

Elaboración de paneles prefabricados de aislamiento acústico a partir de madera residual proveniente de encofrados, incluyendo procesos de recuperación y limpieza de material.

Escuela de Arquitectura

Proyecto Final de Carrera previo a la obtención del título de
Arquitecto/a

Autores:

Doménica Anabel Barrera Pintado

José Luis Robles Jaen

Director:

Mgtr. Carlos Contreras Lojano

Cuenca-Ecuador

2026



Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía durante todo el proceso de formación universitaria, brindándome fortaleza en cada etapa y claridad en los momentos de dificultad.

A mis padres, María Teresa y Vicente, por su apoyo incondicional en esta vida universitaria y por ser el ejemplo constante de perseverancia y esfuerzo. Gracias por enseñarme a levantarme frente a cada tropiezo y por impulsarme siempre a seguir adelante con firmeza y esperanza.

A mis hermanos María José, Estefanía, Mateo y a mi hermana gemela Lizeth, cuya presencia ha sido fundamental. Gracias por acompañarme en las largas noches de trabajo, por su ayuda, por recordarme que, sin importar las circunstancias, siempre existe la fuerza para continuar.

A mi novio Sebastián, mi compañero y persona especial, por estar a mi lado en cada etapa, apoyándose en mis trabajos, compartiendo mis desvelos y celebrando conmigo cada logro alcanzado. Gracias por tu paciencia, tu compañía y por ser parte esencial de este camino.

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mis padres, Jorge Robles y Rosenia Jaén, así como a mi hermano, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida y formación. Gracias a su apoyo incondicional, paciencia, confianza y esfuerzo constante, pude afrontar cada etapa de este proceso con fortaleza y determinación, incluso en los momentos más difíciles.

A mis amigos y profesores, quienes formaron parte de mi crecimiento personal y académico, acompañándome con sus enseñanzas, consejos y apoyo a lo largo de los retos y aprendizajes vividos dentro de la universidad.

Finalmente, me dedico este trabajo a mí mismo, por la perseverancia, resiliencia y compromiso que desarrollé durante este camino. Por mantener el deseo constante de aprender, superar las dificultades y seguir construyendo un futuro basado en aquello que verdaderamente me apasiona.

Doménica Barrera

José Luis Robles

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi compañero de tesis, José Robles, por su compromiso, apoyo y dedicación en el desarrollo de este proyecto, así como por los años de conocimientos compartidos que enriquecieron este proceso formativo.

A mis docentes tutores, Magíster Carlos Contreras y Magíster Ana Llanera, les agradezco sinceramente por su guía académica, sus valiosos aportes, paciencia y acompañamiento constante. Su orientación fue fundamental para fortalecer y dar dirección al trabajo investigativo que hoy se presenta.

Finalmente, agradezco a Dios por ser mi guía en cada momento y a todos mis compañeros, docentes y colaboradores que, de una u otra manera, contribuyeron con sus conocimientos, consejos y apoyo a la culminación de esta tesis. Cada aporte recibido fue esencial para alcanzar este logro académico y personal.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por la fortaleza, sabiduría y constancia brindadas durante este proceso académico. De igual manera, manifiesto mi más sincero agradecimiento a mi compañera de tesis, Domenica Barrera, por su compromiso, dedicación y apoyo constante durante todo el proceso de desarrollo de esta investigación, compartiendo aprendizajes, retos y logros fundamentales para la culminación de este trabajo.

Asimismo, agradezco profundamente a mis docentes tutores, Magíster Carlos Contreras y Magíster Ana Llanera, por su guía académica, conocimientos, paciencia y acompañamiento a lo largo de esta etapa formativa e investigativa. Sus aportes fueron fundamentales para fortalecer y orientar el desarrollo de la presente tesis.

Finalmente, agradezco a compañeros, docentes y colaboradores que, de una u otra manera, contribuyeron con sus conocimientos, consejos y apoyo al desarrollo y culminación de este trabajo investigativo.

Doménica Barrera

José Luis Robles

Resumen

La investigación aborda la problemática de los residuos de madera provenientes de encofrados en la construcción de la ciudad de Cuenca, los cuales son desechados de manera inadecuada y generan impactos ambientales. El objetivo fue desarrollar paneles prefabricados de aislamiento acústico utilizando aserrín y viruta reciclada. La metodología aplicada fue de enfoque cuantitativo y diseño experimental, mediante la elaboración y evaluación de prototipos con diferentes dosificaciones y aglutinantes naturales. Los resultados evidenciaron que los paneles presentan propiedades adecuadas de aislamiento acústico, estabilidad física y viabilidad constructiva, contribuyendo además a la reutilización de residuos y a la sostenibilidad.

Palabras claves: Economía circular, sostenibilidad, reutilización, lignocelulósicos, aglutinantes, viruta, aserrín, biodegradabilidad.

Abstract

The research addresses the problem of wood waste generated from construction formwork in the city of Cuenca, which is improperly discarded and causes environmental impacts. The objective was to develop prefabricated acoustic insulation panels using recycled sawdust and wood shavings. The methodology applied followed a quantitative approach and an experimental design through the production and evaluation of prototypes with different proportions and natural binders. The results demonstrated that the panels present suitable acoustic insulation properties, physical stability, and constructive feasibility, while also contributing to waste reutilization and sustainability.

Keywords: Circular economy, sustainability, reutilization, lignocellulosic materials, binders, wood shavings, sawdust, biodegradability.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen	06
Abstract	07
Introducción	12
Problemática y justificación	13
Pregunta de investigación e Hipótesis	14
Objetivos	15
Objetivo general	
Objetivos específicos	
Metodología	16
Diseño metodológico	
Enfoque	
Alcance	

REVISIÓN DE LITERATURA

Marco teórico	
1.1 Residuos maderables de encofrado en Ecuador	20
1.2 Residuos maderables de encofrado en Cuenca	22
Marco teórico	
1.3 Tableros OSB ,Tableros MDF,Tableros aglomerados (partículas), Paneles madera-cemento	24
Estado del arte	
1.4 Bloques alivianados elaborados con aserrín y poliestereno	28
Tableros de revestimiento interior a base de cascarilla de arroz	
Panel prefabricado a base de fibras naturales	
Panel acústico con residuos de madera	
1.5 Materia prima	32
Viruta de madera	
Aserrín de madera	
1.6 Aglutinantes naturales	33
Almidón de maíz, papa, yuca	
1.7 Aislamientos	36
1.8 Normativa	37
1.9 Conclusión	38

01

ENSAYOS EXPERIMENTALES DE LOS RESIDUOS

02

2.1 Introducción	42
2.2 Madera procedente de los residuos de los encofrados Cuenca	43
2.3 Recolección de residuos	45
2.4 Tratamiento y Consideraciones	46
2.5 Campaña experimental	50
2.6 Ensayos experimentales	51
2.7 Tamizado	52
2.8 Ensayo referente a la dosificación con almidón de maíz	53
2.9 Conclusiones	55

PROPUESTA TÉCNICA

03

APLICACIÓN

04

3.1 Introducción	58	4.1 Introducción	94	Conclusiones generales	120
3.2 Experimentación	60	4.2 Aplicación	96	Limitaciones	122
3.3 Caja insonorizada	64	4.3 Conclusiones	117	Recomendaciones	123
3.4 Simulación de la propuesta para aislamiento acústico	65			Referencias bibliográficas	126
3.5 Ensayo de Resistencia al Fuego	66			Anexos	130
3.6 Ensayo de resistencia al fuego del panel constructivo	68				
3.7 Ensayo de propagación de fuego	70				
3.8 Resultados establecidos	71				
3.9 Análisis comparativo	73				
3.10 Ficha técnica	74				
3.11 Formas de ensamblaje de los prototipos experimentales desarrollados	82				
3.12 Conclusiones	91				

Introducción

En la actualidad, considero que la arquitectura enfrenta el desafío de responder a las problemáticas de sostenibilidad derivadas del uso intensivo de materiales convencionales y de la deficiente gestión de los residuos generados por la industria de la construcción, reconocida como una de las principales fuentes de desechos a nivel global (United Nations Environment Programme, 2020; World Bank, 2018). Dentro de este contexto, los residuos de madera provenientes de procesos constructivos, particularmente aquellos asociados al uso de encofrados temporales, representan una fracción significativa de los desechos de obra debido a su corta vida útil y limitado reaprovechamiento (EPA, 2016; Cordero, 2014).

En la ciudad de Cuenca, esta problemática se evidencia en la generación constante de residuos madereros como tablas, retazos, aserrín y viruta, los cuales, tras cumplir su función en obra, suelen ser desechados mediante prácticas inadecuadas como la quema, la disposición en botaderos informales o el abandono en espacios abiertos. Estas acciones generan impactos negativos sobre la calidad del aire, el suelo y la salud de la población (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015; Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca, 2020; MAATE, 2025a). La situación se agrava por la ausencia de sistemas

eficientes de gestión y por la limitada incorporación de estrategias basadas en los principios de la economía circular, que promueven la reducción, reutilización y valorización de los materiales (Ellen MacArthur Foundation, 2013; MAATE, 2025b).

Aunque la madera utilizada en encofrados conserva propiedades físico-mecánicas que podrían ser aprovechadas, su ciclo de vida se interrumpe de manera prematura, lo que evidencia una brecha entre las prácticas constructivas actuales y los principios de sostenibilidad y economía circular (Villacís & Herrera, 2020). Diversos estudios han demostrado que los residuos lignocelulósicos — como el aserrín, la viruta y los retazos de madera— pueden reincorporarse en la fabricación de nuevos elementos constructivos, tales como tableros aglomerados o paneles prefabricados (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUDI], 2021; Food and Agriculture Organization, 2018). Estos productos contribuyen tanto a la reducción de la contaminación como a la disminución del consumo de madera virgen, mitigando la presión sobre los ecosistemas forestales.

En este sentido, sostengo que la reutilización de residuos madereros provenientes de encofrados no solo representa una necesidad ambiental, sino también una oportunidad para transformar

los procesos constructivos hacia modelos más sostenibles, eficientes y socialmente responsables.

Problemática y Justificación

En la ciudad de Cuenca, el sector de la construcción genera una cantidad significativa de residuos, entre los cuales destacan los desechos madereros provenientes de encofrados. Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2019), más del 30 % de los residuos no peligrosos urbanos corresponde a materiales de origen maderable, principalmente vinculados a actividades constructivas. No obstante, estos residuos son gestionados de manera ineficiente, siendo comúnmente quemados, enterrados o depositados en botaderos informales, lo que genera impactos negativos en el aire y el suelo (Castillo y Herrera, 2021). Una de las principales causas de esta problemática es el uso intensivo de madera en sistemas de encofrado, donde más del 70 % del material es descartado tras uno o dos usos debido a la falta de procesos de reacondicionamiento (López & Méndez, 2020). A ello se suma la ausencia de soluciones técnicas accesibles y económicamente viables que permitan reincorporar estos residuos al ciclo constructivo, pese a que experiencias internacionales han demostrado la factibilidad de fabricar tableros aglomerados y briquetas a partir de madera reciclada (Gómez et al., 2019).

El presente estudio se enfocará en residuos generados por obras que emplean encofrados convencionales,

los cuales representan aproximadamente el 60 % del movimiento anual de este material en la ciudad (Cámara de la Construcción de Cuenca, 2022). La investigación se limitará al desarrollo de elementos de uso interior no estructural, evaluando variables físicas, mecánicas y de aislamiento que determinen su viabilidad técnica, así como factores económicos y normativos relacionados con su implementación.

Además del desafío técnico, el aprovechamiento de estos residuos implica superar la percepción del material reciclado como sinónimo de baja calidad. La aceptación de estos productos depende tanto de su desempeño como de su acabado y respaldo normativo (Ortega y Pacheco, 2020). En este contexto, el desarrollo de alternativas que integren innovación, funcionalidad y sostenibilidad contribuiría no solo a reducir el impacto ambiental del sector, sino también a fomentar prácticas constructivas más responsables y alineadas con principios de economía circular.

La presente tesis surge ante la necesidad de analizar y experimentar con residuos de encofrados de madera que, pese a conservar propiedades físicas y mecánicas aprovechables, son descartados tras su uso inicial. Esta subutilización evidencia una brecha en la gestión eficiente de recursos dentro del sector constructivo.

Considerando que la industria de la construcción es una de las principales consumidoras de materias primas y generadoras de residuos (Wadel, 2010), resulta indispensable promover estrategias que reduzcan el modelo lineal de “tomar, hacer y desechar” (Carvajal Suárez, 2018). En este sentido, la reutilización de madera residual representa una oportunidad para disminuir la extracción de recursos y mitigar impactos ambientales asociados.

Investigaciones recientes han planteado la fabricación de tableros aglutinados a partir de residuos de encofrado mediante adhesivos como el polivinil de acetato industrial, el cual presenta ventajas ambientales frente a adhesivos tradicionales basados en formaldehído (Huamán Pinto, 2019). Bajo esta perspectiva, la investigación busca aportar evidencia técnica que permita valorar la viabilidad de estos residuos como materia prima alternativa en aplicaciones constructivas de bajo requerimiento estructural.

De esta manera, el estudio no solo aborda una problemática ambiental local, sino que también propone una alternativa técnica y productiva.

Pregunta de Investigación

¿En qué medida la reutilización de residuos de madera de encofrados utilizados en obras de construcción permite la fabricación de paneles prefabricados con desempeño acústico adecuado, garantizando su viabilidad constructiva para su manipulación y aplicación en sistemas arquitectónicos?

Hipótesis

Los residuos de madera provenientes de encofrados utilizados en la construcción en la ciudad de Cuenca permiten la elaboración de paneles prefabricados de aislamiento acústico que cumplen con requerimientos de densidad, estabilidad dimensional y resistencia básica a la manipulación. Lo que evidencia su viabilidad técnica y constructiva permitiendo su uso seguro en aislamiento acústico y contribuyendo a la reducción del impacto ambiental.

