



Universidad de Chile

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Innovaciones en paneles SIP: Paneles Rootman, paneles tipo SIP con un aislante natural y ecológico.

Estudiante: Constanza Aros
Profesor guía: Jing Chang Lou

Resumen

El panel Rootman es un panel tipo SIP de origen chileno, ecológico y 100% biodegradable, que ocupa como núcleo un colchón radicular (CR) a base de raíces aportando así a la disminución de la huella de carbono por procesos constructivos. En este trabajo se comparan las propiedades del panel Rootman y el panel SIP bajo los criterios de las normas chilenas en cuanto a resistencia al fuego, aislación térmica y aislación acústica. Se analizan los procesos constructivos para una vivienda básica, así como el costo de los paneles requeridos y también los ciclos de vida de cada producto. Con los resultados de análisis comparativos, se pudo determinar que el panel Rootman presenta más ventajas en cuanto a propiedades y ciclo de vida, mientras que el panel SIP aventaja en procesos constructivos. Finalmente, se destaca de los paneles Rootman su aporte al ecosistema y a las tecnologías constructivas actuales.

Palabras clave: Panel Rootman, Panel SIP, Propiedades, Colchón radicular

1. Introducción

El panel Rootman es un panel tipo SIP (Structural Insulated Panel) que presenta una innovación a los sistemas constructivos actuales por su aislante ecológico Thermoroot, el cual es un colchón radicular (CR) hecho totalmente de raíces y 100% biodegradable, haciendo posible reemplazar el poliestireno expandido (EPS) del panel tradicional. Desde el proceso de producción hasta su proceso de degradación, presenta un aporte a la disminución de los gases que fomentan el efecto invernadero y el crecimiento del calentamiento global.

El calentamiento global y la contaminación por CO₂ que existe en este momento es una preocupación a nivel mundial, según el Informe de estado global de edificios y construcción del 2021 de la *Global alliance for building and construction*, las cifras del 2015 ya mostraban que la construcción de edificios fue responsable del 38% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂). En el 2020, los niveles de CO₂ cayeron un 10% debido en gran manera a la reducción de la demanda de energía debido a la pandemia de COVID-19, pero las emisiones ya crecieron nuevamente con el aumento de la actividad económica. (United Nations, Environment Programme 2021).

El sector de la edificación y la construcción (incluyendo la producción y el transporte de materiales de construcción) en los países de la OCDE consume del 25 % al 40 % de la energía total utilizada (hasta el 50 % en algunos países) (Asif, Muneer y Kelley, 2007).

En Chile, las emisiones de CO₂ durante el 2021 han aumentado en un 2,64% con respecto al 2020. En el ranking de 184 países más contaminantes, Chile se encuentra en el puesto número 140 por sus emisiones de CO₂. En la figura 1 se puede observar las emisiones fósiles de Chile desde 1980 hasta 2020 y cómo estas han ido en aumento a través de los años. Estas incluyen fuentes del uso combustible, procesos industriales y uso de productos (Crippa *et al.*, 2020).

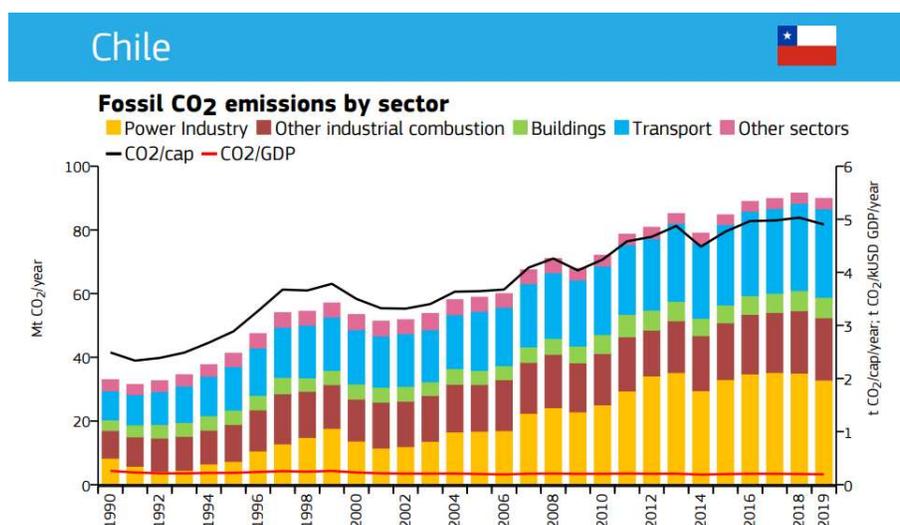


Figura 1: Gráfico de emisiones de CO₂ en diferentes sectores productivos de Chile. Fuente: Crippa *et al.*, 2020.

Junto con estas cifras que van en aumento, también lo está la preocupación y la búsqueda de soluciones para enfrentar las emisiones de CO₂. En el área de procesos industriales se encuentra la producción de materiales para edificaciones más sustentables y que sean un aporte al medio ambiente. Uno de estos innovadores productos que se tomará como objeto de investigación es el panel Rootman, un sistema de construcción ecológico, sustentable y 100% biodegradable. Este panel a pesar de prometer tanto, por su corta vida en el mercado, se encuentra con una falta información que circula en la web. Es por eso que se decidió estudiar este panel teniendo por punto de comparación el panel SIP (Structural Insulated Panel), del cual el panel Rootman está inspirado y busca ser una solución con su alma de colchón radicular al aislante del panel SIP que es de poliestireno expandido.

Al investigar este producto, se está aportando con información que no existía en la web, y se busca darle más reconocimiento y divulgación a través del área de la tecnología, ya que es un gran aporte en innovación en proceso constructivo y propone una mejora para las condiciones de seguridad y habitabilidad en las viviendas.

De ahí surge la pregunta: ¿Es el panel Rootman una alternativa viable con respecto al panel SIP en las construcciones de viviendas en Chile? Y para responderla se busca como objetivo principal establecer las ventajas comparativas entre panel Rootman vs panel SIP tradicional para determinar el más conviene a utilizar al construir viviendas en Chile.

2. Antecedentes

Las propiedades térmicas, acústicas y de resistencia al fuego son normativas que establecen el mínimo de confort para que una vivienda sea habitable, es por esto que se decidió investigar estas características, recopilando información de la normativa chilena y desde distintas fuentes que tuvieran ensayos realizados en relación al panel SIP y al panel Rootman para poder llevar a cabo una comparación entre ambos.

De la resistencia al fuego, cabe recordar que todo edificio, según su destino, deberá cumplir con las normas mínimas de seguridad contra incendios, asegurándose de que, con el diseño del edificio, se facilite el salvamento de los ocupantes en caso de incendio, se reduzca al mínimo el riesgo de incendio, se evite la propagación del fuego, y se facilite la extinción de los incendios. (Brunet, 2014)

Para los edificios con destino habitacional, la normativa establece que el número de pisos define el tipo de resistencia al fuego que se necesita. Las viviendas de hasta 2 pisos, cuya superficie edificada sea inferior o igual a 140 m², tendrán una resistencia al fuego a lo menos de F-15 en todos sus elementos y componentes soportantes, siempre que el muro de adosamiento o muro divisorio, según corresponda, cumpla con las exigencias de muros divisorios entre unidades. (Brunet, 2014)

De las propiedades térmicas se considera la resistencia térmica (RT) del material, que es la capacidad de resistirse al paso del calor. Se mide en [m²K/W] y está relacionada con la aislación térmica.

Para obtener una vivienda confortable y de bajo consumo energético, se debe instalar un aislante con baja conductividad térmica y alta resistencia térmica (Brunet, 2014).

La reglamentación térmica nacional divide el país en 7 zonas de acuerdo con la temperatura media del lugar o más bien con respecto a la diferencia de temperaturas entre una interior de base y la

temperatura exterior por medio del método de Grados - Día correspondiente al Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (Decreto Supremo 47, 2006).

De acuerdo con la norma NCh853 Of.2007, la resistencia térmica requerida de un producto depende de la zona térmica según la siguiente tabla.

Tabla 1: Exigencias de acondicionamiento térmico Art.4.1.10 OGUC. Fuente: Méndez *et al.*,2021.

