



Centro Tecnológico
Construcción

ECONOMÍA CIRCULAR:

Aislantes para la construcción a partir de textil reciclado

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyecto apoyado por

CORFO



CONTENIDO

Introducción	3
Objetivo de los boletines CTeC	3
Alcance	3
Contexto	3
Desarrollo	4
▪ Proceso de producción, instalación y propiedades	4
▪ Participación en el mercado	7
▪ Evaluación técnica-económica	9
▪ Evaluación de criterios de sustentabilidad	10
▪ Proveedores Internacionales	11
▪ Casos aplicados	12
▪ Hotel La Torre del Marqués de Monroyo	12
▪ Otros Proyectos	13
▪ Estado de la solución en Chile	14
▪ Ejercicio Comparativo de Costos de Aislantes	15
Conclusiones	17
Bibliografía	18

Este documento es propiedad del Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTeC), se prohíbe la reproducción total de los contenidos de esta publicación.

*La referenciación de este contenido se debe realizar según lo siguiente: CTeC, 2020 "Boletín de ECONOMÍA CIRCULAR: Aislantes para la construcción a partir de textil reciclado" desarrollado junto a Eurecat, consultado el (DD/MM/AA) en www.ctecinnovacion.cl

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO DE LOS BOLETINES CTeC

El Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTeC) pone a disposición Boletines Tecnológicos que tienen como objetivo informar sobre los diferentes avances que se presentan en el sector construcción a nivel global.

A través de estas publicaciones, CTeC busca contribuir en el desarrollo de la industria, fomentando la innovación, el uso de nuevas tecnologías y productos, que entreguen un valor agregado al mercado, para impulsar el aumento de la competitividad, productividad y sustentabilidad del sector.

Los Boletines Tecnológicos de CTeC apuntan a la generación de oportunidades de negocio e innovación para las empresas, mostrando tecnologías desde su perspectiva de ahorro, reducción de costos, mejora en los tiempos y procesos, beneficios de sustentabilidad, entre otros aspectos.

1.2 ALCANCE

El presente boletín tiene como foco dar a conocer desde una mirada internacional, el desarrollo y uso de materiales de aislantes térmicos, fabricados a partir del reciclaje de residuos textiles. Para el caso chileno, se realiza una bajada nacional analizando en base a una vivienda tipo de 60 m² los costos asociados que implica utilizar este tipo de aislantes en diferentes zonas climáticas de nuestro país. Además se presenta el caso de una empresa nacional (EcoFibras Chile) que desarrolla y comercializa aislantes en la Región de Tarapacá.

Es importante tener en cuenta que, en función de la composición de los materiales reutilizados y reciclados, se pueden obtener diferentes tipos de aislantes para la construcción. Para el caso del residuo textil, se compone por diferentes tipos de materiales, principalmente algodón y poliéster, aunque también puede tener poliamida, lana, viscosa y fibras acrílicas, siendo los materiales con mejores propiedades para ser utilizados como aislamientos; la lana, el algodón y el poliéster.

Adicionalmente, se referencian productos europeos y estadounidenses que se encuentran en etapa de comercialización y que son desarrollados a partir de residuos textiles.

1.3 CONTEXTO

Según la Naciones Unidas, la industria textil es la segunda más contaminante del planeta, después de la industria del petróleo. Ésta, produce el 10% de las emisiones de dióxido de carbono en el mundo (CO₂) y el 20% de las aguas residuales. Además, es el segundo generador de residuos de plásticos, sólo antecedida por la industria del *packaging*.

Al año, se fabrican en el mundo 150.000 millones de prendas de ropa¹, lo que equivale a 62 millones de toneladas. En Europa se calcula que son desechados entre 10 y 14 kg de ropa por persona anualmente, lo que genera un residuo de 9 millones de toneladas de ropa usada, siendo el 90% de estos residuos desechados en vertederos, y el 10% restante, se utiliza para la reventa o el reciclaje a través de productos de limpieza industrial o como insumo para la fabricación de aislantes utilizados en el sector de la construcción.



¹Vogue. 2019. 5 Ways to Make Better and More Sustainable Shopping Decisions - Earth Day, Vogue - Vogue. [ONLINE] [Accedido 12 de julio 2019]



Bajo este contexto, la Comisión Europea estableció en el año 2018 la necesidad de garantizar la utilización prudente de los recursos naturales a través de acciones de economía circular, con miras a preservar la calidad del medio ambiente y proteger la salud humana. Para ello, los países europeos debieron tomar medidas para prevenir la generación de residuos, a través de la promoción y apoyo a modelos sustentables de producción y consumo, así como el fomento al diseño, la fabricación y el uso de productos eficientes en términos medioambientales.

Con este impulso, los estados miembros deben fomentar la reutilización de productos y la creación de sistemas que promuevan las actividades de reparación y reutilización, incluyendo, entre otros, los residuos textiles como materiales disponibles para el mercado de la construcción. Para lograr este objetivo, se establecieron una serie de medidas, como por ejemplo, una recolección selectiva para el textil, al igual que el tratamiento del papel, metal, plástico y vidrio.

A partir de este contexto, el presente boletín aborda soluciones existentes para la reutilización de los residuos textiles como material aislante en la industria de la construcción. Para ello, este documento hará referencias a algunos productos que actualmente existen en el mercado global y que se espera puedan ser introducidos al mercado nacional.

2 DESARROLLO

Actualmente, existe cierta inercia respecto al uso de aislantes convencionales, motivada en parte, por el desconocimiento sobre la existencia de otras soluciones más respetuosas con el medioambiente. En los últimos años, a nivel internacional se han buscado soluciones para la obtención de productos que cumplan las especificaciones técnicas, y que, además, ayuden a mejorar la sustentabilidad del planeta, sin incrementar significativamente el costo de la solución constructiva.

A raíz de estas innovaciones, se presentan algunas soluciones proporcionadas por diferentes compañías que cuentan con productos de aislamiento fabricado a partir de textil reciclado.

