

# Análisis de rendimiento para absorción acústica de placas basadas en residuos textiles aglutinados

## Performance analysis for acoustic absorption of boards based on agglutinated textile waste

## Análise de desempenho para absorção acústica de placas à base de resíduos têxteis aglutinados

Yajnes, Marta Edith<sup>(1)(2)</sup> ORCID 0000-0002-7169-9555; Becerra Araneda, Abraham Alexis<sup>(1)(2)</sup> ORCID 0000-0002-5798-5870; Busnelli, Roberto Rafael<sup>(1)(2)</sup> ORCID 0009-0005-3063-8886; Posse, Carlos Manuel<sup>(3)</sup> ORCID 0000-0001-8660-6502; Tomeo, Daniel<sup>(3)</sup> ORCID 00009-00008-3647-7106; Armas Alejandro<sup>(3)</sup> ORCID 0009-0003-3483-1638

(1) Universidad de San Martín, Escuela de Hábitat y Sostenibilidad, Instituto de Arquitectura, Mat Lab.

(2) Universidad de Buenos Aires; Facultad de Arquitectura, diseño y urbanismo; Centro Experimental de la Producción

(3) Laboratorio de Acústica y Luminotecnia; Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

Correo de contacto: [marta.yajnes@fadu.uba.ar](mailto:marta.yajnes@fadu.uba.ar)

### Resumen

La producción de residuos sólidos industriales y domiciliarios aumenta sostenidamente en Argentina, junto a la dificultad para industrializar planes sociales. Si bien los esfuerzos por reciclar incrementaron, los residuos sólidos textiles de tejeduría plana siguen fuera de la cadena de valor del reciclaje debido a su escasa demanda del mercado como materias primas secundarias. La inserción de estos residuos para fabricar nuevos productos en la construcción aportaría a resolver problemáticas asociadas al empleo industrial, el impacto ambiental, la pobre calidad acústica de espacios educativos y la importación de materias primas. Esta es la hipótesis del proyecto que enmarca a este trabajo. Se abordaron aspectos técnicos y sociales que buscan integrar en la comunidad un producto para construcción basado en placas que incluyen residuos textiles. Se caracterizó y analizó el rendimiento acústico de estas placas. Se organizaron actividades de capacitación que acercaron este desarrollo a la comunidad. Se analizaron perspectivas de integración y se discutieron desafíos relacionados con el modelo de negocios del producto estudiado. Las placas tuvieron un rendimiento acústico similar o superior a soluciones de mercado. Los principales desafíos sobre el modelo de negocios se relacionan con la logística de recolección, trazabilidad del residuo, capacitación de mano de obra y el proceso productivo para escalar este producto.

**Palabras clave:** Residuos textiles, Impacto ambiental, Absorción acústica, Trabajo industrial, Ecología industrial.

### Abstract

The production of industrial and household solid waste steadily increases in Argentina, along with the difficulty of industrializing social plans. Although recycling efforts have increased, solid textile waste from flat weaving remains outside the recycling value chain due to its low market demand as secondary raw materials. The insertion of this waste to manufacture new products in construction would contribute to solving problems associated with industrial employment, environmental impact, the poor acoustic quality of educational spaces and the import of raw materials. This is the hypothesis of the project that frames this work. Technical and social aspects were addressed that seek to integrate into the community a construction product based on plates that include textile waste. The acoustic performance of these plates was characterized and analyzed. Training activities were organized that brought this development closer to the community. Integration perspectives were analyzed and challenges related to the business model of the product studied were discussed. The panels had acoustic performance similar to or superior to market solutions. The main challenges regarding the business model are related to collection logistics, waste traceability, workforce training and the production process to scale this product.

**Keywords:** Textile waste, Environmental impact, Acoustic absorption, Industrial work, Industrial ecology.

### Resumo

A produção de resíduos sólidos industriais e domésticos aumenta constantemente na Argentina, juntamente com a dificuldade de industrializar os planos sociais. Embora os esforços de reciclagem tenham aumentado, os resíduos têxteis sólidos provenientes da tecelagem plana permanecem fora da cadeia de valor da reciclagem devido à sua baixa procura no mercado como matérias-primas secundárias. A inserção destes resíduos no fabrico de novos produtos na construção contribuiria para

resolver problemas asociados al empleo industrial, al impacto ambiental, a la mala calidad acústica de los espacios educativos y a la importación de materias primas. Esta es la hipótesis del proyecto que encuadra este trabajo. Se abordaron aspectos técnicos y sociales que buscan integrar en la comunidad un producto de construcción basado en placas que incluyen residuos textiles. El desempeño acústico de estas placas fue caracterizado y analizado. Se organizaron actividades de formación que acercaron este desarrollo a la comunidad. Se analizaron perspectivas de integración y se discutieron desafíos relacionados con el modelo de negocio del producto estudiado. Los paneles presentaron un desempeño acústico similar o superior a las soluciones del mercado. Los principales desafíos referentes al modelo de negocios están relacionados con la logística de recolección, la disponibilidad de los residuos, la capacitación de la mano de obra y el proceso productivo para escalar este producto.

**Palabras-clave:** Residuos textiles, Impacto ambiental, Absorción acústica, Trabajo industrial, Ecología industrial.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Industria textil e innovación en la gestión de residuos sólidos: justificación de la importancia de reutilizar los residuos textiles

Según Yajnes (2022) la textil es una de las industrias que más residuos genera y destaca en especial los de la tejeduría plana como aquellos que no son posibles de reducirse, ya que se generan por el propio proceso productivo de los telares, independientemente de su calidad y antigüedad. Asimismo, es una de las industrias con más presencia en algunos partidos del Área Metropolitana de Buenos Aires como por ejemplo el de General San Martín que fue estudiado en su tesis “Circuitos de residuos de la industria textil generados en el Partido de General San Martín. Desconexión o conexión sustentable. Período 2007-2016”.

La disposición de estos residuos varía según el involucramiento con el ambiente de las industriales que los generan, los contactos alcanzados por sus responsables con emprendedores que ya los reciclan y las obligaciones derivadas de su categorización dentro del Ministerio de Ambiente (ex OPDS Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible) entre otros factores. En Yajnes (2022) se visualizan 6 modelos de gestión de residuos sólidos de la industria textil en el citado partido, según como se disponen o reinsertan los residuos, donde se destaca un modelo en el que quien genera los residuos paga a un transportista para que los entierre; de este modelo relevado por ejemplo en industrias de tejeduría plana surge el presente proyecto.

### 1.2 Antecedentes en el uso de residuos textiles para la construcción

Las investigadoras del Mar Barbero-Barrera, M., Pombo de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSA UPM) 2016, han desarrollado un panel a base de residuos textiles que mejora el aislamiento térmico y acústico, reduce las emisiones al usar materiales reciclados y alivia las construcciones. Las autoras sostienen que el panel presenta una mejora térmica de entre un 35 y un 328 % con respecto a los otros similares estudiados

en su mercado local. Los paneles, a base de fibras textiles conglomeradas con cal hidráulica natural alcanzaron una densidad, “entre 27 % y 85 % menor respecto a otros paneles”. Ellas aducen que al contener cal son permeables al vapor del agua, biodegradables e higroscópicos, con ciclo de vida cerrado. El CO<sub>2</sub> emitido en su producción sería absorbido una vez puesto en obra, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. En la producción de paneles es común el uso de aglomerantes químicos, que presentan la desventaja de las emisiones contaminantes en espacios interiores, además de su comportamiento frente al fuego. En este caso, se propone el uso de cal hidráulica, que es un aglomerante de excelentes propiedades frente al fuego o frente a las emisiones de contaminantes. Su investigación se enmarca en la búsqueda de economía circular.

