

2021 INFORME



Proyectos

“MECPOR”

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE MATERIALES POROSOS

Entregable: INFORME DE RESULTADOS

Número de proyecto: 22100006

Expediente: IMAMCC/2021/1

Duración: Del 01/01/2021 al 31/12/2021

Coordinado en AIDIMME por: MILLA TAMARIT, JOSE LUIS

Línea de I+D: APLICACIONES AVANZADAS DE LOS MATERIALES



**GENERALITAT
VALENCIANA**

iVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

ÍNDICE

1	Introducción, objetivos del proyecto.....	3
2	Alcance, colaboradores y público objetivo.	3
3	Resultados obtenidos.....	4
4	Actividades realizadas, desarrollo del proyecto.....	5
5	Acciones de difusión y transferencia.	19
6	Resumen y conclusiones.	20
7	Anexos y bibliografía.....	21

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

1 Introducción, objetivos del proyecto.

El proyecto **MECPOR**, que se integra en la línea estratégica **APLICACIONES AVANZADAS DE LOS MATERIALES** de I+D de AIDIMME, tiene como objetivo estudiar la relación existente entre la estructura de los materiales porosos y sus propiedades mecánicas, térmicas, acústicas y su comportamiento frente al fuego para permitir el desarrollo de materiales avanzados.

Los materiales con elevada porosidad, poseen gran cantidad de aire en su estructura, y se emplean ampliamente en aplicaciones tales como el aislamiento térmico, la absorción acústica o formando parte de materiales compuestos. La correcta caracterización de estos materiales para una aplicación determinada constituye un reto importante que se pretende abordar en el presente proyecto.

El proyecto pone su foco en el análisis de la aplicación de estos materiales dentro del campo de **las bases de suelos laminados** o underlays, es decir, las subcapas colocadas bajo los revestimientos de suelo laminados.

Por otra parte, el proyecto persigue potenciar la participación del centro y de las empresas en proyectos europeos e internacionales.

2 Alcance, colaboradores y público objetivo.

El proyecto MECPOR pretende estudiar y generar nuevo conocimiento relacionado con los materiales empleados en la fabricación de las bases de suelo.

Entre el público objetivo del proyecto se encontrarían los fabricantes y comercializadores de bases de suelo, junto con todos los prescriptores asociados del sector de la construcción, así como los fabricantes de materias primas y productos semielaborados involucrados en la cadena de valor.

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

3 Resultados obtenidos

A partir de las investigaciones llevadas a cabo durante el año 2021, se ha realizado un completo análisis de la aplicación de estos materiales dentro del campo de las bases de suelos laminados o underlays, es decir, las subcapas colocadas bajo los revestimientos de suelo laminados. Tras los estudios llevados a cabo se han obtenido los siguientes resultados:

- Revisión del marco normativo que regula las bases de suelo laminado, análisis de los requisitos de mercado y grado de implementación en los productos comercializados.
- Resistencia a la fluencia por compresión. Se ha estudiado y puesto a punto el método para conocer el comportamiento de las bases de suelo a partir de un equipo diseñado bajo directrices propias con el objetivo de evaluar el efecto producido por una presión permanente debido a cargas estáticas.

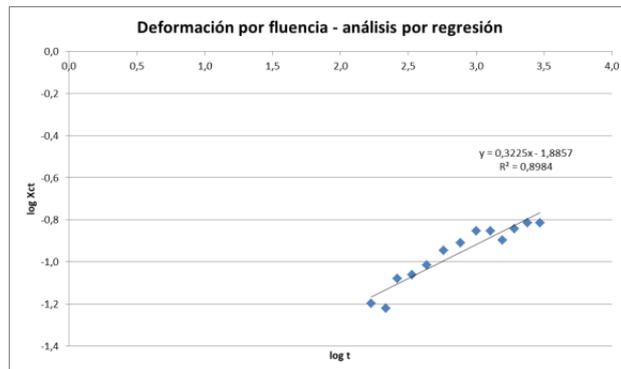
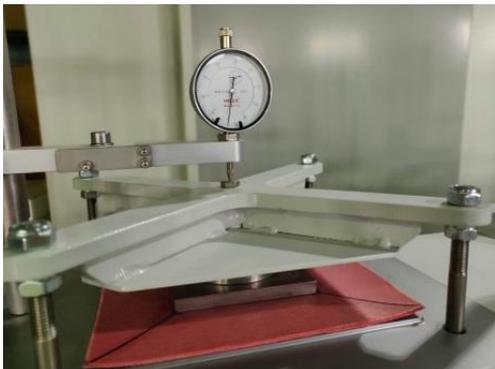


Figura 1. Equipo diseñado para la determinación de la resistencia a la fluencia por compresión y ejemplo de resultado análisis por regresión

- Estudio de la relación existente entre la porosidad de los materiales empleados en su fabricación y las propiedades exhibidas por los mismos.
- Estudio de la influencia de la porosidad en la permeabilidad al flujo de aire y su impacto en el aislamiento acústico.

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

4 Actividades realizadas, desarrollo del proyecto.

En el presente apartado se incluye una recopilación de las principales tareas llevadas a cabo durante la ejecución del proyecto con el objetivo de difundir sus resultados.

A. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los edificios son construcciones complejas en la que se hace uso de multitud de materiales, capas, estructuras y soluciones constructivas. Para garantizar un nivel de confort en el interior hay que considerar factores como la calidad del aire, las condiciones de humedad y temperatura o el aislamiento acústico. En este último punto, cabe considerar tanto el nivel de presión sonora en el aire como el ruido de impacto. En este sentido, los suelos flotantes son una de las soluciones más eficaces para reducir el nivel de presión acústica de impacto al desacoplar el nivel superior de la construcción estructural (Caniato, 2016) (Ministerio de Fomento, 2016).

Aunque en los últimos años se han fabricado y ensayado variedad de materiales resilientes de reducir el nivel de presión acústica de impacto en los edificios, aún existen pocos estudios publicados de las prestaciones de los mismos (Caniato, 2016).

El conjunto formado por un suelo laminado y su base actúan acústicamente junto al soporte bajo el principio de masa-resorte-masa, donde la elasticidad de la base es la que fundamenta la eficacia del conjunto en la reducción del ruido a impacto.