2.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN, INSTALACIÓN Y PROPIEDADES

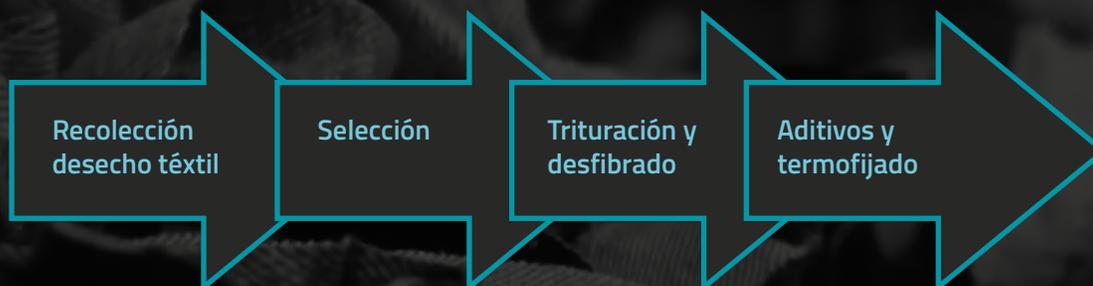
2.1.1 PRODUCCIÓN

El proceso de producción de estos materiales se basa en la recuperación de tejidos textiles, que pueden provenir, tanto de productos textiles pre-consumo, como post-consumo².

En una primera fase, se recolectan y se seleccionan los residuos textiles. Algunas empresas solo seleccionan un tipo de material, por ejemplo, tejido de algodón (mezclilla), poliéster, también hay empresas que trabajan con multimaterial. Después de la selección, se realiza un proceso de trituración mecánica y de producción de la fibra. Luego, se le añaden aditivos fungicidas y retardantes del fuego. Posteriormente, se le da la forma de placa o manto compactando al material, añadiendo aglutinantes en algunos casos. Este proceso se puede realizar mediante las técnicas habituales de producción de napas, como el sistema de no tejido punzonado o el termo fijado. En el caso de que el material se presente en forma de producto a granel, no se realiza esta operación.

²Entiéndase por materiales de preconsumo (o post industrial), aquel desecho proveniente de un proceso industrial como, por ejemplo: cenizas volantes y desulfosyeso, escoria siderúrgica, virutas de madera, etc. Por material postconsumo, aquel desecho generado por el consumidor o bien usuarios finales comerciales e industriales y que no puede ser utilizado para su propósito original. Fuente: Estándares de Construcción Sustentable para viviendas de Chile, MINVU.

De forma general, el proceso de producción es el siguiente:



A continuación, se presentan imágenes del proceso, no obstante, se debe tener en cuenta que en función del tipo de producto y de la empresa que lo fabrica, este proceso puede variar.



Figura 2. Imágenes UltraTouch™ Denim Insulation. Fuente: Bonded Logic

Para comprender de mejor forma en que consiste el proceso de producción, se recomienda ver el video de la empresa Bonded Logic (<https://www.bondedlogic.com>), la cual tiene más de 35 años de experiencia en aislamientos térmicos y acústicos para múltiples industrias, y cuyo proceso de fabricación se encuentra patentado, permitiendo una amplia gama de densidades y espesores en sus productos, al tiempo que mantiene importantes características de salud y seguridad.

Una vez completadas la fase de producción, se empaqueta el producto y puede ser utilizado en obras.



2.1.2 INSTALACIÓN

La instalación de estos materiales en los diferentes sistemas constructivos, como cámaras aislantes de muros, cubiertas, soleras y forjados, se realiza de un modo similar a otros materiales compuestos por fibras. Los mantos y placas son ligeros y se recortan fácilmente. A granel se aplican por insuflado, proyectado sobre superficies horizontales como falsos techos, o inyectado dentro de cámaras donde el material queda confinado.

Se puede ver la instalación de las placas en el siguiente video:



Y la instalación por insuflado en el siguiente video:



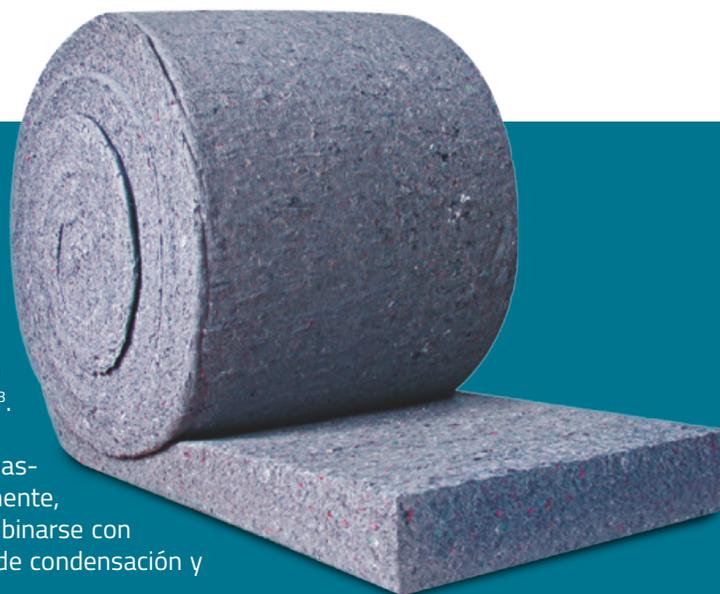
A diferencia de otras soluciones aislantes en los cuales se intervienen fibras minerales o sintéticas, los materiales aislantes que provienen de tejido reciclado, no presentan ningún riesgo en su instalación para las personas que lo manipulan, pues no existen riesgos para la piel, los ojos o las vías respiratorias, dado que no contienen componentes tóxicos.

2.1.3 PROPIEDADES

En cuanto a sus características, estos productos tienen un buen comportamiento ante la humedad, ya que son materiales higroscópicos, es decir, tienen la capacidad de absorber o ceder humedad en función de la existente en el ambiente, lo que produce un ahorro adicional de energía, tanto en invierno como en verano, ayuda a mantener el ambiente interior seco y a evitar daños en otros materiales de paredes y techos. Por este motivo, es recomendable que la cámara de aislamiento no sea completamente hermética al vapor³.

