo de materiales son los que se usan en esta aplicación informática. La gama de materiales que aparecen en las distintas configuraciones multicapa utilizadas en la construcción es muy amplia: maderas, placas de yeso laminado, aluminio, cristales, ladrillo, hormigón, lanas de roca, lanas de vidrio, lanas textiles, lámina bituminosas, etc. Por tanto, la búsqueda de propiedades comunes es difícil sobre todo si se considera que muchos de estos materiales presentan propiedades anisótropas y no homogéneas.

Siendo conscientes de las limitaciones que pueden plantear los distintos materiales que conforman particiones multicapa se va a proceder a realizar una clasificación muy genérica de estos, agrupándolos en tres categorías distintas, y donde no se contempla el modelado de materiales plásticos, como las láminas bituminosas.

Materiales Impermeables al Sonido

Se considera que un material es impermeable al sonido cuando no permite que la onda de presión se introduzca en su interior. Estos materiales se caracterizan porque una onda sonora incidente produce que el material adquiera una velocidad de vibración, radiando energía acústica en la cara opuesta. Físicamente no hay ninguna onda de presión que atraviese al material, sino que la onda incidente produce esa velocidad de vibración que genera la onda de presión transmitida (ruido aéreo). Ejemplos de este tipo de materiales pueden ser: maderas, placas de yeso laminado, aluminio, cristales, ladrillo, hormigón, etc.

En el software de simulación diseñado para caracterizar este tipo de materiales será necesario conocer el valor de la rigidez a flexión de la capa (D), su densidad volumétrica (ρ), su grosor (h), y su factor de pérdidas (η). En Alba [4], Alba et al [5], Alba y Ramis [6] y Alba et al [7] se muestran, como en muchas más referencias, algunos valores de estos materiales.

En el caso de la nueva modificación del software, estas capas podrán perforarse añadiendo un tanto por ciento de perforación y un radio para los agujeros, según [8].

Materiales Absorbentes del Sonido

Los materiales absorbentes del sonido, tales como, lanas minerales u orgánicas, lanas de vidrio o textiles, láminas de celdas abiertas (por ejemplo, poliuretano), etc., se basan en el efecto de absorción de energía que se produce cuando una onda incide sobre el material y lo atraviesa. En estos materiales parte de la energía incidente se disipa cuando la onda lo atraviesa.

Un material poroso se puede caracterizar por distintos parámetros. En el caso de la aplicación informática que nos ocupa, se han elegido modelos que se basan en la densidad volumétrica del material ρ_m y la resistencia al flujo del aire por unidad de longitud, σ , que mide la dificultad de una corriente de aire para fluir a través del material por unidad de espesor, l , de éste. Algunos modelos que se basan en estos parámetros son Delany & Bazley [9], Miki [10] o Allard & Champoux [11]. En la nueva versión, además, se ha añadido la posibilidad de utilizar un modelo propio [3].

El aire

Dentro de una estructura formada por varias capas impermeables puede quedar confinada una porción de aire. Estas cámaras de aire actúan como un resorte elástico dentro del conjunto de la estructura, cambiando las propiedades generales de la estructura. Sin embargo, desde el punto de vista acústico estas cámaras podrán abordarse como un caso particular de material absorbente, cuya constante de propagación es la clásica del aire.

Modelo multicapa

En esta aplicación se ha escogido, por velocidad de cálculo, el método desarrollado por Ookura & Saito [12] que se basa en el acoplo de impedancias entre las distintas capas que conforman la estructura. En este trabajo se desarrolla un método de transferencia de impedancias parecido al propuesto por Beranek & Work [13], para el caso de ondas con incidencia oblicua y en campo aleatorio, que además es sencillo de implementar. Se obtienen las expresiones del índice de debilitamiento para paredes múltiples construidas con varias combinaciones de capas impermeables, cámaras de aire y materiales absorbentes. Bruneau [14] describe un método similar al que se va a comentar en este apartado, con algunas correcciones. Se recomienda la lectura de Alba [4], y Alba y Ramis [15].