Magalhães, Briga de Sá y Queirós da Silva Pinto, UTM, trabajando en la Universidad de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2018, y en otros anteriores del mismo grupo académico, se plantea desde la ingeniería civil, la posibilidad de aprovechar residuos de la industria textil de lana, algodón y acrílico para aislamiento térmico. Para ello estudiaron y optimizaron diferentes mezclas, con la incorporación de dichos residuos en cortes de 3 cm en lechadas de cemento y, posteriormente, en placas y bloques para su utilización en elementos interiores, como paredes divisorias o revestimientos interiores. Se realizaron diferentes ensayos sobre ellos para analizar algunas de sus propiedades físicas y mecánicas como perforación, a corte, compresión, capilaridad y resistencia al fuego. Otros grupos académicos europeos han venido trabajando con objetivos y metodologías similares.

A partir de residuos de denim (jeans) Bonded Logic de Arizona, Estados Unidos, ha desarrollado desde hace 35 años un material patentado, denominado UltraTouch Insulation, en base a restos de jeans. El producto contiene 80 % de fibras naturales recicladas post-consumo. La tela tiene propiedades de buen aislante, por su baja densidad reduce la conductividad térmica. El proceso de reciclado comienza con la separación del dril de algodón de otros materiales, incluyendo cremalleras, botones y otro hardware, triturado y desatado, devolviendo el tejido a su estado

original de fibra. La tela se trata con una solución de borato para que no se queme y repela el moho, se mezcla con otra fibra y se une en un horno. El material final se prensa en rollos de 9 a 14 cm de espesor y diferentes anchos.

Lo interesante de esta propuesta es que abarca toda la cadena de ventas, ya que una serie de marcas y negocios de venta se encargan de recibir los jeans en desuso por parte de particulares a cambio de bonos de descuento en nuevas prendas. Por otra parte, un porcentaje de la producción de aislantes tiene fin social destinados a organizaciones sociales que lo solicitan para mejorar la calidad ambiental de edificios con destino social.

Ecoalf, empresa originada en España en 2009 con certificado de Sistema B, tiene la misión de convertir residuos marinos y otros en zapatillas y productos de moda de la misma calidad diseño y propiedades técnicas que los mejores productos obtenidos a partir de material virgen. Se basa en la creación de tejidos a través de la transformación, con tecnología e inversión en I+D e investigación colaborativa. En la mayoría de los procesos utiliza reciclado mecánico, que es el más sostenible, y en términos de consumo energético y emisiones de CO<sub>2</sub>, la producción del hilo de material reciclado tiene un impacto mucho más bajo comparado con el convencional. Un criterio que aporta su trabajo es el concepto de trazabilidad, muy pertinente a la hora de uso de residuos textiles; es uno de los puntos críticos para tener en cuenta por la factibilidad de los procesos productivos para controlar la presencia de químicos.

En Febo Asoma, Martínez y Antenzon (2013), plantean como hipótesis la factibilidad de reconvertir descartes de la industria textil, considerados no reciclables, a través del diseño y la alianza con otras disciplinas, generando trabajo para población vulnerable. De ese modo colaborarían con el cuidado del ambiente al evitar que desechos valiosos se vertieran por toneladas cada día en rellenos sanitarios al tiempo que desarrollarían un modelo productivo. Para probar su hipótesis han estudiado cuantitativamente su tema, hecho mediciones en el laboratorio de sonido de la Universidad de Tres de Febrero UNTREF, transferido sus conocimientos en el área de la cuenca del Matanza Riachuelo y en barrios vulnerables del sur de CABA, con trabajo en edificios de carácter social y educativo. En forma paralela el grupo trabajó en la popularización de sus componentes reciclados para públicos masivos a partir de la contratación del gobierno de CABA para eventos masivos. Los residuos son recibidos desde el polo textil de la calle Avellaneda en CABA y los conos de cartón reforzado de residuos de empresas de etiquetado industrial de envases plásticos.

Se identifican tres grandes aplicaciones para los productos basados en residuos textiles en la construcción: 1) Hormigón o mortero compuesto, 2) Aislación térmica y acondicionamiento acústico, 3) Hormigón asfáltico.

Las fibras textiles ya sean naturales o sintéticas en el hormigón o mortero actúan como refuerzos y contribuyen más al volumen del compuesto que el peso, lo cual reduce la densidad del producto. De ahí que se puedan desarrollar productos livianos y de bajo costo mezclando cemento, agua y recortes de desechos textiles. También se observa que la incorporación de fibras textiles a hormigones mejora la durabilidad de estos últimos (Mohammadhosseini et al., 2018). La resistencia mecánica del hormigón puede mejorarse añadiendo pequeñas cantidades de fibras durante el mezclado, tal como muestran los siguientes ejemplos:

- fibra de polipropileno (de 0,07 % a 2 %) desde alfombras desechadas aumenta la resistencia a la compresión, la tenacidad a la flexión y la resistencia a la flexión (Wang, 1999).
- fibras de algodón (1 %) recuperadas de jeans azules aumenta la deformación por flexión, 40 % más de resistencia a la compresión y 7 % más de resistencia a la flexión (Pena-Pichardo et al., 2018).
- fibras de nailon desde redes de pesca de desecho aumenta la resistencia a la tracción de los compuestos en un 35 % y su tenacidad 13 veces (Spadea et al., 2015).
- Mezcla 50/50 de fibras de algodón y poliéster desde ropa de cama desechada aumentó las propiedades mecánicas (Ramamoorthy et al., 2014)

Se han aplicado residuos textiles en productos que impulsan la rehabilitación de edificios. Los residuos textiles poseen propiedades físicas comparables a los aislantes conocidos y disponibles en el mercado (Zach et al., 2019; Briga-Sa et al., 2013), por lo que su uso se recomienda como materia prima de productos para aislamiento de edificios (Gounni et al., 2018). Estos productos desde residuos pueden aportar aislamiento térmico y acondicionamiento acústico cuando se ubican dentro de paredes dobles externas, tal como muestran los siguientes ejemplos:

- fibras de lana y fibras de poliéster útiles para fabricar esteras aislantes verticales y de suelos (Zach et al. 2019). El factor de absorción acústica y la conductividad térmica de este producto pueden ajustarse según la densidad aparente de las fibras y el espesor de las esteras.
- mezcla 50/50 de fibras de lana y esteras de fibra de poliéster muestran un alto aislamiento térmico, absorción acústica, absorción de humedad y resistencia al fuego (Patnaik et al., 2015).

Por ahora hay información limitada sobre propiedades como resistencia al fuego y al agua, procesos de limpieza y resistencia contra el crecimiento de microorganismos de los productos que usan fibras naturales. Sin embargo, los investigadores revisaron que en algunos casos los productos con estos residuos textiles tienen un mejor desempeño que otros productos convencionales (Islam y Bhat, 2019).

En general, se observa que los esfuerzos apuntan a reutilizar un tipo específico de residuo textil por producto. Sin embargo, muchas veces estos residuos suelen ser mezclas de varios tipos de fibras textiles, tal como se presenta en este trabajo. Por este motivo, los productos basados en residuos mezclados de múltiples textiles son una opción prometedora porque ayudan a minimizar el costo utilizado en la fase de clasificación inicial de los residuos. Por otro lado, algunos residuos textiles podrían contener sustancias químicas y colorantes peligrosos, de ahí que algunos autores sugieren incorporar una evaluación toxicológica detallada del producto valorizado (Undas, A K et al, 2023).

La producción de productos basados en residuos textiles podría desarrollar un nuevo modelo de economía circular (Rubino et al., 2018), que permita minimizar los efectos nocivos de estos residuos desechados y crear un nuevo mercado para vender y comprar estos textiles desechados. Sin embargo, los estudios principalmente son de carácter técnicos, por lo que están desconectados con el territorio y su contexto socio-económico.

