

Evaluación al impacto, al fuego y al aislamiento acústico de paneles de yeso con fibras de vidrio para mampostería

Evaluation of the impact, fire, and acoustic insulation performance of gypsum panels reinforced with fiberglass fibers for masonry applications

Iván Alexander Robalino Rodríguez*
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
ivan.robolino@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-1936-8961>

Andrea Natalí Zarate Villacrés
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
andrea.zarate@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7183-2862>

Marcelo David Guerra Valladares
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
marcelo.guerra@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4119-4959>

Julio Andrés Fiallos Iglesias
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
julio.fiallos@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-2145-5809>

Cristian Andrés Marcillo Zapata
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
cristian.marcillo@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-2552-903X>

***Correspondencia:**
ivan.robolino@unach.edu.ec

Cómo citar este artículo:
Robalino, I., Zarate, A., Guerra, M., Fiallos, J., & Marcillo, C. (2026). Evaluación al impacto, al fuego y al aislamiento acústico de paneles de yeso con fibras de vidrio para mampostería. *Esprint Investigación*, 5(2), 155-175. <https://doi.org/10.61347/ei.v5i2.355>

Recibido: 10 de junio de 2026

Aceptado: 17 de julio de 2026

Publicado: 23 de julio de 2026

Resumen: La presente investigación evaluó el comportamiento de elementos constructivos para paredes, considerando paneles de gypsum estándar, paneles resistentes a la humedad y bloques de hormigón, combinados con recubrimientos de fibra de vidrio (Fleece, Rugosa y Acústica). Se desarrolló un estudio experimental, comparativo y descriptivo mediante tres ensayos adaptados para analizar su desempeño frente al impacto, la reacción al fuego y el aislamiento acústico, definiendo el número de probetas según cada ensayo. Los resultados evidenciaron que la incorporación de recubrimientos influye significativamente en el comportamiento de los elementos. El recubrimiento Acústica presentó el mejor desempeño en resistencia al impacto y aislamiento acústico. En cuanto a la reacción al fuego, ninguna combinación mostró mejoras relevantes. Se concluye que la composición y el gramaje de los recubrimientos pueden mejorar considerablemente las prestaciones de los paneles de gypsum, permitiéndoles alcanzar un comportamiento comparable al del bloque de hormigón sin recubrimiento.

Palabras clave: Aislamiento acústico, fibra de vidrio, propagación de llama, resistencia al impacto.

Abstract: This study evaluated the performance of wall construction elements, including standard gypsum boards, moisture-resistant gypsum boards, and concrete blocks combined with fiberglass wall coverings (Fleece, Textured, and Acoustic). An experimental, comparative, and descriptive approach was conducted using three adapted tests to assess impact resistance, fire reaction, and sound insulation performance, with the number of specimens determined according to each test. The results demonstrated that fiberglass coverings significantly influence the performance of the evaluated elements. Among the coverings, the Acoustic finish exhibited the best performance in terms of impact resistance and sound insulation. Regarding fire resistance, none of the combinations showed significant improvements. The findings indicate that the composition and basis weight of fiberglass coverings can substantially enhance the performance of gypsum boards, enabling them to achieve performance comparable to that of uncoated concrete blocks.

Keywords: Acoustic insulation, fiberglass, flame spread, impact resistance.

Copyright: Derechos de autor 2026 Iván Alexander Robalino Rodríguez, Andrea Natalí Zarate Villacrés, Marcelo David Guerra Valladares, Julio Andrés Fiallos Iglesias, Cristian Andrés Marcillo Zapata.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

1. Introducción

En la construcción, lo más común es utilizar ladrillo o bloque para el armado de paredes, porque son algunos de los materiales más antiguos utilizados por la humanidad, con registros que datan aproximadamente del año 7000 a. C. Sin embargo, a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI han surgido nuevos productos que buscan sustituir parcialmente la mampostería tradicional (Brick Industry Association, 2017; Mamlouk & Zaniewski, 2018).

La construcción de paredes con ladrillo o bloque presenta varios desafíos que afectan la eficiencia de los proyectos. La colocación de estos materiales requiere un trabajo manual detallado que limita el ritmo de ejecución. Además, son materiales pesados, lo que incrementa la carga total sobre la estructura. Por ello, la implementación de otros materiales para el cerramiento de interiores permite reducir hasta un 14 % el costo de la obra, específicamente en edificios de al menos cuatro pisos (Chiquito & Domínguez, 2023; Souza, 2020).

En este contexto, los paneles de gypsum han destacado por su capacidad para proporcionar acabados lisos y por ser materiales más ligeros, lo que facilita su transporte y manipulación en obra. Estas características contribuyen a una mayor rapidez en la ejecución de los trabajos, pues su montaje en seco constituye un proceso más limpio que únicamente requiere perfiles metálicos sobre los cuales se atornillan las planchas, reduciendo los tiempos de instalación en comparación con la mampostería tradicional. Adicionalmente, la implementación de gypsum como cerramiento interior contribuye a reducir las huellas de CO₂ y H₂O respecto al uso de bloques o ladrillos (Morsali et al., 2024; Santa Cruz Astorqui & del Río Merino, 2007).

La combinación de fibra de vidrio con paneles de gypsum constituye una opción favorable para alcanzar condiciones y características similares a las ofrecidas por otros elementos constructivos, dado que este material proporciona distintos beneficios según el uso requerido. Puede ofrecer ventajas estéticas y funcionales e incluso emplearse como refuerzo estructural (CASACOR Publisher, 2025).

En este contexto, se plantea la evaluación de tres propiedades fundamentales de los elementos constructivos: resistencia al impacto, comportamiento frente al fuego y aislamiento acústico, considerando paneles de gypsum con y sin incorporación de fibra de vidrio, y comparándolos con elementos de mampostería tradicional. La información, los datos técnicos y los antecedentes expuestos en este estudio fueron obtenidos y adaptados principalmente de la tesis de grado de Robalino y Marcillo (2026), titulada Evaluación al impacto, al fuego y al aislamiento acústico de paneles de yeso con fibras de vidrio para mampostería.

Los elementos prefabricados han incrementado su presencia en el sector de la construcción, especialmente los paneles de gypsum. Este producto se utiliza ampliamente como pared o separador de ambientes y constituye un material prefabricado destinado principalmente a espacios interiores, elaborado a partir de un núcleo incombustible compuesto principalmente de yeso (Santa Cruz Astorqui & del Río Merino, 2007).

El uso de elementos prefabricados, como los paneles de gypsum, mejora la eficiencia de la mano de obra debido a que su instalación corresponde a un método constructivo en seco que agiliza el proceso. Sin embargo, en comparación con la mampostería tradicional, presenta ciertas deficiencias. El gypsum exhibe un comportamiento frágil ante los impactos o las cargas puntuales, por lo que es propenso a fracturarse. Además, cuando se requiere separar ambientes y garantizar el aislamiento acústico, los bloques y ladrillos pueden presentar un mejor desempeño debido a su mayor masa. Respecto al fuego, el gypsum muestra un comportamiento aceptable gracias a la liberación del agua químicamente

combinada en su núcleo, lo que limita la propagación de las llamas; aun así, debe considerarse que los bloques requieren temperaturas más elevadas para reaccionar ante el fuego (Merli et al., 2023; Santa Cruz Astorqui & del Río Merino, 2007).

La fibra de vidrio tiene diferentes aplicaciones. Entre sus principales beneficios se encuentran su ligereza y resistencia mecánica. Un ejemplo de su aplicación son los polímeros reforzados con fibra de vidrio, utilizados como alternativa para fortalecer estructuras de hormigón armado deterioradas por la corrosión del acero (Alvarado et al., 2021).

Las fibras de vidrio pueden presentarse en forma tejida y no tejida. Las primeras se caracterizan por poseer filamentos entrelazados en direcciones perpendiculares, lo que favorece su resistencia mecánica en orientaciones específicas y reduce su desgaste y fatiga en comparación con las fibras no tejidas. Estas últimas están constituidas por filamentos orientados aleatoriamente y fusionados mediante un aglutinante, lo que permite distribuir homogéneamente los esfuerzos. Cabe destacar que la fibra de vidrio por sí sola no es combustible; sin embargo, su comportamiento puede cambiar cuando se combina con otros elementos para formar un material compuesto (Mallick, 2007).