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U W/M ² K	RT M ² K/W	U W/M ² K	RT M ² K/W	U W/M ² K	RT M ² K/W
1	0.84	1.19	4.00	0.25	3.60	0.28
2	0.60	1.67	3.00	0.33	0.87	1.15
3	0.47	2.13	1.90	0.53	0.70	1.43
4	0.38	2.63	1.70	0.59	0.60	1.67
5	0.33	3.03	1.60	0.63	0.50	2.00
6	0.28	3.57	1.10	0.91	0.39	2.56
7	0.25	4.00	0.60	1.67	0.32	3.13

Para las propiedades acústicas, en relación con la aislación acústica de los elementos, los requisitos mínimos que deben cumplir las construcciones están establecidos por la Nch 352/1. Of 2000, los cuales están hechos para permitir a sus habitantes el descanso frente a ruidos provenientes de otras viviendas, y ruidos provenientes de las instalaciones externas a esta (NCh 352/1, 2000). Según OGUC del MINVU - Artículo 4.1.6, los elementos constructivos vertical y horizontal deberán tener un índice de reducción acústica mínima de 45dB(A), y presentar un nivel de presión acústica de impacto normalizado máximo de 75Db (Pino, 2016).

2.1. Panel SIP

El panel SIP llegó ya hace algunas décadas a nuestro país, como un producto innovador en cuanto a estructura, rapidez constructiva y resistencia térmica. Este producto nace en Estados Unidos y pronto se esparce por el mundo como un producto para una construcción firme y rápida junto con muy buenas cualidades aislantes gracias a su composición de dos placas de OSB con poliestireno expandido como núcleo.

Este tipo de panel puede ser usado de forma estructural o no estructural, tanto en muros como pisos y techos y varía en sus espesores totales según su uso y requerimiento de zona térmica en donde se vaya a construir.

Las dimensiones de cada panel son generalmente de 122 cm de ancho por 244 cm de largo, y no pesan más de 50 kg por unidad de producto.

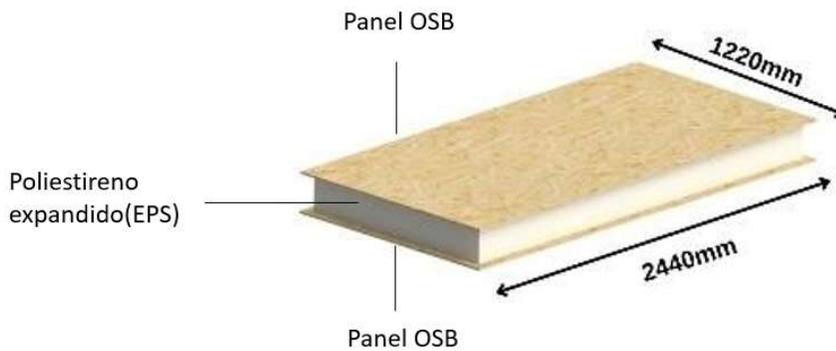


Figura 2: Configuración panel SIP. Fuente: A partir de Newtrade.

2.1.1 Propiedades

Para la **resistencia al fuego**, de acuerdo con el “Listado Oficial de Comportamiento al Fuego de Elementos y componentes de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo”, el ensayo N°417.404, hecho por la empresa Tecnopanel S.A. en el año 2015, mostró que para un panel SIP simple compuesto de placas de OSB de 9.5mm de espesor y con poliestireno expandido de espesor 56mm, da como resultado un F-15. Mientras que el ensayo N° 507.254, hecho por la empresa TERMOCRET LTDA. en el año 2015, mostró que, para un panel SIP de 175mm de espesor con OSB DE 11.1mm y núcleo de 53mm más terminaciones con dos planchas de yeso-cartón de 10mm a cada lado, con uniones selladas con polietileno “Joint” y pasta a base de yeso, además de los espacios libres formados por la separación del panel y las planchas de yeso cartón de ambas caras va relleno con lana de vidrio de 50 mm de espesor comprimida a 30 mm, obtuvo como resultado un F-60 para la resistencia al fuego.

Para la **aislación térmica**, se calculó la resistencia térmica (R_t) del panel SIP según lo establecido por la norma Nch 853 Of.2007, esto para poder mostrar con qué valores de muros, techos y pisos ventilados cumple de acuerdo con los estándares mínimos según las zonas térmicas del país.

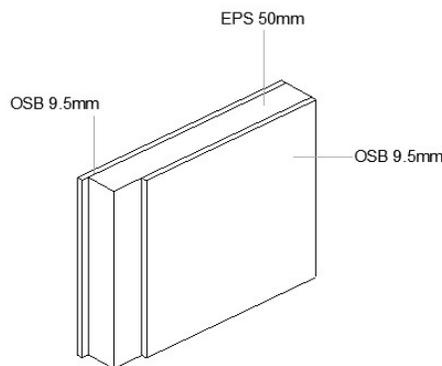


Figura 3: Composición y medidas Panel SIP simple. Fuente: Elaboración propia.

Para un panel SIP simple, los resultados de resistencia térmica para muros, pisos ventilados y techumbre se muestran en las siguientes figuras.

Tabla 2: Cálculo de resistencia térmica panel SIP. Fuente: Elaboración propia

	Espesor e (m)	Coeficiente Aislación térmica λ m ² x K/W	Rt= e / λ m ² xK/W		
			MUROS	PISOS	TECHOS
OSB 9.5mm x2	0.019	0.13	0.146	0.146	0.146
EPS 50mm	0.05	0.041	1.21	1.21	1.21
Rsi	-	-	0.12	0.17	0.09
Rse	-	-	0.05	0.05	0.05
Resistencia térmica Rt	-	-	1.526	1.576	1.496

Para la **aislación acústica**, se obtuvieron dos ensayos desde “Comportamiento acústico de tres viviendas: un prototipo de vivienda de emergencia fabricado bajo el sistema constructivo SIP (Structural Insulated Panel), una vivienda social y una vivienda social de emergencia actual (mediagua)”, el primer ensayo fue realizado en un panel SIP simple (OSB+EPS+OSB), y el segundo en un panel simple más una capa de yeso cartón por uno de sus lados.

Estos ensayos se llevaron a cabo según la norma NCh2786, dando como resultado para el primer panel un R'w(C;Ctr) 30(0;-1) dB; para R'w+C dio 30 dBa, y para R'w+Ctr dio 29 dB. Y para el panel SIP+yeso cartón, los resultados para R'w(C;Ctr) son de 39(-1;-4)dB; para R'w+C dio 38 dBa, y para R'w+Ctr dio 35 dB.

2.2. Panel Rootman

El Panel Rootman es un producto chileno que nace en la empresa Rootman a través de la creación de su colchón radicular (CR), material aislante biodegradable y 100% natural, fabricado sobre la base de raíces, sin modificaciones genéticas.

El Panel Rootman, es un panel tipo sándwich, constituido por dos planchas de OSB de 11.1 mm o 9.5mm, con un armazón interior en pino de 1" x 2" más un pilar central de 2" x 2" y un alma de colchón radicular denominado Thermoroot.

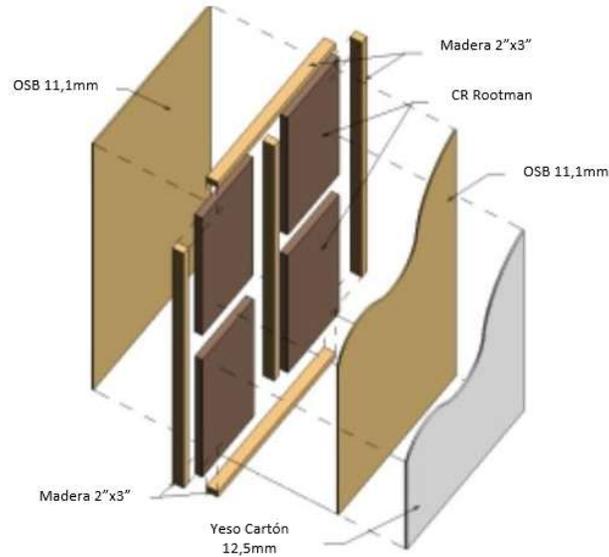


Figura 4: Composición de panel Rootman. Fuente: Rootman, 2022.

2.2.1 Propiedades

Según los ensayos publicados en la página oficial de Rootman, los resultados para la **resistencia al fuego** que se obtuvieron fueron según la norma NCh 935/1. Of.97, ocupando un panel de 11,1 cm de espesor con un núcleo de 76mm de Thermoroot, una placa de OSB de 11,1 mm a cada lado, y yeso cartón de 12,5mm en la cara expuesta al fuego.