### 1.3 Acondicionamiento acústico, salud y confort en el ámbito educativo

Las consecuencias de una deficiente acústica en las aulas están vinculadas a los ruidos y la reverberación excesiva, produciendo interferencias en la comunicación, alteración de la concentración, agotamiento físico y mental y otros inconvenientes negativos para el rendimiento académico de profesores y alumnos. Cuando la acústica de un recinto es deficiente, se incrementan los errores en la escucha, y los alumnos tienden a “desconectarse” más de la explicación y es necesaria la repetición sistemática de palabras. La energía del alumno es “malgastada” en el proceso de atención y comprensión de las palabras en lugar de ser empleada para procesar la información que le es presentada. No sólo se ve afectada la asimilación y fijación de conocimientos sino que además la capacidad de razonamiento lógico o de realizar asociaciones o correlaciones se ve perjudicada. La mala acústica influye negativamente en la atmósfera emocional de las clases, afectando también la salud del profesor. El ruido es la fuente principal de estrés de los profesores y la influencia de un recinto sin tratamiento expone a los docentes a un esfuerzo continuo para

sobrepasar el ruido de fondo existente. ( Pujol et al, 2013).

Numerosos estudios han demostrado que una acústica deficiente en recintos de enseñanza repercute directamente sobre alumnos y docentes con incremento del pulso cardíaco y el uso intensivo de la voz genera numerosos problemas como la disfonía e irritación de las cuerdas vocales. Esto se debe principalmente a la existencia de largos tiempos de reverberación, lo que se traduce en una pobre inteligibilidad de la palabra hablada, se interfiere en el proceso de enseñanza-aprendizaje, afectando como se mencionó anteriormente, la salud de alumnos y docentes. El problema de la excesiva reverberación es ocasionada por las extensas superficies reflectantes existentes en la mayoría de las aulas. (Domínguez-Alonso, J et al, 2009).

Entre los beneficios que otorga una buena acústica en el ámbito de enseñanza podríamos enumerar:

- se crea un ambiente más natural y relajado para nuestros oídos,
- se mejora la comunicación verbal,
- reducción del nivel de presión sonora,
- disminución en el esfuerzo para hablar y el estrés ocasionado por la exposición a altos niveles de ruido.

Así mismo se modifica el comportamiento y fomenta una relación más positiva entre estudiantes, reduce el ausentismo por problemas vocales de docentes y mejora la concentración y aprendizaje de los alumnos. (Wilson, O et al, 2002), Shield & Dockrell, 2008).

El diseño y los materiales empleados en la elaboración de las placas cementicias le otorgan un buen desempeño en la absorción de energía acústica. Esta característica permite emplear dichas placas como acondicionador acústico para recintos, reduciendo los tiempos de reverberación y obteniendo una mejora en el confort acústico, según ensayos normalizados realizados en CIC-LAL.

### 1.4 ODS, los objetivos a satisfacer con el producto

Se transcriben a continuación los puntos y subpuntos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 a los que el proyecto busca responder, se trata de un extracto textual de los mismos.

#### ***Objetivo 8: promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible; el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos***

*La continua falta de oportunidades de trabajo decente, la insuficiente inversión y el bajo consumo producen una erosión del contrato social básico subyacente en las sociedades democráticas: el derecho de todos a compartir el progreso. La creación de empleos de calidad seguirá constituyendo un gran desafío para casi todas las economías más allá de 2015.*

Para conseguir el desarrollo económico sostenible, las sociedades deberán crear las condiciones necesarias para que las personas accedan a empleos de calidad, estimulando la economía sin dañar el medio ambiente. También tendrá que haber oportunidades laborales para toda la población en edad de trabajar, con condiciones de trabajo decentes.

8.3) Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.

8.4) Mejorar progresivamente, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles.

8.5) Lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.

8.6) De aquí a 2020, reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación.

### **Objetivo 9: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación**

El ritmo de crecimiento y urbanización también está generando la necesidad de contar con nuevas inversiones en infraestructuras sostenibles que permitirán a las ciudades ser más resistentes al cambio climático e impulsar el crecimiento económico y la estabilidad social.

9.2) Promover una industrialización inclusiva y sostenible y aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados.

9.3) Aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, particularmente en los países en desarrollo, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados.

9.4) Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

9.5) Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente.

### **Objetivo 10: reducir la desigualdad en y entre los países**

La comunidad internacional ha logrado grandes avances sacando a las personas de la pobreza. Las naciones más vulnerables, los

países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo, continúan avanzando en el ámbito de la reducción de la pobreza. Sin embargo, siguen existiendo desigualdades y grandes disparidades en el acceso a los servicios sanitarios y educativos y a otros bienes productivos. Dentro de los propios países, Argentina uno de ellos- ha aumentado la desigualdad. Existe un consenso cada vez mayor de que el crecimiento económico no es suficiente para reducir la pobreza si este no es inclusivo ni tiene en cuenta las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

10.2) Potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición.

### **Objetivo 11: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles**

Los problemas que enfrentan las ciudades se pueden vencer de manera que les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza. El futuro que queremos incluye a ciudades de oportunidades con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.

11.1) Asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.

11.6) Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

### **Objetivo 12: producción y consumo responsables**

El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida. En ese proceso participan diversos actores como las empresas, consumidores, encargados de la formulación de políticas, investigadores, científicos, minoristas, medios de comunicación y organismos de cooperación para el desarrollo.

12.2) Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

12.4) De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

12.5) Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

12.6) Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas

sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes.

12.7) Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales.

12.8) Asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza.

### Objetivo 13: acción por el clima

Las personas viven en su propia piel las consecuencias del cambio climático. Estos incluyen cambios en los patrones climáticos, el aumento del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos más extremos.

Las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por las actividades humanas hacen que esta amenaza aumente. De hecho, las emisiones nunca habían sido tan altas. Si no actuamos, la temperatura media de la superficie del mundo podría aumentar unos 3 grados centígrados este siglo y en algunas zonas del planeta podría ser todavía peor. Las personas más pobres y vulnerables serán los más perjudicadas.

13.2) Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.

13.3) Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

### Objetivo 17: fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible

Para que una agenda de desarrollo sostenible sea eficaz se necesitan alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Estas alianzas inclusivas se construyen sobre la base de principios y valores, una visión compartida y objetivos

comunes que otorgan prioridad a las personas y al planeta, y son necesarias a nivel mundial, regional, nacional y local.

### Tecnología

17.6) Mejorar la cooperación regional e internacional Norte-Sur, Sur-Sur y triangular en materia de ciencia, tecnología e innovación y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas, mejorando la coordinación entre los mecanismos existentes, a nivel de las Naciones Unidas, y mediante un mecanismo mundial de facilitación de la tecnología.

17.7) Promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión a los países en desarrollo en condiciones favorables, incluso en condiciones concesionarias y preferenciales, según lo convenido de mutuo acuerdo.

17.8) Poner en pleno funcionamiento, a más tardar en 2017, el banco de tecnología y el mecanismo de apoyo a la creación de capacidad en materia de ciencia, tecnología e innovación para los países menos adelantados y aumentar la utilización de tecnologías instrumentales, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones.

**Creación de capacidad:** 17.9) Aumentar el apoyo internacional para realizar actividades de creación de capacidades eficaces y específicas en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluso mediante la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y triangular.

**Coherencia normativa e institucional.** 17.14) Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible.

**Alianzas entre múltiples interesados.** 17.17) Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible abarcados por el proyecto

### 1.5 Economía circular y ecología industrial: triple impacto (1. ambiente y disposición final + 2. sociedad por creación de puestos de trabajo y mejora del hábitat + 3. economía por sustitución importaciones y ahorro en jornales caídos por acústica).