En el caso del algodón, la absorción de humedad puede alcanzar hasta el 15% de su peso, sin riesgo de creación de hongos. Adicionalmente, tanto los mantos y placas como el producto a granel, pueden combinarse con láminas de barrera de vapor que contribuyen a limitar los riesgos de condensación y humedad.

Debido a la estructura tridimensional de las fibras, absorbente del sonido, estos materiales actúan limitando la transmisión de ruido.



³Wadel, Gerardo. "Aislamientos Térmicos Renovables y Reciclados de Lana de Oveja y Algodón: Un Aporte a La Construcción Sostenible."

Respecto de la vida útil, si están correctamente instalados, mantienen su densidad y cohesión por décadas.



A modo de ejemplo, InnoTerm es un aislante térmico y acústico de residuo textil que contiene un 85% de algodón reciclado. Su tratamiento antibacteriano y fungi-

cida en el producto es de 1%. Además, tiene un coeficiente de absorción acústica de 0,95 y una reducción del nivel de presión sonora de 42 dB, con una densidad de 45 kg/m³. De igual manera, según pruebas asegura una vida útil de 50 años. Más información del producto en su sitio web: <http://www.inno-therm.com>

2.2 PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO

En el futuro, se observa un incremento de la demanda respecto al uso de materiales aislantes para la construcción, motivado por las medidas tomadas por esta industria en pos de la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), sumado a los ahorros económicos por la reducción de consumos durante la operación del edificio, y a las regulaciones de políticas públicas en materia de eficiencia energética.

En este sentido, se espera que la demanda global de materiales de aislamiento térmico en el sector de la construcción se incremente a un Tasa de Crecimiento Anual Compuesto (TCAC) del 4,5% entre el 2016 y 2027, alcanzando los € 34,5 mil millones (USD 40 mil millones) en 2027, siendo América del Sur el cuarto grupo de mayor volumen de ventas proyectadas, de acuerdo con el gráfico que se presenta a continuación.

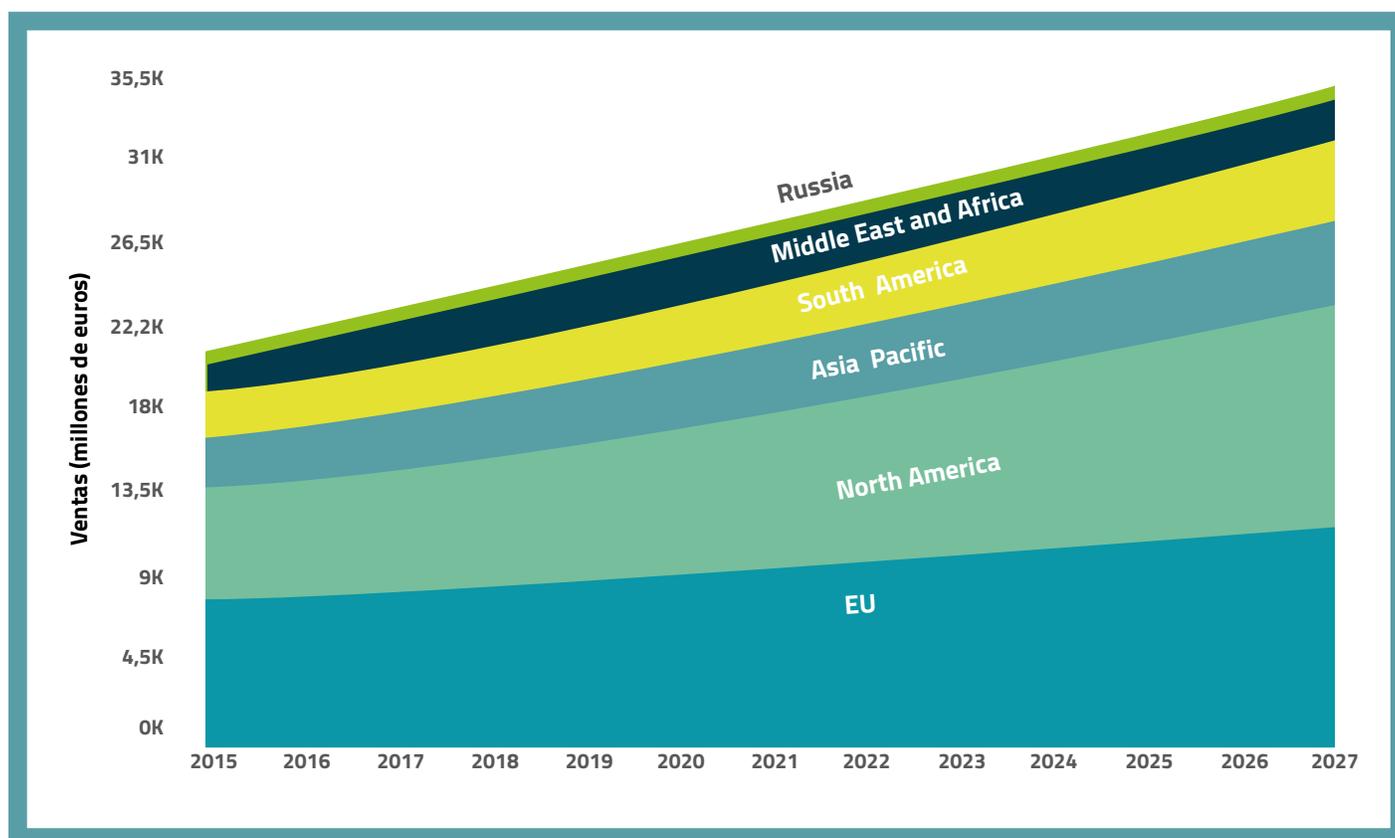


Figura 4. Mercado global para el aislamiento térmico en edificios, por región

Fuente: Pavel, C. C. and Blagoeva, D. T., Competitive landscape of the EU's insulation materials industry for energy-efficient buildings.

Proyectados al 2027, en cuanto a los productos con potencial demanda del mercado, ésta se desglosa en materiales de fibra de vidrio (glass wool), lana de roca (Stone wool) y las espumas plásticas (Poliestireno Expandido (EPS), Poliestireno Extruído (XPS), Espuma de Poliuretano (PUR)), tal como se muestra en la figura 5.