Generalmente, los recubrimientos elaborados con fibra de vidrio se consideran materiales compuestos con baja reactividad al fuego, donde la pirólisis desempeña un papel fundamental. La pirólisis es un proceso termoquímico mediante el cual la exposición a temperaturas elevadas conduce a la descomposición de materiales orgánicos. Este proceso no actúa directamente sobre el vidrio, pero sí sobre las matrices poliméricas con las que se combina. Las fibras de vidrio están compuestas principalmente por sílice (SiO_2) y otros óxidos metálicos que les proporcionan estabilidad térmica. Sin embargo, la pirólisis provoca la ruptura de enlaces químicos y diferentes cambios estructurales, como la descomposición de la matriz, la formación de residuos carbonosos y la liberación de compuestos (Alvarado et al., 2021; Pickering, 2006; Scutaru et al., 2026; Zhang et al., 2024).

Respecto al aislamiento acústico y la resistencia a los impactos, la implementación de recubrimientos produce un sistema multicapa que puede mejorar el comportamiento del material, debido a su influencia en la masa superficial, el amortiguamiento interno, la porosidad y la distribución de la energía (Vigran, 2008).

El uso de recubrimientos puede favorecer el aislamiento acústico debido al efecto masa-aire-masa, correspondiente a un sistema resonante que surge entre dos capas separadas por una cavidad de aire. Su funcionamiento se fundamenta en el desacoplamiento de las vibraciones, lo que limita la transferencia de las ondas sonoras. Además, el recubrimiento modifica la porosidad del sistema y afecta la interacción de las ondas sonoras con su estructura interna (Allard & Atalla, 2009; Mu et al., 2011; Sujon et al., 2021).

Materiales y equipo

Los materiales utilizados en la presente investigación fueron bloques de hormigón, paneles de gypsum (normal y resistente a la humedad) y recubrimientos de fibra de vidrio (fleece, rugosa y acústica), los cuales fueron adheridos a la superficie de los elementos de mampostería. El bloque de hormigón prefabricado está compuesto por cemento, áridos livianos como la pómez y agua, materiales mezclados para alcanzar criterios óptimos de resistencia y durabilidad de acuerdo con los parámetros establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2016). Presentó dimensiones de 40 cm × 20 cm × 12 cm y fue adquirido a un proveedor local.

Las dos placas de gypsum, adquiridas a través de un proveedor local, presentan dimensiones de 122 cm × 244 cm × 1,27 cm y están compuestas por un núcleo de yeso revestido de cartón. La placa

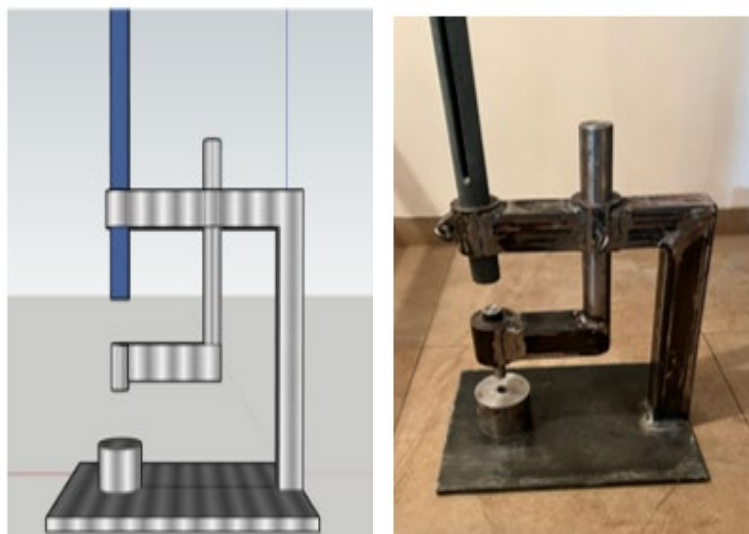
normal (N), diseñada para interiores, corresponde a un material convencional (ACIMCO, 2026b); por otro lado, la placa resistente a la humedad (H) cuenta con un núcleo incombustible, aditivo siliconado y papel tratado, características que la hacen adecuada para zonas húmedas (ACIMCO, 2026a).

La primera opción de fibra de vidrio, denominada fleece (F), corresponde a una fibra no tejida con un gramaje de 220 g/m², diseñada como revestimiento decorativo (Vitrolan Textile Glass GmbH, 2020c). La segunda corresponde a la fibra de vidrio rugosa (R), con un gramaje de 245 g/m², utilizada para áreas de alto tránsito y renovaciones rápidas, ya que puede aplicarse en paredes con irregularidades de hasta 0,2 cm de profundidad (Vitrolan Textile Glass GmbH, 2020b). Finalmente, la tercera opción corresponde a la fibra de vidrio acústica (A), un material de hilo tejido con un gramaje superior a 465 g/m², que incorpora un tejido en el parte posterior diseñado específicamente para absorber el sonido y reducir las vibraciones sonoras en salas acústicas (Vitrolan Textile Glass GmbH, 2020a).

Dentro de los equipos utilizados se encuentran el impactómetro casero, soporte para ensayo de fuego, mechero de Bunsen, parlante y smartphone, utilizados para la ejecución de ensayos que constituyen adaptaciones metodológicas de las normativas debido a la limitación en la disponibilidad de equipos especializados. El impactómetro casero es un dispositivo mecánico de acero y PVC diseñado para fijar la muestra y asegurar la caída repetible de una masa desde una altura regulable en un punto fijo, con fricción despreciable. El dispositivo se muestra en la figura 1.

Figura 1

Impactómetro casero (de izquierda a derecha): 1a) Esquema 3D de impactómetro casero; 2b) Equipo construido.



El soporte para ensayo de fuego consiste en una estructura metálica de 35 cm de alto por 9,5 cm de ancho, diseñada para fijar la muestra a una altura determinada durante la ejecución del ensayo (EUROLAB, 2014), mientras que el mechero de Bunsen se utilizó como fuente de llama constante y controlable durante el ensayo.

Para completar los equipos utilizados, se empleó un parlante inalámbrico de 3 W de potencia, con una respuesta de frecuencia de 45 Hz a 18 kHz (CasaLink, 2026). Asimismo, se utilizó un smartphone equipado con un procesador A15 Bionic de 6 núcleos e integrado con un micrófono con un rango de captación de 20 Hz a 20 kHz (Celestina et al., 2021).

2. Metodología

Aplicación de la fibra de vidrio

Tanto la fibra R como la F contaban con adhesivo activado con agua, lo que facilitó su fijación. Para agilizar el proceso, se utilizó el equipo Aqua Quick, el cual permitió humedecer, drenar y manipular la fibra (figura 2a). Antes de la aplicación, los mampuestos fueron preparados mediante una superficie limpia y lisa que permitió el contacto adecuado con la cara adhesiva de la fibra, la cual fue alisada con una espátula para evitar la formación de grumos, logrando su fijación después de 20 min (figura 2b).

Por otro lado, la fibra de vidrio A, al carecer de propiedad adhesiva, requirió la aplicación de cola blanca, la cual fue distribuida uniformemente mediante un rodillo (figura 2c). Posteriormente, la fibra fue colocada sobre el mampuesto y se utilizó una espátula para eliminar posibles irregularidades, alcanzando su fijación después de 24 horas de secado (figura 2d).

Figura 2

Aplicación de la fibra de vidrio (de izquierda a derecha): 2a) Aqua quick; 2b) Pegado de fibra de vidrio R y F; 2c) Aplicación de cola en placa; 2d) Pegado de fibra de vidrio A.



Nota. Se debe mencionar que, antes de instalar la fibra en los bloques de hormigón, se realizó un enlucido y alisado, y posteriormente se aplicó el mismo proceso de pegado de la fibra de vidrio que en los paneles.