MENÚ PRINCIPAL

En la figura 1 se muestra el menú principal del programa. Se destacan las partes más importantes de este menú.



Figura 1: Menú principal.

Archivo

En esta opción, además de las opciones clásicas de recuperar o guardar datos, existen también opciones de exportar o generar informes en formatos de uso común: pdf, rtf y html. Un ejemplo de informe se muestra en la figura 2.

INFORME

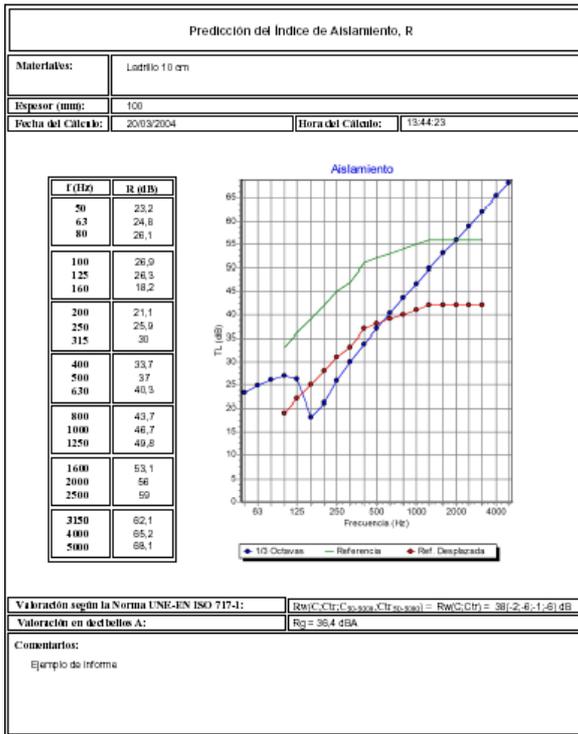


Figura 2: Ejemplo de Informe.

INFORME



DATOS DE MATERIALES
Capa Impermeable
<ul style="list-style-type: none"> ○ Material: Ladrillo 10 cm ○ Espesor (mm): 100 ○ Masa por unidad de área (kg/m²): 82 ○ Frecuencia Crítica (Hz): 159,51 ○ Factor de pérdidas: 0,034

Datos del Cálculo
<ul style="list-style-type: none"> ○ Ángulo Inferior: 0° ○ Ángulo Límite: 83 ○ Nº de Intervalos: 1000 ○ Velocidad de propagación del sonido en el aire (m/s): 340 ○ Densidad del aire (kg/m³): 1,2 ○ Precisión: 1/3 de Octavas ○ Corrección de capa impermeable: No

Particiones

La versión 2.2. sólo tenía 5 configuraciones posibles: capa impermeable, cámara de aire, cámara con absorbente, cámara parcialmente rellena de absorbente y panel perforado. Una de las novedades de la versión 3.0 es la ampliación del número de soluciones. La nueva versión permite:

- Capa impermeable.
- Particiones dobles con uno, dos o tres materiales absorbentes o aire en su interior, lo que permite 11 nuevas combinaciones, con aire y materiales absorbentes (más las tres existentes)
- Particiones triples, con aire o absorbentes en su interior (3 particiones nuevas).

Como ejemplo, se muestra en la figura 3 la pantalla principal de la configuración triple.