En países principalmente de Europa, América del Norte y Asia se han desarrollado e implementado estrategias basadas en la Economía Circular para mejorar la gestión de residuos sólidos (Nelles et al., 2016; Schroeder et al., 2019). Esta economía contribuye a cumplir algunos ODS, pero ha sido criticada porque descuida los límites termodinámicos y apenas aborda los aspectos socioéticos de la sostenibilidad (Giampietro y Funtowicz, 2020; Inigo y Blok, 2019; Vanhuysse et al., 2021). Para abordar estas limitaciones y al mismo tiempo cumplir los objetivos de la Economía Circular, se propone la Ecología Industrial porque combina enfoques técnicos y ecológicos y al mismo tiempo tiene en cuenta aspectos sociales (Cohen-Rosenthal, 2004). Esta ecología considera los sistemas de producción industrial en analogía con los ecosistemas naturales, tomando prestados términos, principios y conceptos como la simbiosis para diseñar estrategias de eficiencia (Hess, 2010; McManus y Gibbs, 2008). Otro concepto importante es la consideración de los flujos de materiales, agua y energía como metabolismo, mediante el cual se hace una distinción entre metabolismo industrial y urbano, especialmente porque los instrumentos de política son diferentes (Fraccascia, 2018). El establecimiento de una simbiosis urbano-industrial puede reducir el impacto ambiental de las ciudades y ser una herramienta para el desarrollo sostenible (Shah et al., 2020). Ejemplos de simbiosis urbano-industrial incluyen los sistemas de calefacción urbana que utilizan el calor de los procesos de fabricación y el uso de desechos sólidos como combustible sustituto en industrias de uso intensivo de energía, como la producción de acero (Kim et al., 2018).

Las estrategias ecoindustriales para el desarrollo regional y urbano pueden conducir a situaciones donde todos los actores involucrados se benefician (Gibbs y Deutz, 2005). A la fecha las aplicaciones de Ecología Industrial se han desarrollado principalmente en Asia y Europa (Fraccascia, 2018). En cambio, los países latinoamericanos han adoptado principalmente la legislación sobre Economía Circular de los países europeos con una mínima adaptación a sus condiciones económicas y sociales (Dong et al., 2016; Fraccascia, 2018; Shah et al., 2020). Bajo este último contexto, el uso de residuos para fabricar productos de construcción rara vez conecta el metabolismo urbano y la planificación urbana (Hossain et al., 2020; Winans et al., 2017). Los análisis de flujo de materiales, ciclo de

vida y huella de carbono se utilizan para evaluar proyectos de Ecología Industrial, pero la evaluación previa del potencial de sostenibilidad, particularmente de los impactos sociales, es inusual (Ohnishi et al., 2017). En general, existe una pobre conexión entre los enfoques de las ciencias sociales, la ingeniería y las ciencias naturales en la literatura de Ecología Industrial (Bolay, 2020; Walker et al., 2021).

Autores del presente trabajo exploraron el uso de residuos sólidos para una estrategia de desarrollo ecoindustrial que aborda la acumulación de residuos, el desempleo y la escasez de viviendas en el distrito suburbano de General San Martín en Buenos Aires (Troger et al., 2023). Mediante un análisis FODA combinado con las dimensiones PESTLE, encontraron que uno de los principales desafíos fue la falta de conciencia, la subvaloración y la subestimación de la experiencia y la eficiencia de la clasificación y el procesamiento de residuos por parte de los recicladores informales y las organizaciones sin fines de lucro (cooperativas). La superación de tal desafío podría convertirse en una simbiosis urbana con el metabolismo industrial que ya se está produciendo (Gutberlet y Carenzo, 2020). Las experiencias actuales de economía social y solidaria en San Martín podrían ser útiles para apoyar las innovaciones desde abajo y así contribuir a las problemáticas socioecológicas abordadas. Estas innovaciones tendrían que estar respaldadas por una investigación e innovación responsables para adaptarse a la realidad social y económica (Carenzo, 2020; Inigo y Blok, 2019). Esta estrategia ayudaría a comunicar de manera equilibrada los impactos de las innovaciones técnicas en las dimensiones económica, social y ambiental de la sostenibilidad, fomentando la confianza y la cooperación y dando orientación para la construcción de modelos de negocio relacionados (Carenzo y Sorroche, 2021; Madsen et al., 2022).

## 2. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

### 2.1 Breve discusión sobre la dificultad de ponderar impactos sociales y ambientales de productos basados en residuos cuando las exigencias actuales sólo ponderan el cumplimiento de aspectos técnicos

Sobre el desafío de desarrollar, certificar y promover el uso de productos de construcción a base de desechos; varios autores (Becerra, 2021; Asdrubali, 2015; Anastas, 2003) discuten y dan pautas para superar esto. Asdrubali et al. (2015), quienes resumieron más de 20 productos de residuos de aislamiento para edificios, observaron que varios productos aún se encuentran en una etapa de prototipo y tienen una caracterización incompleta. Ellos (Asdrubali, 2015) concluyen que una

mala caracterización se convierte en una barrera para lograr la certificación y aceptación en el mercado. La certificación de productos de construcción no tradicionales, como los basados en desechos, enfrenta dificultades cuando se utilizan estándares desarrollados para productos tradicionales. Los sistemas no tradicionales son aquellos que no cuentan con normas, reglamentos, disposiciones o resoluciones de organismos nacionales que establezcan las condiciones a las que deba ajustarse el uso y fabricación, o bien que éste no se encuentra claramente difundido (Ministerio del Interior Obras Públicas y Vivienda 2019). Entre los no tradicionales están los materiales basados en fuentes de RINP-RSU y re-uso, como los residuos de plásticos y fibras naturales. Estos productos se enfrentan la incredulidad de las partes interesadas, ya que estos productos tienen menos experiencia en la construcción que los tradicionales. La homologación de productos para su utilización en la construcción en la Argentina se realiza siguiendo las pautas del Certificado de Aptitud Técnica (CAT), que se rige por el Reglamento aprobado por la Resolución SVOA Nro. 288/90. El CAT exige el cumplimiento de una serie de requisitos esenciales relacionados con la aplicación de sistemas y materiales de construcción. Por lo general, la homologación de materiales no tradicionales exige mayor cantidad de ensayos que los tradicionales, debido a la escasa experiencia sobre la utilización de los materiales no tradicionales en obra. La homologación por CAT se enfoca sólo en criterios tecno-científicos, por lo que es incapaz de ponderar los impactos ambientales y sociales que con lleva el desarrollo de materiales no tradicionales. Por ejemplo, un producto de fácil fabricación y basado en RINP-RSU puede con llevar beneficios: ambientales (Khatib, 2016), reducción de la carga de CO<sub>2</sub> en el ambiente, recuperación de suelos; sociales (Kono, 2018), generación de empleos en regiones de reducido desarrollo tecnológico y mejora de la calidad del aire exterior; y económicos.

## 2.2 Placa textil, descripción y ensayos previos para viabilizar el proceso

El proyecto está basado en el desarrollo, diseño y producción de placas textiles aptas para ser utilizadas en el acondicionamiento acústico de recintos cerrados. Las placas aglutinan en forma innovadora residuos textiles generados tanto por la industria, a partir de los procesos productivos como de confección, empleando cementos y/o insumos naturales. Las placas se fabrican a medida, según su ubicación, hasta 40 x 60 cm en espesores de 3,2 cm, modulación ideal para utilizar con sistemas constructivos en seco. Su fabricación no requiere de maquinaria especializada ya que se trabaja como una mezcla estándar de obra y por su reducido peso (3,6 kilos para la medida citada)

puede ser fabricada y montada con una capacitación muy simple y amigable. Estas placas se pueden utilizar sobre sistemas constructivos en seco con estructuras de madera o acero, sistemas que permiten recuperarlas en caso de ser necesario por modificaciones de layout o cambios de uso.

Como ejemplo de aplicación de estas placas cementicias con residuos textiles, para acondicionar un aula de 48 m<sup>2</sup> de perímetro de muros, se requerirían 9 bolsas de cemento standard (CP40) de 50 kilos y 112 kilos de residuos textiles, que se producirían con un equipo integrado por 6 personas en 8 medias jornadas de trabajo.