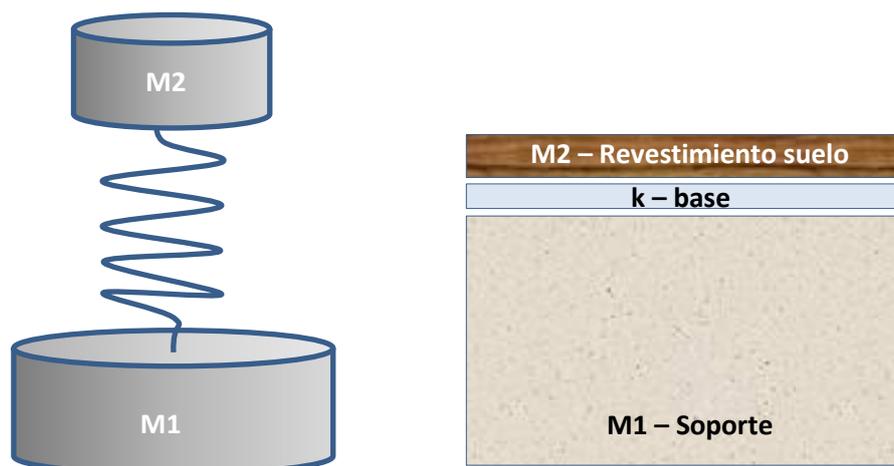


Figura 2. Esquema funcionamiento acústico suelo flotante

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

La estructura de las bases y su porosidad es fundamental para comprender su comportamiento. En los materiales porosos, que son aquellos que constan de dos fases, una parte sólida y otra con algún fluido, generalmente ocupada por aire, la estructura de la fase sólida o matriz puede clasificarse en función del tipo de agujeros, canales o discontinuidades, que pueden clasificarse como de celda abierta o celda abierta.

Debido a la porosidad y la microestructura presente en los materiales empleados para fabricar las bases de suelo, éstas pueden absorber una gran cantidad de energía, ya que pueden presentar un amplio rango de deformación.

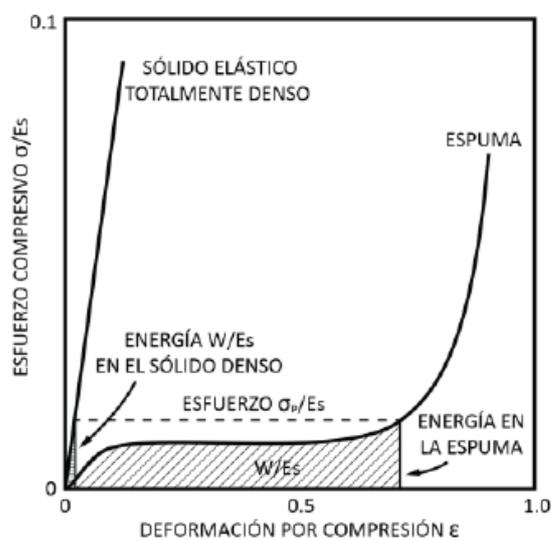


Figura 3. Diferencia entre un sólido totalmente denso y un material espumado (Parra Serrano, 2017)

Cuando las vibraciones del aire se propagan en el interior de los poros, dado que estos poseen un diámetro muy pequeño, el movimiento del aire se reduce y las vibraciones disminuyen proporcionalmente a la resistencia a la fricción resultante de la considerable influencia de la viscosidad del aire en los poros de pequeño diámetro.

La absorción del sonido es un proceso disipativo. Las pérdidas de energía acústica en el material poroso son directamente proporcionales a la resistencia al flujo de aire del material poroso. Existe relación entre la resistencia al flujo de aire estimada y las propiedades de absorción del material poroso (Pawe Tomczyk) (Samarasinghe, 2020).

Los parámetros microscópicos fundamentales para determinar el comportamiento acústico de un material poroso son la resistividad al flujo de aire, entendida como la facilidad con la que el aire puede penetrar en dicho material y la resistencia que ese flujo encuentra a través de su estructura y su porosidad, definida como la fracción de volumen de aire respecto al total del material.

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

Entre las propiedades macroscópicas con influencia en la absorción acústica en los materiales porosos se encuentran (Castillo & Costa, 2012):

- El factor de forma y dimensiones de los poros, dado que diferentes formas de los poros implican diferentes áreas de superficie y por lo tanto producen distintos efectos térmicos y viscosos.
- Tortuosidad, que hace referencia a la orientación de los poros en relación con el campo de sonido incidente.

A partir de las configuraciones macroscópicas, los materiales absorbentes del sonido pueden clasificarse en dos tipos: tipo "poro cerrado", con influencia en propiedades macroscópicas del material como su densidad aparente, resistencia mecánica y la conductividad térmica, y tipo "poros abiertos", que presentan canales continuos de comunicación con la superficie externa del cuerpo. Por su parte, los materiales porosos absorbentes del sonido también pueden clasificarse en función de sus configuraciones microscópicas como celulares, fibrosos o granulares (Egab, 2014).

En función de la naturaleza del material se distinguen: materiales fibrosos (obtenidos a partir de fibras o textiles), materiales porosos (generados con triturados o áridos) y materiales perforados (obtenidos con perforaciones de distinta geometría a partir del material base que puede ser obtenido por diversas materias primas: reciclado de plásticos, triturado de madera, corcho, materiales vegetales o reutilización de neumático) (Esquerdo Lloret, 2016).

En función del uso al que se destinen los materiales empleados en la edificación para la protección frente al ruido se caracterizan distintas propiedades (Andimat, 2009):

- En el caso de suelos flotantes, se suele determinar la rigidez dinámica y su compresibilidad. Cuanto más bajo es el valor de la rigidez dinámica más elástico es el comportamiento del producto. Los ensayos de fluencia por compresión se emplean para demostrar que las propiedades acústicas de los productos no se ven afectadas por el tiempo.
- En productos de relleno de cámaras en elementos de separación es importante la resistividad al flujo de aire, la rigidez dinámica. En el caso de la resistividad al flujo de aire, valores bajos implican que el aire requiere una menor presión para pasar a través del producto, y por tanto las ondas acústicas se verán amortiguadas por fricción cuando atraviesan el medio poroso e irán disminuyendo su energía y aumentando el grado de aislamiento.
- Para los productos usados como absorbentes, ya sean ocultos o vistos la característica clave es la absorción acústica, que representa la cantidad de energía que absorbe el material. Cuanto mayor es la absorción acústica, menos ruido se transmite y por tanto aumenta el grado de aislamiento.