Impacto - ASTM D5420

El ensayo de impacto fue una prueba basada en la norma ASTM International (2021), que permitió determinar la energía absorbida por un material ante una carga de impacto. Este ensayo fue adaptado en el presente estudio para evaluar paneles de gypsum de 10 cm × 10 cm con y sin fibra de vidrio, así como bloques de hormigón, empleando un total de 30 probetas por cada configuración para su posterior análisis estadístico.

La ejecución se realizó mediante un impactómetro casero que permitió dejar caer una masa de 0,75 kg sobre un percutor de 1,27 cm de diámetro. Las alturas de caída fueron ajustadas con una variación de $\pm 0,2$ cm, siguiendo el método up and down, previamente a la realización de una prueba piloto para definir la altura inicial. Este método establece que la altura debe incrementarse cuando no se produce falla en la probeta o disminuirse cuando se evidencia agrietamiento, hundimiento o rotura.

Cabe recalcar que, para la aplicación de la norma ASTM D5420, se realizó una adaptación experimental que permitió aplicar el mismo principio físico de caída libre. Para el cálculo de la energía absorbida se utilizó la fórmula de la energía potencial.

$$E = hmg(1)$$

Donde: E: energía potencial; h: altura de caída; g: gravedad; m: masa.

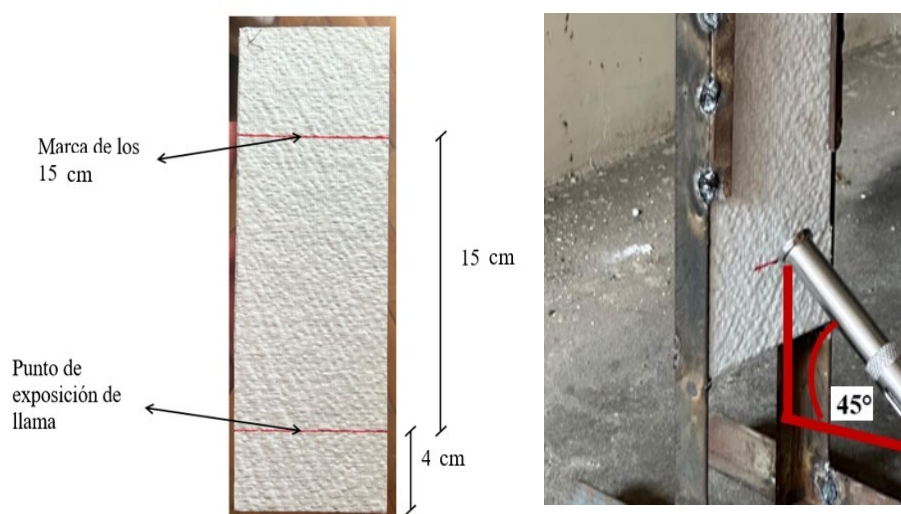
Fuego - NTE INEN-ISO 11925-2

En el ensayo de reacción al fuego se utilizó como referencia la norma EUROLAB (2014), con una adaptación metodológica debido a la falta de equipos especializados (mechero de Bunsen y soporte no combustible). Para evaluar la inflamabilidad y la propagación de llama en paneles de gypsum con y sin fibra de vidrio, se utilizaron seis muestras de 25 cm × 9 cm.

Para la ejecución del ensayo, la muestra fue fijada verticalmente y el mechero fue colocado con una inclinación de 45° y una altura de llama de 2 cm. Además, se verificó que la distancia aproximada entre el borde del mechero y la superficie expuesta de la muestra fuera de 0,5 cm, tal como se observa en la figura 3. La exposición al fuego tuvo una duración de 30 segundos, tras lo cual se determinó la longitud de propagación de llama (Fs). Este ensayo no se aplicó en los bloques de hormigón debido a que corresponden a elementos inorgánicos y no combustibles, por lo que presentan un bajo riesgo de ignición.

Figura 3

Ensayo reacción al fuego (de izquierda a derecha): 3a) Señalización de alturas para el ensayo de fuego; 3b) ensamblaje del ensayo



Aislamiento acústico - UNE- EN ISO 10140

Para la evaluación acústica, se realizó una adaptación metodológica del análisis de aislamiento en elementos de construcción mediante recintos de 30 cm × 30 cm × 30 cm de volumen interno, los cuales fueron sellados herméticamente con silicona RTV (compuesto vulcanizable a temperatura ambiente) (CHT, 2025), tras colocar un emisor de sonido en su interior para cada configuración de material (gypsum con y sin fibra de vidrio, y bloques con o sin fibra de vidrio).

El ensayo inició con la medición del ruido de fondo mediante un smartphone configurado según la norma ISO 10140, utilizando una ponderación de frecuencia A (dBA) y un modo de medición continuo (LAeq) a través de la aplicación Decibel X. Finalmente, se activó la bocina con ruido rosa durante 5

minutos, mientras que el smartphone, ubicado a 200 cm del recinto, registró los niveles de presión sonora obtenidos para emplearlos en la fórmula (2) y calcular el índice de reducción sonora.

$$SRI = L1 - L2 + 10 \log \left(\frac{A1}{A2} \right) \quad (1)$$

Donde:

SRI = Índice de reducción sonora [dB]; L1 = Nivel de presión sonora en el lado emisor [dB]; L2 = Nivel de presión sonora en el lado receptor [dB]; A1 = Área del lado emisor de la barrera acústica [m²]; A2 = Área del lado receptor de la barrera acústica [m²].

Debido a la disponibilidad limitada de materiales, específicamente de fibra de vidrio, el ensayo de aislamiento acústico se realizó una sola vez para cada combinación de mampuesto y fibra evaluada. Además, el método de ensayo se basó en el promedio de los valores de presión sonora registrados, por lo que involucró múltiples mediciones durante el proceso de evaluación.

Según la International Organization for Standardization (2016), la repetición de la toma de datos no aporta mejoras significativas en la precisión de los resultados obtenidos mediante este método de medición.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en los ensayos relacionados con el impacto fueron analizados mediante una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. En función del tipo de distribución obtenida, se determinó la aplicación de un enfoque paramétrico o no paramétrico (Ruxton et al., 2015). De acuerdo con los resultados de normalidad, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para los datos paramétricos o la prueba de Kruskal-Wallis para los datos no paramétricos, complementados con comparaciones por parejas. En el ensayo de reacción al fuego, debido a que se contó únicamente con seis réplicas por cada combinación analizada, se aplicó directamente la prueba de Kruskal-Wallis, seguida de comparaciones por parejas.

3. Resultados y discusión

Resultados ensayo de impacto

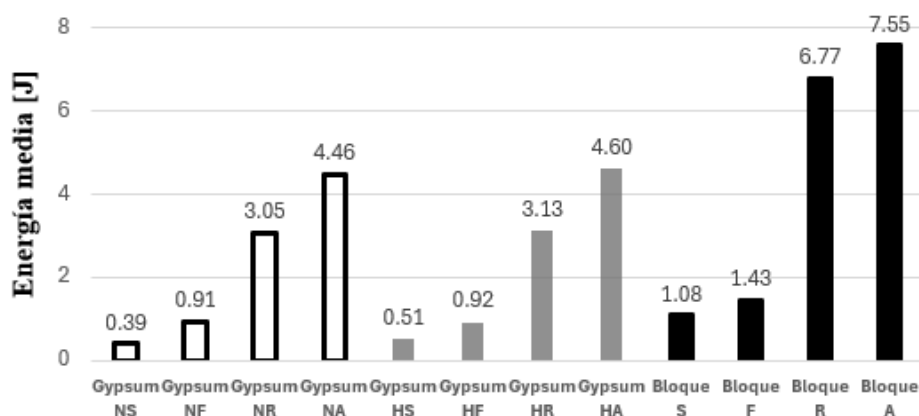
En la figura 4 se presentan los resultados del ensayo al impacto, donde se determinó la energía media que pudo soportar un grupo de 30 especímenes bajo cada configuración de mampuesto-fibra de vidrio. Para evaluar la totalidad de las combinaciones planteadas, el procedimiento se replicó de manera sistemática en cada variante, lo que sumó un total de 360 réplicas. Dado que normas como la ASTM E695 o ASTM D5420 no establecen límites o rangos, el desempeño se analizó de forma comparativa.