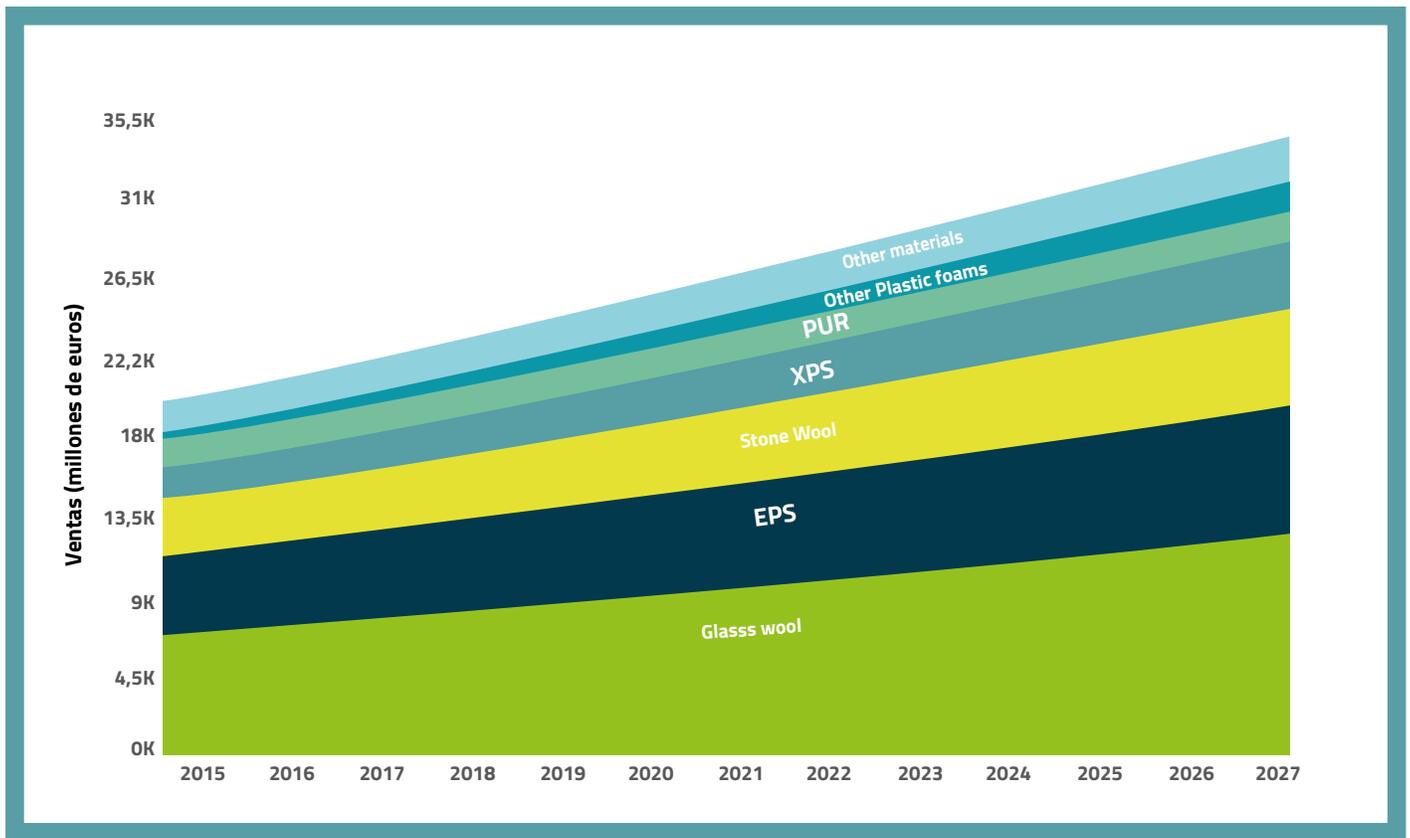
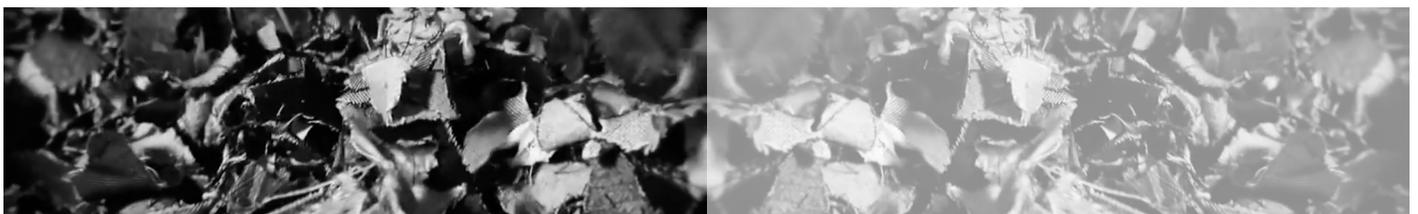


Figura 5. Mercado global para el aislamiento térmico en edificios, por tipo de material.
Fuente: Pavel, C. C. and Blagoeva, D. T., Competitive landscape of the EU’s insulation materials industry for energy-efficient buildings

Es precisamente en “otros materiales” donde se incluyen los materiales naturales como corcho, celulosa, lana, algodón, cáñamo, reciclado, entre otros.

Actualmente, ya se está observando una tendencia en el desarrollo y la incorporación de materiales reciclados, así como la aparición de nuevos modelos de negocio basados en la economía circular. Bajo este escenario al alza y la mejora constante de este tipo de productos, es posible asumir que el mercado de los aislamientos a partir tejidos reciclados representa el 0,1% del mercado global € 23,2 millones (USD 27 millones), pero podría incrementarse hasta el 1,5% en 2027 € 517,5 M (USD 609,5 millones).



2.3 EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA

A continuación, se presentan las características de los aislantes reciclados de diferentes empresas fabricantes en Europa y Estados Unidos, para determinar algunos aspectos críticos que afectan a estas soluciones, como son principalmente, la reacción al fuego, la conductividad y costo.