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

B. REVISIÓN DEL MARCO NORMATIVO

La normativa que recoge los requisitos para las bases de suelos laminado es la norma UNE-EN 16354:2019 “Revestimientos para suelo laminado. Suelo base. Especificaciones, requisitos y métodos de ensayo”. Esta norma pretende recoger los requisitos de calidad exigibles a las bases de suelo laminado y que las características de éstas se ensayen bajo los mismos criterios. Cabe destacar que el documento precursor de esta norma sería la especificación técnica UNE-CEN/TS 16354:2013, no existiendo con anterioridad normativa para este tipo de productos. En las mismas fechas se publicó el Boletín Técnico del EPLF (Asociación de Fabricantes Europeos de Suelos Laminados), que complementaría lo indicado en la especificación técnica y que fue actualizado posteriormente en el año 2019.

Las bases de suelo laminado son esenciales para que el sistema que conforman junto al suelo laminado funcione de forma correcta y se aumente su durabilidad. Entre las distintas funciones que deben cumplir las bases de suelo laminado se encuentran ((EPLF), 2014):

- Facilitar la correcta instalación del suelo laminado. La base puede compensar ciertas desigualdades de la superficie del suelo.
- Protección del suelo laminado. Las bases proporcionan una barrera contra la humedad ascendente de la solera.
- Propiedades acústicas. Permiten una reducción del ruido de impacto y de las pisadas.
- Propiedades térmicas
- Aumento en la sensación de confort al caminar sobre el suelo laminado.

B.1. Requisitos norma EN 16354

La norma UNE-EN 16354 establece una serie de requisitos generales que deben cumplir todas las subcapas.

Característica	Requisito mínimo
Grosor (t)	Grosor medido en mm Tolerancia en grosor declarada (t_d): $\pm 15\%$ o $\pm 0,5$ mm (el que corresponda con a la menor tolerancia)
Longitud (l)	Longitud medida Tolerancia en longitud declarada (l_d): Paneles: $-1\% + 5\%$ Rollos: -0%
Anchura (w)	Anchura medida Tolerancia en anchura declarada (w_d): $-1\% + 2,5\%$ Y variación en longitud $w_{max} - w_{min} \leq 10$ mm
Escuadría (q)	$q_{max} < 5$ mm/m
Planitud (S)	$S_{max} < 2$ mm/m
Deformabilidad puntual (PC)	$PC \geq 0,5$ mm
Resistencia a la compresión (CS)	$CS \geq 10$ kPa
Resistencia a la carga dinámica (DL ₂₅)	$DL_{25} \geq 10\ 000$ ciclos

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

Adicionalmente hace referencia una serie de características técnicas complementarias para las que indica método de ensayo y forma de declarar su valor.

Resistencia a la fluencia por compresión (CC)	Aislamiento al ruido aéreo (RLB)	Densidad superficial (AW)
Resistencia térmica (R) a (temperatura de 24 °C)	Resistencia alcalina (AR)	Reacción al fuego (RTF)
Resistencia a la difusión del vapor de agua (SD) (23°C y 0-50% H.R)	Emisión de formaldehído	Ruido de pisada (RWS)
	Emisión de COV	Aislamiento al ruido de impacto (IS)

Finalmente la norma establece en un su anexo B, de carácter informativo, una propuesta de clasificación:

Característica	Clase	Requisito
Deformabilidad puntual (PC)	PC1	$0,5 \text{ mm} \leq PC < 1 \text{ mm}$
	PC2	$1 \text{ mm} \leq PC < 2 \text{ mm}$
	PC3	$PC \geq 2 \text{ mm}$
Resistencia a la compresión (CS)	CS0	$CS < 10 \text{ kPa}$
	CS1	$10 \text{ kPa} \leq CS < 60 \text{ kPa}$
	CS2	$60 \text{ kPa} \leq CS < 200 \text{ kPa}$
	CS3	$CS \geq 200 \text{ kPa}$
Resistencia a la fluencia por compresión (CC)	CC0	$CC < 2 \text{ kPa}$
	CC1	$2 \text{ kPa} \leq CC < 20 \text{ kPa}$
	CC2	$20 \text{ kPa} \leq CC < 50 \text{ kPa}$
	CC3	$CC \geq 50 \text{ kPa}$
Resistencia a la carga dinámica (DL)	DL1	$10\ 000 \leq DL < 100\ 000$ ciclos
	DL2	$100\ 000 \leq DL < 250\ 000$ ciclos
	DL3	$DL \geq 250\ 000$ ciclos
Resistencia al choque por bola de gran diámetro (RLB)	RLB0	$< 500 \text{ mm}$
	RLB1	$500 \text{ mm} \leq RLB < 800 \text{ mm}$
	RLB2	$800 \text{ mm} \leq RLB < 1\ 200 \text{ mm}$
	RLB3	$RLB \geq 1\ 200 \text{ mm}$

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

B.2. Requisitos EPLF (Asociación de fabricantes europeos de suelos laminados)

1. Requisitos según sustrato/estructura

1.1 Calefacción por suelo radiante/refrigerante $R_{\lambda,b}$. Para garantizar la eficiencia del sistema de calefacción o refrigeración interesa que el conjunto formado por la base y el suelo laminado ofrezcan una resistencia lo más baja posible.

R-Valor (Resistencia térmica) máxima del sistema de suelo	
Calefacción por suelo radiante*	$R_{\lambda,b} \leq 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$
Sistema de suelo refrigerante	$R_{\lambda,b} \leq 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

**Nota: Aplicable si la calefacción está situada por debajo de la subcapa. En caso contrario, la resistencia térmica de la base debe ser mayor que la resistencia térmica del revestimiento del suelo laminado, con el objetivo de minimizar las pérdidas de calor por el suelo*

1.2 Aislamiento térmico(R_{λ}). En suelos laminados sin sistema de calefacción contar con una base con alta resistencia térmica mejora el aislamiento térmico de forma que se mejora el confort térmico del usuario.