Objetivo General

Desarrollar un panel prefabricado de aislamiento acústico, elaborado a partir de residuos de madera provenientes de encofrados de construcción en la ciudad de Cuenca, evaluando su desempeño acústico, estabilidad física y comportamiento frente a condiciones de uso, con el fin de determinar su viabilidad técnica y constructiva.

Objetivo Específico

- 01** ► Identificar los tipos y porcentajes de residuos de madera generados proveniente de la construcción en Cuenca mediante una revisión de literatura.

- 02** ► Identificar la composición óptima entre residuos de madera y aglomerantes, evaluando sus propiedades acústicas e ignífugas.

- 03** ► Describir las características técnicas del panel prefabricado y elaborar su ficha técnica de instalación y recomendaciones de aplicación.

- 04** ► Aplicar el panel prefabricado propuesto en el diseño de un proyecto de vivienda social, evaluando su factibilidad técnica, funcional y constructiva.

Metodología

Diseño metodológico

La investigación establece un diseño experimental, ya que busca evaluar diferentes prototipos de paneles prefabricados elaborados a partir de residuos de madera provenientes de encofrados de la construcción. El objetivo es determinar su desempeño físico-mecánico y su aplicabilidad como sistema de aislamiento acústico dentro de edificaciones de la ciudad de Cuenca.

Este diseño permitirá manipular y controlar variables específicas, tales como el tipo de residuo maderero (aserrín, viruta o mezcla), la granulometría, el tipo de aglutinante empleado y las proporciones de los componentes utilizados en la fabricación del panel. A partir de estas variaciones se elaborarán prototipos bajo condiciones controladas, con el fin de someterlos a pruebas normalizadas que permitan determinar su viabilidad técnica.

Asimismo, se realizarán ensayos comparativos entre los paneles obtenidos y los requisitos establecidos por normas nacionales e internacionales (INEN, ASTM e ISO), con el propósito de verificar que las propiedades acústicas e ignífugas del material elaborado se encuentren dentro de los rangos aceptables para su uso como aislamiento acústico.

Con ello, la metodología permitirá evaluar de manera sistemática la calidad, desempeño y compatibilidad del material propuesto con los sistemas constructivos livianos empleados en la arquitectura contemporánea.

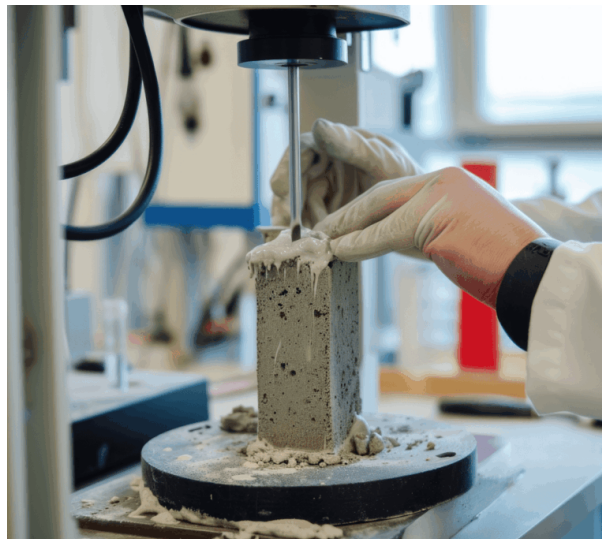


Figura 1: Prueba de prototipo a compresión, Infinitia , 2025

Enfoque

El enfoque de la presente investigación es de carácter cuantitativo, debido a que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos obtenidos mediante ensayos científicos y pruebas experimentales aplicadas a los prototipos de paneles prefabricados.

La naturaleza cuantitativa de los ensayos posibilita la comparación sistemática entre distintas formulaciones de mezcla, facilitando el análisis del desempeño de cada prototipo en función de indicadores medibles. Asimismo, permite verificar el cumplimiento de los resultados obtenidos frente a los requisitos establecidos en normas técnicas aplicables a tableros y materiales compuestos.

A partir del análisis estadístico y comparativo de los datos, será posible determinar cuál de las formulaciones presenta el mejor rendimiento técnico y mayor viabilidad para su implementación en aplicaciones reales de aislamiento acústico.



Figura 2: Probetas y pruebas, ChatGPT , 2026



Figura 3: Selección de pruebas, ChatGPT , 2026

Alcance

En función de los objetivos planteados, la investigación presenta un alcance exploratorio-descriptivo. Se considera exploratoria debido a que analiza el aprovechamiento de residuos provenientes de encofrados de madera como materia prima para la elaboración de paneles prefabricados, un ámbito aún poco estudiado dentro del contexto local de la construcción en Cuenca. Este carácter exploratorio permite generar conocimiento preliminar sobre la viabilidad técnica del material y sentar bases para futuras investigaciones.

Por otro lado, el estudio es de tipo descriptivo, ya que busca caracterizar las propiedades físico del material desarrollado y documentar su comportamiento frente a los ensayos aplicados. A través de la medición y análisis de variables específicas, se describen de manera sistemática las características del compuesto obtenido y su desempeño en condiciones controladas.

En este sentido, la investigación permite detallar las propiedades de los residuos madereros generados en el sector constructivo local, así como evaluar el rendimiento de los prototipos formulados con distintas combinaciones de residuos y aglutinantes.



Figura 4: Pesaje para mezclas, ChatGPT , 2026



Figura 5: Observación de datos, ChatGPT , 2026

01

The background of the entire image is a dense, textured pattern of light brown wood chips or mulch. The chips are irregular in shape and size, creating a natural, organic feel. The overall color palette is a range of warm, earthy browns, from light tan to a slightly darker, muted orange-brown.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1

Madera procedente de los residuos de los encofrados Ecuador

El sector de la construcción tiene una incidencia significativa en los ámbitos económico, social y ambiental. Su influencia sobre el entorno y la necesidad de reducir sus impactos negativos se han convertido en un tema de interés global, dando lugar a múltiples investigaciones orientadas hacia la sostenibilidad. En este sentido, como señala Adré Nevi (2022), la construcción es uno de los sectores que más consume materia prima a nivel mundial y, al mismo tiempo, uno de los mayores generadores de residuos. El autor enfatiza que solo una pequeña fracción de estos materiales es reciclada o reutilizada, lo que agrava la problemática ambiental asociada a la actividad constructiva.

La distribución de los residuos generados por la construcción ha sido clasificada (Tertre Torran, 2018), en cuatro categorías principales: obra civil, obra residencial, rehabilitación y obra no residencial, esta última de carácter público o privado, tal como se muestra en la Figura 6. Esta clasificación permite comprender cómo se origina y distribuye la generación de desechos dentro del sector.

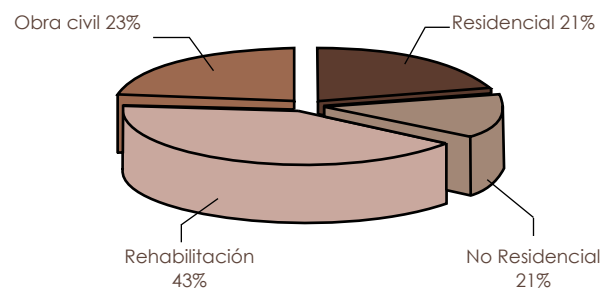


Figura 6: Cantidad de usos del encofrado, Autoría propia, 2026

En el contexto ecuatoriano, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2013), durante ese año 90 entidades públicas (equivalentes al 96 %) realizaron la recolección de residuos no peligrosos. Dentro de este total, el sector de la construcción registró 2.352 kg/año, de los cuales el 62,7 % correspondía a papel y cartón, el 21,3 % a residuos de madera y el 12,8 % a chatarra liviana. Estas cifras forman parte de un total general de 4.181.581 kg recolectados por el sector público, evidenciando la presencia de residuos madereros dentro del conjunto de desechos gestionados.

Para comprender mejor esta problemática, es necesario definir qué es un encofrado. Según la Real Academia Española, se trata de un "molde formado con tableros o chapas de metal o de material análogo, en el que se vacía el hormigón hasta que fragua y que se desmonta después". Los encofrados pueden clasificarse según el material con el que están elaborados, siendo los más comunes los de madera, metal y plástico.

En el caso del Ecuador, los encofrados de madera continúan utilizándose de manera frecuente en la construcción de columnas, vigas y losas de hormigón. De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2011), su permanencia en el sector se debe principalmente a su accesibilidad económica y a la facilidad de manipulación durante el armado en obra.

La selección de la madera empleada en construcción suele responder a criterios de disponibilidad y costo. Sin embargo, también es fundamental considerar la relación entre seguridad, resistencia y economía. Generalmente, las maderas utilizadas para encofrado se clasifican como semipesadas y semiduras. Las maderas tipo B, (Tabla 1) por ejemplo, son comúnmente empleadas en paneles de encofrado, ventanas, puertas, tabloneros y pasamanos. Cuando reciben un

tratamiento adecuado, pueden destinarse incluso a elementos estructurales como columnas, viguetas, puntales y dinteles. En el caso específico de los encofrados, aplicar tratamientos previos resulta clave para mejorar su rendimiento y prolongar su vida útil durante el proceso constructivo.

No obstante, una de las principales desventajas de los encofrados de madera es la generación de desperdicio. Este se produce principalmente durante las etapas de corte, ajuste y ensamblaje de las piezas, así como en el proceso de desencofrado. Diversos estudios sobre la gestión de residuos en el país indican que una parte considerable de los desechos generados en obra proviene de materiales de uso temporal, como los encofrados, que cuentan con un número limitado de reutilizaciones (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020).

Además, la madera utilizada en encofrados sufre alteraciones debido a la humedad del hormigón y al uso de fijación con clavos y anclajes, lo que reduce su durabilidad y sus posibilidades de re aprovechamiento. Del mismo modo, Fernández (2024) señala que la falta de planificación en las dimensiones y en la modulación de los encofrados incrementa significativamente el desperdicio en obra.

Maderas Típicas para la Conformación de Encofrados			
Nombre	Nombre Científico	Densidad Básica (g/cm ³)	Grupo
Guayacán	Minquartia (Pechiche)	0.76	A
Moral Fino	Cholophore	0.71	A
Chanul	Humiriastrum	0.66	B
Moral Bobo	Clarisie Rasemose	0.61	B
Mascarey	Hieronyma	0.58	B
Romerillo fino	Podocarpus	0.57	B
Eucalipto	Eucalyptus	0.56	B
Pacora	Cespedezia	0.54	C
Fernán Sánchez	Triplaris	0.53	C
Pituca	Clarisie	0.51	C
Sande	Brosimum Utile	0.40	C
Pino Insigne	Pinus Radiata	0.40	C
Laurel	Cordia Alliodora	0.40	C
Seique	Cedrelinga	0.39	D
Jíbaro	Pichecellobium	0.36	D
Balsa	Ochroma Pyramidale	0.13	D

Tabla 1: Madera utilizada para encofrados, Beltrán , 2020

1.2

Madera procedente de los residuos de los encofrados Cuenca

El análisis consideró a un grupo aproximado de 8000 expertos en ingeniería,arquitectura y la construcción,información que fue proporcionada por el del Colegio de Ingenieros Civiles del Azuay junto con el Colegio de Arquitectos del Azuay, se desarrollo este análisis en base a los desperdicios generados en la construcción enfocados en las materias primas madereras.

Diversos estudios, como el realizado por Espinosa (2022), evidencian que en la ciudad de Cuenca los encofrados de madera ingresan rápidamente al ciclo de desecho debido a su corta vida útil dentro de obra.

En relación con el número de reutilizaciones del encofrado de madera, el 46% de los encuestados manifestó que le da dos usos; el 22,7% indicó que lo reutiliza más de tres veces; el 19,3% señaló tres usos; mientras que el 12% afirmó que lo utiliza únicamente una vez (figura 7).

Se evidencian que, aunque el encofrado de madera no se desecha inmediatamente después del primer uso, su ciclo de vida sigue siendo relativamente corto. El hecho de que el 46% lo reutilice solo dos veces y que un 12% lo utilice una sola vez demuestra que el material pierde rápidamente sus condiciones.

Desde una perspectiva ambiental, esto refleja una práctica constructiva donde existe una reutilización básica, pero no una estrategia estructurada de aprovechamiento posterior del material. En consecuencia, la madera termina incorporándose tempranamente al flujo de residuos de construcción, lo que abre la posibilidad de repensar su destino final mediante procesos de recuperación y transformación.

Asimismo, al consultar si emplean encofrado de madera en sus proyectos, el 90,7% de los profesionales respondió afirmativamente, frente a un 9,3% que indicó no utilizarlo (Figura 8). Esto demuestra que la madera continúa siendo un recurso ampliamente utilizado en el ámbito constructivo local. El cual es un sistema que se ocupa en varias construcciones en cuenca para poder generar el residuos de la madera de encofrados que se llega a desechar.