En primer lugar, se muestra una tabla con los principales parámetros de los sistemas de aislación tradicionales y el precio por m²:

Tabla 1. Características materiales de aislación tradicionales⁵

Tipo de aislamiento	Espesores (mm)	λ (W/mK)	Reacción al fuego	Precio aproximado (100 mm)	
Lana de roca	40-120	0.037	A1	Granel m ² : €3,3 (USD 3,89) Placa m ² : € 8,95 (USD 10,54)	
Lana de vidrio	50-60	0.037	A1	(50 mm) €3,76 m ² (USD 4,43)	
Espumas Plásticas	<i>Poliestireno expandido (EPS)</i>	30-200	0.029 – 0.032	E	€6,93 m ² (USD 8,17)
	<i>Poliestireno extruido (XPS)</i>	30-100	0.036	E	€6,96 m ² (USD 8,21)
	<i>Poliuretano proyectado (30-50 kg/m³)</i>	20-80	0.035	E	(35 kg/m ³ , 80 mm) € 6,03 m ² (USD 7,11)
Corcho	25-80	0,036	E	(80 mm) 19,77 €/m ² (USD 23,32)	

⁵Datos extraídos del generador de precios del CYPE para Chile, se debe tener en cuenta que el precio del material varía en función de la densidad, de la conductividad y del fabricante. <http://www.chile.generadordeprecios.info/> [acceso 24/04/2020]

En la siguiente tabla se muestran los valores medios obtenidos por diferentes fabricantes, a nivel internacional, de materiales aislantes a partir de residuo textil:

Tabla 2. . Características materiales de aislación a partir de tejido reciclado

Tipo de aislamiento	Tipo de presentación	Densidades kg/m ³	Espesores (mm)	λ media (W/mK)	Reacción al fuego ¹	m ² (100mm)
Aislamiento a partir de residuo textil	Granel 	13,8 – 20	100 – 350	0,028 – 0,039	B - F	€3,3 (USD 3,89)
	Placa o rollo 	20 – 60	10 – 200			€10 (USD 11,79)

Como se observa en la tabla anterior, existe un amplio rango de densidades y espesores, que modifican las propiedades aislantes y el precio. Por este motivo, se realizó un ejercicio comparativo en el siguiente capítulo para determinar el costo de este material aplicado, con respecto a otros materiales tradicionales.

2.4 EVALUACIÓN DE CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

Si se tienen en cuenta los parámetros de sustentabilidad de los materiales (CO₂, Consumo de Energía y Toxicidad), en base a la producción de 1 kg de espumas sintéticas, lana mineral y materiales naturales, renovables y reciclados (lana y algodón) se obtienen los siguientes resultados :

Tabla 7. Parámetros de sustentabilidad de los materiales de aislación representados en el boletín

	Espumas sintéticas	Lana mineral	Materiales naturales renovables y reciclados (lana y algodón)
Consumo de energía de fabricación (MJ/kg)	70-120	22-32	4-19
Emisiones CO ₂	10-17	1,4-1,6	0,2-1,5
Toxicidad PAFm ² yr ¹	0,33-0,34	0,42-0,49	0,07-0,08

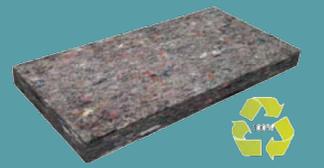
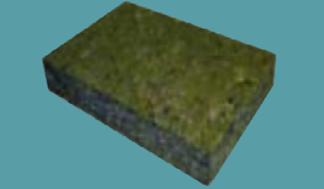
¹Wadel, Gerardo. "Aislamientos Térmicos Renovables y Reciclados de Lana de Oveja y Algodón: Un Aporte a La Construcción Sostenible." Revista de Arquitectura, vol. 15, no. 20, 1 Jan. 2009, p. ág. 27–32.

²PAFm²yr = Potentially Affected Fraction of species (PAF), posibles daños a los ecosistemas a causa de la emisión de sustancias tóxicas al agua, el suelo y el aire, medido en potencial de fracción afectado por metro cuadrado y año por cada kilogramo de emisión.

2.5 PROVEEDORES INTERNACIONALES

A continuación, se muestran algunos de los fabricantes en el mundo que producen este tipo de productos y las principales características de sus materiales.

Tabla 3. Empresas de material aislante a partir de tejido reciclado y características de sus productos

Nombre	Composición del material	Conductividad (W/mK)	Protección al fuego	Ficha técnica	Imagen producto
Bonded Logic Inc. (Estados Unidos) UltraTouch™ Denim Insulation	Fibras denim y algodón en un 80-90% reciclados post-consumo	0,036	Flame Spread 5 (Class-1)	http://bondedlogic.com/pdf/denim-insulation/ut-denim-insulation-brochure.pdf	
VRK (Vernooy, Relais y Kici) - Metisse® (Francia y Países Bajos) InnoTherm® (UK)	Algodón reciclado 85% y 15% PES (polímero de unión). El 85% del algodón proviene de fibra denim reciclada.	0,039	B/s1/D0	https://www.vrk-isolatie.nl/isolatie?lang=en	
Manifattura Maiano (Italia) - Recycletherm - Naturtherm WO - Recotherm-PL	- Textil post-consumo 100% - Lana de oveja reciclada 85% Poliéster reciclado 100%	0,035 – 0,038	Clase E	http://www.maiano.it/pdfs/3_recycletherm.pdf	
Recuperación de Materiales Textiles S.A. (España) RMT-Nita® COTTON	Retales textiles pre-consumo y post-consumo 75% algodón y 25% otras fibras	0,036	Granel: B/s2/d0 Manta y placa: F. (Se añaden aditivos retardantes)	http://rmt-nita.es/esp/cotton.php	
Ángel Ruiz Ibáñez S.A. (España) Nombre comercial: Geopannel	85% tejido reciclado con resina termoendurecible	0,028 – 0,039	D/s2/d0 Con paca de aluminio y tratamiento: clasificación B	http://www.geopanel.com/es/caracteristicas-geopanel	

2.6 CASOS APLICADOS EMPRESA GEOPANNEL

Geopannel, empresa española con más de 70 años de historia en desarrollo de productos aislantes térmicos, presenta en su página web algunas de las obras en las cuales se utilizaron paneles aislantes a partir de residuos textiles.