El objetivo general del proyecto es producir y aplicar placas para acondicionamiento acústico en edificios educativos utilizando residuos textiles obteniendo un triple impacto: optimizar la gestión de residuos textiles, mejorar las condiciones de habitabilidad de estos edificios y generar puestos de trabajo con baja inversión y una capacitación muy simple.

### Objetivos específicos

- a) Fomentar la cultura de la economía circular a partir de la investigación y el desarrollo tecnológico produciendo transferencias de conocimiento y capacitación desde la academia hacia la comunidad.
- b) Generar soluciones para el acondicionamiento acústico de espacios educativos.
- c) Escalar la producción y aplicar placas generadas con fibras textiles acrílicas provenientes de tejeduría plana aglutinadas con cemento.
- d) Desarrollar, ensayar y aplicar placas generadas con restos de accesorios de la confección de prendas aglutinadas con sustancias naturales.
- e) Reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final y/o vertederos ilegales, reduciendo el impacto ambiental.
- f) Mejorar las condiciones de absorción acústica de la envolvente de espacios educativos.
- g) Generar puestos de trabajo con baja inversión para personas de cualquier género y edad.
- h) Promover la transferencia de conocimientos y tecnologías al sector productivo.
- i) Establecer alianzas estratégicas con empresas textiles y organizaciones del sector productivo para la realización de proyectos conjuntos.

En la figura 2 se puede observar el diseño de las placas. Estas placas cuentan con ensayos de conductividad, permeabilidad, densidad óptica de humos, propagación de llama en INTI y absorción acústica en el CIC LAL. En todos los casos se obtuvieron resultados satisfactorios que las convierten en materiales aptos para ambos usos (antecedentes empíricos disponibles carpeta ENSAYOS PLACA TEXTIL en drive:

<https://drive.google.com/drive/folders/1ZEQLKAlgIE9PZrE6Gx7A5kH2owHmwgge?usp=sharing>

Se realizaron ensayos en laboratorios certificados para caracterizar: 1) Resistencia al fuego (Determinación del índice de propagación de llama, IRAM 11910); 2) Degradación por agua (Evaluación de la succión capilar en probetas moldeadas en laboratorio, IRAM 1871); 3) Conductividad térmica (Cálculo de conductividad térmica, IRAM 1860). Previo a estos ensayos, se realizaron ensayos preliminares para identificar la dosificación del material con mayor rendimiento para una dada propiedad. Estos ensayos

llamados de anticipación (Yajnes, ME, et al., 2022) siguieron procedimientos basados en normativas nacionales e internacionales y permitieron utilizar equipamiento de bajo costo y de fácil acceso en el mercado local, y que requirieron estándares mínimos de seguridad conseguibles sin necesidad de contar con un laboratorio certificado.

Se cuenta asimismo con registro de modelo industrial y el antecedente de haber sido seleccionada para exposición y catálogo Innovar 2022 en la categoría Investigación aplicada y nuevamente en Innovar 2023 en la categoría Diseño innovador.



Figura 2. Placas textiles cementicias.

### 3. RENDIMIENTO ACÚSTICO DEL PRODUCTO

#### 3.1 Absorción acústica, análisis de ensayos realizados para un material base y sus variantes

En primera instancia se realizó un ensayo de 10 m<sup>2</sup> de placas originales Texacem® en el Laboratorio de Acústica y Luminotecnia de la Comisión de Investigaciones Científicas LAL CIC del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

El objetivo del ensayo fue la obtención del coeficiente de absorción sonora en cámara reverberante  $\alpha_s$  de acuerdo con la norma IRAM 4065/2019 “Medición de absorción sonora en una cámara reverberante” equivalente a la ISO 354/2003, obtención de parámetros globales normalizados asociados con estos

coeficientes dependientes de la frecuencia de acuerdo con las normas ASTM C 423-02a e ISO 11654.

El material ensayado fueron placas cementicias textiles de 40 por 50 por 3,2 cm de espesor, se emplearon para la fabricación de cada una 2 kg de cemento CP40 estándar 250 g de falso orillo y 250 g de orilla ambos de fibras acrílicas provenientes de tejeduría plana. El material fue identificado por el laboratorio como A3452.

De acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 4065 el material fue colocado sobre el piso de la cámara formando un rectángulo de 10,20 m<sup>2</sup> en 3,00 por 3,40 metros, el borde perimetral no fue sellado acústicamente por lo que la superficie total utilizada para los cálculos incluyó la superficie de los bordes del arreglo ensayado resultando en 10,70 m<sup>2</sup> En la figura 3 se puede apreciar la disposición de ensayo.

**Instrumental e instalaciones utilizadas:**

- a) medidor de nivel sonoro y analizador de espectros en tiempo real marca Brüel & Kjaer Type 2250, con pre amplificador de micrófono de la misma marca Type ZC0032 y micrófono de media pulgada misma marca Type 4189,
- b) software de medición de tiempo de reverberación misma marca Type BZ7227,
- c) fuente acústica de referencia misma marca Type 4231,
- d) amplificador de audio frecuencias marca Pyramid modelo PA1000x,
- e) fuentes sonoras de la cámara reverberante 2 bafles cúbicos de tres parlantes cada uno,
- f) cámara reverberante LAL CIC, los instrumentos trazables con patrones del Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI.



**Figura 3.** Montaje de placas para el ensayo en cámara reverberante

**Metodología de las mediciones:**

Para calcular la absorción sonora se midieron tiempos de reverberación siguiendo el procedimiento de las normas citadas. La sala reverberante utilizada posee un volumen de 189 m<sup>3</sup>, una superficie total interior de 208 m<sup>2</sup> y tiene una forma de poliedro irregular de siete caras de base trapezoidal con techo de doble pendiente y planos enfrentados no paralelos además cuenta con 10 difusores sonoros colgados del techo aleatoriamente distribuidos, cinco placas acrílicas de forma rectangular ligeramente curvadas de 8 mm de espesor y 1,4 m<sup>2</sup> de superficie y cinco esferas de poliestireno expandido de 30 mm de espesor y 0,9 metros de diámetro. Durante el ensayo se utilizaron dos posiciones diferentes de las fuentes sonoras y seis posiciones del micrófono realizándose tres registros por cada combinación fuente micrófono de este modo cada tiempo de reverberación fue el resultado del

promedio de 36 caídas siguiendo los recaudos expuestos en la norma antes citada este procedimiento fue llevado a cabo para dos condiciones la cámara vacía y la cámara con la muestra ensayada en su interior se constató que la temperatura y la humedad permanecieran constantes durante la realización del ensayo con los tiempos de reverberación medidos se calculó el coeficiente de absorción sonora  $\alpha_s$  adimensional para las bandas de tercios de octava comprendidos entre 100 y 5000 hz rango extendido. A partir de los valores de coeficiente de absorción sonora  $\alpha_s$  se calcularon los valores en bandas de octavas y los parámetros globales establecidos en las normas ASTM C423 2a ISO 11654/1997.

En la tabla 4 y en el gráfico 4 (Figura 4) se presentan los valores calculados del coeficiente de absorción sonora para las bandas de tercios de octavas  $\alpha_s$  adimensional con sus correspondientes incertidumbres de medición  $U(\alpha_s)$ .

Al final de la tabla 4 y en el gráfico 4 se pueden leer los valores calculados para los parámetros globales NRC y SAA de acuerdo con lo especificado en ASTM 423 02a.

En la tabla 5 y en el gráfico 5 (Figura 5) se presentan los valores calculados del coeficiente de absorción sonora práctico para bandas de octavas  $\alpha_p$  adimensional; al final de la tabla 2 se puede leer el valor calculado del parámetro global coeficiente de absorción sonora práctico ponderado  $\alpha_w$  con los indicadores de forma y la clase de absorción acústica de acuerdo a lo especificado en la norma ISO 11654. La incertidumbre de medición está expresada como la incertidumbre expandida o basada en la incertidumbre estándar combinada multiplicada por un factor de seguridad de valor 2 suministrando un límite de confianza del 95 %.