R-Valor (Resistencia térmica) mínima de la base	
R-valor de la base suelo laminado	$R_{\lambda} \geq 0,075 \text{ m}^2\text{K/W}$

1.3 Protección contra desnivel (PC). Pretende evaluar la capacidad de la base de suelo para compensar pequeñas irregularidades. Cuanto mayor valor de PC, mejor grado de compensación.

PC mínimo de la base	
PC de la base suelo laminado	$PC \geq 0,5 \text{ mm}$

1.4 Protección contra humedad (SD). En instalaciones sobre soportes de naturaleza mineral (hormigón, solado...), la base puede aportar protección frente a la humedad residual que pueda ascender.

SD mínimo de la base	
SD de la base suelo laminado	$SD \geq 75 \text{ m}$

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

2. Requisitos de uso

2.1 Protección y resistencia a la presión mecánica. Las bases deben soportar las cargas dinámicas provocadas por los usuarios que caminan sobre el suelo (DL), las cargas estáticas permanentes debido al peso de mobiliario y similares (CC), y por la cargas puntuales que puedan presentarse (CS).

Requisito mínimo de la base	Requisito superior de la base
$DL_{25} \geq 10\ 000$ ciclos	$DL_{25} \geq 100\ 000$ ciclos
$CC \geq 2$ kPa	$CC \geq 20$ kPa
$CS \geq 10$ kPa	$CS \geq 60$ kPa

2.2 Protección contra la caída de objetos (RLB). La base debe aportar a la resistencia al impacto producida por fuerzas altas y baja duración debido a la caída de objetos.

Requisito mínimo de la base	Requisito superior de la base
$RLB \geq 500$ mm	$RLB \geq 1200$ mm

3. Requisitos acústicos

3.1 Aislamiento acústico de transmisión (IS). Contribución de la base de suelo a la reducción al ruido de impacto.

Requisito mínimo del sistema de suelo	Requisito superior del sistema de suelo
$IS \geq 14$ dB	$IS \geq 18$ dB

3.2 Reducción del ruido de pasos (RWS). La base puede reducir el sonido percibido en la propia habitación debido al ruido de los pasos. El método de ensayo para determinar el RWS del sistema de suelo se encuentra en la norma EN 16205 Anexo E. El valor de referencia está pendiente de elaboración.

4. Requisitos medioambientales y de seguridad

Otros requisitos a considerar relacionados con las legislaciones nacionales serían la emisión de compuestos contaminantes, la emisión de olores, su clasificación frente al fuego, y los temas relacionados con su eliminación y reciclaje.

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

B.3. Requisitos MMFA (Multilayer Modular Flooring Association)

La MMFA prescribe unos requisitos en función dos categorías de bases:

- Bases grupo 1: bases para suelos laminados categoría “wood” con núcleo HDF
- Bases grupo 2: bases para suelos laminados categoría “polymer” o “mixed” sin núcleo de HDF.

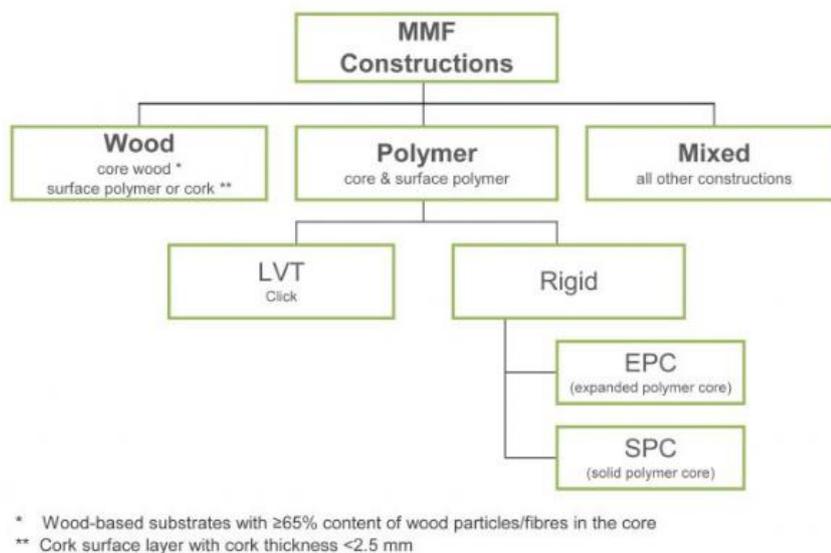


Figura 4. Clasificación suelos laminados MMFA Fuente: www.mmfa.eu

Propiedad	Grupo 1		Grupo 2	
	Requisito mínimo	Requisito superior	Requisito mínimo	Requisito superior
PC	≥ 0,5 mm		≥ 0,5 mm	
SD	≥ 75 m		≥ 75 m	
$R_{\lambda,B}$	$H \leq 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ $C: \leq 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$		$H \leq 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$ $C: \leq 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$	
R_{λ}	≥ 0,075 $\text{m}^2\text{K/W}$ R-valor mayor que el del revestimiento de suelo		≥ 0,03 $\text{m}^2\text{K/W}$ R-valor mayor que el del revestimiento de suelo	
DL ₂₅	≥ 10 000 ciclos	≥ 100 000 ciclos	≥ 10 000 ciclos	≥ 100 000 ciclos
CS	≥ 10 kPa	≥ 60 kPa	≥ 200 kPa	≥ 400 kPa
CC	≥ 2 kPa	≥ 20 kPa	≥ 10 kPa	≥ 35 kPa
IS	≥ 14 dB (HDF)	≥ 18 dB (HDF)	≥ 14 dB (LVT)	≥ 18 dB (LVT)
RWS	Bajo desarrollo (HDF)	Bajo desarrollo (HDF)	Bajo desarrollo (LVT)	Bajo desarrollo (LVT)

H: Calefacción; R:Refrigeración; HDF: Ensayado con suelo laminado de referencia; LVT: Ensayado con suelo laminado LVT de referencia

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

C. DESARROLLO EXPERIMENTAL

En este apartado se muestra un resumen de los resultados obtenidos del estudio experimental y bibliográfico de un amplio número de bases de suelo en relación a distintas propiedades y características con el fin de analizar posibles relaciones y profundizar en los principios que rigen las prestaciones ofrecidas por las mismas.