2.6.1 HOTEL LA TORRE DEL MARQUÉS DE MONROYO

El proyecto consistió en la restauración y reconstrucción de un edificio del siglo XVIII para uso hotelero. Trabajaron con materiales denominados kilómetro cero, poco manufacturados y sostenibles.

Para ello, se utilizaron paneles aislantes fabricados con textil reciclado. Tanto en las cubiertas como en las fachadas, se emplearon placas de aislante de algodón en 80 mm y en 100 mm, con una λ de 0,034 W/m·K para dotar a la envolvente de la máxima capacidad aislante.



La solución acústica quedó resuelta con otro producto de la empresa, realizado también con algodón reciclado aglomerado con fibras termofusibles de 40 mm complementado con bandas acústicas, mientras que en los suelos se instaló la suela de impacto INPAT^{®9} de 10 mm.

Figura 8. Aislamiento de Geopannel[®] en el proyecto del Hotel

Fuente: Geopannel - Obras - Tejidos no tejidos. 2019. Geopannel - Obras - Tejidos no tejidos. [ONLINE] Available at: <http://www.geopannel.com/es/obras-geopannel>. [Accedido 12 de julio 2019].

⁹INPAT es un proyecto desarrollado con fondos de la Comunidad Europea para el desarrollo de materiales aislantes a partir de textil reciclado que ha dado como resultado, un producto que se comercializa actualmente por Geopannel.

2.6.2 OTROS PROYECTOS

Proyecto Carolinas de Entrepatios

Los materiales utilizados cumplen con criterios de procedencia reciclada, materiales naturales, escaso impacto ambiental y logro de prestaciones técnicas. El edificio alcanza altos niveles de confort y una baja huella de carbono en su construcción y operación.



Figura 9. Aislamiento de Geopanel® en el proyecto Las Carolinas

Fuente: Geopanel - Obras - Tejidos no tejidos. 2019. Geopanel - Obras - Tejidos no tejidos. [ONLINE] Available at: <http://www.geopanel.com/es/obras-geopanel>. [Accedido 12 de julio 2019].

90 VIVIENDAS ZARAGOZA

En este proyecto se utilizaron 14.500 m² de aislamiento acústico a ruido de impacto INPAT de 10 mm, consiguiendo resultados muy satisfactorios tras las mediciones in situ.



Figura 10. Lámina INPAT en el proyecto de 90 viviendas

Fuente: Geopanel - Obras - Tejidos no tejidos. 2019. Geopanel - Obras - Tejidos no tejidos. [ONLINE] Available at: <http://www.geopanel.com/es/obras-geopanel>. [Accedido 12 de julio 2019].

2.7 ESTADO DE LA SOLUCIÓN EN CHILE

El fenómeno del fast fashion o moda rápida, se ha incrementado en los últimos diez años presionando a las marcas locales a bajar sus precios. Ya casi no existen fábricas de ropa en Chile, sólo quedan algunos pequeños talleres. Según datos de Fashion Revolution, en Chile la importación de vestuario y calzado aumentó un 650% en los últimos 15 años¹⁰.

Por otro lado, en el último año, se importaron a través de la región de Tarapacá cerca de 59.000 toneladas de ropa de segunda mano, en pacas de hasta 800 kilos, que la convierten en una de las ciudades de Latinoamérica con mayor índice de exportación, lo que origina un latente problema de residuos textiles, de los cuales, se podrían elaborar diferentes productos con valor agregado al mundo de la construcción¹¹.

A partir de este escenario, es que es-

tán desarrollándose algunas iniciativas en el país que buscan darle una segunda vida a los residuos textiles, a través del reciclaje y reutilización, como por ejemplo, **EcoFibra Chile** (www.ecofibrachile.cl), nacida en 2016 en la Región de Tarapacá, que cuenta con el apoyo de importantes empresas e instituciones como Zofri S.A. y Corfo¹².

Esta empresa nacional, busca dar respuesta y salida a la gran cantidad de residuos textiles generados en la zona, reciclando y transformando los desechos en paneles de aislamiento térmico y acústico. La empresa ubicada en Alto Hospicio, convierte el desecho textil en materia prima a través de un sistema de procesamiento de la fibra, transformando la ropa usada que se importa de Estados Unidos, Canadá y Corea, en un aislante térmico



para la construcción de viviendas, logrando así disminuir el consumo de energía tanto en calefacción como en aire acondicionado o ventilación.

Los productos aislantes se pueden fabricar bajo la forma de mantos, placas



¹⁰Fashion Revolution, 2019: <https://www.fashionrevolution.org/chile-blog/la-importacion-de-vestuario-y-calzado-en-chile-en-los-ultimos-alcanza-el-650-en-los-ultimos-quince-anos/>

¹¹Web EcoFibra: <http://www.ecofibrachile.cl/>

¹²<https://www.zofri.cl/es-cl/Nosotros/Prensa/Paginas/Zofri-Ecofibra.aspx>

y a granel con distintas densidades, grosores y capacidades aislantes según la zona geográfica en la cual el cliente quiera instalar la solución, permitiendo de esta manera dar una solución térmica eficiente y sustentable a todo tipo de edificios, casas, generando un ahorro de hasta un 35% del consumo eléctrico debido a la reducción del uso de calefacción (invierno) o enfriamiento del aire (verano). Sus paneles tienen una vida útil de 10 años.

Recientemente fueron ganadores del programa piloto de Innovación Abierta organizado por Colbún y Corfo, el cual buscaba desarrollar soluciones sustentables para la reutilización de ropa corporativa de la empresa y la revalorización de filtros utilizados en osmosis inversa.

EcoFibra Chile ya se encuentra trabajando con algunas empresas constructoras para implementar estas soluciones en la construcción



de edificios y viviendas; y en el mediano plazo, esperan abrir una planta en la Región Metropolitana, así como también comercializar su solución a países vecinos como Perú y Bolivia.