La temperatura puntual máxima admisible de 198 °C en la cara no expuesta al fuego se produjo a los 92 minutos de iniciado el ensayo, lo que determinó el tiempo de resistencia al fuego de clasificación F-90 (Rootman, 2020).

Para la **aislación térmica**, se calculó la resistencia térmica (R_t) según lo establecido por la norma NCh 853 Of.2007 para un panel de espesor 69 mm permitiendo demostrar en cuáles zonas térmicas cumple las exigencias mínimas de R_t para muros, techos y pisos ventilados.

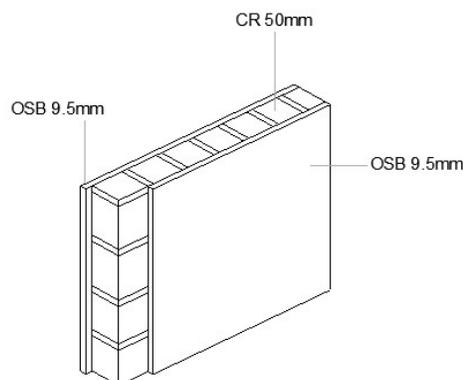


Figura 5: Composición y medidas Panel Rootman. Fuente: Elaboración propia.

Y los resultados de resistencia térmica para muros, pisos ventilados y techumbre se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3: Cálculo de resistencia térmica panel Rootman. Fuente: Elaboración propia

	Espesor e (m)	Coeficiente Aislación térmica λ m ² x K/W	Rt= e / λ m ² xK/W		
			MUROS	PISOS	TECHOS
OSB 9.5mm x2	0.019	0.13	0.146	0.146	0.146
CR 50mm	0.05	0.036	1.388	1.388	1.388
Rsi	-	-	0.120	0.170	0.090
Rse	-	-	0.050	0.050	0.050
Resistencia térmica Rt	-	-	1.704	1.754	1.674

Para la **aislación acústica**, se obtuvieron los datos del informe publicado por Rootman. El elemento ensayado fue un Tabique acústico Soundroot 111/50 según la NCh-ISO 10140/2:2014 y la NCh 2786.Of2003 (ISO 140- 3:1995). Las dimensiones del panel son de 2,40 x 4,18m y 111mm de espesor, compuesto por 2 placas de yeso cartón de 12.5mm a cada lado, y relleno de CR de 50mm.

Los resultados para ensayo fueron de R'w(C;Ctr) 48(-4;-10)± 2.5 dB; para R'w+C dio 44 ± 2.1 dBa, y para R'w+Ctr dio 38 ± 2.5 dB.

3. Métodos

Para responder a la pregunta de investigación, en este trabajo se utilizó el método descriptivo, en donde, a través de una recopilación de datos, se llevaron a cabo comparaciones descriptivas de ambos paneles, partiendo por un enfoque general para señalar sus características y propiedades, hasta llegar a lo más particular.

Por falta de recursos y tiempo, no se pudieron realizar ensayos con los productos ni hacer visitas presenciales a las empresas ya que estas llevan entre 3 a 8 horas llegar hasta donde están los productores de cada panel. Es por esto que el trabajo se centra en el análisis de datos obtenidos principalmente en una revisión de literatura de ensayos, tesis e investigaciones realizadas sobre ambos paneles. Dado que el panel SIP es un producto que ya ha sido investigado ampliamente, no fue difícil encontrar información sobre sus propiedades, mientras que para el panel Rootman, la mayoría de la información se obtuvo desde las publicaciones de la empresa Rootman, o contactando directamente con ellos.

Se emplearon informaciones publicadas por la OGUC con respecto a las normativas mínimas para la habitabilidad de las viviendas, y se recurrió a los listados del MINVU sobre los ensayos de protección contra el fuego y las soluciones constructivas para la aislación acústica. También se ocuparon tesis e informes específicos para cada propiedad del panel SIP.

Para obtener información adicional sobre el modo de construir de ambos paneles, se entrevistó a Felipe López, quien es un arquitecto con experiencia en obra con ambos paneles.

Posteriormente, se realizó una comparación de los antecedentes obtenidos, estableciendo cuál cumple mejor con las normas chilenas actuales para viviendas. Para esto, la investigación se dividió en 3 etapas, primero se hizo una comparación de las propiedades ya mencionadas en los antecedentes, en donde se utilizó como metodología de referencia el informe utilizado en *Estudio comparativo entre muro de metalcón revestido con placa OSB y panel SIP aplicado a una vivienda tipo ubicada en la ciudad de Valdivia en términos de eficiencia energética* para calcular la resistencia térmica de cada panel en relación con la aislación acústica. Luego, se hizo un análisis de los procesos constructivos de las viviendas, lo que incluye procesos de montaje, tiempos de construcción y costos. Se ocupó la información entregada en las distintas páginas web que venden los paneles y se hizo una cotización para poder comparar los precios de ambos para construir una casa básica. También se ocupó la información obtenida en el punto anterior sobre las resistencias térmicas para calcular cual espesor de panel ocupar para construir la vivienda en la zona escogida. Por último, se realizó un análisis de ciclo de vida de cada panel para verificar acerca de cuánto aportan en disminuir la huella de carbono existente. Para esto se consultó el artículo *Análisis de ciclo de vida simplificado aplicado a viviendas de paneles SIP (structural insulated panels)* y la tesis *“Proceso constructivo ecoeficiente mediante la utilización del sistema prefabricado de paneles SIP para la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de Lima”*. El análisis de ciclo de vida requiere un cálculo especializado de los productos, pero por falta de tiempo y recursos, no se pudo realizar. El análisis que se realizó en esta investigación es un acercamiento a las fases de ciclo de vida presentados por Guzinski, F. en *Impacto Ambiental del Sector de la Construcción: Análisis Comparativo de Cerramientos Externos Aplicando el Enfoque de Ciclo de Vida*. También se ocupó de referencia la entrevista con Felipe López para saber sobre los procesos constructivos de las viviendas y cómo estos influyen en su ciclo de vida.

Para finalizar, se llevó a cabo la observación de los resultados de la investigación y se llegó a conclusiones que lograron determinar cuál de estos paneles tiene más ventajas comparativas para construir viviendas en Chile.

4. Resultados

Los datos obtenidos para la **resistencia al fuego** fueron los siguientes:

El panel SIP cumple con F-60, y el Panel Rootman con un F-90. Si bien ambos paneles dieron buenos resultados como resistencia al fuego, existe una gran diferencia al comparar los componentes que usaron para que dieran esos resultados.

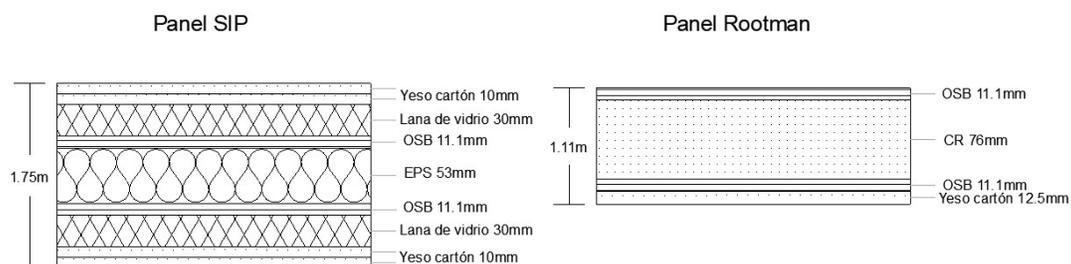


Figura 6: Panel SIP F-60 y panel Rootman F-90 en resistencia al fuego. Fuente: Elaboración propia.

Según las propiedades estudiadas, para la resistencia al fuego, el panel Rootman es el que tiene mejores resultados presentando una resistencia de F-90 frente a un F-15 para un panel SIP simple. Lo que hay que tener en consideración es que para el ensayo de Rootman, se utilizó una capa extra de yeso cartón que ayudó a tener un resultado mejor, en cambio para el panel SIP, el ensayo hecho está con capas de OSB en ambas caras y EPS en el núcleo.

En el Listado Oficial de Comportamiento al Fuego de Elementos y componentes de la Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se listan ensayos ya hechos con panel SIP que presentan distintos resultados de resistencia al fuego que van desde F-15 hasta F-60 en donde se puede concluir que, para que el panel SIP tenga mejores resultados, se le deben agregar más capas de revestimiento al panel aumentando así su capacidad de protección contra el fuego. Lo mismo se puede aplicar para el panel Rootman.