Referencia	Naturaleza	Referencia	Naturaleza
1	Espuma PE con barrera de vapor	19	Espuma LDPE
2	Látex HD + BV y fieltro de poliéster	20	Espuma MDPE barrera vapor metálica
3	Geotextil no tejido y lámina de PE/PET	21	Espuma LDPE
4	Espuma HFPS	22	Espuma PE con barrera de vapor
5	Espuma de HCPS	23	Espuma HFPS
6	Espuma XPS	24	Espuma PE
7	Espuma EPS con barrera de vapor	25	Espuma PE
8	Espuma de HCPS con barrera de vapor	26	Espuma PE
9	Corcho	27	Espuma PE con barrera vapor aluminio
10	Látex con barrera vapor aluminio	28	Espuma HDPE
11	Látex con barrera vapor aluminio	29	Espuma PE
12	Látex	30	Espuma PE con barrera vapor
13	Látex	31	Espuma PE con barrera vapor
14	Látex	32	Espuma PE con barrera vapor
15	Látex	33	Espuma PE con barrera vapor
16	EPS	34	Espuma PE con barrera vapor
17	HDPE con barrera de vapor PE	35	Espuma PE
18	Espuma PE con barrera vapor aluminio	36	Espuma PU, cargas minerales

Se ha estudiado y puesto a punto el método para conocer el comportamiento de las bases de suelo frente a la fluencia por compresión a partir de un equipo diseñado bajo directrices propias con el objetivo de evaluar el efecto producido por una presión permanente debido a cargas estáticas.

El análisis de fluencia por compresión permite examinar el comportamiento del suelo base. En caso de producirse una reducción importante del espesor, esta subcapa no será capaz de conservar su configuración original a lo largo del tiempo, provocando una diferencia significativa entre la reducción del nivel de presión sonora por impacto estimado y el medido.

Si la reducción de espesor generada es muy acusada, informa acerca de un pobre nivel de agregación, bajo efecto resorte y de un aumento de la rigidez dinámica, lo que provoca una merma en sus propiedades como aislamiento acústico (Caniato, 2016).

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

Es importante que las bases sean capaces de soportar las cargas que reciben de forma sin perder sus prestaciones técnicas a largo plazo. Generalmente se admite una deformación máxima de 0,5 mm con el objetivo de proteger la conexión entre elementos. En el caso de las bases de suelos laminados, la bibliografía descarta que los valores de densidad y espesor sean buenos indicadores empleados para su uso generalizado como parámetros para evaluar el nivel de la calidad de las mismas (EPLF, 2019). De acuerdo al lo indicado por la MMFA (*Multilayer Modular Flooring Association*), es un error generalizado pensar que las bases más gruesas tienen un mejor rendimiento en cuanto a garantizar la integridad del suelo laminado y a mantener sus prestaciones técnicas a lo largo del tiempo (MMFA).

El ensayo de resistencia a la fluencia por compresión consiste en determinar la fluencia a compresión de probetas de ensayo bajo distintas condiciones de esfuerzos. La resistencia a la fluencia por compresión se determina como la máxima carga en kPa que resulta en una pérdida de espesor menor o igual a 0,5 mm después de una extrapolación de 10 años.

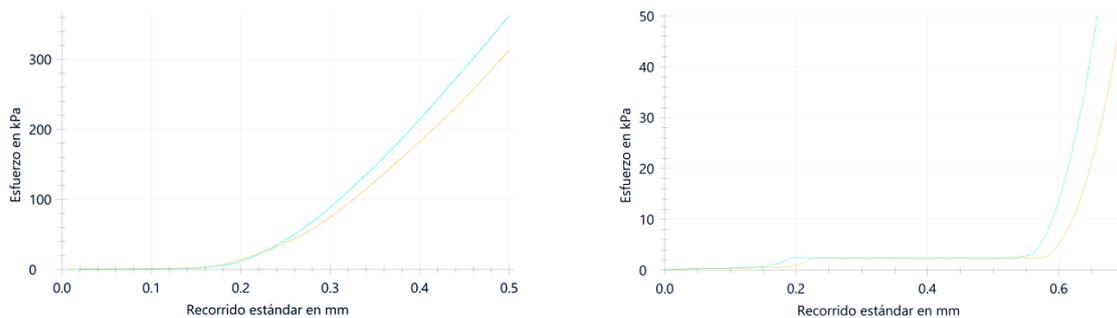


Figura 5. Determinación CS según EN 826 + A.3.7 y estimación esfuerzos a emplear en ensayo CC

El ensayo se realiza sobre tres probetas por cada esfuerzo de compresión, con una precarga de 100 Pa. Para ello, se determina la deformación, redondeando a los 0,01 mm a determinados intervalos de tiempo determinados durante 123 días.

Para determinar el valor de la deformación a largo plazo debido a la fluencia por compresión se emplea la llamada ecuación de Findley, que permite una extrapolación de hasta 30 veces de la duración del ensayo.

$$X_t = X_0 + m \times t^b$$

Donde, X_t es la deformación en el tiempo t , en milímetros, X_0 es la deformación inicial después de 60s después del comienzo de la carga, y m y b son constantes en función del material.

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

Dado que la fluencia por compresión es una medida de larga duración, no se suele estudiarse, ensayarse o certificarse en absoluto. Es por ello, que se han llevado a cabo multitud de investigaciones encaminadas a encontrar una relación entre la resistencia a la fluencia a la compresión y otros parámetros (Caniato, 2016).

Por regla general, los revestimientos vinílicos suelen ser más finos y flexibles que los revestimientos laminados y, además, las uniones de los clics son más delicadas. Siendo en este punto más importante el papel que juega la capa base.

A continuación se muestran los valores de resistencia a la compresión (CS) y resistencia a la fluencia por compresión obtenida para las mismas muestras. Puede observarse que no se obtiene correlación entre ambas características.