El valor más bajo encontrado es el del gypsum (N) sin fibra de vidrio con una energía de 0.39 J. Al colocar las fibras F, R y A en el gypsum (N) la energía va incrementando, llegando a un valor de hasta 4.46 J, por lo que, bajo las condiciones del estudio, la aplicación de recubrimiento podría favorecer la disipación de energía.

Respecto al gypsum (H) se muestra la misma tendencia al colocar el recubrimiento de fibra, Sin embargo, los valores son ligeramente superiores respecto al gypsum (H). Esta variación puede ser debida a que gypsum (H) según ACIMCO (2026a), tiene aditivos siliconados y papel tratado, lo que podría estar ayudando en su comportamiento contra los impactos.

Figura 4

Representación de medias del ensayo de impacto



Los aditivos siliconados tienen un impacto en la microestructura lo que puede mejorar y optimizar la distribución de poros, logrando un aumento en la densidad del material, junto con su cohesión interna y durabilidad, aportando a una microestructura más estable, compacta y resistente (Zhang et al., 2021).

En los bloques de hormigón los valores son considerablemente superiores a los paneles de gypsum, el bloque sin fibra presenta un valor de 1.08 J mientras que, con la colocación de fibras tipo (F, R y A) incrementa la energía hasta 7.55 J. Esta diferencia puede deberse a que el bloque tiene un mayor espesor.

Este comportamiento puede ser explicado por el hecho de que el incremento del espesor de un material tiene un impacto en su capacidad de absorber energía, además de retrasar la propagación de daños internos como la fisuración (Ataş et al., 2013). Además, el uso de fibra de vidrio aumenta la resistencia al impacto, mejorando la distribución de tensiones y reduce la propagación de microfisuras, a pesar de esto, los elementos aún conservan su comportamiento rígido, por lo que son propensos a la fractura o falla (Wu et al., 2024).

Al recubrir los elementos con fibra de vidrio (F) reportó los valores más bajos, esto se puede atribuir a que, entre las 3 fibras utilizadas es la que tiene el menor gramaje con 220 g/m². Según Gülsoy et al. (2016), el aumento en el gramaje otorga una mayor cantidad de masa por unidad de área, lo que podría aumentar la energía necesaria para producir una deformación o falla dado que, produce un material más denso favoreciendo sus propiedades mecánicas.

Al comparar con un estudio realizado por Santiago Monedero (2021), en ladrillo cerámico hueco gran formato (LHGF) de 7cm donde se evaluó la energía disipada ante el impacto sobre una pared cerámica con un extremo libre y desvinculado en el resto del perímetro por bandas elásticas según la guía de la European Organisation for Technical Approvals (2012), donde se obtuvo un valor de 10 J. Valor que es superior al obtenido en el bloque de hormigón con fibra de vidrio, esta diferencia podría estar vinculada a las propiedades físicas ya que los ladrillos cerámicos tienen una microestructura más homogénea.

Además, el ensayo usado por Santiago Monedero (2021) es de escala macro (estructural), por lo que la energía absorbida corresponde al sistema constructivo completo, esto quiere decir, que también considera la interacción entre componentes lo que puede aportar en su resistencia, a diferencia del

ensayo ASTM D5420 que se identifica como un ensayo de escala micro (material) enfocándose en la resistencia localizada.

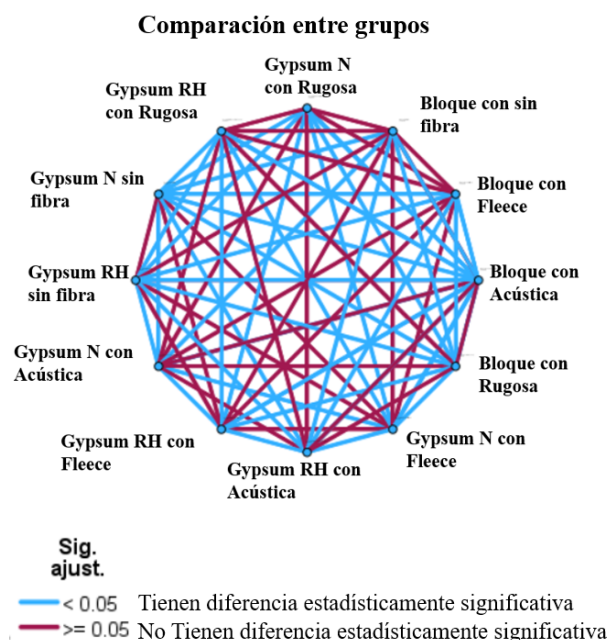
A pesar del recubrimiento los elementos no se asemejan al comportamiento de un material dúctil, por ejemplo, Dou y Rodrigue (2021) evaluaron la energía absorbida por materiales de polietileno reforzados con fibra de agave y azodicarbonamida (ACA) como agente espumante a través del mismo ensayo. Los resultados que se obtuvieron en dicho estudio mostraron que el polietileno sin aditivos obtuvo el valor más alto. La energía registrada fue de 91.9 J lo que demuestra una diferencia grande al comparar con el gypsum o bloque, esto puede deberse a que el polietileno es un elemento con comportamiento dúctil lo que permite que se deforme sin la necesidad de romperse para dispersar la energía dando una alta resistencia al impacto.

A través de un software para análisis estadístico se evaluó los resultados de impacto presente en cada combinación de mampuesto-fibra con el propósito de determinar la normalidad de los datos median la prueba de Shapiro-Wilk, en donde se pudo establecer solo 3 grupos tienen una distribución normal debido a que sus p-valores son mayores o iguales a 0.05, por este hecho se tuvo que realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias significativas entre tres o más grupos. Los resultados obtenidos se muestran la tabla 3.

En la prueba de Kruskal-Wallis, se obtuvo un p-valor menor a 0.001, lo que da una idea que al menos uno de los grupos presenta una distribución o mediana diferente. Sin embargo, al no permitir identificar por sí sola entre qué pares específicos existen diferencias, fue necesario un análisis de comparaciones múltiples, cuyos resultados se presenta en figura 5.

Figura 5

Resumen gráfico del análisis estadístico aplicado al ensayo de impacto

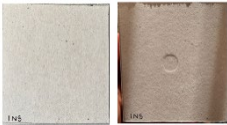
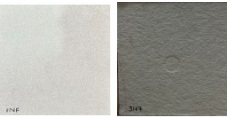
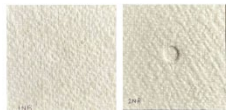
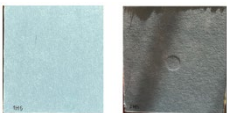
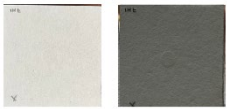
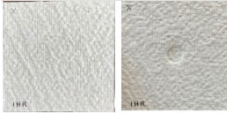


El análisis de comparaciones múltiples mostró que no hay diferencia significativa al comparar el gypsum (N) con el gypsum (H) cuando ambos materiales llevan la misma configuración de recubrimiento. Los paneles sin fibra presentan diferencia significativa con los bloques en sus distintas combinaciones y frente a los paneles de gypsum reforzados con (R) y (A), esto da un indicio de una

menor capacidad para absorber energía en los elementos sin refuerzo o con fibra (F). Además, la aplicación de fibra (F) en los paneles aproxima significativamente a los valores del bloque sin fibra y con fibra (F).

En la tabla 1 se muestran las fallas encontradas en los paneles de gypsum combinados con los distintos tipos de fibra.