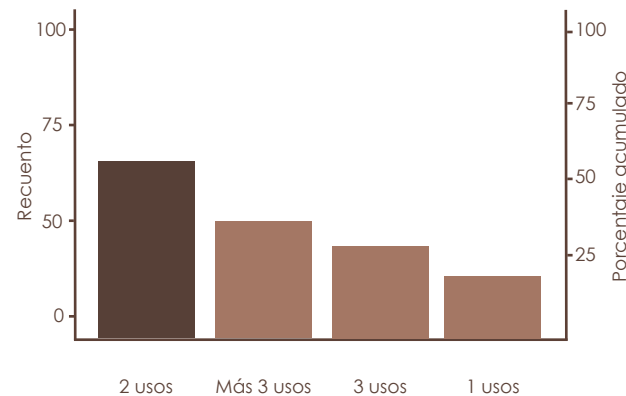


Figura 7: Cantidad de usos del encofrado, Espinosa, 2022

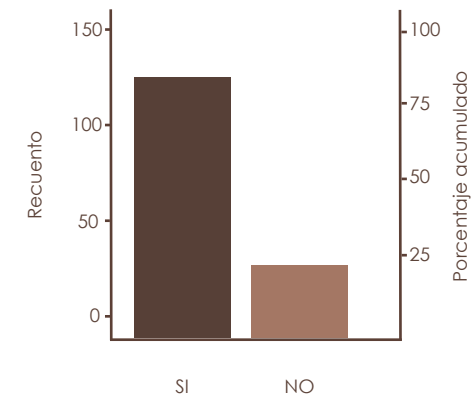


Figura 8: Uso de madera como encofrado, Espinosa, 2022

El 60% de los encuestados no está familiarizado con el reciclaje de residuos de construcción, lo que evidencia una brecha informativa en el sector y la necesidad de fortalecer la capacitación en gestión ambiental. Por otro lado, el 85% manifestó estar dispuesto a donar residuos de madera para su reciclaje y reutilización, lo que demuestra una actitud favorable hacia iniciativas de aprovechamiento (Figura 9).

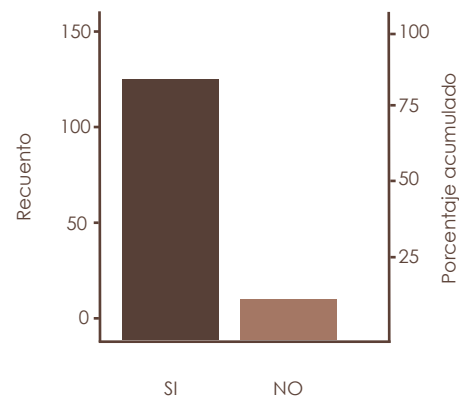


Figura 9: Conocimiento sobre el reciclaje de encofrados, Espinosa, 2022

Respecto a la disposición de los tableros de madera una vez finalizada la obra, el 34% de los encuestados indicó que los destina a la venta como leña. Por otro lado, el 23% les da un segundo uso en una nueva construcción, y en el mismo porcentaje se mencionó que pueden destinarse a diferentes fines, como leña, reutilización o disposición en escombreras. Finalmente, el 19% señaló que los deposita en una escombrera autorizada (Figura 10). Estos resultados evidencian que, si bien existe cierta reutilización del material, una parte considerable termina fuera del ciclo constructivo, ya sea como combustible o como residuo.

Estos datos reflejan un patrón de consumo lineal basado en la lógica de “usar y desechar”, lo cual evidencia la necesidad de implementar estrategias que permitan transformar estos residuos en nuevos productos útiles y sostenibles.

Los profesionales reportan consumos elevados de madera por obra, lo que aumenta la generación de residuos. En este contexto, la reutilización de residuos lignocelulósicos se plantea como una alternativa viable.

Como señala Wadel (2010), la sostenibilidad en arquitectura implica emplear materiales de bajo impacto y prolongar su vida útil. En esta línea, estudios demuestran que los residuos de madera pueden incorporarse en nuevos materiales compuestos con propiedades térmicas y acústicas favorables (Domínguez & Salas, 2019).

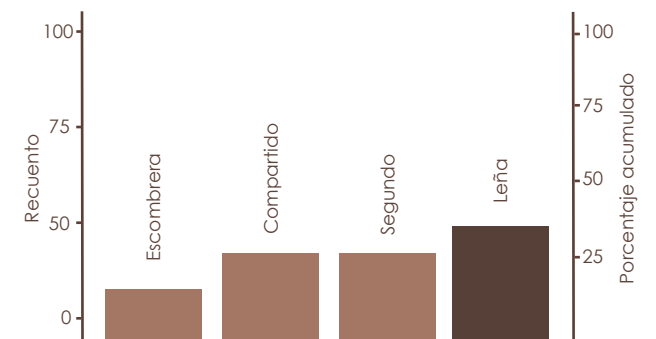


Figura 10: Lugares frecuentes de recolección, Espinosa, 2022

1.3

Tableros OSB (Oriented Strand Board)

Se logra al unir pequeñas piezas de madera mediante la aplicación de ciertas condiciones de calor y presión. El tablero OSB recibe este nombre por que las virutas de las que está compuesto se orientan formando capas (Maderea, 2019).

Composición y material base

El OSB está compuesto principalmente por virutas de madera maciza, obtenidas generalmente de especies de rápido crecimiento. Estas virutas se seleccionan y clasifican según su tamaño para garantizar un comportamiento estructural uniforme.

Proceso de fabricación y estructura

Se elaboran mediante la aplicación de presión y temperatura controladas. Las capas exteriores se orientan longitudinalmente y las interiores de forma perpendicular o paralela, lo que mejora su resistencia estructural.

Adhesivos o aglutinantes

Para su conformación, los tableros OSB emplean adhesivos de alta durabilidad y resistencia a la humedad, como la resina de fenol-formaldehído o el diisocianato de difenilmetano (MDI). Estos compuestos permiten garantizar estabilidad estructural y, dependiendo del tipo, bajas emisiones de formaldehído.

Usos y aplicaciones

Los tableros OSB se utilizan principalmente en: Revestimiento estructural de muros (cerramientos), Bases para cubiertas y techos.

Dimensiones comerciales

Se comercializan comúnmente en formatos de 1,22 x 2,44 m o 1,25 x 2,50 m, con espesores entre 9 mm y 18 mm.



Figura 11: Dimensiones del OSB. ChatGPT, 2026

Propiedades físicas y técnicas

Entre sus principales características destacan:

- Alta resistencia mecánica y estructural.
- Capacidad de resistencia a la humedad exterior, dependiendo del grado del tablero (OSB/1, OSB/2, OSB/3 o OSB/4).



Figura 12: Aplicación de los tableros en obra. ChatGPT, 2026

Tableros de Fibras (MDF- Medium Density Fibreboard)

Es un tablero de fibras de madera de densidad media, fabricado a partir de fibras lignocelulósicas obtenidas por procesos termomecánicos, las cuales se mezclan con resinas sintéticas (Forest Products Laboratory, 2010).

Composición y material base

El MDF está conformado por fibras finas de madera de densidad media, unidas mediante resinas sintéticas.

Proceso de fabricación y estructura

Las fibras se obtienen mediante un proceso termomecánico que desfibra la madera y reduce su humedad aproximadamente al 20%. Posteriormente, se prensan en seco a altas presiones y temperaturas, logrando un tablero de densidad uniforme.

Adhesivos o aglutinantes

Emplean principalmente resinas de urea-formaldehído, que permiten una buena cohesión interna y estabilidad dimensional.

Usos y aplicaciones

Se emplea principalmente en mobiliario interior, puertas, molduras, zócalos y paneles decorativos lacados o revestidos con melamina.

Dimensiones comerciales

Se comercializan comúnmente en formatos de 1,22 x 2,44 m , 1,83 x 2,44 m , 2,14 x 2,44 m ,con espesores entre 3 mm y 30 mm.



Figura 13: Formatos de tablero de MDF, ChatGPT , 2026

Propiedades físicas y técnicas

- Superficie homogénea y lisa.
- Fácil mecanizado (corte, fresado y perforación).
- Ideal para acabados y recubrimientos.
- Sensible a la humedad, salvo versiones hidrófugas.



Figura 14: Aplicación de los tableros en obra, ChatGPT , 2026

Aglomerados (Tableros de Partículas)

Los tableros aglomerados se elaboran con partículas de madera y adhesivos sintéticos, prensados en caliente (Esteba, 2023). Este aglomerado se ocupa en varias formas para ocupar la madera en proyectos .

Composición y material base

Los tableros aglomerados, también conocidos como tableros de partículas, están elaborados principalmente a partir de residuos lignocelulósicos como aserrín, viruta, astillas y pequeñas partículas de madera.

Proceso de fabricación y estructura

El proceso de fabricación de los tableros aglomerados inicia con la recolección y trituración de la madera residual hasta obtener partículas de distintos tamaños. La estructura del tablero suele estar conformada por tres capas: dos externas más compactas y lisas, y un núcleo central.

Adhesivos o aglutinantes

Entre los más utilizados se encuentra la resina de urea-formaldehído, debido a su bajo costo y rápido curado.

Usos y aplicaciones

Son ampliamente utilizados en la industria del

mobiliario y la construcción interior debido a su economía y facilidad de mecanizado. Se emplean en la fabricación de muebles, closets, escritorios, cocinas modulares, repisas y divisiones interiores.

Dimensiones comerciales

Las placas más comunes presentan dimensiones de 2440 × 1220 mm con espesores de 3 mm a 18 mm.



Figura 15: Formato de tableros de melamina, ChatGPT , 2026

Propiedades físicas y técnicas

-Proporciona estabilidad dimensional y facilidad de manipulación.

-Su resistencia mecánica es moderada, siendo adecuada para aplicaciones interiores no estructurales. Además, presentan cierta capacidad de aislamiento térmico y acústico gracias a la presencia de aire entre las partículas de madera.



Figura 16: Aplicación de tableros en mobiliario, ChatGPT , 2026

Panel Acústico Celenit (Madera - Cemento)

Celenit es un panel diseñado para absorber el sonido acústico. Su estructura con superficie perforada capta el ruido, reduciendo la reverberación y creando un entorno sonoro más agradable. También es un panel fonoaislante, reduciendo la transmisión del ruido (Celenit, 2025). Son ideales para su instalación en falsos techos y revestimientos, para todo tipo de locales.

Composición y material base

Fibras largas (lana) de madera de abeto 100% natural.

Proceso de fabricación y estructura

Se fabrica mezclando las fibras de madera con agua y cemento en un proceso en frío (sin prensado a alta temperatura). Esto crea una placa con una estructura alveolar abierta y porosa.

Adhesivos o aglutinantes

Utiliza cemento Portland gris (o blanco) como aglomerante mineral, lo que petrifica la madera.

Usos y aplicaciones

Falsos techos fonoabsorbentes, revestimientos acústicos en paredes de espacios públicos.

Dimensiones comerciales

Sus placas suelen presentarse en medidas de 0,60 x 1,20 metros o 0,60 x 2,00 metros, con espesores que van desde los 15 mm hasta los 50 mm.



Figura 17: Paneles para falso techos y recubrimiento, Celenit, 2024

Propiedades físicas y técnicas

Su masa y estructura alveolar le otorgan un gran poder fonoabsorbente y fonoaislante, además de proporcionar excelente aislamiento térmico. Es altamente resistente al fuego, insensible a la humedad, y en caso de incendio no produce goteo ni emanación de gases tóxicos.

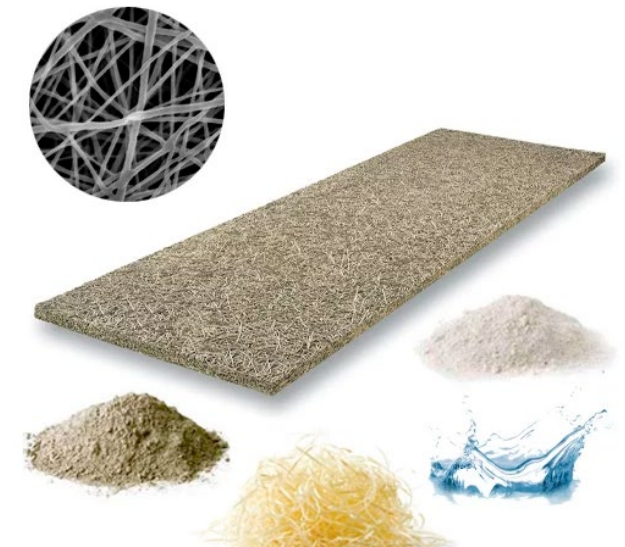


Figura 18: Materiales necesario para el panel, Celenit, 2024

1.4

Bloques alivianados elaborados con aserrín y poliestireno

La investigación desarrollada por Kevin Alexander Viera López y Diego Fernando Mayorga Flores evidenció que la aplicación de las partículas de aserrín como reemplazo parcial del agregado tradicional en la fabricación de bloques alivianados se presentan como una alternativa de construcción sostenible. El estudio demostró que el uso de este residuo maderero ayudó a disminuir el peso y presentó optimizaciones de propiedades de aislamiento térmico y acústico, aspectos importantes para el confort y la eficiencia constructiva en edificaciones. Asimismo, las dosificaciones comprendidas entre 15% y 25% de aserrín presentaron el comportamiento más adecuado, ya que conservaron valores aceptables de resistencia a compresión conforme a la normativa ecuatoriana, mientras que porcentajes superiores ocasionaron una disminución considerable en la capacidad resistente del material.

De igual manera, la investigación destaca que el aprovechamiento de residuos provenientes de la industria maderera contribuye a la reducción del impacto ambiental generado por la acumulación de desechos, permitiendo la reutilización de esta materia con un enfoque en la construcción sostenible. Además, los autores señalan que el empleo de aserrín permite disminuir parcialmente el uso de agregados convencionales, favoreciendo el desarrollo de

materiales más ligeros y sostenibles. En este sentido, el estudio concluye que la incorporación controlada de aserrín representa una opción innovadora producción de bloques alivianados con potencial aplicación en sistemas constructivos sostenibles (Viera López & Mayorga Flores, 2023).