Otro punto para tener en consideración es que lo que aporta al panel Rootman no son solo las capas extras, sino las raíces del núcleo ya que estas tienen una gran resistencia y capacidad de soportar las llamas, por lo que hace que el panel no necesite más capas de revestimiento adicionales.

Para la **aislación térmica** se calculó la resistencia térmica (R_t) de ambos paneles ocupando los mismos espesores de las placas OSB y el mismo espesor de núcleo de EPS para panel SIP, y de CR para el panel Rootman, esto para poder obtener resultados bajo las mismas condiciones. Los cálculos se hicieron según la norma NCh 853 Of.2007 y se compararon estos valores por cada zona térmica del país para ver si los resultados cumplen con lo mínimo exigido. En las siguientes figuras se muestran los resultados por zona del panel SIP, para muros, techos y pisos.

Tabla 4: Resultados de resistencia térmica panel Rootman por zona. Fuente: Elaboración propia.

Zonas	Rt Muros	Observaciones	Rt Techos	Observaciones	Rt Pisos Ventilados	Observaciones
Panel SIP	1.526		1.496		1.576	
Zona 1	0.25	Cumple	1.19	Cumple	0.28	Cumple
Zona 2	0.33	Cumple	1.67	Cumple	1.15	Cumple
Zona 3	0.53	Cumple	2.13	No cumple	1.43	Cumple
Zona 4	0.59	Cumple	2.63	No cumple	1.67	No cumple
Zona 5	0.63	Cumple	3.03	No cumple	2.00	No cumple
Zona 6	0.91	Cumple	3.57	No cumple	2.56	No cumple
Zona 7	1.67	No cumple	4.00	No cumple	3.13	No cumple

Para los muros, el panel SIP cumple con todas las zonas climáticas del país, exceptuando la zona 7 que corresponde a la Cordillera y la Zona Austral. Para los techos, solo cumple con las primeras dos zonas climáticas, y para los pisos ventilados, cumple con las primeras tres zonas.

Para el panel Rootman, las siguientes tablas muestran sus resultados por zona en muros, techos y pisos.

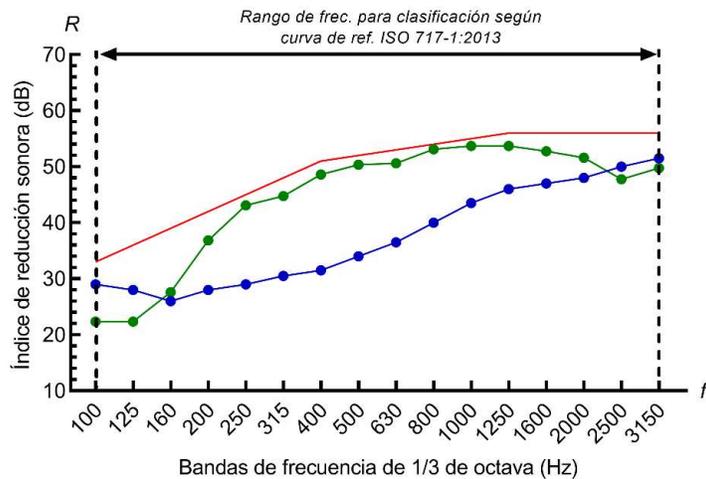
Tabla 5: Resultados de resistencia térmica panel Rootman por zona. Fuente: Elaboración propia.

Zonas	Rt Muros	Observaciones	Rt Techos	Observaciones	Rt Pisos Ventilados	Observaciones
Panel Rootman	1.704		1.674		1.754	
Zona 1	0.25	Cumple	1.19	Cumple	0.28	Cumple
Zona 2	0.33	Cumple	1.67	Cumple	1.15	Cumple
Zona 3	0.53	Cumple	2.13	No cumple	1.43	Cumple
Zona 4	0.59	Cumple	2.63	No cumple	1.67	Cumple
Zona 5	0.63	Cumple	3.03	No cumple	2.00	No cumple
Zona 6	0.91	Cumple	3.57	No cumple	2.56	No cumple
Zona 7	1.67	Cumple	4.00	No cumple	3.13	No cumple

Al comparar los resultados de ambos paneles, se puede observar que no hay grandes diferencias entre uno y otro, para los muros, el panel Rootman cumple en las 7 zonas mientras que el panel SIP cumple en las primeras 6. Para los techos, ambos paneles solo cumplen con las dos primeras zonas, así que para ambos se deben aumentar los espesores de núcleo para obtener mejores resultados, y para piso, el panel Rootman cumple con 4 zonas de las 7 en comparación con el panel SIP, que cumple solo con 3 de ellas.

Otro dato relevante es que, a pesar de las similitudes de ambos paneles, para muros, la resistencia térmica del panel Rootman (1.704 m²xK/W) es mucho más alta que la del panel SIP (1.526 m²xK/W), estableciendo que el colchón radicular Thermoroot es mejor aislante que el poliestireno expandido.

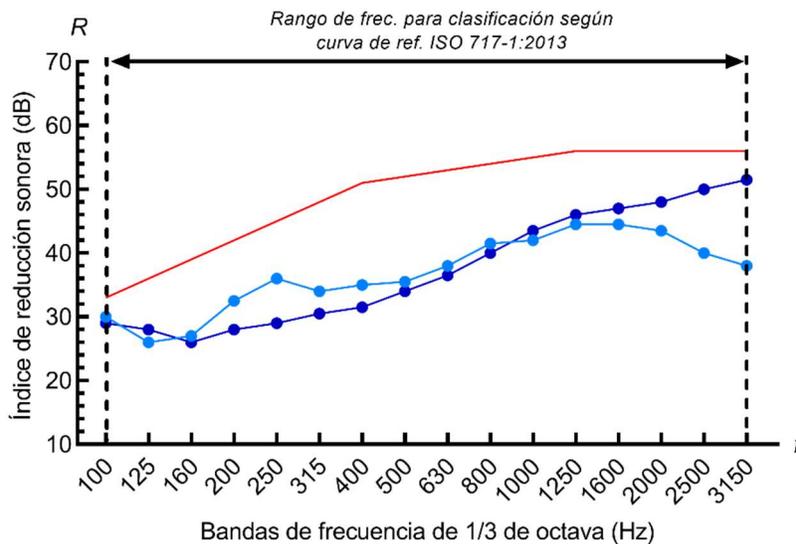
Para la última propiedad, correspondiente a la **aislación acústica**, los resultados del panel Rootman (R_w(C;Ctr) 48(-4;-10)± 2.5 dB) son mejores ya que de los dos paneles, es el único que cumple y sobrepasa lo mínimo exigido por el MINVU; aunque hay que tener en consideración que las partes ocupadas en este panel no son las mismas que las de un panel Rootman 'normal' pues en vez de placas OSB, se ocuparon dos placas de yeso cartón a cada lado.



■ Curva de referencia ■ Resultados panel Rootman ■ Resultados panel SIP

Figura 7: Rango de frecuencia panel Rootman versus panel SIP. Fuente: Elaboración propia en base Laboratorio CPIA, 2018 y Pino, 2016.

Similar pasa con el panel SIP, ya que al comparar los resultados entre el panel simple ($R'w(C;Ctr)$ 30(0;-1) dB) y el panel con una capa de yeso cartón por un lado ($R'w(C;Ctr)$ son de 39(-1;-4)dB), se observan mejoras en su rendimiento de aislación acústica.



■ Curva de referencia ■ Resultados panel SIP ■ Resultados panel SIP+ yeso cartón

Figura 8: Rango de frecuencia panel SIP versus panel SIP + yeso cartón. Fuente: Elaboración propia en base a Pino, 2016.

A partir de estos resultados se puede inferir que los paneles solo con placas de OSB no dan buenos resultados para la aislación acústica por lo que se hace necesario agregar capas extra a fin de que el ruido al viajar tenga más obstáculos para llegar al otro ambiente, siendo el yeso cartón un material óptimo para esto.

Por otro lado, según la OGUC Art. 4.1.6, cuando el panel SIP no cumple con las exigencias mínimas normativas, de debe recurrir al “Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico” del MINVU, para mejorar las condiciones del material (DITEC, 2005). Para un panel SIP con núcleo de EPS de 53mm y con paneles de OSB de 11,1mm, la solución es agregarle lana de vidrio de 50mm comprimida con pino cepillado de 30mm*90mm para sostener la lana, y terminarlo con dos planchas de yeso cartón a cada lado.