Tabla 1
Fallas encontradas en los paneles de gypsum

Material	Evidencia grafica	Tipo de Falla	Observación
Gypsum Normal sin Fibra		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Gypsum Normal con Fleece		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Gypsum Normal con Rugosa		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Gypsum Normal con Acústica		Hundimiento	No se visualiza ningún daño visible en la cara ensayada, se analiza la falla en la parte posterior de la muestra
Gypsum Resistente a la humedad sin Fibra		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Gypsum Resistente a la humedad con Fleece		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Gypsum Resistente a la humedad con Rugosa		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Gypsum Resistente a la humedad con Acústica		Hundimiento	No se visualiza ningún daño visible en la cara ensayada, se analiza la falla en la parte posterior de la muestra

Visualmente en todos los paneles ensayados existe el mismo tipo de falla, los únicos elementos que se diferencian son los paneles de gypsum (N y H) recubierto con fibra de vidrio (A), este comportamiento se puede deber a que la fibra (A) presenta un comportamiento elástico lo que le permite recuperar su forma original, haciendo casi imperceptibles los daños en las caras ensayadas.

Por esta razón se analizó la falla en la parte trasera de la muestra.

En la tabla 2 se muestran las fallas detectadas en los bloques combinados con los distintos tipos de fibra.

Tabla 2
Fallas encontradas en los bloques de hormigón

Material	Evidencia grafica	Tipo de Falla	Observación
Bloque sin Fibra		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Bloque con Fleece		Hundimiento	Deformación permanente, que no compromete su funcionamiento
Bloque con Rugosa		Fisura	Fisura localizada en la zona señalada, provocada por la energía de impacto aplicada.
Bloque con Acústica		Fisura	Fisura localizada en la zona señalada, provocada por la energía de impacto aplicada.

En el Bloque se encontraron dos tipos de falla, hundimiento y fisura. Esto puede ser por las propiedades que otorgan por el recubrimiento de fibras (R) y (A), para poder visualizar la falla la energía liberada debe llegar al punto de fisurar el bloque de manera transversal ya que en la cara ensayada de la muestra no se visualiza ningún daño evidente.

Se evidencia una gran diferencia en los modos de falla entre el gypsum (N, H) y el bloque, al combinar con fibra (A). Esto puede deberse a que los paneles de gypsum tienen una baja capacidad de carga localizada, ya que la aplicación de impactos puede perforar el material (Ferrández et al., 2024), a diferencia del bloque, donde la aplicación de un impacto tiende a generar grietas en su intento de absorber la energía, esto puede atribuirse a que el material presenta una mayor masa y rigidez (ConcreteHome, 2024).

Resultados ensayo de fuego

En el ensayo de reacción al fuego se consideró el análisis de diferentes factores, por lo que se planteó el esquema mostrado en la tabla 3 para la recolección de datos aplicado a 6 especímenes por cada combinación de mampuesto-fibra.

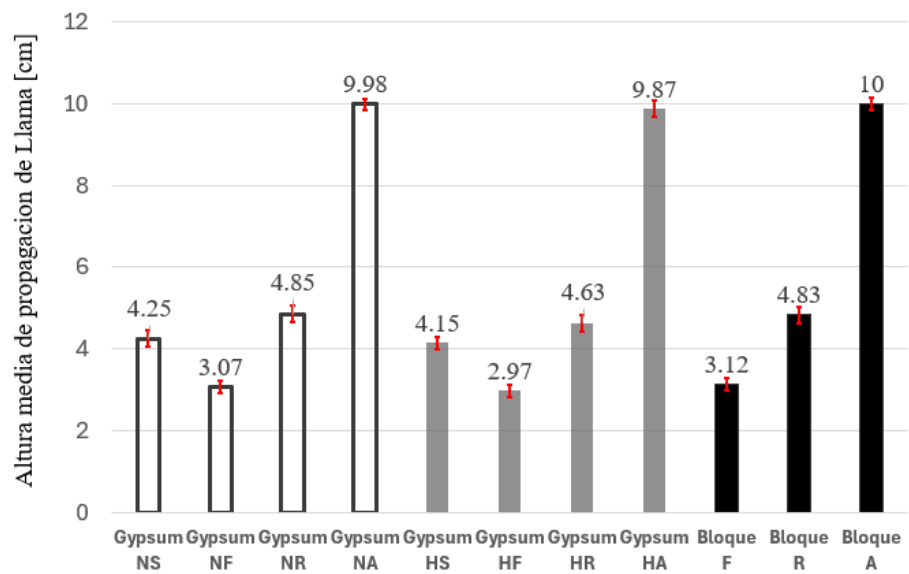
Tabla 3
Resultados obtenidos en el gypsum normal sin fibra en el ensayo de fuego

Panel normal sin fibra							
Nº	El elemento genera humo	Hubo presencia de partículas	Altura máxima de llama	Tiempo en alcanzar la altura de 15 cm	Duración de la combustión tras retirar el mechero	Hubo presencia de gotas	Se apaga la llama tras retirar el mechero
1	no	no	4.2	-	0	no	si
2	no	no	4.5	-	0	no	si
3	no	no	4	-	0	no	si
4	no	no	4.3	-	0	no	si
5	no	no	4.2	-	0	no	si
6	no	no	4.3	-	0	no	si

En la tabla 3 se recolectaron 6 datos donde únicamente la altura máxima de la llama varió entre y dentro de los grupos analizados. Es importante mencionar que ninguna muestra alcanzó la altura de 15 cm, parámetro que forma parte del criterio de medición del comportamiento ante el fuego, utilizado por sistemas de clasificación como la EN 13501-1.

Para una mejor interpretación de los resultados de altura de propagación de llama, en la figura 6 se muestra una gráfica de medias obtenidas a partir de 6 especímenes ensayados y evaluados para cada combinación de mampuesto-fibra.

Figura 6
Alturas medias de propagación de llama con intervalos de confianza del 95%



Al analizar la propagación de llama se consideró que, mientras menor sea la altura mejor es el comportamiento del elemento. Visualmente se pudo apreciar que los elementos combinados con fibra (A) presentan las medias de propagación de llama más altas, con valores próximos a 10 cm. Mientras que los elementos combinados con fibras (F) dieron las medias más bajas, con valores cercanos a 3 cm.

Esta diferencia en las medias de propagación de llama puede atribuirse a que fibra de vidrio (A) poseen un tejido acústico absorbente, lo que haría que su comportamiento frente a la exposición de fuego se vea afectado. Los tejidos acústico-absorbentes tienen fibras que se relacionan fácil con la energía que reciben, por lo que, se calienta rápidamente cuando está expuesto a una fuente de calor, lo que provoca que llegue a su temperatura de ignición de manera más rápida; la fibra de vidrio no se degrada térmicamente, pero la matriz compuesta, que entra en un proceso de pirolisis, obteniendo una degradación y residuo sólido carbonizado (Abdi et al., 2021; Yousef et al., 2021).

Los elementos sin fibra o con fibra (R) no muestran un comportamiento similar. Además, se debe mencionar que, los elementos recubiertos con el mismo tipo de fibra tampoco muestran variaciones importantes en sus medias, esto puede ser porque las condiciones del ensayo están enfocadas en la exposición superficial.

Según Schartel y Hull (2007), en ensayos de inflamabilidad de baja escala, la propagación de llama depende de la pirólisis producida en el recubrimiento, el sustrato tiene poca participación en el comportamiento, ya que no hay gran impacto térmico y la duración del ensayo es corta. Se debe destacar los sistemas recubiertos con fibras (F) fueron los que presentaron los valores más bajos de propagación de llama, esto se puede atribuir a que está elaborado con fibra de hilo no tejido, ofreciendo una estructura más porosa, lo que reduce la acumulación de carbono durante la exposición con el fuego, reduciendo la existencia de subproductos como son los residuos carbonosos, a diferencia de la fibra (A y R) que son elaborados con fibra de hilo tejido (Oliveux et al., 2015).

Los valores medios de altura de propagación de llama oscilaron entre 2.97 cm y 10 cm. Al comparar con resultados obtenidos por Zenova Group (2020) y Warringtonfire Gent NV (2022), donde al aplicar el mismo ensayo, obtuvieron una propagación de llama de 4 cm, al evaluar una lámina de madera contrachapada normal recubierto con pintura de protección contra incendios y perfiles de bambú térmico fabricado con tiras de bambú comprimidas; que corresponden a elementos que están enfocados a la reacción contra el fuego, se pudo apreciar que las combinaciones analizadas en este estudio tienen un comportamiento similar.