Figura 19: Colocación de bloques en panel, Jorge Morales , 2022



Figura 20: Remojo de bloques de hormigón, Jorge Morales , 2022

Tableros de revestimiento interior a base de cascarilla de arroz

La investigación desarrollada por Pablo Andrés Domínguez Domínguez y Miguel Ángel Monsalve Bahamonde demostró que los tableros elaborados a base de cascarilla de arroz presentan una alternativa dentro de los revestimientos interiores en la construcción. Los resultados experimentales evidenciaron que el desempeño del prototipo depende en gran medida de la dosificación correcta entre la fibra vegetal, el aglutinante y el contenido de agua, donde la materia base aporta resistencia y el almidón actúa como agente ligante, favoreciendo la cohesión de la mezcla. Asimismo, se determinó que la dosificación compuesta por aproximadamente 47,5 % de materia base, 12,5 % de almidón y 40 % de agua presentó el comportamiento más equilibrado en términos de compactación, estabilidad y facilidad de manipulación

Aunque los prototipos no igualaron completamente las propiedades mecánicas de los tableros de yeso cartón, los resultados evidenciaron ventajas destacables relacionadas con su menor densidad, capacidad de absorción acústica y aprovechamiento de residuos agrícolas, aspectos que favorecen el desarrollo de materiales más sostenibles. Además, las pruebas de aplicabilidad, empastado y montaje sobre estructuras metálicas demostraron que los tableros poseen un

comportamiento adecuado para aplicaciones no estructurales en ambientes interiores secos. En este sentido, los autores concluyen que el uso de cascarilla de arroz contribuye a la reducción del impacto ambiental y a la reutilización de residuos orgánicos, promoviendo alternativas ecológicas y

compatibles con estrategias de economía circular (Domínguez Domínguez & Monsalve Bahamonde, 2024).

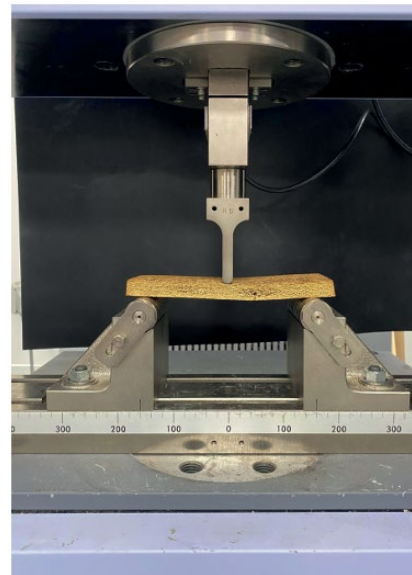


Figura 21: Prueba de flexión del panel, Pablo Domínguez, 2024



Figura 22: Panel inicial y con terminado, Pablo Domínguez, 2024

Panel prefabricado a base de fibras naturales

La investigación elaborada por Bolívar Andrés Peña Romero demostró que los residuos agroindustriales y las fibras naturales pueden conformar elementos útiles dentro del campo de la construcción sostenible. Mediante el análisis, diseño y experimentación de un panel a base de tamo de arroz, fibra de cabuya y arena silíceo, se comprobó que los materiales se compactaban entre sí, presentando propiedades físicas y mecánicas favorables para su aplicación en el interiorismo arquitectónico, especialmente en espacios donde se requiere aislamiento acústico y térmico. La experimentación evidenció la posibilidad de fabricar un producto funcional que contribuya al confort ambiental y responda a las necesidades de una arquitectura sostenible.

Asimismo, los ensayos realizados permitieron identificar que el panel presenta propiedades adecuadas para espacios interiores; sin embargo, no posee características estructurales, destacando por su ligereza y facilidad de aplicación. Además, este sistema facilita los procesos de montaje y mantenimiento.

La investigación resaltó el aporte ambiental del proyecto, ya que el aprovechamiento de residuos agrícolas contribuye a disminuir la contaminación y fomenta prácticas constructivas responsables

con el medio ambiente. De esta manera, el panel desarrollado representa una alternativa ecológica y sostenible dentro de la arquitectura contemporánea (Peña Romero, 2016).



Figura 23: Panel con terminado liso, Bolívar Peña , 2016



Figura 24: Formato de paneles, Bolívar Peña , 2016

Panel acústico con residuos de madera

La investigación elaborada por Carolina Chicaiza y Danny Segarra plantea que la utilización de residuos de madera y fibras vegetales posee un alto potencial en la fabricación de paneles sostenibles con propiedades acústicas y térmicas. A través de la experimentación y evaluación de distintas dosificaciones, se comprobó que materias primas como la viruta y el aserrín contribuyen significativamente como una alternativa de aplicación que ayuda a la disminución del ruido y al confort ambiental en espacios interiores. Asimismo, el análisis experimental evidenció que el comportamiento del panel depende en gran medida de la relación entre la materia vegetal, los estabilizadores minerales y el agente aglutinante, ya que esto influye en propiedades como la resistencia mecánica, la estabilidad dimensional y la durabilidad del compuesto. En este contexto, el silicato de sodio presentó uno de los mejores comportamientos frente a otros estabilizadores, debido a que ayudaba a la cohesión interna y a proteger las fibras vegetales. De igual manera, la formulación compuesta aproximadamente por un 65 % de material vegetal, 22 % de estabilizador mineral y 10 % de aglutinante mostró el mejor equilibrio entre resistencia, estabilidad y viabilidad constructiva. Por lo tanto, el estudio valida el uso de residuos madereros

como una solución innovadora y sostenible para el desarrollo de sistemas constructivos ecológicos, aportando además una base metodológica para futuras investigaciones orientadas a la construcción sostenible (Chicaiza y Segarra, 2015).



Figura 25: Proceso de secado, Jorge Celano , 2010



Figura 26: Texturas y colores de los paneles, Jorge Celano , 2010

1.5

Materia Prima

Viruta de madera

La viruta de madera es un subproducto en forma de lámina curvada, reutilizable en diversos sectores (Padua Materiales, 2018). Es un residuo o fragmento laminar y delgado que se genera durante los procesos de cepillado, desbaste, torneado o mecanizado de la madera mediante herramientas cortantes. Generalmente presenta una forma alargada y, en muchos casos, enrollada en espiral debido al tipo de corte realizado.

Propiedades y características de la viruta de madera

Madera-Construcción (2025) señala que la viruta de madera, a diferencia del aserrín, se presenta en forma de láminas curvadas o espirales y conserva propiedades que permiten su reutilización en la industria agrícola y en la fabricación de tableros.

Propiedades Principales:

-Alta Absorbencia: Ideal para absorber humedad y heces en lechos de animales (aves, caballos).

-Aislamiento: Excelente capacidad aislante térmico y acústico, aplicable en construcción.

-Voluminosa y Ligera: Proporciona buen acolchado, protección frente a impactos y baja densidad.

Aserrín

El aserrín es un subproducto en forma de partículas finas, reutilizable en distintos sectores (Madera Construcción, 2025).

Propiedades Principales:

-Gran capacidad de absorción: retiene humedad y líquidos, lo que lo hace útil en usos agrícolas y como cama para animales.

-Ligereza y volumen reducido: ocupa poco espacio y se transporta fácilmente.

-Biodegradabilidad: es un material 100% natural y renovable.

-Versatilidad: puede emplearse como materia prima en tableros aglomerados, briquetas de biomasas y compostaje.

-Limitaciones: su polvo puede ser nocivo para la salud respiratoria si no se controla adecuadamente (Madera Construcción, 2025).



Figura 27: Qué es el serrín y para qué se utiliza, Maderea , 2023



Figura 28: Viruta materia prima, Alamazonas , 2025

1.6

Aglutinantes Naturales

Según la RAE (2023), aglutinante se puede definir como “la sustancia que mantiene unidos los elementos de una mezcla que se desea juntar”.

Almidón de Maíz

En esta experimentación, se empleó almidón de maíz como aglutinante. Este polvo blanco, derivado de la planta de maíz, es soluble en agua caliente pero no se mezcla en agua fría, carece de aroma y sabor.

Composición del almidón de maíz

El almidón de maíz es un hidrato de carbono que está compuesto principalmente por amilopectina (75%) y amilosa (25%), dos polisacáridos obtenidos al moler granos de maíz.

Propiedades y características del almidón de maíz

Además de sus propiedades aglutinantes, el almidón tiene un impacto ambiental nulo, ya que es 100% biodegradable. Se descompone con agua y óxido de carbono, y es compostable, lo que significa que puede regresar al suelo.

Una de las propiedades más relevantes del almidón es su capacidad de gelificación, un proceso mediante

el cual los líquidos se estabilizan y adquieren una textura gelatinosa. Esto permite que el almidón actúe como aglutinante al calentar las mezclas, logrando una homogeneidad y consistencia óptima (Pochteca, 2018).

Por su capacidad de estabilizar líquidos mediante el calor, su biodegradabilidad al 100%, y después de investigar varios casos de estudio, se seleccionó el almidón de maíz como aglutinante para esta campaña maíz.



Figura 29: Maicena de maíz , WS Studio BR , 2025

Almidón de Papa

En esta experimentación se ocupó como aglutinante al almidón de papa es un polvo blanco que es obtenido a partir del tubérculo de la papa que es insoluble en agua fría, por lo tanto se gelatiniza en agua caliente.

Composición del almidón de papa

El almidón de papa es un hidrato de carbono compuesto principalmente por amilopectina (aproximadamente 75–80%) y amilosa (20–25%), siendo estos polisacáridos responsables de sus propiedades estructurales. Además, contiene cantidades mínimas de proteínas, lípidos y cenizas, lo que lo convierte en un material de alta pureza. A diferencia de otros almidones, presenta grupos fosfato en su estructura, lo que influye en su comportamiento funcional (Hoover, 2001; Tester et al., 2004).

Propiedades y características del almidón de papa

Además de sus propiedades aglutinantes, el almidón de papa es un material biodegradable, renovable y no tóxico, con bajo impacto ambiental, lo que favorece su uso en aplicaciones sostenibles (Moorthy, 2002).

Una de sus principales características es su alta capacidad de gelatinización, la cual ocurre en un rango de temperatura aproximado de 58 a 65 °C. Durante este proceso, los gránulos absorben grandes cantidades de agua, se hinchan considerablemente y generan geles de alta viscosidad. Esta propiedad permite que funcione eficazmente como aglutinante, proporcionando cohesión y estabilidad a las mezclas (Charles et al., 2005).

El almidón de papa tiene capacidad de retención de agua esto se forma como un gel transparente y una alta viscosidad, tiene una sensibilidad a la humedad.



Figura 30: Almidón de papa ,AD , 2025

Almidón de yuca

Es un material blanco y en forma de polvo que se extrae de la raíz de la yuca, una especie de planta tropical que representa una valiosa fuente de nutrición en numerosos países a nivel global.

Composición del almidón de yuca

El almidón de yuca es un hidrato de carbono compuesto principalmente por amilopectina (80–85%) y amilosa (15–20%), dos polisacáridos responsables de sus propiedades físicas y funcionales. Además, presenta contenidos mínimos de proteínas (<1%), lípidos (<0,5%) y cenizas, lo que lo convierte en un material de alta pureza (Hoover, 2001; Tester et al., 2004).

Propiedades y características del almidón de yuca

Además de sus propiedades aglutinantes, el almidón de yuca presenta un bajo impacto ambiental, ya que es un material biodegradable, renovable y no tóxico, capaz de integrarse nuevamente al medio ambiente bajo condiciones naturales (Moorthy, 2002).

Una de sus propiedades más relevantes es su capacidad de gelatinización, proceso que ocurre

entre los 60 y 70 °C, en el cual los gránulos de almidón absorben agua, se hinchan y forman una estructura gelatinosa. Este comportamiento permite que actúe como un aglutinante eficiente al someterse al calor, favoreciendo la cohesión y estabilidad de las mezclas (Charles et al., 2005).

El almidón de yuca tiene una capacidad de absorción de agua, por lo tanto tiene una capacidad de estabilizar mezclas mediante el calor dando unas propiedades adhesivas.



Figura 31: Proceso de almidón de yuca, Naturalmente Adri , 2023

1.7

Aislamientos

Corcho: un material presente en el medio de la construcción como alternativa para el aislamiento, su estructura alveolar cerrada permite reducir la transmisión del calor y del sonido, además de ofrecer cierta resistencia frente a la Humedad.

Se puede entender que este material es susceptible al fuego debido a su origen maderero pero aun así presenta retardante térmico de calor hacia sus capas internas.

En relación con el presente estudio, el corcho se considera un material de referencia debido a su uso consolidado como aislante, lo que permite establecer una base comparativa frente al panel desarrollado a partir de aserrín.

Lana de vidrio: es un material aislante termo acústico incombustible, ligero y flexible hecho a base de filamentos de vidrio unidos por resina, favorece la absorción de sonido así como la reducción de la transferencia térmica.

Presenta un material incombustible, lo que lo convierte en un material referente en términos de seguridad dentro de la aplicación de estos sistemas constructivos.

En el contexto de esta investigación, su inclusión permite contrastar el desempeño del panel de aserrín frente a un material industrializado con comportamiento controlado ante altas temperaturas, especialmente en términos de propagación del fuego y estabilidad estructural.



Figura 32: Aislante de corcho, Barnacorck, 2026



Figura 32: Aislante de lana de vidrio, Buildex, 2026

1.8

Normativa

Se establece como referencia normativa la NTE INEN 3110, la cual regula la clasificación y los requisitos técnicos de los tableros de revestimiento utilizados en la construcción. Esta norma clasifica los tableros de acuerdo con su desempeño mecánico y las condiciones ambientales de uso, distinguiendo las siguientes categorías:

-P1: Tableros para uso general en ambiente seco.

-P2: Tableros para aplicaciones interiores (incluido mobiliario) en ambiente seco.

-P3: Tableros no estructurales para utilización en ambiente húmedo.

-P4: Tableros estructurales para utilización en ambiente seco.

-P5: Tableros estructurales para utilización en ambiente húmedo.

-P6: Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente seco.

-P7: Tableros estructurales de alta prestación para utilización en ambiente húmedo.

Esta clasificación permite determinar el ámbito de aplicación del tablero según su resistencia mecánica, estabilidad dimensional y comportamiento frente a la humedad.