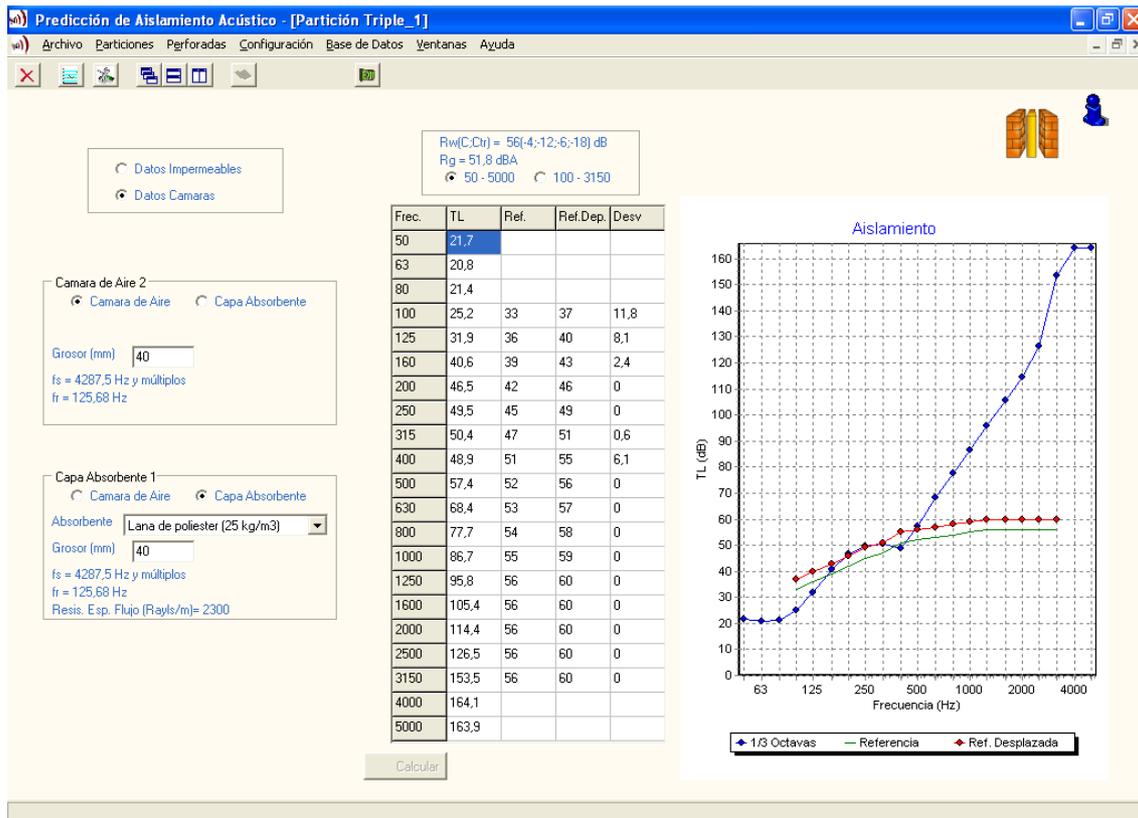


Figura 3: Partición triple

Perforadas

Otra novedad del programa es el poder realizar simulaciones con paneles perforados formando parte de la configuración. Esto está pensado, para, entre otros casos, paneles autoportantes que se diseñan con perforación en una o dos de sus caras para obtener absorción sonora. Las configuraciones programadas son las siguientes:

- Panel perforado
- Particiones dobles con uno, dos o tres materiales absorbentes o aire en su interior, con la posibilidad de convertir las capas impermeables en panel perforado. (42 nuevas combinaciones, con aire y materiales absorbentes)
- Particiones triples, con aire o absorbentes en su interior, donde la capa impermeable puede conmutarse a panel perforado (21 particiones nuevas).

En la figura 4 se muestra un perforado doble con absorbente en su interior.