Los **procesos constructivos** de montaje de ambos paneles son similares al ser ambos tipo SIP y se pueden usar tanto para pisos como techos y muros, solamente variando los espesores de los paneles de OSB y de los núcleos de EPS y CR respectivamente. Depende del método que se elija para ensamblar los materiales los costos adicionales que se requerirán, algunos métodos incluyen paneles de espesor menor, uniones hechas entre los mismos paneles o a través de vigas de madera. (Rootman, 2020).

La mano de obra necesaria para el montaje también es similar, siendo completamente posible instalar los paneles con personas no profesionales en el área. En ambos casos se necesitan de al menos 3 personas que hayan sido capacitadas para su instalación.

Una diferencia importante cuando se instalan los paneles y se hacen los vanos para las puertas y ventanas es que el panel SIP se puede cortar en cualquier parte sin dañar la estructura, en cambio el panel Rootman, al tener un envigado entre paneles que sostienen el núcleo de raíces (ver figura 4), la estructura se puede ver dañada con el mal manejo de esto. Presentando una ventaja comparativa el panel SIP.

Para llevar a cabo una comparación más precisa de los procesos constructivos de los paneles, se propone la construcción de una casa básica en una de las 7 zonas térmica del país, lo que permitió analizar costos de los productos y de despacho, tiempos de espera y manos de obra requeridas, todo esto de forma teórica para fines únicamente comparativos. De este proceso, se escogió la zona térmica 4 ya que su clima no es tan variado como en los extremos del país y un modelo de casa básica de 48 m². La primera propuesta incluía hacer una cotización de un kit básico, sin embargo, la empresa Rootman solo venden los paneles. Es por esto que esta comparación se realizó en base a valores actualizados de paneles entregados directamente por las empresas especializadas y los cálculos para la elección del espesor de panel correspondiente se hicieron en base a las normas de la zona térmica 4.

Para el panel SIP se eligió cotizar con la empresa IngePanel de Talca, y para el panel Rootman, con la empresa Rootman, que se encuentra en Los Ángeles.

A continuación, se muestran los planos de la casa básica, incluyendo los de piso, muros y techo:

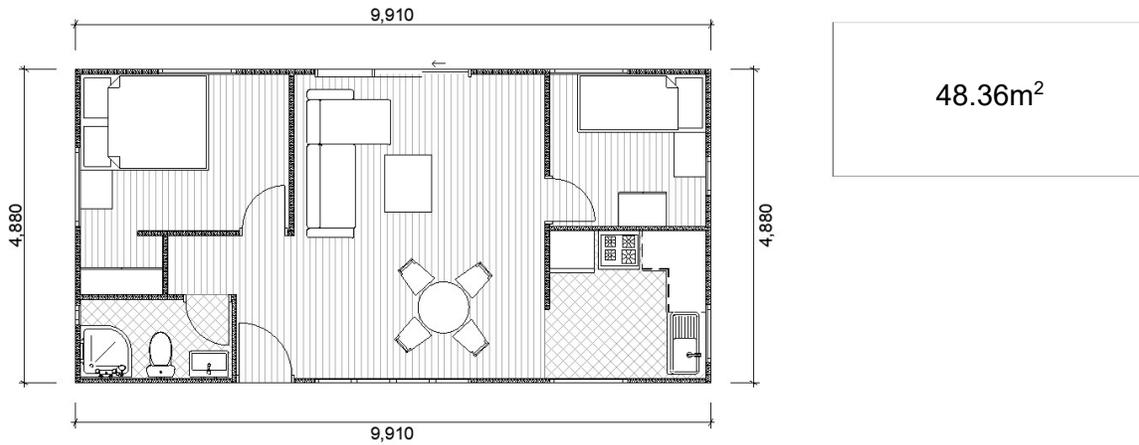


Figura 10: Planta casa básica. Fuente: Elaboración propia.

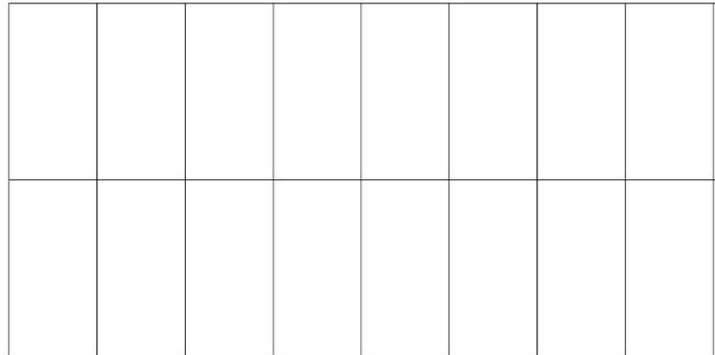


Figura 11: Esquema disposición paneles en planta de techumbre. Fuente: Elaboración propia.

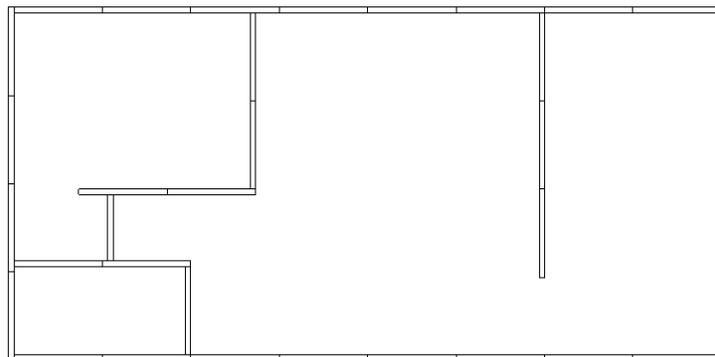


Figura 12: Esquema disposición paneles de muro. Fuente: Elaboración propia.

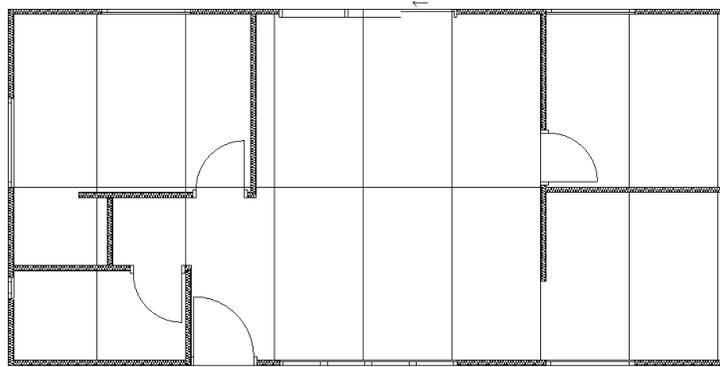


Figura 13: Esquema disposición paneles en planta de piso. Fuente: Elaboración propia.

Esta casa ocupa un total de 35 paneles para muros, 17 paneles para pisos y 17 paneles para techo. La cotización que se llevó a cabo fue la siguiente:

Tabla 6: Cotización para una vivienda de 48m² en panel Rootman y panel SIP. Fuente: Elaboración propia a partir de valores entregados por Rootman e Ingepanel.

	PANEL SIP	PANEL ROOTMAN
Muros	OSB 9.5mm x 2 + EPS 56mm = Panel de 7,5cm espesor Valor \$54.931 c/panel 35x\$54.304= \$1.900.640	OSB 11.1mm x 2 + CR 50mm = Panel de 7,5cm espesor Valor \$70.000 c/panel 35x\$70.000= \$2.450.000
Techos	OSB 11,1mmx2 + EPS 120mm = Panel de 14.22cm espesor Valor \$71.279 c/panel 17x\$71.279= \$1.211.743	OSB 9,5mmx2 + CR 75mm = Panel de 9,4cm espesor Valor \$70.000 c/panel 17x\$70.000= \$1.190.000
Pisos	OSB 1.11mmx2+ EPS 5.6mm = Panel de 7.5cm espesor Valor \$58.931 c/panel 17x\$58.931= \$1.001.827	OSB 9,5mm+OSB11.1mm + CR 5,6mm = Panel de 7,5cm espesor Valor \$82.000 c/panel 17x\$82.000= \$1.394.000
Flete	\$100.000	\$220.000
Total	\$4.214.210	\$5.254.000

Hay que tener en consideración que solo se cotizó el valor de los paneles, faltando más estudio sobre los tipos de uniones, aislantes extras y recubrimientos que utilizaría la casa. Esos valores no están incluidos en la cotización, pero queda abierto para futuras investigaciones.