Asimismo, la Tabla 3 presenta las especificaciones generales que todos los tableros deben cumplir a la salida de fábrica, incluyendo parámetros relacionados con densidad, resistencia, hinchamiento y tolerancias dimensionales, garantizando así su calidad y desempeño técnico conforme a la normativa vigente.

Propiedad	Método de ensayo	Requisito
Tolerancia sobre dimensiones nominales. Grosor (tableros lijados) en un mismo tablero y entre tableros. Grosor (tableros no lijados) en un mismo tablero y entre tableros. Longitud y anchura	EN 324-1	+/- 0.3mm -0.3mm + 1.7mm +/- 5mm
Tolerancia en rectitud de cantos	EN 324-21	.5mm por m
Tolerancia en escuadríaE	N 324-22	mm por m
Contenido de humedad	EN 322	De 5% a 13%
Tolerancia sobre la densidad media dentro del tablero	EN 323	+/- 10%
Emisión de formaldehído según la norma EN 13986		
Clase E1		
Valor del perforadorE	N 120	Contenido ≤ 8mg/100g de tablero seco
Emisión del formaldehído	EN 717-1	Emisión ≤ 0.124mg/m3 de aire
Clase E2		
Valor del perforadorE	N 120	Contenido ≤ 20mg/100g de tablero seco
Emisión del formaldehído	EN 717-1	Emisión ≤ 0.3mg/m3 de aire
Estos valores están referidos a una humedad en el material que se corresponde con una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20°C		
Los valores del perforador se refieren a un contenido de humedad del material H de 6.5%. En el caso de los tableros de partículas con contenidos diferentes de humedad, el valor del perforador debe multiplicarse por un factor F= 0.133H		
Se requiere como ensayo inicial de tipo. Para productos establecidos, el ensayo inicial de tipo puede realizarse también sobre la base de los datos existentes partiendo de ensayos realizados según EN120		
La experiencia demuestra que para asegurar el cumplimiento de estos límites la media móvil de los valores según EN120 obtenidos en el control interno de la producción en fábrica sobre un periodo de medio año no debe superar los 6.5mg/100g de masa de tablero		

Tabla 2: Especificaciones generales a la salida de la fábrica, NTE INEN, 2016

1.9

Conclusión

A partir del análisis de los referentes investigativos y de los ensayos experimentales revisados, se evidencia que la dosificación de los componentes y la selección del aglutinante constituyen factores determinantes en el comportamiento físico y mecánico de los materiales elaborados con residuos lignocelulósicos. Diversos estudios coinciden en que la incorporación de subproductos vegetales, como el aserrín o la cascarilla de arroz, posibilita el desarrollo de elementos constructivos alternativos con propiedades funcionales adecuadas, especialmente para aplicaciones interiores no estructurales.

En términos de dosificación, la literatura señala que las formulaciones que logran un equilibrio entre el contenido de material vegetal y el aglutinante presentan resultados más favorables. Proporciones moderadas de residuo permiten conservar niveles aceptables de resistencia estructural; en cambio, incrementos excesivos de la fracción orgánica tienden a disminuir la resistencia mecánica del compuesto debido a la reducción de la matriz cohesiva. No obstante, un mayor contenido de fibras naturales contribuye significativamente a mejorar propiedades como el aislamiento térmico, la absorción acústica y la disminución del peso propio del elemento constructivo.

En relación con los aglutinantes, se observa que tanto los de origen sintético como los naturales cumplen la función de cohesionar las partículas y consolidar la matriz del material, influyendo directamente en su estabilidad y durabilidad. Mientras algunos estudios emplean resinas o silicatos por su elevada resistencia y estabilidad química, otros exploran alternativas de origen natural, como el almidón, destacando su capacidad de gelatinización, su carácter biodegradable y su menor impacto ambiental.

Asimismo, los resultados experimentales demuestran que una dosificación adecuada permite obtener materiales con valores satisfactorios de densidad, resistencia a la flexión y estabilidad dimensional, parámetros esenciales para su posible aplicación en paneles y elementos de aislamiento acústico. En este contexto, el aprovechamiento de residuos de madera en sistemas prefabricados se consolida como una estrategia viable dentro del enfoque de construcción sostenible. La combinación equilibrada entre fibras vegetales y aglutinantes permite generar materiales que integran resistencia, ligereza y capacidad aislante, contribuyendo simultáneamente a la reducción de residuos y al fortalecimiento de modelos de economía circular en el sector de la construcción.

Del análisis comparativo de los estudios revisados se identifican tres patrones recurrentes en relación con la formulación de materiales compuestos a base de residuos vegetales:

En primer lugar, el porcentaje de residuo lignocelulósico empleado suele oscilar entre el 20 % y el 50 % del total de la mezcla, dependiendo del tipo de aplicación y del desempeño mecánico requerido.

En segundo lugar, el contenido de aglutinante se sitúa generalmente entre el 10 % y el 25 %, variando según su naturaleza —sintética o natural— y su capacidad de cohesión dentro de la matriz del material.

Finalmente, se observa que el incremento del porcentaje de residuo vegetal contribuye a reducir la densidad del compuesto y a mejorar sus propiedades de aislamiento térmico y acústico; sin embargo, esta condición puede generar una disminución progresiva de la resistencia mecánica si no se mantiene un equilibrio adecuado con el agente aglomerante.

Tablas comparativa de dosificaciones en materiales con residuos vegetales					
Investigación	Material Principal	Aglutinante	Otros Componentes	Dosificación aproximada	Resultados principales
Panel de cascarilla de arroz	Cascarilla de arroz	Natural	Agua	47,5 % cascarilla 12,5% Aglutinante 40 % Agua	Cohesión adecuada y uso potencial en paneles interiores
Aglomerados con cascarilla	Cascarilla de arroz	Adhesivo poliuretánico	-	5% - 25% Adhesivo	Mayor resistencia a flexión con 25 % de adhesivo
Bloques con residuos agrícolas	Cascarilla de arroz	Cemento	Arena y piedra	22% - 35% Cascarilla	Mejor comportamiento o mecánico con 33%
Panel con fibras vegetales	Tamo de arroz	Silicato de Sodio	Arena silícea	Fibra + estabilizado + resina	Compatibilidad y resistencia adecuada
Paneles experimentales	Aserrín / fibras	Resina poliéster	Catalizador	Mayor proporción de resina que fibra	Alta cohesión pero menor sostenibilidad

Tabla 3 : Comparación de dosificación, beltrán, 2020

02

The background of the entire image is a dense, textured pattern of light brown wood chips or mulch. The chips are irregular in shape and size, creating a natural, organic-looking surface.

ENSAYOS EXPERIMENTALES

2.1

Introducción

En este capítulo se analiza la viabilidad constructiva de los residuos generados por las tablas de encofrado, que tras su uso en obra producen subproductos como viruta y aserrín. La investigación se estructura en tres fases principales, orientadas a evaluar el potencial de reutilización de estos materiales en la ciudad de Cuenca.

La primera fase consistió en la recolección de tablas de encofrado provenientes de diferentes construcciones locales. Durante este proceso se realizó una clasificación inicial, separando aquellas piezas que podían ser reutilizadas de las que presentaban acumulaciones excesivas de cemento endurecido o una gran cantidad de clavos incrustados. Estas últimas fueron descartadas, ya que afectan la calidad de la mezcla y limitan su aprovechamiento en procesos posteriores.

En la segunda fase se implementó el uso de maquinaria especializada para cepillar y triturar la madera, con el objetivo de obtener viruta y aserrín en condiciones controladas. Este procedimiento permitió transformar los residuos en partículas de diferentes granulometrías, adecuadas para ensayos de dosificación y análisis de comportamiento en mezclas experimentales.

La tercera fase se centró en la evaluación de distintos aglutinantes naturales como yuca, papa y maíz. Se elaboraron varias muestras con diferentes proporciones, con el propósito de determinar cuál de estos aglutinantes ofrecía mejores resultados en términos de cohesión, resistencia y estabilidad. Tras un proceso de comparación y análisis, se seleccionó un único aglutinante y se definió una dosificación óptima, establecida a partir de las pruebas realizadas.

Este procedimiento permitió demostrar que los residuos madereros provenientes de encofrados, tradicionalmente considerados desechos, pueden ser transformados en insumos útiles para la construcción sostenible. La investigación evidencia que, mediante procesos adecuados de selección, preparación y experimentación, es posible revalorizar materiales como la viruta y el aserrín, integrándolos en nuevas soluciones constructivas que aportan beneficios ambientales, económicos y sociales.



Figura 35: Residuos recolectados

2.2

Madera procedente de los residuos de los encofrados Cuenca

Dentro del Ecuador, la industria maderera posee un importante potencial debido a la diversidad de especies forestales disponibles. En la región Sierra, destacan especies como el pino y el eucalipto por su abundancia y disponibilidad. Estas maderas son utilizadas principalmente en industrias como la fabricación de mobiliario, tableros derivados y encofrados. Sin embargo, sus aplicaciones en el ámbito constructivo aún son limitadas, lo cual se asocia al desconocimiento de sus propiedades y posibles usos técnicos (Sanango Jara, 2017).

A una escala más local, sobresalen las provincias de Azuay y Cañar, caracterizadas por la amplia disponibilidad de madera de eucalipto. En zonas rurales, es evidente la extensión de plantaciones de esta especie, constituyéndose como un recurso relevante para las economías locales. Habitantes de sectores como Mururco, Aguilán, Cojitambo, Taday, Zhoray, Sayausí y Tarqui, entre otros, se dedican a la producción y comercialización de este material (Sanango Jara, 2017).

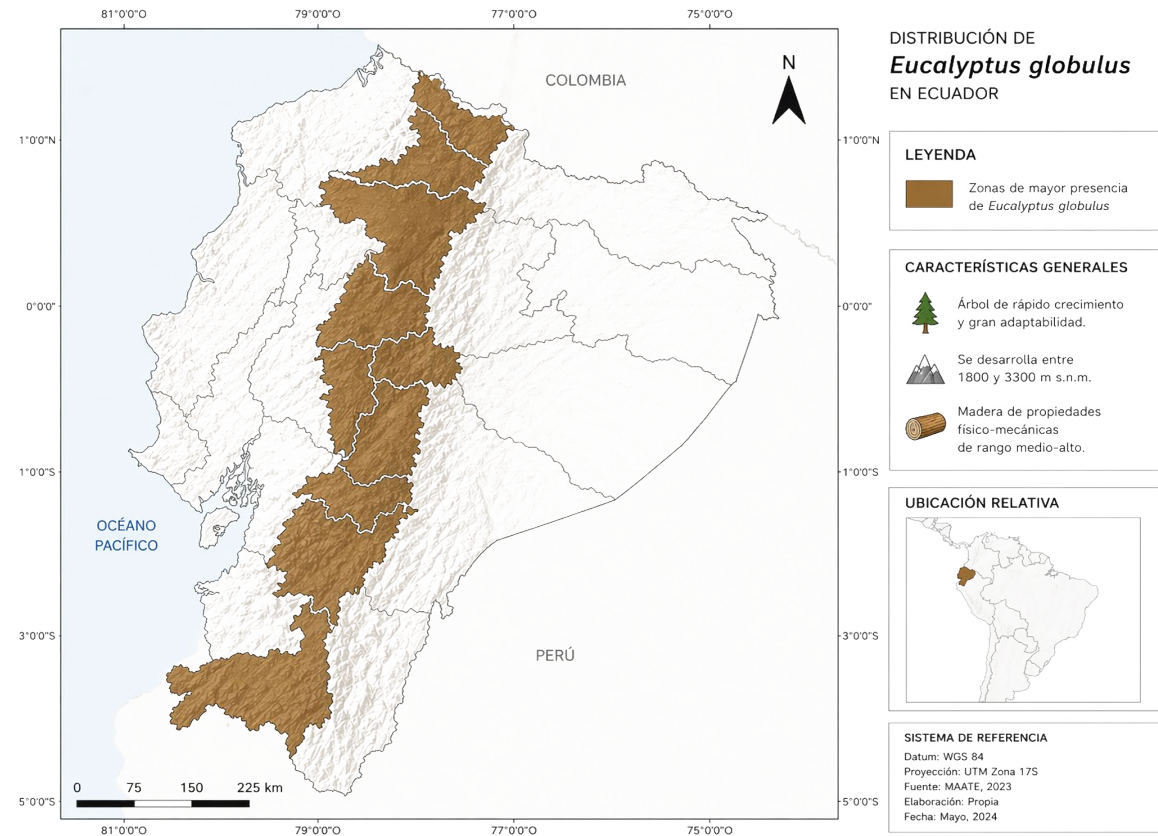


Figura 33: Instituto Universitario, Misael Acosta, 2023

El *Eucalyptus globulus*, perteneciente a la familia Myrtaceae, se reconoce como una de las especies forestales más relevantes en el contexto ecuatoriano, debido principalmente a su rápido crecimiento y a su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas.

En el territorio nacional, esta especie se desarrolla en rangos altitudinales comprendidos entre los 1800 y 3300 m s. n. m. Introducida hacia finales del siglo XIX, ha logrado consolidarse como un recurso forestal de carácter productivo y ampliamente disponible.

Desde el punto de vista técnico, la madera de eucalipto presenta propiedades físico-mecánicas que se sitúan en un rango medio a alto, lo que permite su utilización en aplicaciones estructurales, tales como vigas, columnas y sistemas de entrepiso. Adicionalmente, es empleada en revestimientos, carpintería y fabricación de mobiliario. Entre sus principales atributos destacan su buena trabajabilidad, durabilidad y desempeño en términos de aislamiento térmico.

En este contexto, el eucalipto se configura como una alternativa viable para el aprovechamiento de recursos locales, especialmente en propuestas constructivas orientadas a optimizar el uso de materiales disponibles en el entorno. (Rojas Siguenza.2025)



Se desarrolla entre
1800 y 3300
m. s. n. m.