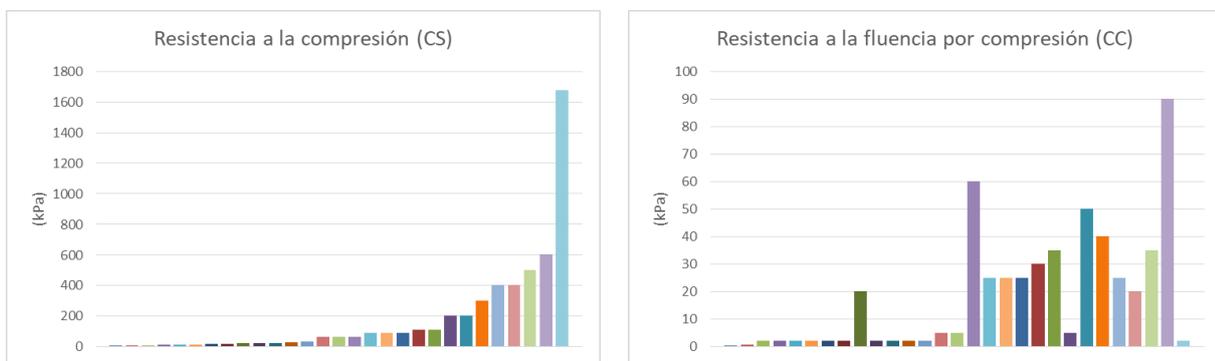


Figura 6. Estudio relación a la compresión (CS) y fluencia por compresión (CC)

En relación a las prestaciones térmicas ofrecidas por las distintas bases, no se obtiene una correlación entre la resistencia térmica ofrecida por las bases y su densidad o espesor, tal y como se puede observar en las siguientes figuras:

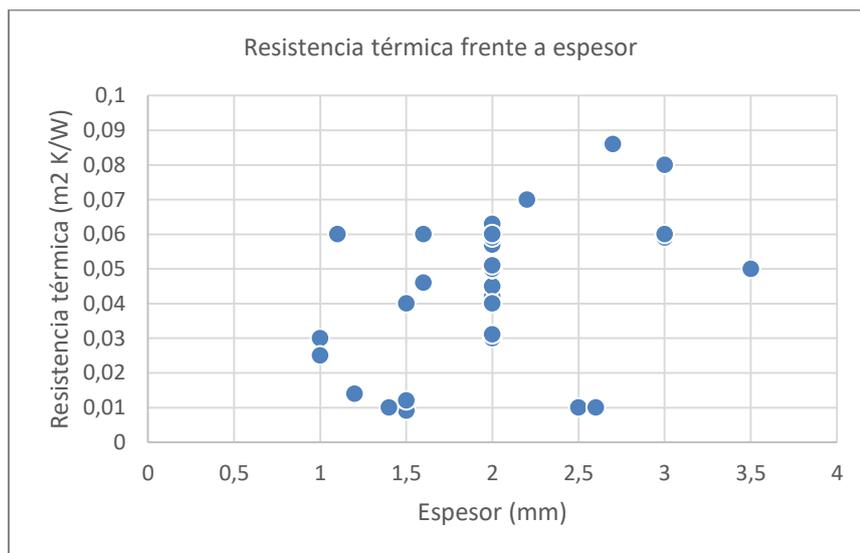


Figura 7. Estudio relación resistencia térmica frente espesor

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

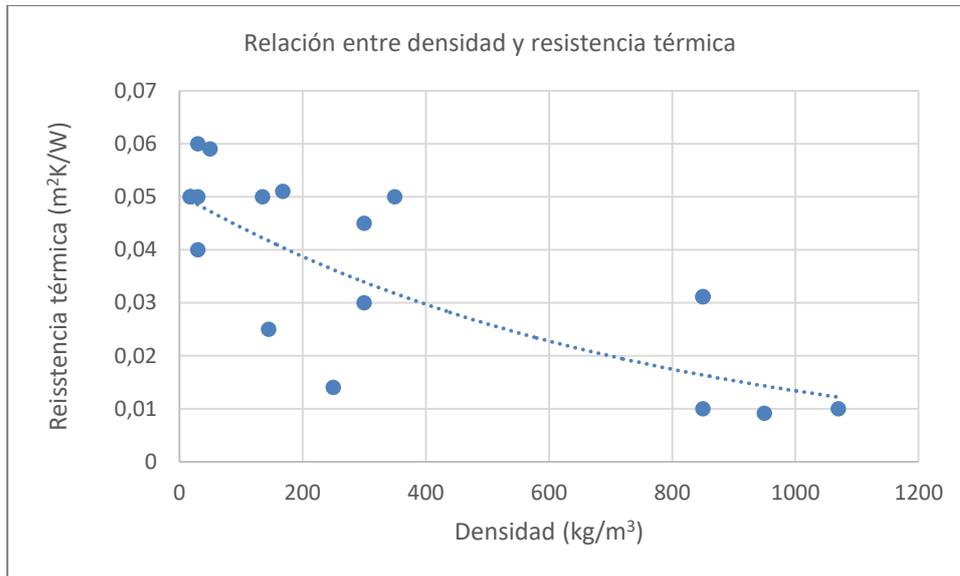


Figura 8. Estudio relación resistencia térmica frente densidad

De forma general, si las bases presentan baja densidad o poseen poca cohesión interna, se presentan altos valores de compresibilidad estática y dinámica. No obstante, la densidad ni el espesor pueden emplearse como estimadores del comportamiento mecánico de la base.