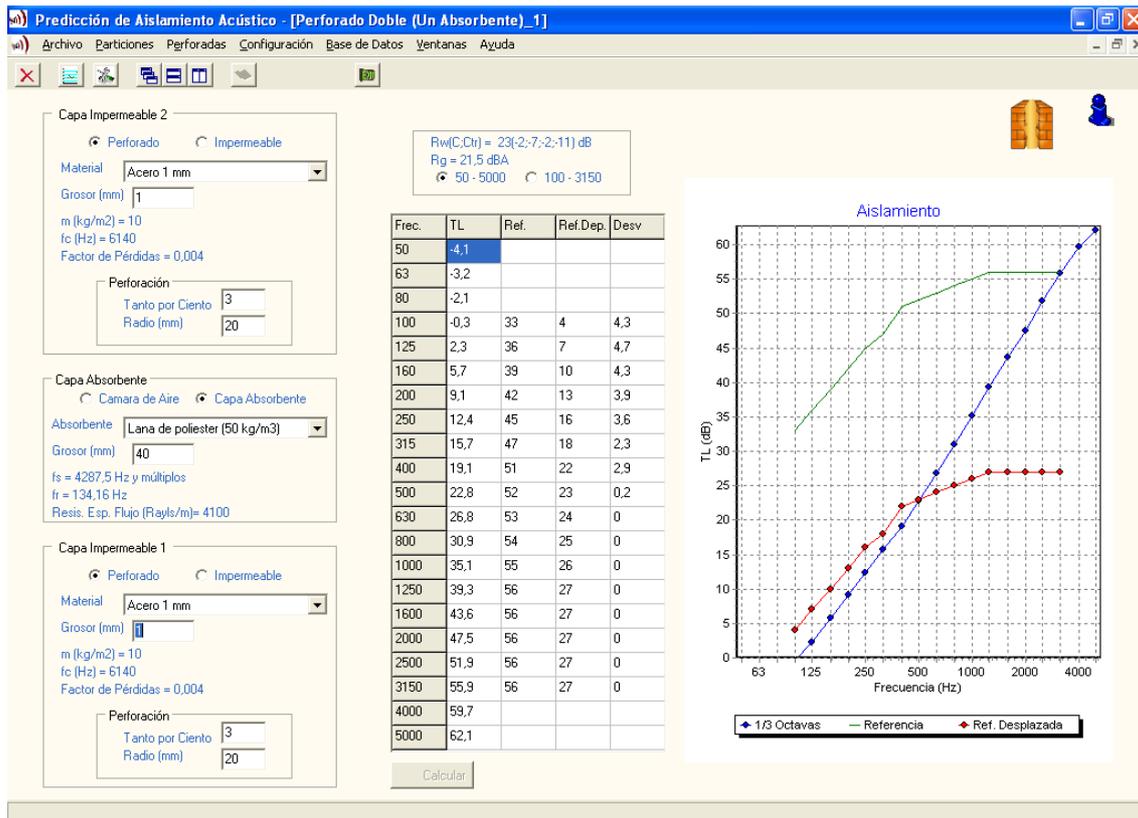


Figura 4: Perforado doble

Configuración

Destacar que se pueden configurar diferentes opciones asociadas al cálculo: *Parámetros del aire* (velocidad del sonido en el aire y su densidad), *Parámetros de integración* (ángulo de integración, paso de integración y la precisión), la corrección de capa impermeables, otras nuevas correcciones y permite elegir el modelo de absorbente.

Base de Datos

Existen dos bases de datos: una para capas impermeables y otra para absorbentes. Ambas permiten introducir materiales o editarlos. Como novedad, se permite introducir parámetros de los absorbentes autoajustados con medidas en tubo de kundt, según un ajuste a las ecuaciones que se muestran en [3].

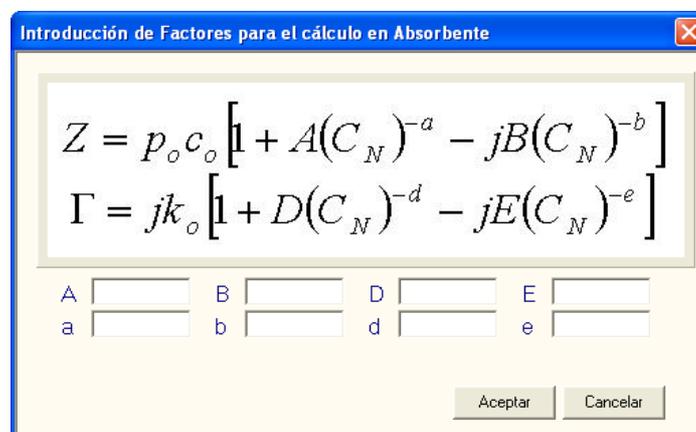


Figura 10: posibilidad de edición de materiales absorbentes

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

La nueva versión del software que se presenta permite la simulación de las pérdidas de transmisión de múltiples combinaciones: capas impermeables, dobles o triples, con multitud de combinaciones con absorbentes o paneles perforados.