MADERA

- Densidad media-alta
- Resistente y durable
- Apta para usos estructurales y de carpintería.



CORTEZA

- Lisa en árboles jóvenes, se desprende en placas.

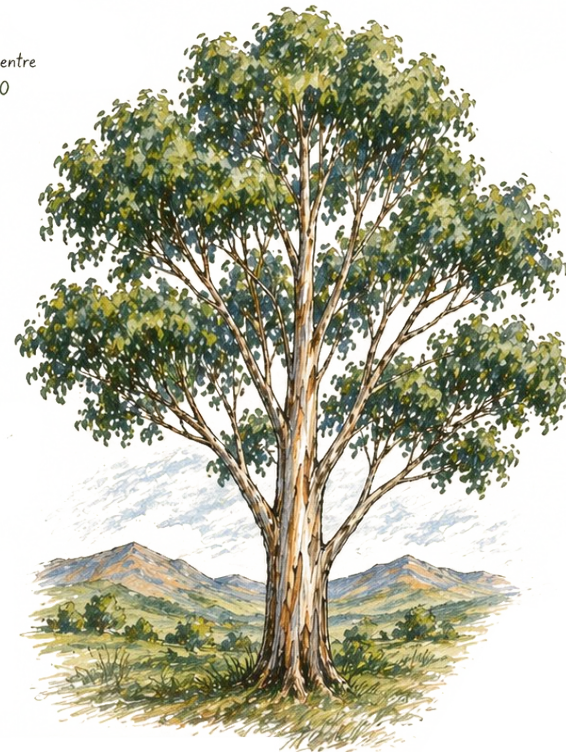


Figura 34: Esquema árbol eucalipto, Gemini , 2026

2.3

Recolección de residuos.

En la ciudad de Cuenca, la construcción se apoya en especies forestales cultivadas y comercializadas a nivel regional, las cuales destacan por su disponibilidad, facilidad de trabajo y versatilidad en distintas aplicaciones constructivas. Entre ellas, la madera de eucalipto adquiere especial relevancia debido a su rápido crecimiento, bajo costo y amplia utilización en sistemas de encofrado, así como en la elaboración de elementos auxiliares en obra.

No obstante, una vez cumplida su función, una parte significativa de estos elementos no es reutilizada, lo que provoca la acumulación de residuos y evidencia deficiencias en su gestión. Frente a esta problemática, se plantea la reincorporación de este material dentro del ciclo constructivo.

En este sentido, la presente investigación propone el aprovechamiento de los residuos de madera generados en la construcción en la ciudad de Cuenca, considerándolos como materia prima para el desarrollo de elementos prefabricados y su aplicación en sistemas constructivos tipo Steel Frame. Para ello, se analizan sus propiedades acústicas, comportamiento frente al fuego y condiciones de aplicación.



Figura 36: Mapa de cantón azuay

2.4

Tratamiento y Consideraciones

Una vez obtenidas las tablas de madera provenientes de las construcciones, estas fueron sometidas a un proceso de limpieza con el fin de eliminar impurezas como polvo, alambres, placas de acero y residuos propios del proceso constructivo. Esta etapa tiene como objetivo garantizar la calidad del material y evitar el deterioro de la maquinaria empleada.

La omisión de este proceso puede afectar el desarrollo del material, ya que influye en las propiedades del compuesto. Como se mencionó, la presencia de elementos contaminantes reduce la capacidad de adherencia con los aglutinantes, generando heterogeneidad en la mezcla, lo que puede comprometer las propiedades que se buscan potenciar en el desarrollo de este panel prototipo.

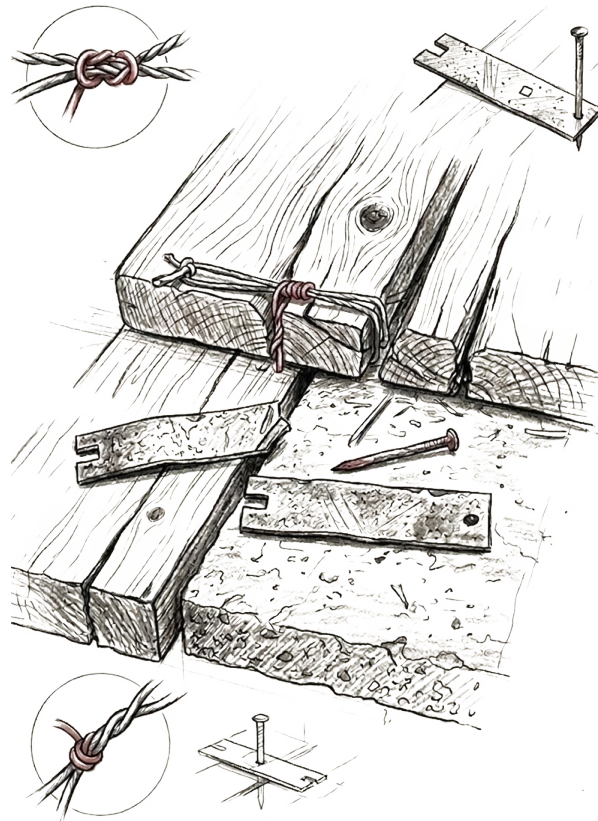


Figura 37: Impurezas presentes en la madera, NanoBanana2 , 2026



Figura 38: Materiales de limpieza, NanoBanana2 , 2026

A partir de la experimentación realizada, se estructuró una matriz de evaluación orientada a definir parámetros técnicos para la aceptación de la materia prima, utilizada como base en la fabricación de paneles prototipo a partir de aserrín.

Dado que el uso de la madera no está destinado a un ámbito estructural, sino a la generación de partículas, los criterios de selección se centran en su calidad física. En este sentido, se priorizan aspectos como el contenido de humedad, el nivel de contaminación, el grado de degradación y la presencia de partículas no deseadas, debido a su incidencia en el comportamiento y desempeño del material en el desarrollo del panel.

PARÁMETROS DE ACEPTACIÓN					
PARÁMETRO	INDICADOR	ACEPTABLE	CONDICIONAL	NO ACEPTABLE	MÉTODO
PUDRICIÓN	% Humedad	12%- 20%	20% - 25%	25%	Higrómetro
HUMEDAD	Estado de la madera	Ninguna	Leve Superficial	Avanzada	Inspección Visual
CONTAMINACIÓN	Hormigón, Tierra, Clavos	Limpio	Removible	Alta / Profunda	Inspección / Limpieza
ATAQUE BIOLÓGICO	Hongos, Insectos	Ninguno	Leve	Avanzado	Inspección
DENSIDAD/ CALIDAD	Consistencia del material	Compacto	Medianamente Degradado	Muy blando	Inspección

Tabla 4 : Clasificación de residuos

Proceso de cepillado

Posterior al proceso de limpieza, la madera es sometida a un proceso de cepillado mediante el uso de una cepilladora industrial, cuya función es regularizar la superficie del material, eliminando irregularidades y permitiendo obtener superficies planas, lisas y de espesor uniforme, este proceso se usa con el fin de mejorar las condiciones físicas de la madera.

Como resultado del cepillado, se generan residuos lignocelulósicos en forma de virutas y partículas de distintos tamaños, estos conservan una composición distinta al aserrín fino. Estas características favorecen la reutilización de esta materia prima en conjunto con la adecuada dosificación de otros materiales, al ser partículas pequeñas estas permiten una trabajabilidad más compacta con los agentes aglutinantes.

No obstante, para el uso de estas partículas dentro del desarrollo de nuevos elementos, se recomienda tener un control de granulometría, el contenido de humedad, el tiempo de cocción, con el fin de obtener un desempeño óptimo del material.

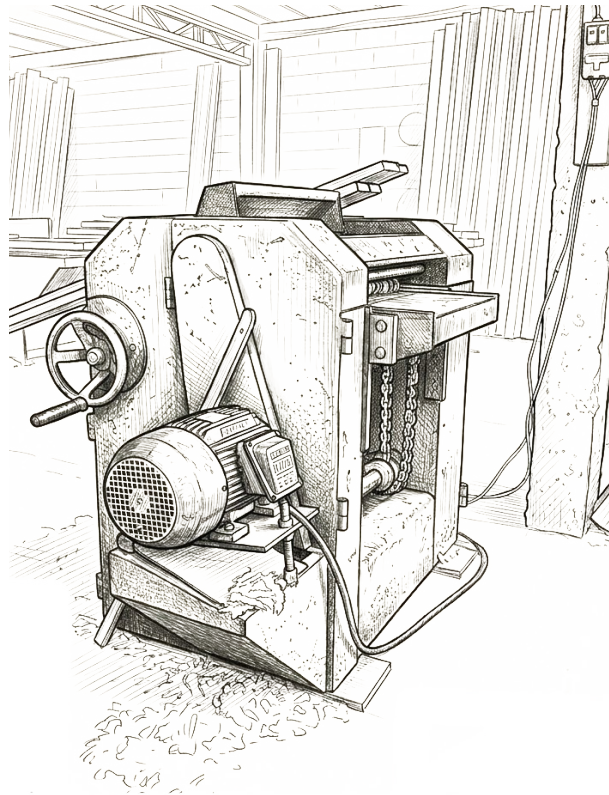


Figura 39: Cepilladora Industrial, NanoBanana2 , 2026



Figura 40: Obtención de la viruta

Proceso de desmineralización

Una vez obtenidos estos residuos de madera, fueron sometidos a un proceso de desinfección mediante el uso de lejía comercial "Sello Rojo", diluida en agua, con el fin de eliminar posibles microorganismos presentes, tales como bacterias y la proliferación de hongos. Este proceso se justifica debido a que la procedencia del material proviene de entornos con altos niveles de contaminación y humedad.

La incorporación de este proceso permite mejorar la estabilidad del material durante la fase de experimentación, así como el desempeño final de los paneles, evitando la proliferación de agentes que puedan generar degradación, malos olores o afecciones que comprometan las capacidades del material.

Es fundamental considerar que la aplicación de este tratamiento debe realizarse conjuntamente con un proceso posterior de secado controlado, con el fin de evitar la retención de humedad en las partículas y prevenir efectos negativos en el desarrollo del panel propuesto.



Figura 41: Viruta en proceso de curado



Figura 42: Esquema Secado de la viruta, NanoBanana2 , 2026

2.5

Campaña experimental

Como primer paso de la campaña experimental, se establecieron tres aglutinantes de origen natural: almidón de maíz, almidón de papa y almidón de yuca. La elección de estos aglutinantes se fundamenta en que su proceso y aplicación es similar, lo que nos permite la comparación directa en función de su interacción con el aserrín.

Para la evaluación experimental, se elaboraron probetas con distintas dosificaciones de mezcla, variando las proporciones de aserrín y almidón, con el objetivo de determinar las propiedades de las probetas resultantes.

Adicionalmente, dichas probetas fueron sometidas a distintas variaciones de temperatura y tiempo, todas estas variantes determinadas en base a la revisión de literatura.

Como parte de la experimentación, la evaluación preliminar nos permitió observar comportamientos de las muestras, tales como la compactación, la estabilidad y la tendencia a hinchazón, lo que nos genera cierta afinidad de los distintos aglutinantes en base a su comportamiento.

DOSIFICACIONES				
TEMPERATURA	TIEMPO	AGUA	VIRUTA	ALMIDÓN
100° C	45 Min	40 %	50%	10%
120°C	45 Min	40 %	50%	10%
100°C	45 Min	40 %	40%	20%
120°C	45 Min	40 %	40%	20%

Tabla 5: Dosificaciones



Figura 43: Proceso de mezclado



Figura 44: Probetas con dosificaciones

2.6

Ensayos experimentales

Una vez se realizaron las probetas, estas fueron sometidas a ensayos a compresión con el fin de determinar su comportamiento mecánico, así como sus propiedades a compresión. Durante la ejecución de estos ensayos se observó que las probetas presentaron expansiones y deformaciones, lo que evidenciaba la inestabilidad estructural y una resistencia mínima.

Este comportamiento se asoció a la interacción entre el aserrín y el aglutinante, así como a la calidad de la granulometría de las partículas del aserrín. La presencia de partículas de mayor tamaño generó cámaras de aire, lo que no permitía la compactación uniforme del material, afectando su desempeño estructural.

En cuanto al comportamiento del aglutinante, se determinó que las probetas elaboradas con almidón de maíz presentaron un menor peso a comparación del resto, dando valores entre 75–85 g. Asimismo, se observó una mayor uniformidad de la mezcla elaborada. En contraste, las probetas elaboradas con almidón de yuca y papa evidenciaron un desempeño mecánico deficiente e inestable.

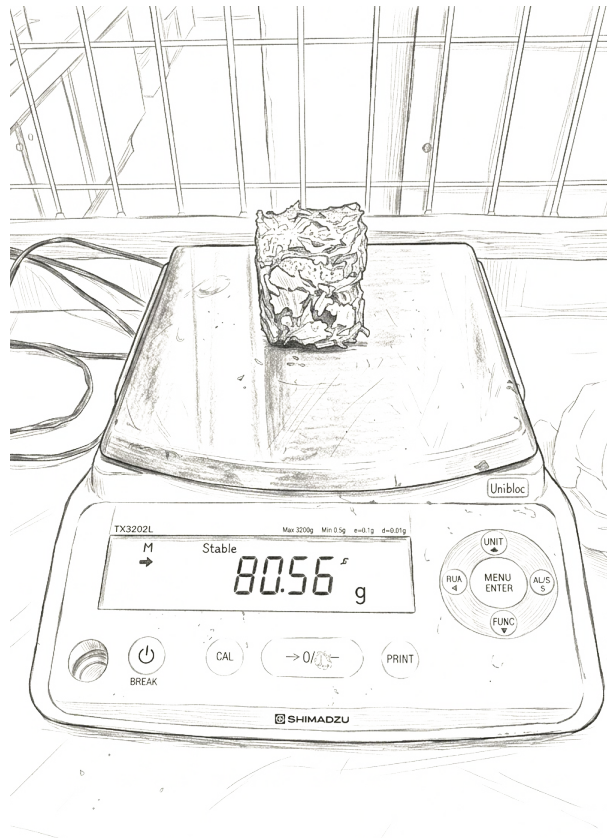


Figura 45: Esquema del peso mínimo, NanoBanana2, 2026



Figura 46: Ensayo de Compresión



Figura 47: Resultados de ensayo de Compresión

2.7

Tamizado

Durante el proceso experimental, una vez trituradas las tablas de encofrado, se observó la necesidad de realizar un tamizado de las partículas obtenidas con el fin de separar las impurezas y clasificar las fracciones de viruta y aserrín según su tamaño. Este paso resultó fundamental para garantizar la calidad del material, ya que las partículas demasiado grandes podían afectar la homogeneidad de la mezcla.