2.8 EJERCICIO COMPARATIVO DE COSTOS DE AISLANTES

Con el fin de presentar una relación comparativa de mayor significancia en cuanto a los costos, se realizó un ejercicio práctico que comparó los precios del aislamiento térmico de la envolvente. Para ello se consideraron 3 tipos de aislantes; 2 soluciones tradicionales (EPS y lana de roca) y la tercera solución, aislante a partir de tejido reciclado, basado en los precios de un aislante textil europeo (Inno-Therm).

El comparativo pone de relieve el costo de cada una de las tres soluciones, manteniendo las condiciones de transmitancia y resistencia térmica indicadas por el MINVU para una vivienda tipo de 60 m², teniendo en cuenta techumbre y muros, construida en los sistemas constructivos mayormente utilizadas en Chile, de acuerdo con la zona climática.

Para ello, se toman en consideración las cuatro zonas climáticas nacionales, ya que éstas tienen diferentes requerimientos térmicos (zonas 1, 3, 5 y 7) y sistemas constructivos de albañilería (zona 1), hormigón armado (zona 3) y madera (zonas 5 y 7)¹⁴.

En consecuencia, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

¹⁴Sistema de construcción escogido en base al tipo de sistema constructivo mayoritario en la ciudad de referencia: Reglamentación térmica en la edificación "condensación – ventilación e infiltraciones" Ángel Navarrete T. Jefe Sección Habitabilidad y Eficiencia Energética – DITEC – MINVU, 2017

Tabla 6. Costo del aislamiento por unidad de vivienda 60 m2 (USD)

		EPS	Lana mineral	Tejido reciclado
Costo aislamiento unidad de vivienda 60 m2 (€) ¹⁵	ZONA 1	183,46	222,42	255,59
	ZONA 3	137,50	235,44	322,54
	ZONA 5	653,33	980,58	1004,67
	ZONA 7	882,12	1711,43	1492,71

Los resultados indican que el costo del material aislante se incrementa desde la zona 1 a la 7, puesto que los requerimientos de aislamiento van aumentando debido a las condiciones climatológicas.

En general, el material con menor costo es el poliestireno expandido (EPS), que además cuenta con una conductividad baja, por lo que no es necesario colocar grandes espesores. En contrapartida, este material cuenta con una clasificación E de reacción al fuego. Por su parte, los materiales de lana mineral cuenta con la mejor clasificación (A), o el teji-

do reciclado, al que se le pueden aplicar tratamientos para conseguir una clasificación B¹⁶(en el apartado de proveedores se especifican las clasificaciones de reacción al fuego de cada proveedor).

Cabe destacar que se analizó el aislamiento a partir de tejido reciclado, para el cual se debió utilizar un mayor espesor del producto Inno-Therm, ya que el formato inmediatamente inferior disponible no cumplía con los requerimientos de resistencia térmica del análisis. Este hecho encarece la solución, no obstante, es posible que otros proveedores sí pudieran tener el espesor adecuado y,

por tanto, disminuir el costo del producto.

Aun así, se demuestra, que para zonas donde existe un menor requerimiento de aislamiento térmico, el tejido reciclado incrementa el costo aproximadamente un 15% (zona 1) respecto a la lana de roca, y para zonas con mayores requerimientos térmicos, el aislamiento reciclado es más económico que la lana mineral, con parámetros técnicos similares, en cuanto a resistencia al fuego y conductividad.

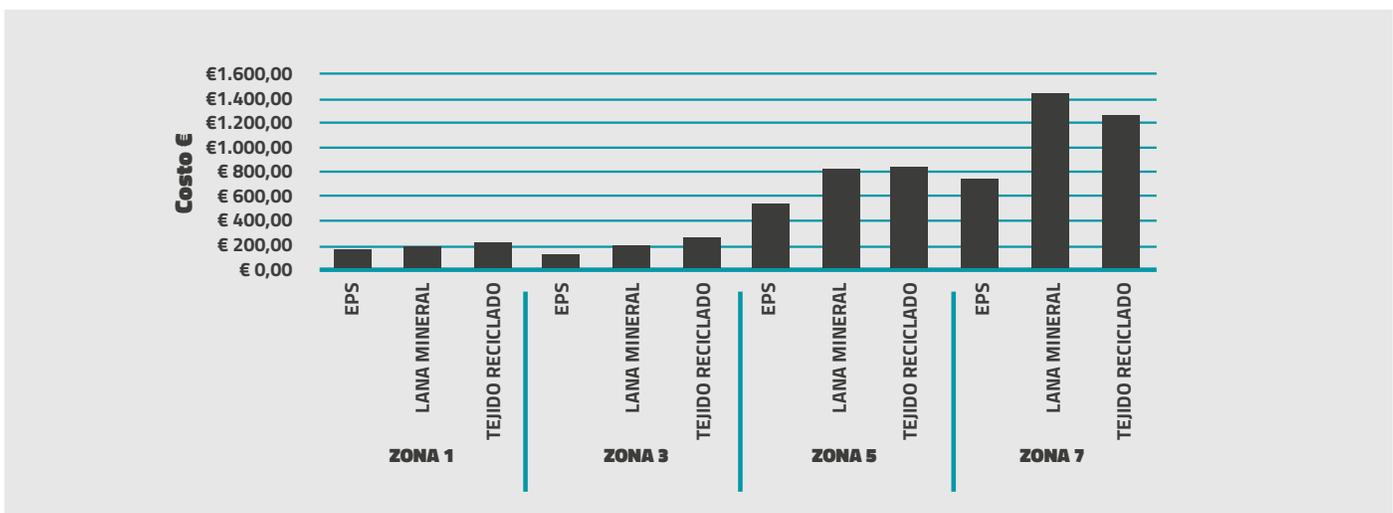


Figura 7. Costo del aislamiento por unidad de vivienda 60 m2 (€). Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del estudio.

Como se muestra, las alternativas aislantes derivadas del reciclaje pueden resultar competitivas y, además, pueden ofrecer una gran ventaja con respecto a los sistemas tradicionales, en lo que tiene que ver con el impacto ambiental.