Los tiempos de entrega del panel SIP son 3 semanas y para el panel Rootman son 2 semanas. Según los datos obtenidos, el panel que más ventajas comparativas tiene es el Panel SIP.

A partir de cotizaciones hechas, se encontraron grandes diferencias en los costos de construcción y en la oferta de productos entre ambos paneles en donde la empresa Ingepanel ofrece el doble de

productos que la empresa Rootman. Las cotizaciones, hechas en base a las exigencias térmicas de piso, techo y muro de la zona 4, muestran que, para la misma cantidad de paneles, el costo total de los paneles SIP es de un 20% menos que el de Rootman.

El **ciclo de vida** de los paneles se analizó en base a las distintas fases de la construcción, como se pueden observar en la siguiente figura:



Figura 14: Fases del ciclo de vida de la construcción. Fuente: Guzinsky, 2012

Para el panel SIP, la fase A de extracción de las materias primas y fabricación del panel depende de la empresa en donde la mayoría compran por separado los paneles de OSB y las planchas de EPS, especializándose en la fabricación y ensamblaje de paneles. Los efectos adversos de estos procesos en el medio ambiente suceden antes de producir el panel. Para los paneles Rootman, las planchas de OSB también son compradas pero la fabricación de su aislante es distinta, ellos mismos se encargan de cultivar las raíces para fabricar el colchón radicular, este proceso dura entre 10 y 15 días y se desarrolla al interior de cámaras aisladas, donde se produce el cultivo hidropónico de semillas de grano de avena o cebada, utilizando bandejas que definen el espesor requerido de las raíces. Este proceso de germinación se puede realizar en cualquier momento del año y no necesita una ubicación geográfica específica, dejando una baja huella ecológica al presentar requerimientos mínimos de energía y agua (Rootman,2022).

Para la fase B de construcción, ambos procesos son similares, diferenciándose en los residuos que quedan al hacer los vanos para puertas y ventanas. Para el panel SIP, la posibilidad de reutilización de los trozos de panel van únicamente en las dimensiones de este y en si sirven o no para poner en alguna parte de la construcción de la vivienda sino, la oportunidad de reutilización se reduce a la posibilidad de separar el OSB del poliestireno expandido, que se dificulta al estar pegado con adhesivo en base a poliuretano. En cambio, el panel Rootman al funcionar distinto en su interior, las posibilidades de reutilización de los trozos de panel son distintas, las raíces, al no estar pegadas, se pueden poner dentro de otros paneles, o simplemente se pueden compostar, al igual que los listones de 2"x3" de pino radiata, que forman la estructura interna o los paneles de OSB, ya que son elementos por separado, dan la posibilidad de utilizarlos o reciclarlos según se estime conveniente.

Para la fase C de usos y mantenimientos, la duración de las construcciones de ambos paneles depende únicamente en las capas de aislación y revestimiento que se tengan con el exterior e interior, ya que ambos paneles al ser de madera deben ser protegidos de la humedad. Para esto, se puede tener una capa de membrana hidrófuga para techos y muros y el piso debe ser piso ventilado. Si se construye con paneles con resistencia térmica menor a lo exigido, se van a necesitar de artefactos o instalaciones externas al panel para temperar o enfriar la casa, lo que produciría efectos negativos en el medio ambiente.

Por último, para la fase D de deconstrucción, fin de la vida, reciclaje y reutilización, el panel Rootman presenta ventajas sobre el panel SIP ya que todos sus componentes se pueden reutilizar o reciclar, ya que no genera desechos al ser un producto ecológico y 100% biodegradable.

Según todas las propiedades analizadas, se pueden observar variaciones importantes entre los paneles, el panel Rootman es el que presenta mayor cantidad de ventajas comparativas en sus propiedades. Si bien este panel tiene un valor más alto, requiere menos revestimientos adicionales por lo que termina siendo una inversión a futuro en cuanto a costos extras necesarios para aislar la vivienda del frío o calor por la gran capacidad aislante que tiene gracias a las raíces. Y es un aporte al medio ambiente por la circularidad de su ciclo de vida, algo clave en la actualidad.

5. Conclusiones

Basado en lo investigado, se puede afirmar que el panel Rootman sí es una alternativa viable para las construcciones de viviendas en Chile. Los resultados muestran una inclinación favorable con el panel Rootman, exceptuando casi únicamente por la diferencia de costos, los cuales se pueden ver como una inversión en seguridad, gracias a su gran resistencia al fuego, y en menores gastos extras para mejorar la aislación térmica y acústica de la vivienda.

Estos resultados son de gran importancia al analizar un producto relativamente nuevo en el mercado chileno. Es fundamental para la arquitectura actual que haya productos ecológicos con los que trabajar ya que la industria de la construcción es responsable de hasta un 40% de las emisiones globales de dióxido de carbono en la capa de ozono.

Para el Panel SIP, ya existen diversos escritos sobre el producto y sus soluciones constructivas. Con este trabajo se espera abrir puertas para empezar a estudiar a fondo el panel Rootman y todas las posibilidades que tiene este nuevo producto y darle más reconocimiento y divulgación en el área de la tecnología y la sustentabilidad.

Por limitaciones de tiempo y recursos económicos durante el desarrollo de este trabajo, futuras investigaciones podrían incluir hacer ensayos actualizados de ambos paneles con distintos componentes a los que ya se tienen, ya que, por ejemplo, el ensayo acústico del panel Rootman está hecho con paneles de yeso cartón en vez de OSB, y en los ensayos de panel SIP se podrían hacer con mayores espesores de EPS para ver cuánto mejora sin agregar elementos extras. También se podrían hacer análisis y pruebas para ver adhesivos que sean ecológicos en el panel SIP, que permitan la separación de sus elementos para poder reutilizarlos o reciclarlos. E incluso se podrían estudiar formas de abaratar los costos del panel Rootman. Y finalmente se podrían hacer ensayos en terreno con casas ya construidas.

Se espera que la información publicada en este trabajo abra muchas puertas para seguir desarrollando y mejorando las nuevas tecnologías como el panel Rootman, un producto que aporta con innovación al sistema constructivo actual.

Referencias

- Asif M., Muneer T. and Kelley R. (2007), "Life cycle assessment: A case study of a dwelling home in Scotland. Building and Environment", 42(3), 1391–1394. doi:10.1016/j.buildenv.2005.11.023
- Brunet, M. (2014) "Recopilación de la normativa nacional de seguridad contra incendios". Cámara Chilena de la Construcción, Santiago, Chile.
- Cárdenas, J., Muñoz, E., Riquelme, C., Hidalgo, F. (2015). "Simplified life cycle assessment applied to structural insulated panels homes". Revista ingeniería de construcción, 30(1), 33-38.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000100003>
- Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J.G.J., Vignati, E.(2020) , "Fossil CO2 emissions of all world countries - 2020 Report", EUR 30358 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-21515-8, doi:10.2760/143674, JRC121460.
- Construcción 2011, (2011). "Panel SIP (Structural Insulated Panel)".
<https://construccion2011.wordpress.com/2011/04/07/panel-sip-structural-insulated-panel/>
(Accedido el 15 de Nov. 2022)
- Decreto Supremo N° 47 (1992), "Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones". Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile.
- DITEC (2005). "Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico del Ministerio de Vivienda y Urbanismo". MINVU. Chile
http://serviu10.minvu.cl/documentos/Urbanismo%20y%20Construccion/Normativa%20Tecnica/Listado_Oficial_acustico4653.pdf (Accedido el 15 de Nov. 2022)
- Garay, R., Pfenniger, F., Tapia, R., Larenas, J. (2014). "3. Especificaciones técnicas para viviendas de emergencia". Universidad de Chile. (ISBN) 978956-19-0858-1
- González A., (2021). "¿De qué material es mejor construir mi casa?". Casas Brunel.
<https://www.casasbrunel.cl/post/de-que-material-es-mejor-construir-mi-casa> (Accedido el 15 de Noviembre 2022)
- Guzenski,F. (2012). "Impacto Ambiental del Sector de la Construcción: Análisis Comparativo de Cerramientos Externos Aplicando el Enfoque de Ciclo de Vida".
<https://www.behance.net/gallery/3131177/Impactos-ambientales-del-sector-de-la-construccion>
(Accedido el 15 de noviembre de 2022)
- IDIEM, (2018). "Informe de ensayo - resistencia al fuego en tabique según NCh935/1.OF97". FCFM, Universidad de Chile. Chile
- International Organization for Standardization (ISO). 2020. "Standard ISO 717-1: Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: airborne sound insulation".
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/77435/1609f1821aa54f128753faa0423d239a/ISO-717-1-2020.pdf>