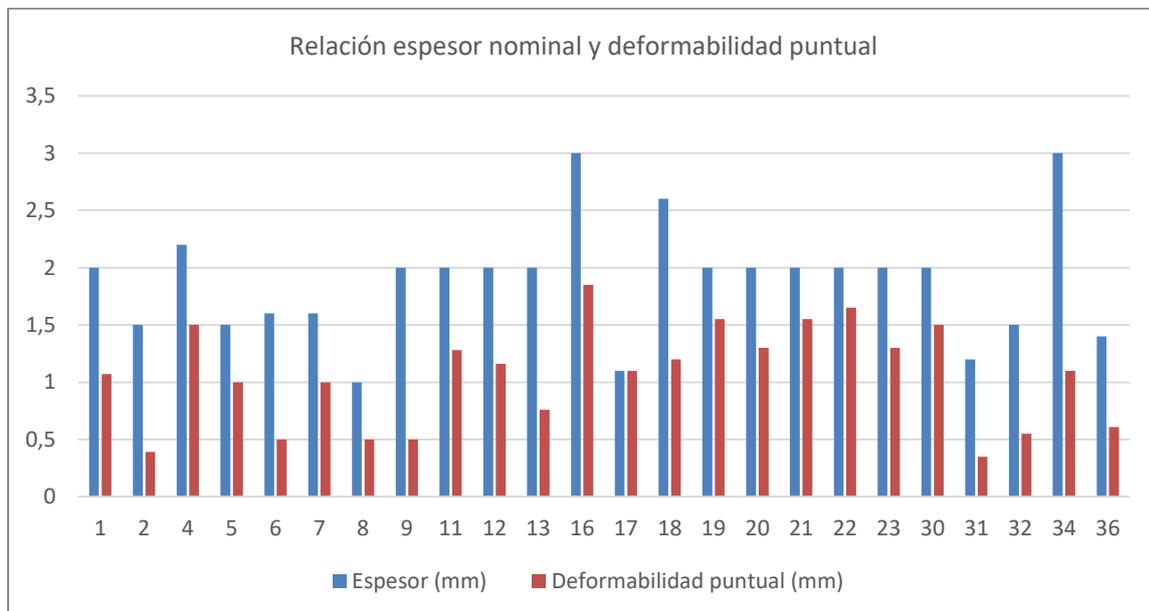


Figura 9. Estudio relación espesor nominal y deformabilidad puntual

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

En cuanto a las propiedades acústicas, mientras que la reducción del impacto al sonido (IS) se mueve en un rango bastante más estrecho, el comportamiento frente a la reducción del ruido por pisadas (RWS) se muestra descorrelacionado del parámetro anterior.

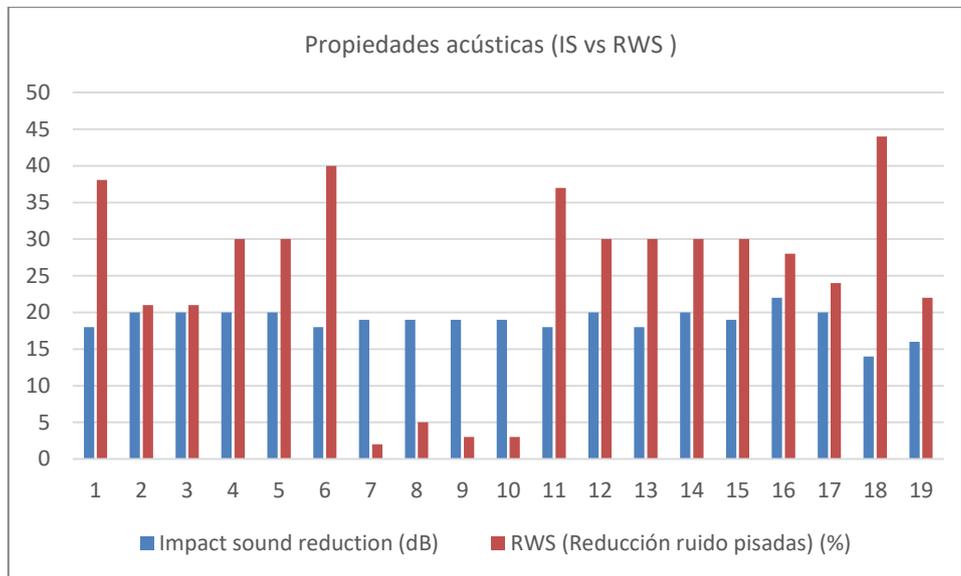


Figura 10. Estudio relación propiedades acústicas

El ruido de impacto es altamente energético en todas las frecuencias, lo que dificulta su atenuación. Entre las principales fuentes de este tipo de ruido se encuentran los niños corriendo, saltando, el caminar y la caída de objetos. Dado que en los nuevos edificios se emplean estructuras más ligeras, este problema se ve acrecentado, afectando al descanso y la salud de las personas y generando problemas de convivencia. En este sentido, la correcta selección de una base de suelo laminado puede mitigar en gran medida esta problemática.

Por su parte, la presencia o ausencia de la capa de barrera de vapor marca diferencia significativa en la protección que pueden aportar las subcapas. Siendo este factor más importante que la naturaleza y porosidad empleada en la espuma que conforma el cuerpo de la base. No obstante, se detectan subcapas en las que la medida experimental se encuentra por debajo del valor declarado.



Figura 11. Determinación porosidad con picnómetro de gases

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

En este punto, hay que considerar que a diferencia de lo que ocurre con los sustratos minerales, la máxima prioridad en los sustratos de madera es una base permeable, para evitar la formación de mohos. No obstante, en los soportes de naturaleza mineral suelen presentar un cierto grado de humedad residual, que puede tener efectos adversos, especialmente en parques y revestimientos de suelo laminad, donde el ascenso de esta humedad puede provocar daños permanentes en los suelos.

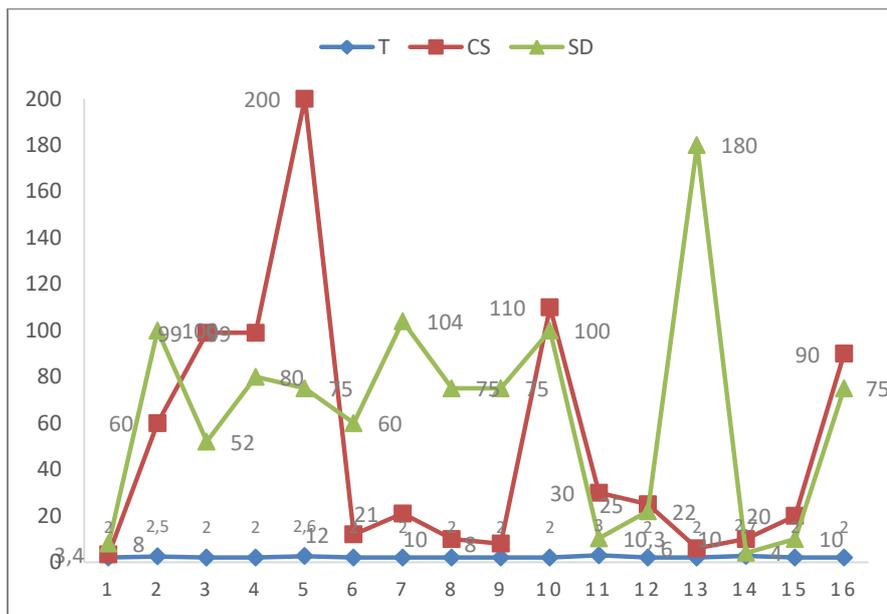


Figura 12. Estudio relación flujo vapor agua frente espesor y compresibilidad



Figura 13. Ejemplos diferentes ensayos realizados sobre muestras analizadas en proyecto (Izquierda: Resistencia a la compresión. Derecha: Protección contra la humedad).