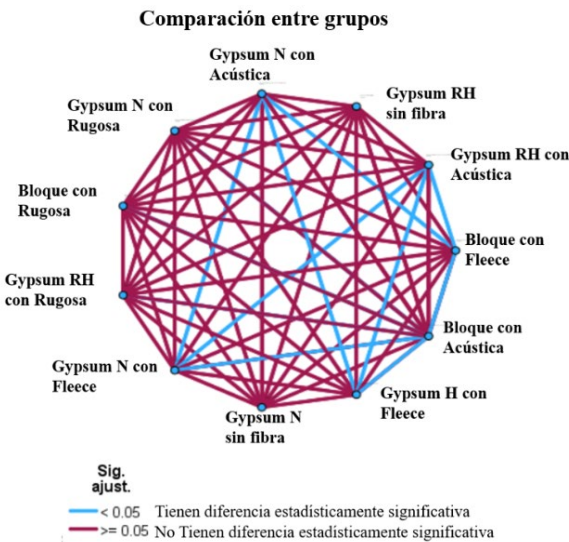
Considerando que el ensayo tiene un enfoque respecto a la reacción al fuego de manera superficial, se puede resaltar que las superficies expuestas en los ensayos tienen algún mecanismo de protección contra el fuego. Según Pereira et al. (2022), la fibra de vidrio actúa como una barrera térmica lo que reduce la transferencia de calor, además de ser un elemento inorgánico que por sí mismo no es combustible, aunque puede reaccionar al estar combinada con otros compuestos.

Por la proximidad de los datos entre grupos, se realizó un análisis estadístico para definir si hay una diferencia estadísticamente significativa. Para este análisis se aplicó Kruskal-Wallis, ya que, al tener grupos conformados por únicamente 6 datos la aplicación de pruebas de normalidad como Shapiro-Wilk presentaría una baja potencia estadística, lo que impide identificar desviaciones de la distribución normal y puede conducir a errores (Ruxton et al., 2015).

La prueba de Kruskal-Wallis indica que hay diferencias estadísticamente significativas entre al menos dos de los grupos analizados, por lo que se aplicó una comparación en parejas para identificar los grupos que difieren entre sí, obteniendo los resultados mostrados en la figura 7.

Figura 7

Resumen gráfico del análisis estadístico aplicado al ensayo de fuego



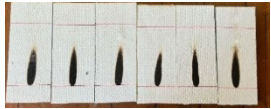
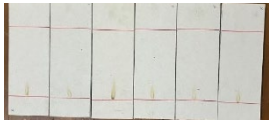
Los resultados del análisis entre grupos muestran que únicamente el recubrimiento con fibra (A) presenta una diferencia significativa, indicando un peor comportamiento respecto a la propagación de llama. Cabe recalcar que, entre paneles de gypsum o bloques que lleven el mismo recubrimiento (F, R o A) no existe una diferencia estadística. Este comportamiento concuerda con lo indicado anteriormente, donde se menciona que, la capa superficial interviene en mayor medida.

Tampoco existe una diferencia significativa entre los grupos sin fibra y los grupos combinados con fibra (F o R), demostrando que, a pesar de tener medias distintas, los grupos son estadísticamente similares, A continuación, en la tabla 4 se muestra los rangos y promedios obtenidos en cada ensayo junto con su representación gráfica del comportamiento obtenido.

Tabla 4

Resumen de datos de los ensayos de fuego

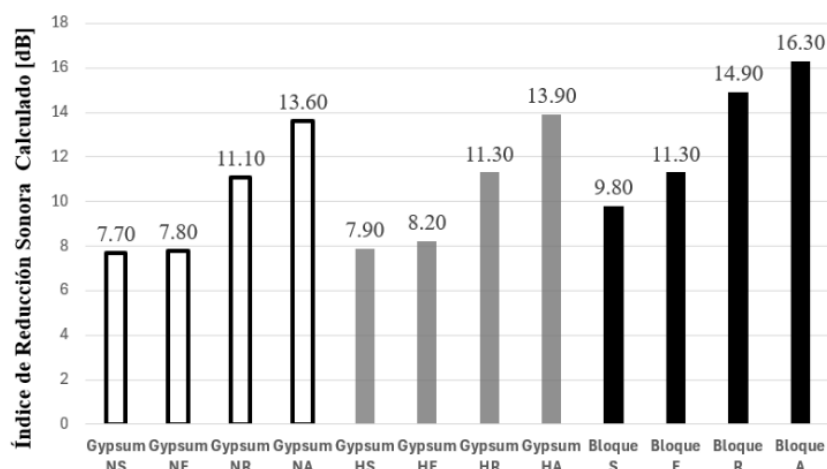
Material	Altura máxima	Altura mínima	Promedio	Evidencia gráfica
Gypsum Normal sin Fibra	4.5 cm	4 cm	4.25 cm	
Gypsum Normal con Fleece	3.2 cm	2.9 cm	3.07 cm	
Gypsum Normal con Rugosa	5 cm	4.7 cm	4.85 cm	

Gypsum Normal con Acústica	10.2 cm	9.8 cm	9.98 cm	
Gypsum Resistente a la humedad sin Fibra	4.3 cm	4 cm	4.15 cm	
Gypsum Resistente a la humedad con Fleece	3.2 cm	2.8 cm	2.97 cm	
Gypsum Resistente a la humedad con Rugosa	4.8 cm	4.5 cm	4.63 cm	
Gypsum Resistente a la humedad con Acústica	10.1 cm	9.6 cm	9.87 cm	
Bloque de hormigón con Fleece	3.3 cm	3 cm	3.12 cm	
Bloque de hormigón con Rugosa	5 cm	4.7 cm	4.83 cm	
Bloque de hormigón con Acústica	10.2 cm	9.8 cm	10 cm	

En la tabla 4 se observa que los mampuestos recubiertos con fibra (A) presentan los promedios más altos. Las diferencias en la altura y tonalidad entre las fibras de vidrio estudiadas pueden deberse a cambios en la estructura del tejido e incluso por la incorporación de revestimientos acústico-absorbentes, incluyendo en la composición del material contenido orgánico entre las fibras, beneficiando al proceso del pirólisis, resultando en una carbonización en las secciones expuestas al fuego o en la extensión de la llama (Yousef et al., 2021). Como se mencionó anteriormente, el sustrato no interviene en gran medida dada la baja penetración térmica, por lo que, los daños evidenciados son similares cuando se tiene el mismo recubrimiento.

Resultados ensayo de acústico

Los resultados obtenidos en el ensayo acústico están conformados por los datos recolectados mediante la aplicación decibel x en función del tiempo. Decibel x realizó de manera directa el cálculo del índice de reducción sonora aplicando la ecuación 2, cabe recalcar que las áreas consideradas son respecto a las caras expuestas de las rooms. Estos resultados se presentan en la figura 8.

Figura 8*Resumen de los valores de SRI*

En la figura 8 se puede apreciar que el SRI del gypsum (N) sin fibra y con fibra (F) sus resultados son muy similar (cerca a 7.70 dB). En cambio, al recubrir con fibra (R y A) presentan una mejora significativa de 11.104 dB y 13.604 dB respectivamente. Este incremento se puede atribuir a la forma en la que están diseñadas las fibras, especialmente (A) que tiene un tejido acústico absorbente en la parte posterior de la cara, esta estructura logra la disipación de energía sonora mediante la fricción del aire en los poros, lo que disminuye las resonancias internas y mejora el aislamiento acústico (Cao et al., 2018).

La fibras (F y R) no tienen un tejido acústico absorbente, aun así, ofrecen un mejor resultado que los elementos de gypsum sin recubrimiento, esto se puede atribuir a que, la incorporación de recubrimientos de un sistema multicapa, permitiendo que las capas trabajen de forma autónoma, lo que produce múltiples reflexiones que disminuyen la energía, además, el uso de capas ayuda al desacoplamiento vibratorio generando un sistema masa-aire-masa que impide la transmisión directa de las vibraciones (Sujon et al., 2021).