¹⁵En el caso de la zona 3, se ha dividido el coste total del edificio, entre las 40 viviendas, para obtener el costo de una sola vivienda de 60 m2.

¹⁶El aislante InoTherm cuenta con una clasificación E, pero cuando se coloca bajo una capa de yeso, se obtiene la clasificación B.

3 CONCLUSIONES

Como se ha comentado a lo largo de este boletín, en la actualidad existe la necesidad de adoptar comportamientos más sustentables e innovadores, particularmente en lo que concierne a la reducción del consumo de energía y las emisiones de efecto invernadero. En este sentido, el reciclaje de los residuos textiles como materia prima en productos de aislamiento para el sector construcción, reduce la necesidad de utilizar material virgen y, por lo tanto, reduce los impactos medioambientales generados por esta industria.

Sin bien los aislantes convencionales dominan el mercado, actualmente se están realizando esfuerzos globales con el objetivo de desarrollar nuevas innovaciones contribuyendo a mejorar la eficiencia y sustentabilidad de los productos aislantes, dado que las características técnicas demostradas por los productos con contenido reciclado existentes en el mercado, pueden competir con los aislantes tradicionales, y sus precios no distan de algunos de los productos más utilizados, como por ejemplo la lana de roca.

Tal como observamos a lo largo de este boletín, hay importantes esfuerzos por desarrollar nuevos materiales más amigables con el medioambiente y alineados con el concepto de economía circular, pero aún existen brechas por resolver. En el caso de los residuos textiles, una de sus problemáticas, es que incluye diferentes materialidades y en diferentes proporciones. Como se ha comentado en apartados anteriores, los materiales con mayor potencial de aprovechamiento son el algodón, la lana y el poliéster, de manera que se necesita un tratamiento previo para poder separar estos componentes de otros materiales no útiles para la elaboración de aislamiento. Este proceso, en muchas ocasiones, no es una tarea fácil, por lo que supone una barrera para la producción de estos nuevos productos. Por otro lado, al estar compuestos de algodón, lana, poliéster, etc., su resistencia al fuego no es adecuada en todos los casos de aplicación, por lo que se les debe proporcionar un tratamiento ignífugo, que, si bien representa solo un 1% sobre la composición total del material, reducen ligeramente el beneficio ambiental de estos productos.

En conclusión, para poder dar salida a estos materiales innovadores, se debe fomentar la investigación y desarrollo que conlleve a su comercialización, dado que proporcionan un nivel de aislamiento y confort térmico similar o incluso mayor a los materiales tradicionales, con la diferencia que tienen un menor impacto medioambiental y contribuyen a impulsar la economía circular de los sectores productivos.

4 BIBLIOGRAFÍA

- Directive (EU) 2018/851 of European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance). (n.d.). [online] Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN>
- Briga-Sá, A., Nascimento, D., Teixeira, N., Pinto, J., Caldeira, F., Varum, H. and Paiva, A. (2013). Textile waste as an alternative thermal insulation building material solution. *Construction and Building Materials*, 38, pp.155–160.
- Zach, J., Novak, V. and Peterkova, J. (2018). Study of the behaviour of thermal insulation materials made with recycled textile fibers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 385, p.012065.
- Wadel, G. (2009). Aislamientos térmicos renovables y reciclados de lana de oveja y algodón: un aporte a la construcción sostenible. *Revista de Arquitectura*, [online] 15(20), p.ág. 27–32. Available at: <https://dearquitectura.uchile.cl/index.php/RA/article/view/27962/29648>
- Vogue. 2019. 5 Ways to Make Better and More Sustainable Shopping Decisions - Earth Day, Vogue - Vogue. [online] Disponible en: <https://www.vogue.com/article/fast-fashion-environmental-impact-sustainability-parsons-zady>
- Web InnoTherm® <http://www.inno-therm.com/>
- Pavel, C. C. and Blagoeva, D. T., Competitive landscape of the EU's insulation materials industry for energy-efficient buildings, EUR 28816 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-74069-5, doi:10.2760/251981, PUBSY No. JRC108692
- Generador de precios de la construcción. Chile. CYPE Ingenieros, S.A. [online] Disponible en: <http://www.chile.generadordeprecios.info/>
- REGLAMENTO DELEGADO (UE) 2016/364 DE LA COMISIÓN de 1 de julio de 2015 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) n. o 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE). [online] Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2016/068/L00004-00011.pdf>
- Geopannel - Obras - Tejidos no tejidos. 2019. Geopannel - Obras - Tejidos no tejidos. [ONLINE] Disponible en: <http://www.geopannel.com/es/obras-geopannel>
- IMPACT NOISE INSULATING PANEL FROM TEXTILE INDUSTRY WASTE - Eco-Innovation - European Commission. [online] Disponible en: <https://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/projects/en/projects/inpat>
- Fashion Revolution. La importación de vestuario y calzado en Chile en los últimos alcanza el 650% en los últimos quince años. [online] Disponible en: <https://www.fashionrevolution.org/chile-blog/la-importacion-de-vestuario-y-calzado-en-chile-en-los-ultimos-alcanza-el-650-en-los-ultimos-quince-anos/>
- Web EcoFibra Chile: <http://www.ecofibrachile.cl/>
- Reglamentación térmica en la edificación “condensación – ventilación e infiltraciones” Ángel Navarrete T. Jefe Sección Habitabilidad y Eficiencia Energética – DITEC – MINVU, 2017
- Estadísticas Habitacionales – Observatorio Urbano. [online] Disponible en: <https://www.observatoriourbano.cl/estadisticas-habitacionales/> [Acceso 18 marzo 2020]
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Gobierno de Chile - (Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica). [online] Disponible en: http://admmvuv57.minvu.cl/opensite_20070417155724.aspx
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo – Gobierno de Chile – (Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico) ED11 del 07 de Marzo de 201



Centro Tecnológico
Construcción

Si requiere un informe tecnológico de estas características o relacionado a algún tema en particular de la industria de la construcción, por favor escribirnos a contacto@ctecinnovación.cl

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyecto apoyado por

CORFO