**3.2 Materiales alternativos**

A partir de la necesidad de evitar el desprendimiento de polvo de cemento por un lado y de lograr uniformidad de terminaciones, dada la variedad de colores de los residuos textiles recibidos, se diseñaron y produjeron materiales alternativos.

Para evaluar la absorción acústica de estas muestras se realizaron mediciones empleando el método de tubo de impedancia acústica (también llamado Tubo de Kundt). Este método consta de una bocina, un tubo liso, rígido y cerrado que se utiliza como guía de onda. El material de prueba se coloca en uno de los extremos del tubo y en el otro extremo se acopla la bocina. Dos micrófonos son colocados sobre la pared interna del tubo para registrar las señales acústicas producidas.

Frecuencia (Hz)	$\alpha_s$	$\pm U(\alpha_s)$
100	0,03	0,03
125	0,11	0,04
160	0,12	0,04
200	0,20	0,06
250	0,25	0,05
315	0,33	0,05
400	0,42	0,06
500	0,52	0,07
630	0,59	0,08
800	0,65	0,08
1000	0,68	0,07
1250	0,69	0,07
1600	0,76	0,07
2000	0,77	0,07
2500	0,79	0,07
3150	0,81	0,07
4000	0,82	0,07
5000	0,83	0,07
<b>NRC</b>	<b>0,55</b>	
<b>SAA</b>	<b>0,55</b>	

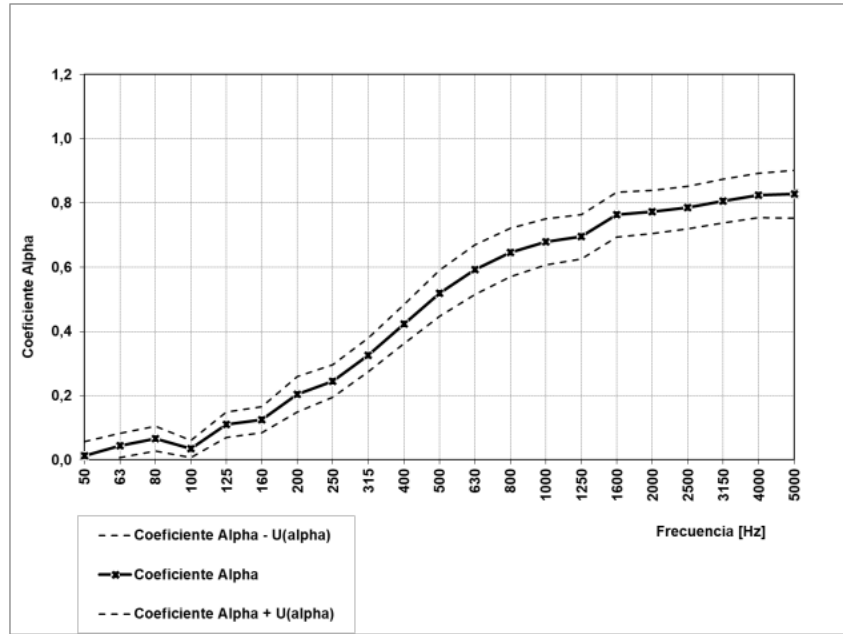


Figura 4. Tabla 4 y Gráfico 4. Coeficiente de absorción sonora práctico ( $\alpha_s$  adimensional)

Frecuencia (Hz)	$\alpha_p$
125	0,10
250	0,25
500	0,50
1000	0,65
2000	0,75
4000	0,80
$\alpha_w$	0,50
<b>Clase de absorción sonora</b>	<b>D</b>

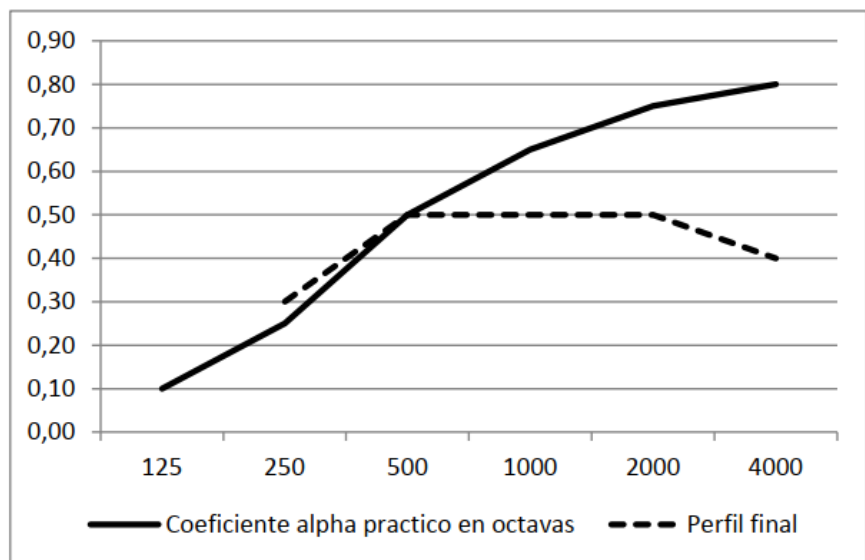


Figura 5. Tabla 5 y Gráfico 5. Coeficiente de absorción sonora práctico ( $\alpha_p$  adimensional) y clase de absorción sonora

Para este método de medición, se confeccionaron nuevas muestras y se prepararon para ello rodajas de materiales de 10 cm y 3 cm de diámetro. Las variantes

analizadas y los colores con que se representan la figura 6 fueron las siguientes:

A) Azul: Placa de fibras acrílicas original Texacem®.

- B) Rojo: Placa de fibras acrílicas con ferrite (colorante).
- C) Verde: Placa de fibras acrílicas fabricada con cemento blanco.
- D) Violeta: Placa de fibras de poliéster.
- E) Celeste: Placa de fibras acrílicas terminación con pintura látex blanca.
- F) Naranja: Placa de fibras acrílicas sumergida en líquido sellador transparente. (tapagoteras)



**Figura 6.** Muestras para mediciones en Tubo de Impedancia. Variantes de la muestra Texacem®.

Observando los perfiles de absorción acústica de la Placa Texacem® y sus variantes (ver Figura 7) podemos afirmar que el desempeño del material es muy satisfactorio. Las placas analizadas en promedio absorben más del 60 % de la energía sonora por encima de los 800 Hz y teniendo en consideración que la sensibilidad mayor del oído humano se encuentra aproximadamente en el rango de 1000 Hz a 8000 Hz, el empleo del material como revestimiento acústico tiene muy buenas prestaciones como reductor del campo reverberante en un espacio cerrado. La Placa Texacem® evidenció el mejor comportamiento de todos, absorbiendo hasta el 80 % de la energía incidente en el rango de frecuencias por encima de 630 Hz. Algunas curvas presentaron picos y valles pronunciados en su respuesta (como por ejemplo la curva violeta: Placa de fibras de poliéster). Esto se

debió en gran medida a la superficie no homogénea que presenta la muestra estudiada y que el método de medición empleado (Tubo de Kundt) es especialmente sensible a la componente normal del sonido incidente. También pudo constatar una disminución del coeficiente de absorción en media y alta frecuencia en aquellas variantes del material donde se emplearon pinturas o productos impermeables como protección y terminación final. Este comportamiento puede apreciarse claramente en la curva celeste (Placa de fibras acrílicas terminación con pintura látex blanca) a partir de los 630 Hz. La disminución de la absorción es debida a que el producto impermeable “obstruye” o “sella” los pequeños poros del material imposibilitando el ingreso y difusión del frente de onda dentro de la muestra y la energía sonora se ve por lo tanto reflejada al ambiente.