Al analizar gypsum (H) sin fibra obtuvo un SRI 7.90 dB, y cuando está recubierto con fibras de vidrio sigue la misma tendencia de mejora que el gypsum (N), pero con valores ligeramente superiores con valores de 8.20 dB, 11.30 dB y 13.90 dB al incluir fibra (F, R y A) respectivamente.

El ligero incremento en el SRI del panel de gypsum (H) respecto al panel de gypsum (N), se le puede atribuir a los aditivos siliconados lo que provocarían pequeñas variaciones en su masa o en su densidad, parámetros que influyen directamente en la disipación acústica (Merli et al., 2023).

El bloque de hormigón sigue el mismo patrón que el gypsum (N) con una mejora en los resultados. Esto puede deberse a que los recubrimientos aumentan la masa superficial y amortiguan vibraciones, mejorando el desempeño acústico (Vigé, 2010). Además, El bloque recubierto con fibra (A) tiene los mejores resultados, llegando a incrementar el índice de reducción de sonido hasta en un 66% respecto al bloque sin fibra.

El comportamiento evidenciado tanto en el gypsum como en el bloque se asemeja a lo reportado por Sánchez-Domínguez y Cruz-Pérez (2022), quienes establecieron que los sistemas constructivos al incorporar capas en su masa estructural pueden producir una mejora en el aislamiento acústico. Además, Sakamoto et al. (2024) menciona que la incorporación de tejidos acústicos permeables y recubrimientos puede incrementar la disipación de energía acústica mejorando el desempeño del elemento ya que, al usar un sistema multicapa se incrementa el coeficiente de absorción sonora.

Entre los elementos sin recubrimiento y los recubiertos con fibra (A) hay un aumento en el SRI de entre 5.9 y 6.5 [dB]. Según Everest y Pohlmann (2015), reducciones de al menos 3 [dB] ya logran ser perceptibles, mientras que variaciones de entre 5 y 10 [dB] ya evidencian un cambio sonoro claro entre espacios.

4. Conclusiones

A partir de los ensayos realizados para evaluar la resistencia al impacto, el comportamiento frente al fuego y el aislamiento acústico de elementos de gypsum y bloques de hormigón recubiertos con fibra de vidrio, se concluye que la incorporación de estos recubrimientos influye de manera diferenciada en las propiedades evaluadas.

En el ensayo de impacto, se determinó que los elementos combinados con fibra acústica presentaron una mejora de al menos el 11 % respecto a las demás configuraciones evaluadas, permitiendo que los paneles de gypsum alcancen un comportamiento comparable al del bloque de hormigón sin recubrimiento. Asimismo, la incorporación de los otros tipos de fibra incrementó de manera limitada la capacidad de absorción de energía de los elementos analizados.

En la evaluación del comportamiento frente al fuego, la fibra rugosa y la fibra fleece no presentaron variaciones relevantes al combinarse con bloques de hormigón, gypsum normal (N) y gypsum resistente a la humedad (H). Además, los paneles sin recubrimiento mostraron un comportamiento similar. La fibra fleece obtuvo el mejor desempeño en términos de altura de propagación de llama y daños visibles posteriores a la exposición térmica.

Por otra parte, la fibra acústica fue el único recubrimiento que presentó diferencias significativas, debido a que alcanzó mayores valores de propagación de llama. En consecuencia, bajo las condiciones del ensayo realizado, la incorporación de estos recubrimientos no evidenció beneficios relevantes frente al comportamiento superficial ante el fuego.

Respecto al aislamiento acústico, la fibra acústica destacó sobre las demás configuraciones, al presentar los valores más elevados del índice de reducción sonora (SRI) en todas las combinaciones evaluadas. Considerando el tipo de sustrato, el bloque de hormigón obtuvo el mayor desempeño, seguido por el gypsum resistente a la humedad y, finalmente, el gypsum normal. Estos resultados evidencian que los recubrimientos acústicos constituyen una alternativa efectiva para mejorar el aislamiento sonoro de elementos constructivos.

En términos generales, la fibra de vidrio representó una alternativa viable para mejorar parcialmente las propiedades mecánicas y acústicas de los paneles de gypsum, permitiendo alcanzar comportamientos similares a los de sistemas tradicionales de mampostería en determinadas condiciones. Sin embargo, frente al fuego, el bloque de hormigón mantuvo un desempeño superior debido a su naturaleza inorgánica y baja susceptibilidad a la ignición bajo las condiciones evaluadas.

Referencias

- Abdi, D., Monazzam, M., Taban, E., Putra, A., Golbabaei, F., & Khadem, M. (2021). Sound absorption performance of natural fiber composite from chrome shave and coffee silver skin. *Applied Acoustics*, 182, 108264. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108264>
- ACIMCO. (2026a). *Gypsum RH 1.22 × 2.44 m*. <https://n9.cl/kedqf>
- ACIMCO. (2026b). *Gypsum ST 1.22 × 2.44 m*. <https://n9.cl/yp5zw>
- Allard, J., & Atalla, N. (2009). *Propagation of sound in porous media: Modelling sound absorbing materials* (2nd ed.). John Wiley & Sons. <https://n9.cl/mv8sv>
- Alvarado, T., Álvarez, H., Pinzón, G., & Becerra, B., (2021). Fibra de vidrio y sus diferentes aplicaciones en el sector constructivo de la ingeniería civil. *L'esprit Ingénieux*, 10(1), 86–110. <https://n9.cl/2jj9d>
- ASTM International. (2021). *ASTM D5420-21: Standard test method for impact resistance of flat, rigid plastic specimen by means of a striker impacted by a falling weight (Gardner impact)*. <https://doi.org/10.1520/D5420-21>
- Ataş, C., İçten, B., & Küçük, M. (2013). Thickness effect on repeated impact response of woven fabric composite plates. *Composites Part B: Engineering*, 49, 80–85. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.01.019>
- Brick Industry Association. (2017). *The history of bricks and brickmaking*. <https://n9.cl/vuj804>
- Cao, L., Fu, Q., Si, Y., Ding, B., & Yu, J. (2018). Porous materials for sound absorption. *Composites Communications*, 10, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.coco.2018.05.001>
- CASACOR Publisher. (2025, 22 de abril). *¿Qué es la fibra de vidrio y cuáles son los beneficios en la construcción?* CASACOR. <https://n9.cl/4x4cv>
- CasaLink. (2026). *Parlante Bluetooth CS-0304*. <https://n9.cl/6tc37>
- Celestina, M., Kardous, C., & Trost, A. (2021). Smartphone-based sound level measurement apps: Evaluation of directional response. *Applied Acoustics*, 171, 107673. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107673>
- Chiquito, E., & Domínguez, A. (2023). *Análisis de costos y constructivo entre mamposterías de bloque y paneles de gypsum usadas en un edificio aporticado de hormigón armado* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Institucional de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10608>
- CHT. (2025). *What is RTV silicone?* <https://cht-silicones.com/faq/what-is-rtv-silicone>
- ConcreteHome. (2024). *Impact resistance of concrete*. <https://n9.cl/wlwy2>
- Dou, Y., & Rodrigue, D. (2021). Morphological, thermal and mechanical properties of polypropylene foams via rotational molding. *Cellular Polymers*, 40(5), 198–211. <https://doi.org/10.1177/02624893211018825>
- EUROLAB. (2014). *EN ISO 11925: Ensayos de reacción al fuego: Inflamabilidad de productos de construcción en contacto directo con la llama*. <https://n9.cl/iy08o>
- European Organisation for Technical Approvals. (2012). *ETAG 003: Guideline for European technical approval for internal partition kits for use as non-loadbearing walls* (edición de diciembre de 1998, modificada en abril de 2012). <https://n9.cl/5yupi>