Para la clasificación se decidió emplear tamices de N°1/2", N°3/8" y N°4, lo que permitió obtener diferentes granulometrías de viruta y aserrín. Sin embargo, este procedimiento generó un volumen significativo de desperdicio, lo que evidenció la importancia de definir un espesor máximo de las partículas que asegure una mezcla compacta y libre de huecos. La presencia de partículas demasiado gruesas puede provocar la formación de cámaras de aire en el interior del materia.

El análisis de las fracciones tamizadas permitió identificar cuál granulometría ofrecía mejores resultados en términos de cohesión y densidad, constituyendo un paso clave para establecer parámetros de control en la reutilización de residuos madereros. De esta manera, se buscó garantizar que la mezcla resultante mantenga una estructura uniforme con el tamiz N°4 dio mejor resultado.

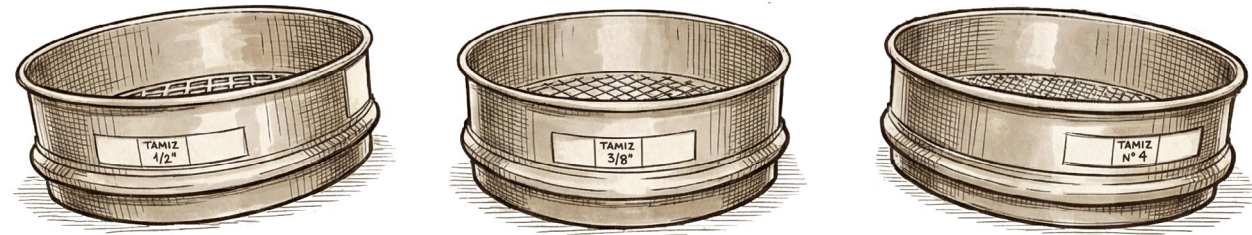


Figura 48: Tamices, NanoBanana2, 2026

N°	1/2	3/8	4
Desperdicio	18%	28%	61%

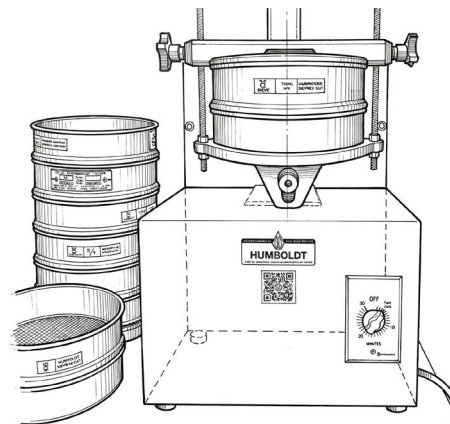


Figura 49: Tamizadora electromagnética, NanoBanana2, 2026

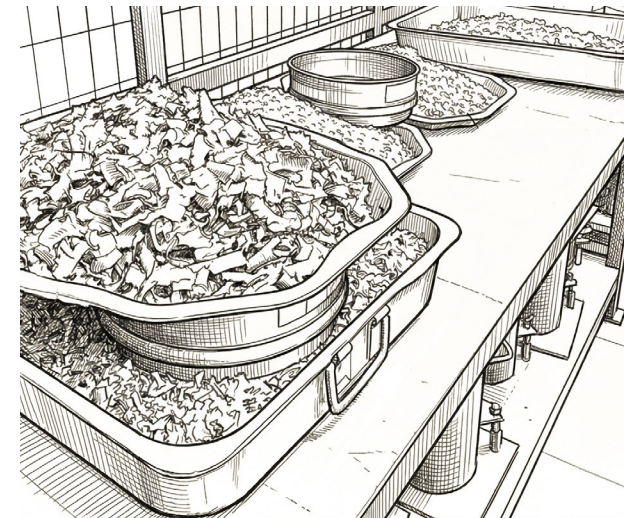


Figura 50: Viruta con tamiz, NanoBanana2, 2026

2.8

Ensayo referente a la dosificación con almidón de maíz

Para la elaboración de las probetas experimentales, de dimensiones 10cm×55cm×1,5cm, se establecieron tres formulaciones base expresadas en porcentaje en peso. El objetivo fue evaluar la influencia del tipo y combinación de material lignocelulósico en el comportamiento del panel, manteniendo constante el porcentaje de aglutinante y el contenido de agua para asegurar la validez comparativa del ensayo.

Las dosificaciones iniciales fueron las siguientes:

Dosificación			
Aserrín	Viruta	Aglutinante	Agua
60%	0%	10%	30%
Aserrín	Viruta	Aglutinante	Agua
25%	25%	10%	30%
Aserrín	Viruta	Aglutinante	Agua
0%	60%	10%	30%

Estas formulaciones permitieron comparar el desempeño del material en función de la granulometría y la combinación de partículas. Durante el proceso se observó que, en algunas mezclas, la presencia de partículas gruesas generaba espacios vacíos que actuaban como cámaras de aire, disminuyendo la densidad y resistencia del material. Para corregir este efecto se decidió incorporar un 10% adicional de aserrín

en la mezcla que inicialmente había mostrado mejor comportamiento (60% viruta, 10% almidón de maíz y 30% agua). Esta modificación permitió mejorar la compactación y reducir la formación de huecos, obteniendo un panel más homogéneo y con mejores propiedades mecánicas.



Figura 51: Probeta con almidón de maíz

El análisis comparativo de las probetas evidenció que la combinación de viruta y aserrín, ofrece un mejor desempeño que el uso exclusivo de un solo tipo de partícula. De esta manera, se estableció un criterio técnico para definir la granulometría y proporción óptima de los residuos madereros.

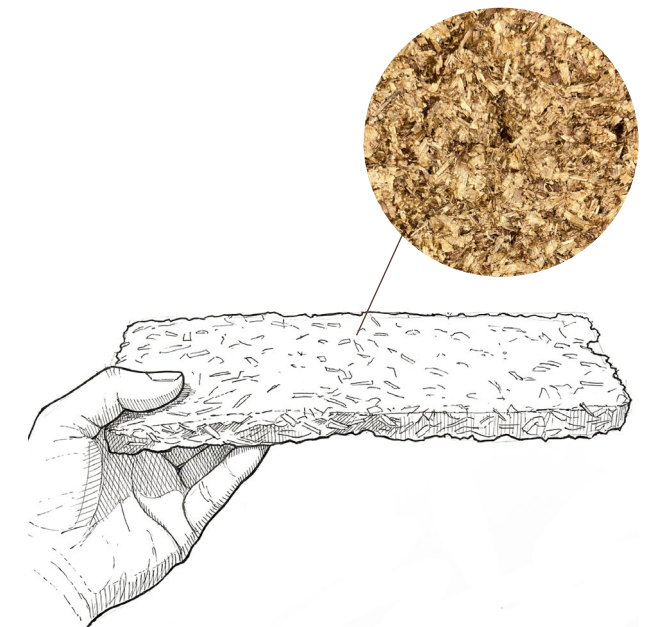


Figura 52: Probeta con almidón de maíz, NanoBanana2, 2026

Ensayo referente a la dosificación con almidón de maíz

En la etapa final del proceso experimental se elaboraron probetas de distintos espesores —1 cm, 2 cm y 3 cm— con el propósito de analizar el tiempo de secado en horno industrial y evaluar la uniformidad de la mezcla. Para estas pruebas se utilizó una dosificación previamente definida:

Dosificación			
A serrín	Viruta	Aglutinante	Agua
10%	50%	10%	30%

Los resultados obtenidos mostraron que el espesor de las probetas influye directamente en el tiempo de secado. En las muestras de 1 cm, el secado completo se alcanzó en aproximadamente 3 horas, mientras que las de 2 cm requirieron cerca de 7 horas. En el caso de las probetas de 3 cm, el tiempo de secado fue considerablemente mayor, lo que generó dificultades para obtener una mezcla homogénea.

Además, se observó que durante el secado las probetas experimentaron una reducción en sus dimensiones iniciales, atribuida a la pérdida de humedad y a la compactación de las partículas lignocelulósicas. Este comportamiento evidenció que, a mayor espesor, se incrementa el riesgo de formación de vacíos internos o cámaras de aire, lo que afecta la calidad del material como aislante.

En función de estos hallazgos, se decidió trabajar únicamente con espesores de 1 cm y 2 cm, ya que permiten obtener una mezcla uniforme, un secado eficiente y propiedades más estables. Esta decisión asegura que el material pueda ser considerado como una alternativa viable en la fabricación de paneles prefabricados sostenibles, optimizando tanto el rendimiento mecánico como el tiempo de producción.

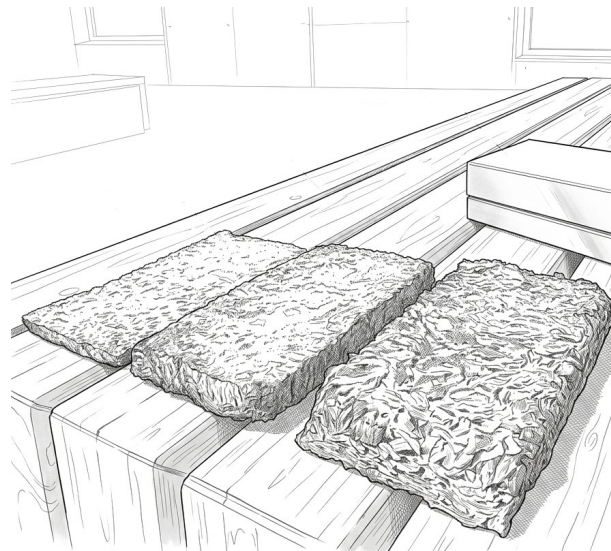


Figura 53: Probeta con almidón de maíz, NanoBanana2, 2026



Figura 54: Probeta con almidón de maíz, NanoBanana2, 2026

2.9

Conclusiones

En base al desarrollo de este capítulo, se pudo identificar que la composición del material influye directamente en su comportamiento final. A través de las distintas pruebas realizadas, se determinó que la combinación de viruta y aserrín, junto con el uso de almidón de maíz como aglutinante, permite obtener una mezcla más homogénea y con mejores condiciones de compactación.

Asimismo, los ensayos evidenciaron que tanto la granulometría como la dosificación son factores clave para evitar vacíos internos y mejorar las propiedades del material. En este sentido, la proporción seleccionada permitió optimizar no solo la estabilidad de las probetas, sino también su desempeño frente a agentes externos como el sonido y el calor.

De esta manera, se cumple el objetivo planteado, ya que fue posible identificar una composición óptima del material que presenta un comportamiento favorable en términos acústicos e ignífugos. Esto demuestra que los residuos de madera pueden ser aprovechados como una alternativa viable dentro del ámbito constructivo, aportando además un valor sostenible al proceso.



Figura 55: Proceso experimental

03

The background of the entire image is a dense, uniform field of light brown wood chips, creating a textured, natural aesthetic.

FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS

3.1

Introducción

El presente capítulo corresponde a la fase experimental a desarrollar con determinantes ya establecidos, orientada a la validación del panel prefabricado elaborado a partir de residuos de madera, específicamente viruta y aserrín, así como aglomerados de origen natural como lo es el almidón de maíz. El propósito de esta etapa es evaluar el comportamiento de este panel prototipo en condiciones controladas y cotidianas, con el fin de determinar su viabilidad como alternativa constructiva dentro de sistemas livianos tipo Steel Frame.

A partir de una campaña preexperimental, se definió la dosificación óptima del material en función de una correcta adherencia, cohesión y capacidad de consolidación. De la misma manera, se determinaron los espesores tentativos así como su tiempo de cocción. Con base a estos determinantes se procedió a la fabricación de los prototipos de paneles, los cuales fueron sometidos a procesos de secado y compactación, permitiendo obtener elementos reales para su evaluación técnica.

La fase experimental se estructuró mediante la elaboración de distintos paneles que incluyen las configuraciones constructivas tradicionales y propuestas conjuntamente con el material desarrollado, con el objetivo de establecer un

análisis comparativo de desempeño. Con esta metodología se ejecutaron ensayos enfocados en propiedades claves para su aplicación como el aislamiento acústico, el comportamiento frente al fuego, y condiciones de manipulación y aplicación.

En cuanto al análisis acústico, se diseñó un sistema de medición controlado que nos permitió evaluar la capacidad de aislamiento de la variedad de paneles, mediante el registro de los niveles de presión sonora. Por otro lado, el comportamiento frente al fuego fue analizado a partir de ensayos experimentales no normalizados, debido a las limitaciones de equipamiento, utilizando herramientas alternas como una cámara termográfica y una exposición directa a fuentes de calor, lo que nos permitió determinar puntos críticos de degradación y pérdida de propiedades del material.