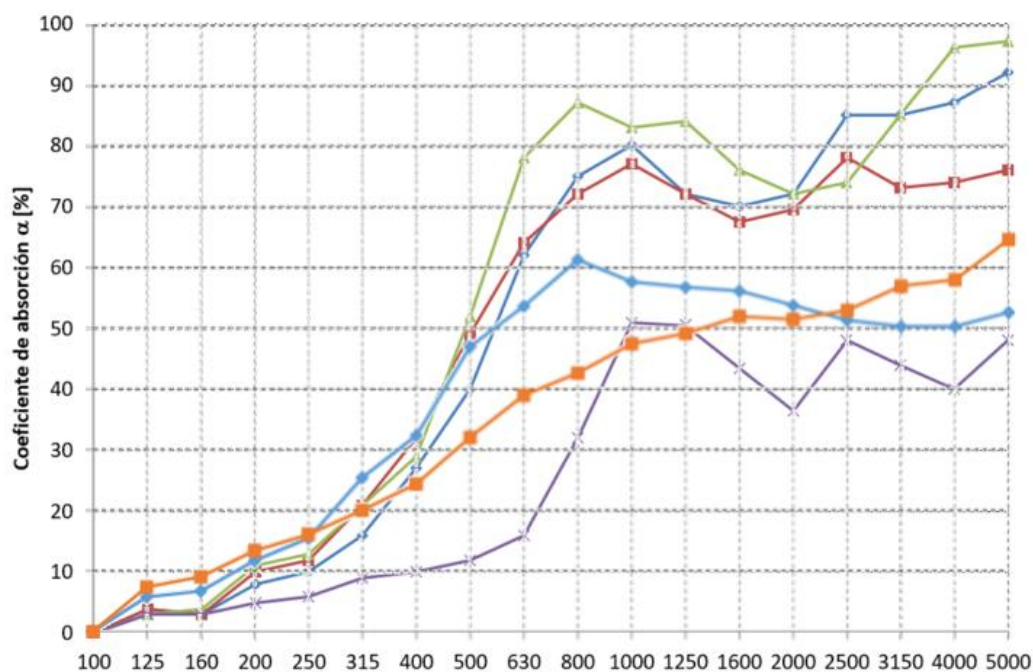


Figura 7. Comparativa de respuesta de variantes de la placa Texacem® en Tubo de Kundt

### 3.3 Nuestras placas y otros materiales de mercado, comparación de resultados.

Se analizará a continuación la respuesta de las placas Texacem®, en relación a diferentes productos de mercado de variedad de materiales, en todos los casos se trata de ensayos realizados en cámara reverberante. El perfil de absorción acústica de nuestras placas es el típico de materiales de espesor similar existentes en el mercado. Debido a las limitaciones de su estructura, densidad y espesor, en bajas frecuencias la absorción del panel va en ascenso con la frecuencia y aproximadamente después de los 500 Hz ofrece una absorción superior al 50 %. Como se observa en la Figura 8, la respuesta de nuestra placa es similar a otras

de mercado superando incluso la prestación para altas frecuencias a las placas de yeso laminado y solo superada a las placas combinadas de yeso perforadas con una lámina acústica incorporada, la única solución de las analizadas que funciona para bajas frecuencias. Para una claridad de lectura se identifican con diferentes colores las líneas correspondientes a cada material:

- 1) Azul: Placa Texacem standard 33 mm promedio
- 2) Amarillo: Placa de yeso laminado perforado Placo Acoustic Compass Z.0 12,5 mm.
- 3) Gris: Placa perforada de roca-yeso con viledon acústico posterior Acuflex DUR Tokio 12,5 mm
- 4) Rojo: Placa de espuma Fonac 30/35 mm

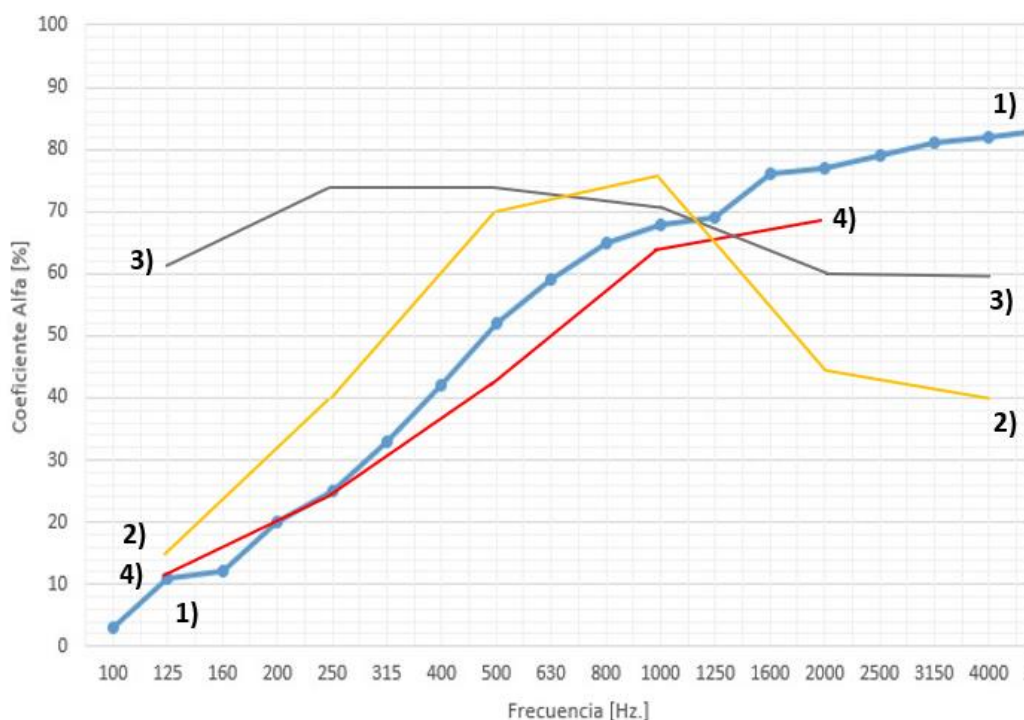


Figura 8. Comparativa de respuesta de la placa Texacem y productos de mercado analizados en cámara reverberante

#### 4. INTEGRACIÓN DEL PRODUCTO ENTRE LA COMUNIDAD INTERESADA

##### 4.1 Capacitaciones a la comunidad (asociaciones civiles y ámbito educativo)

Integrantes de la Asociación Biblioteca Popular La Carcova fueron capacitados en la preparación de estas placas, con el doble objetivo de generar productos para posteriores ensayos, en este caso fueron las placas utilizadas para el ensayo de medición de coeficiente de absorción sonora en cámara reverberante y desarrollar capacidades laborales para sus integrantes. Esta capacitación se llevó a cabo en el laboratorio de materiales del Instituto de Arquitectura y Urbanismo de la Escuela de hábitat y sostenibilidad de la Universidad Nacional de San Martín, IA EHyS UNSAM, fue dictado por investigadores de esta casa de estudios y de la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Centro Experimental de la Producción UBA FADU CEP. Este proceso se llevó adelante en 8 encuentros durante los que se produjeron 9 m<sup>2</sup> con 10 integrantes de la Biblioteca, luego se entregaron los respectivos certificados de capacitación. Fue muy interesante el intercambio de saberes y la percepción de varias integrantes de la asociación sobre la similitud que encontraron entre este proceso productivo y otros de su expertise como la fabricación de tortas. En la Figura 9 se registra la actividad de capacitación.

El siguiente 1 m<sup>2</sup> necesario para el citado ensayo, se fabricó en el laboratorio del CEP en una pasantía de investigación de una doctoranda en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires UNICEN. En este caso se pudo intercambiar experiencias acerca de la reinsertión productiva de residuos textiles, dado que la doctoranda lleva adelante una investigación sobre el uso de residuos de segunda generación de buzos de frisa en la localidad de Mar del Plata, ella recibe los mismos de una emprendedora que fabrica accesorios a partir de esos residuos y desarrolla placas con bioaglutinantes.