- Everest, F., & Pohlmann, K. (2015). *Master handbook of acoustics* (6th ed.). McGraw-Hill Education. <https://n9.cl/z40xi>
- Ferrández, D., Álvarez, M., Zaragoza-Benzal, A., & Santos, P. (2024). Eco-design and characterization of sustainable lightweight gypsum composites for panel manufacturing including end-of-life tyre wastes. *Materials*, 17(3), 635. <https://doi.org/10.3390/ma17030635>
- Gülsoy, S., Hürfikir, Z., & Turgut, B. (2016). Effects of decreasing grammage on the handsheet properties of unbeaten and beaten kraft pulps. *Turkish Journal of Forestry*, 17(1), 56–60. <https://n9.cl/wwi95>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). *NTE INEN 3066: Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo*. <https://n9.cl/e0gp4>
- International Organization for Standardization. (2016). *ISO 10140-1:2016 acoustics—Laboratory measurement of sound insulation of building elements—Part 1: Application rules for specific products* (2nd ed.). <https://www.iso.org/standard/67232.html>
- Mallick, P. (2007). *Fiber-reinforced composites: Materials, manufacturing, and design* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420005981>
- Mamlouk, M., & Zaniewski, J. (2018). *Materials for civil and construction engineers* (4th ed., SI units, Global ed.). Pearson. <https://n9.cl/2n42b>
- Merli, F., Bouzit, S., Taha, M., & Buratti, C. (2023). Thermal and acoustic performance of gypsum plasters mixed with different additives: Influence of bio-based, synthetic, and mineral fillers. *Applied Sciences*, 13(18), 10480. <https://doi.org/10.3390/app131810480>
- Morsali, S., Rakhshanbabanari, K., Osmani, M., Cavalaro, S., Gutai, M., Castro-Díaz, M., Parker, B., Sparkes, J., Needham, P., Newport, S., Sands, M., & Massey, A. (2024). Life cycle assessment of plasterboard production: A UK case study. *Sustainability*, 16(9), 3564. <https://doi.org/10.3390/su16093564>
- Mu, R., Toyoda, M., & Takahashi, D. (2011). Sound insulation characteristics of multi-layer structures with a microperforated panel. *Applied Acoustics*, 72(11), 849–855. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.05.009>
- Oliveux, G., Dandy, L., & Leeke, G. (2015). Current status of recycling of fibre reinforced polymers: Review of technologies, reuse and resulting properties. *Progress in Materials Science*, 72, 61–99. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2015.01.004>
- Pereira, D., Viegas, C., & Panão, M. (2022). Heat transfer model of fire protection fiberglass thermal barrier coated with thin aluminium layer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 184, 122301. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.122301>
- Pickering, S. (2006). Recycling technologies for thermoset composite materials—Current status. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 37(8), 1206–1215. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2005.05.030>
- Robalino, I. & Marcillo, C (2026). *Evaluación al impacto, al fuego y al aislamiento acústico de paneles de yeso con fibras de vidrio para mampostería* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/17045>
- Ruxton, G., Wilkinson, D., & Neuhäuser, M. (2015). Advice on testing the null hypothesis that a sample is drawn from a normal distribution. *Animal Behaviour*, 107, 249–252. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.07.006>

- Sakamoto, S., Sato, K., & Muroi, G. (2024). Improvement of sound-absorbing wool material by laminating permeable nonwoven fabric sheet and nonpermeable membrane. *Technologies*, 12(10), 195. <https://doi.org/10.3390/technologies12100195>
- Sánchez-Domínguez, E., & Cruz-Pérez, F. (2022). Determinación de zonas de ruido ambiental dañino en instalaciones no operativas de bases aéreas militares. *Revista de Sanidad Militar*, 76(3). <https://doi.org/10.56443/rsm.v76i3.211>
- Santa Cruz Astorqui, J., & del Río Merino, M. (2007). Propuesta de paneles prefabricados de yeso aligerado y simulación de su comportamiento mecánico. En *II Jornada Nacional de Investigación en Edificación*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/4438/1/M27.pdf>
- Santiago Monedero, E. (2021, 11 de octubre). *Durabilidad y resiliencia de las fábricas de ladrillo y bloque cerámico para revestir*. Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida. <https://n9.cl/972qz3>
- Schartel, B., & Hull, T. R. (2007). Development of fire-retarded materials—Interpretation of cone calorimeter data. *Fire and Materials*, 31(5), 327–354. <https://doi.org/10.1002/fam.949>
- Scutaru, M., Nicolae, P., Vlase, S., Mitu, A. M., Sireteanu, T., & Munteanu, V. (2026). Mechanical Behavior Analysis-Based Finite Element Method of Composites: A Review. *Mathematics*, 14(13), 2248. <https://doi.org/10.3390/math14132248>
- Souza, E. (2020, 21 de noviembre). *Ventajas y características de la mampostería estructural*. ArchDail. <https://n9.cl/hgwsyc>
- Sujon, M., Islam, A., & Nadimpalli, V. (2021). Damping and sound absorption properties of polymer matrix composites: A review. *Polymer Testing*, 104, 107388. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107388>
- Vigé, D. (2010). Vehicle interior noise refinement—Cabin sound package design and development. In X. Wang (Ed.), *Vehicle noise and vibration refinement* (pp. 286–317). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845698041.3.286>
- Vigran, T. (2008). *Building acoustics*. Taylor & Francis. <https://n9.cl/pfbj3>
- Vitrulan Textile Glass GmbH. (2020a). SYSTEXX Active AcousTherm 904/233: Tejidos de vidrio innovadores para paredes y techos diseñados para absorber el sonido y ahorran energía [Ficha técnica]. <https://n9.cl/hgza9j>
- Vitrulan Textile Glass GmbH. (2020b). SYSTEXX Active S38/SP38: Revestimientos de fibra de vidrio innovadores para paredes y techos [Ficha técnica]. <https://n9.cl/0tlcxg>
- Vitrulan Textile Glass GmbH. (2020c). SYSTEXX Pure: Revestimientos de paredes y techos con texturas puristas [Ficha técnica]. <https://n9.cl/lq8np>
- Warringtonfire Gent NV. (2022). *Reaction to fire classification report No. 21906C: FELIXWOOD–SYMPHONY*. <https://n9.cl/3fw0g>
- Wu, D., Jing, L., Peng, S., & Jing, W. (2024). A study on the mechanical properties of glass-fiber-reinforced defective gypsum boards. *Sustainability*, 16(2), 821. <https://doi.org/10.3390/su16020821>
- Yousef, S., Eimontas, J., Striūgas, N., Praspaliauskas, M., & Abdelnaby, M. (2021). Pyrolysis kinetic behaviour of glass fibre-reinforced epoxy resin composites using linear and nonlinear isoconversional methods. *Polymers*, 13(10), 1543. <https://doi.org/10.3390/polym13101543>

- Zenova Group. (2020). *BS EN ISO 11925-2:2020: Pruebas para Zenova FP*. Zenova. <https://n9.cl/ibpk6s>
- Zhang, B., Zhang, S., Yang, Z., Liu, W., Wu, B., Huang, M., & Liu, B. (2024). Pyrolysis process and products characteristics of glass fiber reinforced epoxy resin from waste wind turbine blades. *Composites Part B: Engineering*, 287, 111803. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2024.111803>
- Zhang, L., Zhou, A., Sun, B., Chen, K., & Yu, H. (2021). Functional and versatile superhydrophobic coatings via stoichiometric silanization. *Nature Communications*, 12, 982. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21219-y>

Transparencia

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

Fuente de financiamiento

Los autores financiaron completamente la investigación.

Contribución de autoría

Iván Alexander Robalino Rodríguez: Conceptualización, metodología, validación, investigación, gestión de datos, redacción - preparación del borrador original, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Andrea Natalí Zarate Villacrés: Validación, investigación, gestión de datos, redacción - revisión y edición, financiamiento, supervisión.

Marcelo David Guerra Valladares: Software, validación, análisis formal, redacción - revisión y edición, financiamiento, supervisión.

Julio Andrés Fiallos Iglesias: Software, validación, investigación, visualización, financiamiento.

Cristian Andrés Marcillo Zapata: Conceptualización, metodología, validación, investigación, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, supervisión.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.