- Laboratorio CPIA (2018). "Informe de ensayo oficial: Tabique acústico SOUNDROOT 111/50", Rootman (Informe n° 202). Santiago, Chile
- Méndez, D., Caamaño, J., et al. (2021). "Manual de soluciones constructivas en madera. Centro de innovación en madera UC". Minvu. Chile
- Modulor Arquitectura. "OGUC – De la Arquitectura – De las Condiciones de Seguridad Contra Incendio". <https://modulor.cl/oguc-de-la-arquitectura-de-las-condiciones-de-seguridad-contra-incendio/> (Accedido el 15 de Nov. 2022)
- Navarrete, S. (2021). "Estudio comparativo entre muro de metacón revestido con placa OSB y panel SIP aplicado a una vivienda tipo ubicada en la ciudad de Valdivia en términos de eficiencia energética". [Tesis para optar al título de Ingeniero, Universidad Austral de Chile]. <https://es.scribd.com/doc/295328847/Panel-SIP-y-Metalcon-pdf> (Accedido el 15 de noviembre de 2022)
- Newtrade, "Paneles SIP". <https://newtradecorp.cl/paneles-sip/> (Accedido el 15 de Nov. 2022)
- Norma chilena oficial N° 853. (2007). "Acondicionamiento térmico. Envolvente térmica de edificios. Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas". INN, Chile
- Norma chilena oficial N° 352/1. (2000). "Aislación acústica parte 1: construcciones de uso habitacional. Requisitos mínimos y ensayos". INN, Chile
- Pino, N. (2016). "Comportamiento acústico de tres tipos de viviendas: Un prototipo de vivienda de emergencia fabricado bajo el sistema constructivo SIP (Structural Insulated Panel), una vivienda social y una vivienda de emergencia actual (mediagua)". [Tesis para optar al título de Ingeniera, Universidad de Chile]. Repositorio institucional, Universidad de Chile <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151538/Comportamiento-acustico-de-tres-tipos-de-viviendas-un-prototipo-de-vivienda-de-emergencia-fabricado-bajo-el-sistema-constructivo-SIP-%28Structural-Insulated-Panel%29-una-vivienda-%20social-y-una-vivienda-de.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quispe, M., Nilver, L. (2022). "Proceso constructivo ecoeficiente mediante la utilización del sistema prefabricado de paneles SIP para la construcción de viviendas unifamiliares en la ciudad de Lima". [Tesis para optar al título de Ingeniero, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio institucional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659939>
- Rootman (2020). "Solución constructiva de envolvente térmica. Muro de tabiquería de madera con aislación térmica rootman". <https://www.rootman.com/wp-content/uploads/2022/07/11.-FT-Panel-ROOTMAN.pdf> (Accedido el 15 de Nov. 2022)
- United Nations Environment Programme (2021). "2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector". United Nations

Anexo 1: Entrevista a Felipe López sobre su experiencia como arquitecto en la construcción de viviendas con paneles Rootman y con paneles SIP

Entrevistado: Felipe López, arquitecto con experiencia con panel SIP y panel Rootman

Entrevistador: Constanza Aros

Fecha: 25/Octubre/2022

¿Usted ha trabajado con el panel SIP antes?

Sí

¿Entonces ha tenido la oportunidad de trabajar con el panel SIP y el panel Rootman?

Sí

¿Como diría que es trabajar con los 2? ¿con cuál fue su mejor su experiencia?

Yo creo que son diferentes, ellos lo llamaban panel el eco SIP pero la característica del panel SIP es que tiene una placa de una placa de OSB y después tiene un aislante de poliestireno expandido y tiene un adhesivo entre ambos y en general la resistencia está dada por la cantidad de superficie más que por las propiedades de cada material entonces el poliestireno expandido sí la resistencia que va a tener no es tan alta pero va a tener una adhesión completa en toda la superficie se transforman en la estructura entonces yo te diría que es la gracia del panel SIP. Pero el panel Rootman no funciona así, el panel Rootman funciona con una estructura interna de pino de 2x2 y está relleno, entonces yo no lo analice estructuralmente tan en detalle, pero lo que uno puede construir es diferente porque finalmente con el Rootman uno está construyendo un entramado.

Claro eso es lo que le da al final la estructura, no el panel en sí con las placas de OSB.

Entonces finalmente uno está construyendo una estructura de entramado arriostrado con OSB, que no es lo mismo que una construcción en base a panel SIP, entonces ahí hay unas diferencias y cómo se traduce eso en la práctica también yo creo que los espesores a los que llegan, cuando yo trabajé con Rootman, que fue hace años, el producto puede haber cambiado, pero no habían losas o elementos de 160 mm o algo así. A ver, ¿cuál es mejor? Yo no diría que uno es mejor que el otro, son productos diferentes. Nosotros ahora vamos a partir a construir un proyecto con panel SIP tradicional después de haber trabajado con Rootman por largo precio entonces no sé tengo una estructura que queremos ocupar paneles que sean de 4.88m y eso no yo hasta la última vez que había visto no lo trabajaban en Rootman, el estándar es 2.44. Así que no diría que uno es mejor que el otro, yo diría que son elementos diferentes yo diría que uno es un panel que funciona en base a una aislación adherida a un elemento exterior que es estructural y el otro es un entramado prefabricado.

¿Cómo es la mano de obra requerida para ambos? el tiempo de construcción es más o menos el mismo en las viviendas?

Sí, el tiempo de construcción es más o menos el mismo, la calificación de la mano de obra no es mucha, con un día de la introducción del funcionamiento de los paneles y una cuadrilla construye con panel SIP o Rootman, no es mucho más complejo.

Usted recuerda cómo eran los tiempos de cuánto se demoran en entregar los paneles porque quizás en eso hay diferencia entre los paneles. Tengo como la suposición de que te entregan más rápido el panel SIP que el panel Rootman.

Mmm... podría ser, va a depender de cómo estén con la carga de venta, pero a nosotros nos entregaron una fecha y nos respondieron bien, no fue un tema ahora también lo vimos con anticipación.

¿Y no se acuerda si fue quizás como un mes que se demoraron en entregar todos los paneles o fue más rápido?

Te mentaría si te doy una fecha.

Porque el cliente lo propuso de hecho porque quería construir lo más sostenible posible y con materiales biobased y entonces por eso. Era una casa que la estructura entera era de madera lo único que no es que tenía radier de base, pero el resto es todo madera después un revoque en adobe entonces una casa que estaba tenía esa lógica.

Y sobre la composición del núcleo de los paneles, me llama la atención que las raíces del panel Rootman no van pegadas a la madera, sino que van en bolsas.

Sí, ahora entiendo que lo trabajan en bolsas, pero en ese tiempo uno cortaba el panel y salía la aislación. Y también ahí hay un tema que nosotros no hicimos, el panel SIP tiene otra ventaja que también el comportamiento no es homogéneo pero tiende a serlo por lo tanto uno también puede darle forma al panel fácilmente y finalmente uno sabe que la resistencia va a estar ahí en todo el panel de la misma manera pero en el panel Rootman no porque si uno corta como la estructura depende de elementos interiores sí es que cortó un panel a la mitad por ejemplo hay que tener la precaución si es que voy a dejar un vertical adentro o no. Entonces no tiene adhesivo y por eso decía es un entramado y hay que estar consiente que uno como dependiendo como corta el panel como va a tener que reforzar el entramado.

¿Y cuando cortaban se le salía nada más la raíz o no?

¡Sí, se salía ahí la gente decía ooh! Y después andaban las colchonetas de raíz que uno no cree que tiene tantas propiedades.

Sí y tenía la duda porque cuando uno trabaja en panel SIP uno corta los pedazos y ya no sirve porque es difícil separar las partes o sea el plumavit ya se murió, pero en esto es la raíz se puede compostar y los materiales son biodegradables.

Por supuesto y como estaba suelto se podía poner de nuevo, de hecho, de los paneles que tuvimos que cortar, la aislación lo ocupamos en otro lugar, eso nos funcionaba sin ningún problema.