#### AGRADECIMIENTOS

El proyecto está financiado desde el UBACyT 200201900100089BA 2020-2024 “Sistemas constructivos sustentables con aplicación de economía circular desde la industria hasta la generación de empleo, con el aprovechamiento de residuos, fibras naturales y bioplásticos aptos para certificación CAT” y desde el “Proyecto Atlas de Residuos Sólidos industriales de San Martín” dirigidos por los autores de este proyecto. Por otro lado, tanto la UBA FADU CEP como UNSAM EHyS IA a través del Proyecto Atlas de Residuos Sólidos industriales de San Martín, aportan sus instalaciones, equipamiento y recursos humanos para el desarrollo de las tareas. Agradecemos asimismo a las empresas que nos proveen sus residuos

textiles que piden confidencialidad y al Laboratorio de Acústica y Luminotecnia del Centro de

Investigaciones Científicas del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires por los ensayos realizados.



**Figura 9.** Capacitación del personal de la Asociación Biblioteca La Cárcova

## REFERENCIAS

- Ángeles Rojas, J. S., & Orozco Hernández, M. E. (2015). *Propuesta de manejo de residuos generados por la actividad textil en la localidad de San Andrés Ocotlán, municipio de Calimaya, Estado de México*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/27476>.
- Botsman, R., & Rogers, R. (2010). *What is Mine Is Yours - How Collaborative Consumption is changing the way we live*. Business. Editorial Collins. New York.
- Busnelli, R. (2016) *Atlas de residuos sólidos industriales del partido de Gral. San Martín: proyectos de reutilización / reciclado y modelos de gestión de productos innovadores para la construcción local*. En Janches, F; Jaimes, C; Amette, R, Corti, M, Henderson, H; Kozak, D (comp.) *Del conocimiento al desarrollo: nuevos desafíos de la universidad en la gestión del desarrollo urbano contemporáneo /*. (pp. 163-172) Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Eudeba.
- del Mar Barbero-Barrera, M., Pombo, O., & de los Angeles Navacerrada, M. (2016). Textile fibre waste bindered with natural hydraulic lime. *Composites Part B: Engineering*, 94, 26-33.
- Echeverria, C.A., Pahlevani, E., Handoko, W., Jiang, C., Doolan, C., Sahajwalla, V. (2019). Engineered hybrid fibre reinforced composites for sound absorption building applications. *Resources, Conservation and Recycling*, 143, pp. 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.014>
- Dhanashree Pillay, Bianca L. Vieira. Noise, screaming and shouting: Classroom acoustics and teachers' perceptions of their voice in a developing country. *South African Journal of Childhood Education, Vol 10, No 1, a681*. DOI: <https://doi.org/10.4102/sajce.v10i1.681>
- Domínguez-Alonso, J, López-Castedo, A, Núñez-Lois, S, Portela-Pino, I, Vázquez-Varela, E. (2019) Disturbance of the voice in teachers -*Rev. Esp. Salud Pública vol.93* Madrid
- Fundación Ellen MacArthur (2012) *Hacia la Economía Circular con una visión de mayor alcance: Racionalidad económica y de negocios para una transición acelerada*. <http://repositorio.ampf.org.ar/greenstone/sites/1ocalsite/collect/economia/index/assoc/D219.dir/hacia-una-ecomomia-circular.pdf>
- González Loeda, L. (2017). *Modelado vibromecánico del ecocomposites textiles para aislamiento acústico*. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/87905>

- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M. (2015). ¿How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765-777.
- Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy—Towards the conceptual framework. *Sustainability*, 8, 3-28
- Jesper Kristiansen, Søren Peter Lund, Roger Persson, Hitomi Shibuya, Per Møberg Nielsen, Matthias Scholz. *A study of classroom acoustics and school teachers' noise exposure, voice load and speaking time during teaching, and the effects on vocal and mental fatigue development*. The National Research Centre for the Working Environment, Lersø Parkalle 105, 2100, Copenhagen, Denmark, DOI: 10.1007/s00420-014-0927-8
- Klatte, M., Hellbrück, J., Seidel, J., y Leistner, P. (2010c). Effects of classroom acoustics on performance and well-being in elementary school children: a field study. *Environ. Behav.* 42, 659–692. doi: 10.1177/0013916509336813
- Leena M. Rantalai y Eeva Sala. (2015) Effects of Classroom Acoustics on teachers' Voices. Volume 22, Issue 3-4. December 1, 2015. Building Acoustics <https://doi.org/10.1260/1351-010X.22.3-4.243>
- Linder, M., & Williander, M. (2017). Circular business model innovation: inherent uncertainties. *Business Strategy and the Environment*, 26(2), 182-196.
- Magalhães, L. J. R. (2018). *Estudo do potencial de aplicação de resíduos têxteis em elementos de betão leve* (Doctoral dissertation, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal)).
- Martínez, S y Antenzon, G (2013) Manifiesto R.U.S. Febo Asoma Laboratorio de Residuos Urbanos Sólidos: Manifiesto en “Primer foro de emprendedores sostenibles trabajando”, Buenos Aires.
- Nidumolu, R., Prahalad, C. K., y Rangaswami, M. R. (2010). Por qué la sustentabilidad es hoy el impulsor clave de la innovación. *Harvard Business Review*, 88(7), 43-50.
- Quirós Rodríguez, RA. (2013). *Estudio de pantallas acústicas elaboradas a partir de Green Composites*. UP València. <http://hdl.handle.net/10251/33640>
- ONU (1987). *Informe Brundtland: Nuestro Futuro Común*. <https://www.onu.org.ar/agenda-post-2015/> Consultado: 3/9/2018
- Pearce D. y Turner R. (1995). *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Celeste. España. 448 pp.
- Pujol, S, Levain, J.P., Houot, H, Petit, M, Berthillier, M, Defrance, J, Lardies, J, Masselot, C & Mauny, M. (2013). Association between Ambient Noise Exposure and School Performance of Children Living in An Urban Area: A Cross-Sectional Population-Based Study. *J Urban Health*, 91(2):256-71. DOI: 10.1007/s11524-013-9843-6.
- Senge, P. M., & Carstedt, G. (2001). Rumbo a otra revolución industrial. *Gestión*, 6(3), 14-25.
- Shield, b & Dockrell, J. (2008) The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children. *J Acoust Soc Am.*, 123(1), 133-44. DOI: 10.1121/1.2812596.
- Talarico, M., Abdilla, G., Aliferis, M., Balazic, I., Giaprakis, I., Stefanakis, T., et al. (2007). Effect of age and cognition on childhood speech in noise perception abilities. *Audiol. Neurotol.* 12, 13–19. doi: 10.1159/000096153
- Undas, A.K., Groenen, M., Peters, R.J.B. y van Leeuwen, S.P.J. (2023). Safety of recycled plastics and textiles: Review on the detection, identification and safety assessment of contaminants. *Chemosphere*, 312, 137175. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.137175
- Wilson, O, Valentine, J, Halstead, M, McGunnigle, K, Dodd, G, Hellier, A, Wood, J, Simpson, R. (2002) “Classroom acoustics a New Zealand perspective” - Oticon Foundation in New Zealand, June. ISBN 0-473-08481-3
- Winblad, U., y Dudley, E. (1997). Primary School Physical Environment and Health: WHO Global School Health Initiative. Geneva: World Health Organization.
- Yajnes, M.E., Becerra Araneda, A.A., Berardino, M., Bruzzo, A., Caruso, S.I., Busnelli, R., Aranda, Y. (2022). Caracterización como herramienta educativa y promotora de desarrollo sostenible: ensayos de anticipación. XXXVI Jornadas de Investigación, XVIII Encuentro Regional, FADU-UBA, Argentina.
- Webs  
<https://www.bondedlogic.com/> leído 20/3/2021  
<https://www.ecoalf.com/> leído 20/3/2021

**Nota: todas las fotos, cuadros y gráficos de autoría propia.**