Las anteriores comprobaciones de las simulaciones realizadas daban resultados con un rango de desviación media de 3 dB.

Como futuras líneas de trabajo se encuentra el aumentar el banco de medidas de laboratorio con las que poder validar algunas de las configuraciones propuestas, ya que no se han encontrado suficientes mediciones para la validación.

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

- [1] Alba Fernández, Jesús; Ramis Soriano, Jaime; Hernández García, Fernando “Software de predicción del aislamiento acústico a ruido aéreo”, TECNIACUSTICA® 2003-34º CONGRESO NACIONAL DE ACÚSTICA-ENCUENTRO IBÉRICO DE ACÚSTICA-EAA SYMPOSIUM, Bilbao (2003)
- [2] J. Alba, J. Ramis, F. Hernandez, “Aisla 2.0: adaptación a las normas UNE”, Congreso Ibérico de Aislamiento Térmico y Acústico (CIATEA) Gijón 2004
- [3] 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).
- [4] Alba Fernández, Jesús (2000) “Algoritmos De Modelado De Particiones Multicapa Para La Predicción De Su Aislamiento Acústico A Ruido Aéreo”, Tesis Doctoral. Chadwyck-Healey-ProQuest Information and Learning
- [5] J. Alba Fernández; J. Ramis Soriano; J. Llinares Galiana (2001), Caracterización de capas impermeables a partir de medidas de aislamiento, REVISTA DE ACÚSTICA 32, 11 – 15
- [6] Alba J., Ramis J, (2003), Modelling of impervious layers from measurements of the sound reduction index, Applied Acoustic 64, 385-400
- [7] J. Alba Fernández; J. Ramis Soriano; F.J. Redondo (2003), “Aplicación de la transformada de Fourier espacial a la predicción del índice de reducción sonora de ventanas con vidrio laminar”, REVISTA DE ACÚSTICA
- [8] K.T.Chen and S.H. Jan, (2001) Sound Transmission Loss of Thick Perforated Panels, Building Acoustics Vol 8, nº 1 41-56.
- [9] Delany M. E., Bazley E. N., (1970) Acoustical Properties Of Fibrous Absorbent Materials, Applied Acoustics 3, 105 -116
- [10] Miki Y., (1990), Acoustical Properties Of Porous Materials – Modifications Of Delany-Bazley Models-, J. Acoust. Soc. Jpn (E) 11(1), 19-24
- [11] Allard J. F., Champoux Y.,(1992) New Empirical Equations For Sound Propagation In Rigid Frame Fibrous Materials, J. Acoust. Soc. Am. 91 (6), 3346 –3353
- [12] Ookura K., Saito Y., “Transmission Loss Of Multiple Panels Containing Sound Absorbing Materials In A Random Incidence Field”, Internoise 78, 637-642
- [13] Beranek L. L., Work G. A. (1949) Sound Transmission Through Multiple Structures Containing Flexible Blankets, J. Acoust. Soc. Am. 21, 419
- [14] Bruneau M., (1998) Manuel D’acoustique Fondamentale, Editions Hermès
- [15] Alba Fernández, Jesus; Ramis Soriano, Jaime, “Comparativa De Distintos Algoritmos De Simulación De Particiones Multicapa Para Aislamiento A Ruido Aereo”, II Congreso Iberico De Acústica, Revista De Acústica (Número Especial), Volumen XXXI Madrid