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

5 Acciones de difusión y transferencia.

Se han realizado labores de difusión y transferencia del proyecto a partir del Blog de Actualidad de AIDIMME (números 125, 134, 135, 138 Y 140) y las redes sociales de AIDIMME (Facebook, Twitter, LinkedIn).

DIFUSIÓN GENÉRICA en el Blog Actualidad



REDES SOCIALES

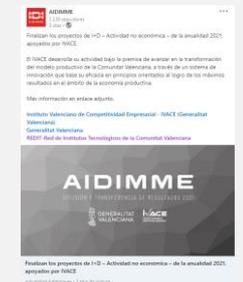
Facebook AIDIMME



Twitter AIDIMME



LinkedIn AIDIMME



DIFUSIÓN ESPECÍFICA PROYECTO MECPOR



“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

6 Resumen y conclusiones.

Las bases de suelo laminado juegan un papel importante para que el revestimiento de suelo funcione de forma adecuada, se aumente su durabilidad y se reduzcan los ruidos de pisadas y de impacto. Asimismo pueden contribuir a favorecer el confort térmico del hábitat.

A lo largo del proyecto se ha realizado una revisión del marco normativo que regula las bases de suelo laminado, análisis de los requisitos de mercado y grado de implementación en los productos comercializados. A pesar de la existencia de requisitos publicados para las bases, tanto por la Asociación de fabricantes europeos de suelos laminados (EPLF), como de la *Multilayer Modular Flooring Association* (MMFA), y de la relativamente reciente publicación de la norma que los regula, la UNE-EN 16354:2019, cuyo documento precursor sería la especificación técnica UNE-CEN/TS 16354:2013, se observa la presencia de muchos productos en el mercado faltos de ensayos o certificados respecto a propiedades contempladas en estas publicaciones. Por otra parte, se detectan fuertes discrepancias entre algunos de los valores medidos experimentalmente y los valores declarados en algunas fichas técnicas. Este hecho es especialmente reseñable en el caso de la determinación de la resistencia a la fluencia por compresión, que al tratarse de ensayos de largad duración no suele estudiarse.

En el presente proyecto se han realizado investigaciones con el objetivo de encontrar una correlación entre la resistencia a la fluencia por compresión con otros parámetros. A tal fin se puesto a punto el método para conocer el comportamiento de las bases de suelo a partir de un equipo diseñado bajo directrices propias. Los resultados del proyecto, en consonancia con lo indicado en bibliografía indican que no existe una relación evidente entre la fluencia por compresión y otras características. De los mismos, también se extrae que la densidad y espesor de las bases de suelo no son buenos estimadores por si solos de sus prestaciones y comportamiento.

Se ha estudiado la relación existente entre la porosidad de los materiales empleados en su fabricación y las propiedades exhibidas por los mismos, como son la resistencia térmica, la permeabilidad al flujo de aire, la permeabilidad al vapor de agua y su impacto en el aislamiento acústico. Se observa como la correcta selección de la estructura en los materiales empleados puede marcar diferencias importantes a pesar de que es complicado establecer conclusiones generales.

Con el fin de salvaguardar los intereses de los clientes finales, garantizar los valores declarados, aumentar la durabilidad y prestaciones de los suelos laminados, y evitar posibles reclamaciones sería importante contar con una mayor revisión y certificación de los productos puestos en el mercado.

“MECPOR” - Investigación y desarrollo de materiales porosos

7 Anexos y bibliografía.

(EPLF), A. d. (2014). Así es como el laminado encuentra la base apropiada. Ficha d datos técnicos EPLF V1 06.2014.

Andimat. (2009). *Soluciones de aislamiento acústico* .

Caniato, M. B. (2016). Time-depending performance of resilient layers under floating floors. . *Construction and Building Materials*, 102, 226-232.

Castillo, J., & Costa, A. (2012). Características físicas de materiales absorbentes sonoros porosos. . *Cátedra Fundamentos de Acústica y Electroacústica, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*.

Egab, L. W. (2014). Acoustical characterisation of porous sound absorbing materials: a review. . *International Journal of Vehicle Noise and Vibration*, 10(1-2), 129-149.

EPLF. (2019). Underlay Materials under Laminate Floor Coverings. *EPLF Technical Bulletin 02/2019*.

Esquerdo Lloret, T. V. (2016). Desarrollo de modelos de comportamiento acústico y caracterización experimental de materiales elaborados con aligerantes para la construcción. Aplicación a sistemas de control de ruido . *Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Valencia*.

Ministerio de Fomento. (2016). *Guía de aplicación del DB HR. Protección frente al ruido*.

MMFA. (s.f.). *MMFA (Multilayer Modular Flooring Association)*. Recuperado el 2021, de Performance of underlays in relation to the use of the: <https://www.mmfa.eu>

Parra Serrano, J. S. (2017). *Modelamiento micro-mecánico de una espuma de celda abierta y posterior evaluación de la impregnación de un ditalante (STF) en sus propiedades mecánicas (Bachelor's thesis, Uniandes)*.

Pawe Tomczyk, M. N. (s.f.). Repeatability and reproduceability tests of airflow resistance results obtained on itb measurement stand. *Acoustic Department of Building Research Institute. Pacs reference: 43.55 Ev*.

Samarasinghe, T. H. (2020). Airflow resistance measurement of fibrous materials at high temperatures for acoustical applications. . *Applied Acoustics*, 164, 107255.