Ah qué bueno

De lo único que hay que tener cuidado yo creo, es que es sensible a la humedad por eso están usando yo creo que la bolsa. Vi que se estaba usando y ahora el aislante lo venden con este pre embalado que yo creo que lo que ellos hacen debe ser realmente una membrana hidrófuga entonces no le entra agua, pero respira entonces me da la impresión, pero es sólo uno una suposición. Ese era un tema, pero cortando la cortando la bolsa el tema va a ser el mismo.

¿Y esos no se podrían pegar?

Es que no tiene resistencia interior, podría ser en mayor densidad los paneles en base a fibras de madera variando en densidad, 80kg o 160 kg. Hay más resistencia la mayor, pero yo no sé si se puedan pegar tampoco los que tienen mayor resistencia. Pero no hay resistencia no hay resistencia a la compresión, es una esponja de raíces entonces es como una lana mineral, o sea si se lograra pegar habría que tener elementos que eviten la compresión, pero tampoco va a tener resistencia a la tracción

ni al corte, no tiene ninguna resistencia. Por eso te digo que la lógica de llamarla eco-SIP es bien engañosa porque no tiene ninguna de las lógicas que hacen al panel SIP tan característico.

Sí, si ellos lo venden en la página como panel tipo SIP. Panel Rootman que es un panel tipo SIP, así lo venden.

Sí, que lógico que la gente también entiende porque finalmente se trabaja bastante parecido. Yo lo único que hay que tener mucho cuidado si es en la forma que uno detalla uniones y algunos elementos porque hay cortes que tienen diferencias.

Hay que tener contemplado la estructura del entramado. ¿Han escuchado cómo les ha funcionado la vivienda a la persona que le construyeron?

Sí, o sea cuando la gente no llama no hay quejas. Entiendo que ha funcionado bien y que no hubo mayores inconvenientes.

¡Que bueno! ¿Tenía dudas sobre si uno estuviera en la vivienda se escucha hacia el otro lado? ¿cómo funcionan la aislación acústica?

No sé en la casa. Yo creo que la acústica generalmente son 2 placas conectadas por una madera es la de una tabiquería. No creo que tenga muy buena performance porque no hay masa. En el panel SIP hay un elemento que no es elástico, pero es más elástico que la madera por lo tanto sí a las altas frecuencias yo creo que va a funcionar mejor.

¿El panel SIP?

Sí pero también es un sólo una tincada porque hay una conexión mecánica porque el panel es estructural, pero a través de un elemento que tiene una densidad bastante menor que la madera lo que al final debe tener una mejor performance para altas frecuencias.

¿Cómo sugiere abordar el ciclo de vida de los paneles?

En el análisis del ciclo de vida cierto se divide por etapas y van a tener las etapas de producción que va a haber una diferencia porque tienen un material orgánico y en el otro un material inorgánico que debe producir bastante más contaminación en su fabricación entonces eso va a estar en las etapas de producción, en el tema de construcción y en el área de residuo de la construcción va a haber una diferencia porque unos residuos son reutilizable más que el otro pero la mayor diferencia que va a estar en el fin del ciclo de vida porque el panel Rootman al no ser un panel adherido, es fácil la reutilización o sea podría desarmarse entonces ambos elementos se podrían reutilizar como panel. El panel SIP es más difícil porque tiene un adhesivo que el panel de Rootman no tiene y la reutilización como aislación del poliestireno expandido si es que no es un elemento completo es más complejo que la reutilización del aislante en base a raíces. Entonces yo creo que ahí está la gran diferencia en el análisis de ciclo de vida, en la etapa de producción está en la aislante, pero después en las posibilidades de reutilización. Entonces al desarmarse también se puede hacer reincorporación en la en la cadena y se pueden utilizar en otras cosas. Un OSB, pino 2x2 y aislación por lo tanto da posibilidades, yo creo que ahí va a estar la mayor diferencia.

¿Entonces el panel SIP no se puede reutilizar?

Se puede utilizar como panel sí, pero por ejemplo si cortamos el mano de una ventana queda un pedazo de panel y eso se podría reutilizar si hay que se necesitara algo de un pedacito.

Sí, es más complejo pero si tú después quieres separar el OSB del poliestireno eso es una faena más compleja que del panel Rootman, dónde podrías reutilizar el OSB para moldaje o lo que sea y la raíz reincorporarla como aislante, qué el poliestireno expandido también pero más complejo entonces ahí empiezan a ver los adhesivos en general al terminar el ciclo de vida nos no son los mejores amigos en

el en el análisis porque que no permiten separar los elementos, entonces la posibilidad va a estar como elemento pero no como componente.

¿Y ahí, si es que no se pueden reutilizar las partes de los paneles SIP se botan para desecho simplemente?

Sí, si uno no lo va a utilizar como panel en desecho, ahora si hubiera una gestión correcta también uno podría stockear paneles, ahora si tienen una forma o un corte específico es más completo.

¿Usted sabe si es que el panel tiene más usos?

Lo mismo que el panel SIP.

¿En el panel SIP he visto que construyen edificaciones de hasta 3 pisos aprox, el panel Rootman resistiría más o no?

Con una estructura de 2x2 no creo, porque finalmente es una tabiquería en base a pino radiata de 2x2 a 60 cm.

¿Usted sabe cómo cuál es la estimación de duración de un panel Rootman?

No lo sé porque son temas muy específicos del material.

¿Y sabe algo de la relación entre la duración de una casa y las raíces que componen los paneles, al ser estas orgánicas?

Yo creo que el panel no debería tener problemas si no tienen humedad, pero si está bien construido es como tener fibra de madera como aislación.

¿Y qué mantención se tendría que hacer a los paneles para que estuvieran bien?

Correctamente aplicar las capas las barreras de vapor y de humedad, eso podría ser un riesgo porque las barreras de vapor no son tan comunes o aplicadas en la industria y podría generar una diferencia.

¿Entonces de las ventajas y desventajas, tiene alguna ventaja y alguna desventaja claras entre los 2 paneles ya que ha podido trabajar con ambos?

Yo diría que la ventaja para Rootman es el uso de la aislación Rootman, eso es, que lo hayan transformado en un panel es para mejorar las ventas o crear otro tipo de producto, pero ahí está la gran ventaja. La ventaja del panel SIP es la facilidad con la que uno le puede dar forma, la homogeneidad del panel.

¿Y desventajas?

El panel SIP usa un aislante que no es de origen orgánico. Por su adhesivo se hace difícil la separación de los elementos para poder ser reciclado o reutilizado.

¿Y desventajas del panel Rootman?

Es que es un entramado preestablecido y que tiene restricciones por lo tanto en los cortes que se pueden hacer para La mantener la estructura o hay que reforzar la estructura existente.

¿Cómo lo hacían para reforzar la estructura?

Con un listón de 2x2.

¿Entonces en la parte donde se corta se pone el listón de 2x2 para que protejan lo que va dentro?

Sí.

Cuando construyeron, ¿compraron todo hecho, o sea les venían con los vanos listos para las puertas y las ventanas?

No, solo despacharon los paneles, no es tan fácil que corten cuando no son volúmenes grandes o no son diseños pre hecho es difícil que las empresas corten.

¿Hay algo que hicieron ustedes como para reducir los desechos en el panel sipo en el panel del Rootman?

Intentar utilizar los paneles en toda su longitud y ancho.

¿Como por módulo o no?

Sí, tener grilla 2.44 por 1.22, pero en algún momento empiezan a salir a volar esquinas con la inclinación de los techo y cosas.

¿Porque cree que no ha tenido tanto renombre?

No sé, eso es engañoso porque quizás tienen un nicho que ocupa su capacidad de producción y habría que preguntarles a ellos. O quizá no están en nuestro mercado, lo producen en Temuco y quizá están construyendo allá mucho o venden todo lo que producen. Habría que ver los volúmenes. No me atrevería a juzgarlos así, no ha crecido tanto, yo creo que puede ser la confianza también que hay en los paneles, la resistencia, la variedad. Yo creo que es un tema con el comportamiento mecánico del panel, en el panel SIP, las losas de 120 o 160 funcionan bastante bien y cuesta competirle y la gente no está dispuesta a pagar más. Y si hay diferencias en la estructura y en el costo... el SIP tiene más posibilidades de lograr resistencias más grandes y mejores valores.