Los resultados obtenidos nos permitieron establecer una lectura integral de los paneles, considerando propiedades técnicas como su comportamiento práctico en condiciones cercanas a su aplicación real. Asimismo, el análisis frente a materiales convencionales nos permitió obtener una base objetiva que demuestre su eficiencia y sus limitaciones. Finalmente, el capítulo articula los

resultados experimentales con la formulación de criterios técnicos y lineamientos de aplicación, orientados a su integración dentro del sistema constructivo. De esta manera, no solo se valida el material propuesto, sino que también se establecen fundamentos técnicos que respaldan su uso como una alternativa sostenible y viable en el ámbito de la construcción.

Estructura del capítulo



Figura 55: Estructura del capítulo, Gemini, 2026

3.2

Experimentación

Después de la fase experimental, se seleccionó la dosificación que presentó mejor comportamiento en términos de homogeneidad y cohesión de la mezcla. La proporción óptima estuvo conformada por 50% de viruta, 10% de aserrín, 10% de almidón y 30% de agua.

Esta combinación permitió obtener una mezcla más uniforme y con mayor capacidad de adherencia gracias al aglutinante natural, lo que favoreció la integridad del material final. Como se puede observar en la Figura 55, el resultado evidenció una adecuada compactación de las partículas y una superficie más estable.

A partir de esta dosificación, se procedió a la elaboración de un panel de dimensiones 35 × 35 cm, el cual fue utilizado para la realización de diferentes ensayos, entre ellos pruebas acústicas y de resistencia al fuego. La fabricación de este panel permitió evaluar el desempeño del material en condiciones controladas, simulando posibles aplicaciones dentro del ámbito constructivo.

En cuanto al proceso de secado y consolidación, el material fue sometido a cocción en un horno industrial a una temperatura constante de 180 °C. Se establecieron diferentes tiempos de exposición en

función del espesor de las muestras, las cuales fueron definidas en 1 cm y 2 cm. Para el panel de menor espesor (1 cm), se determinó un tiempo de cocción de 4 horas. Durante este proceso, la muestra fue colocada dentro de un molde con tapa y sometida a presión mediante pesas, con el objetivo de garantizar una distribución uniforme del calor y evitar deformaciones o irregularidades en la superficie.



Figura 56: Panel previo al proceso de cocción



Figura 57: Panel durante el proceso de cocción

Por otro lado, la muestra de mayor espesor (2 cm) requirió un tiempo de cocción más prolongado, alcanzando un total de 8 horas bajo la misma temperatura. Este incremento en el tiempo respondió a la necesidad de asegurar una adecuada evaporación de la humedad interna y una correcta consolidación del material en todo su volumen.

Es importante señalar que, durante el proceso de secado, se observó una reducción en las dimensiones finales de las muestras con respecto al molde original. Este fenómeno se debe a la pérdida de humedad y a la compactación interna de los componentes, lo que genera una contracción del material en ambos sentidos. Este aspecto resulta relevante para futuras aplicaciones constructivas, ya que debe considerarse dentro del diseño y fabricación de los paneles para garantizar precisión dimensional.

En conjunto, estos resultados evidencian que la dosificación seleccionada y las condiciones de procesamiento influyen directamente en las propiedades físicas y mecánicas del material, determinando su viabilidad como alternativa sostenible para sistemas constructivos.



Figura 58: Panel posterior al proceso de cocción



Figura 59: Panel posterior a la cocción

Se elaboraron cuatro paneles con el objetivo de comparar su desempeño bajo distintas configuraciones constructivas. Todos los prototipos fueron desarrollados utilizando un sistema estructural tipo steel frame, considerando su aplicación en espacios interiores.

El primer panel corresponde a una solución convencional, conformada únicamente por placas de gypsum fijadas a la estructura metálica, sin la incorporación de material aislante en su interior. Este panel funciona como referencia base para la evaluación comparativa.

El segundo panel incorpora aislamiento de lana de vidrio dentro del entramado, lo que permite analizar el comportamiento de un sistema constructivo tradicional optimizado, especialmente en términos de aislamiento acústico y térmico.

Como tercera variante, se desarrolló un panel que integra el material obtenido durante la fase experimental, compuesto por viruta y aserrín, con un espesor de 1 cm, aglomerados mediante un aglutinante natural a base de almidón de maíz y agua. Este elemento fue incorporado dentro de la estructura tipo steel frame y recubierto con placas de gypsum,

con el fin de evaluar su desempeño como alternativa sostenible frente a materiales convencionales.

Finalmente, el cuarto panel presenta la misma dosificación del material experimental, pero con un espesor de 2 cm, lo que permite analizar la influencia del espesor en el comportamiento del sistema. Al igual que en el caso anterior, este panel fue instalado dentro de la estructura y recubierto con gypsum, garantizando condiciones equivalentes de comparación.

La elaboración de estos cuatro prototipos permitió establecer un análisis comparativo entre soluciones tradicionales y el material propuesto, considerando variables como el aislamiento acústico, la resistencia al fuego y el comportamiento físico del sistema en función de su espesor.



Figura 60: Panel gypsum



Figura 61: Panel con gypsum y lana de vidrio



Figura 62: Panel con gypsum y 1 cm de panel de viruta



Figura 63: Panel con gypsum y 2 cm de panel de viruta

3.3

Caja insonorizada

Es fundamental definir el concepto de insonorización. Según la RAE (2014), insonorizar consiste en "acondicionar un espacio para aislarlo acústicamente". A partir de este principio, surge el método de la caja insonorizada, el cual se basa en delimitar mediante distintos materiales y elementos constructivos para reducir la transmisión de sonido formando una caja.

Por ello, para la prueba acústica, se usó un sonómetro, instrumento utilizado para medir los niveles de presión sonora de manera normalizada. Este equipo permitió obtener mediciones precisas y comparables entre los distintos paneles evaluados.

Entonces para la caja insonorizada se utilizó como materiales: La madera MDP de espesor 15mm, cubetas de huevos, espuma de poliuretano, tornillos y clavos líquido.

La caja insonorizada se construyó con madera MDP de 15 mm de espesor, cubetas de huevo, espuma de poliuretano, tornillos y adhesivo (clavo líquido). Inicialmente, se cortaron las piezas de madera en dimensiones de 40 × 40 cm, permitiendo alojar paneles de prueba de 35 × 35 cm. Posteriormente, se fijaron las cubetas de huevo en el interior con clavo líquido, con el fin de mejorar la absorción acústica.

En las juntas y uniones se aplicó espuma de poliuretano, la cual, al expandirse durante el secado, selló los espacios vacíos y optimizó el aislamiento del sistema. Este procedimiento permitió minimizar fugas sonoras y garantizar condiciones más controladas para la medición.

Finalmente, la caja fue utilizada para evaluar el desempeño acústico de distintos aislantes incluyendo cámara de aire, fibra de vidrio y paneles experimentales de 1 cm y 2 cm de espesor.

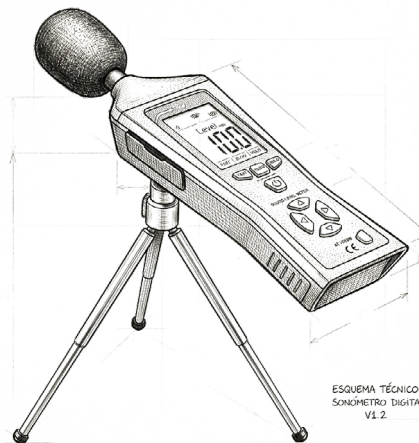


Figura 64: Sonómetro, Gemini, 2026

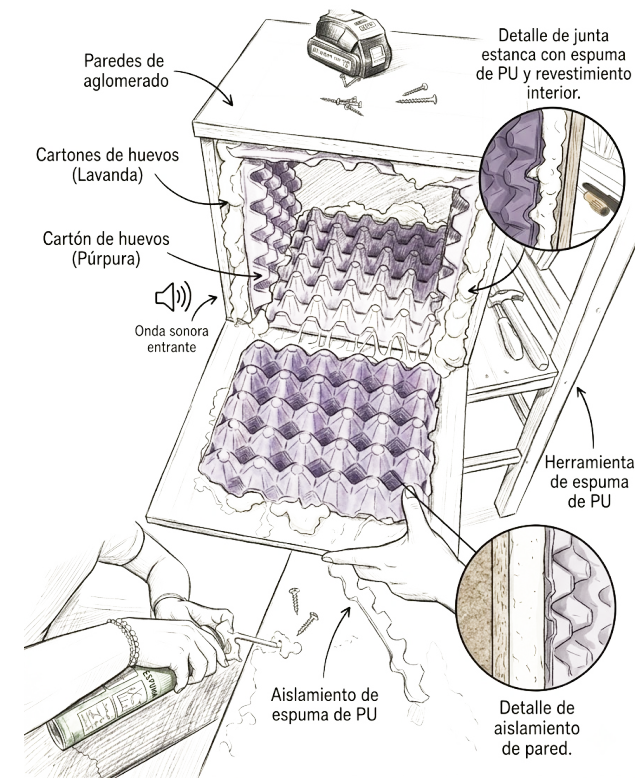


Figura 65: Caja insonorizada, Gemini, 2026

3.4

Simulación de la propuesta para aislamiento acústico

Las pruebas se realizaron en intervalos de 5 minutos para cada panel, manteniendo condiciones constantes en todos los ensayos, tanto en la posición del sonómetro como en la fuente emisora. Durante cada medición, el equipo registró de manera continua los niveles de presión sonora en decibeles (dB), permitiendo obtener valores representativos del comportamiento acústico de cada configuración.

Para el análisis de los datos, se consideraron los niveles promedio registrados en cada intervalo, con el fin de reducir la influencia de posibles fluctuaciones puntuales durante la medición. Este procedimiento permitió establecer una comparación más objetiva entre los diferentes materiales evaluados.

Adicionalmente, los resultados obtenidos fueron organizados y procesados mediante el software, a partir de lo cual se elaboró una gráfica comparativa que evidencia las variaciones en los niveles de presión sonora para cada panel. Esta representación facilita la identificación del desempeño relativo de los materiales en términos de su capacidad de atenuación acústica.

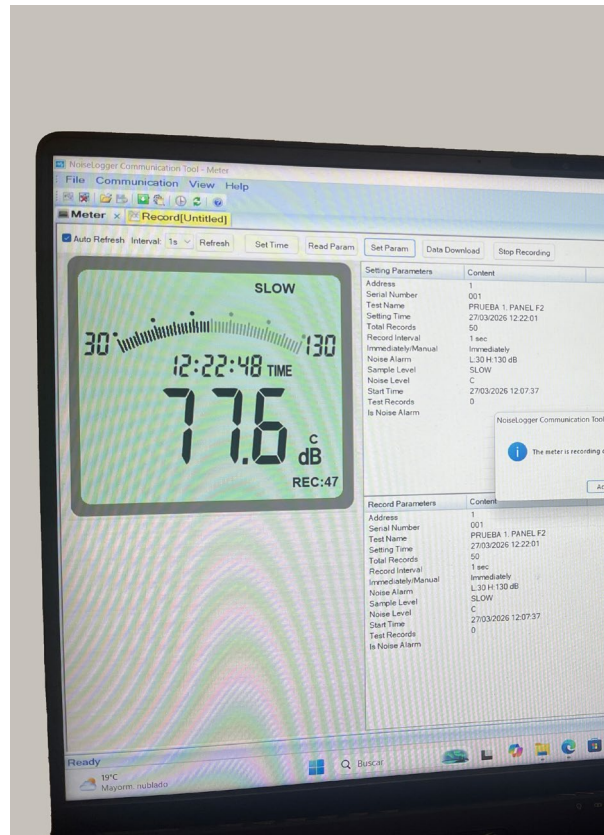


Figura 66: Software



Figura 67: Panel con ruido

3.5

Ensayo de Resistencia al Fuego

El objetivo de la determinación de la resistencia al fuego es valorar el comportamiento de una muestra de elementos de construcción cuando está sometida a condiciones definidas de calentamiento y presión.

El método presenta un medio de cuantificar la capacidad de un elemento de soportar la exposición a altas temperaturas, estableciendo criterios por los cuales la capacidad portante, la contención del fuego (integridad) y la transmisión térmica (aislamiento térmico), entre otras, pueden ser evaluadas.

Se somete una muestra representativa a un determinado régimen de calentamiento y el comportamiento es registrado sobre la base de los criterios descritos en la norma. Resistencia al fuego es el tiempo durante el cual tienen cumplimiento los criterios apropiados. El tiempo así obtenido es la medida de una adecuación de la construcción durante un incendio pero no tiene directa relación con la duración de incendios reales.

La norma UNE-EN-1363 establece que la muestra de ensayo presentará normalmente las medidas reales. Cuando esta muestra no pueda ser ensayada a tamaño real, las medidas de la muestra se establecerán de acuerdo al método específico de ensayo de aplicación.

Elementos de separación. En aquellos elementos de separación en los que sólo se requiera que sean resistentes al fuego por una cara, se ensayará una única muestra de ensayo, con la cara expuesta al fuego que haya de ser objeto de exigencia.

En los elementos de separación a los que se requiera ser resistentes al fuego por ambas caras, se ensayarán dos muestras separadamente (una por cada cara) a menos que el elemento pueda considerarse totalmente simétrico y las exigencias en cuanto a exposición al fuego por ambas caras sea iguales.

Si el ensayo se realiza sobre una cara solamente, ya sea porque el elemento es simétrico o porque sólo se le exige resistencia al fuego por una cara sólo, esta circunstancia se hará constar en el informe de ensayo. Condiciones de contorno diferentes pueden requerir muestras adicionales.

El ensayo implica calentar un lado del elemento en un horno para alcanzar una temperatura de acuerdo con la curva normalizada tiempo - temperatura señalada en NCh935/1.Of97, regida por la siguiente relación:

$$T(t) - T_0 = 345 \log_{10}(8t + 1),$$

donde T es la temperatura del horno [°C], T_0 la temperatura ambiente al inicio del ensayo [°C], y t el tiempo transcurrido de ensayo [min].

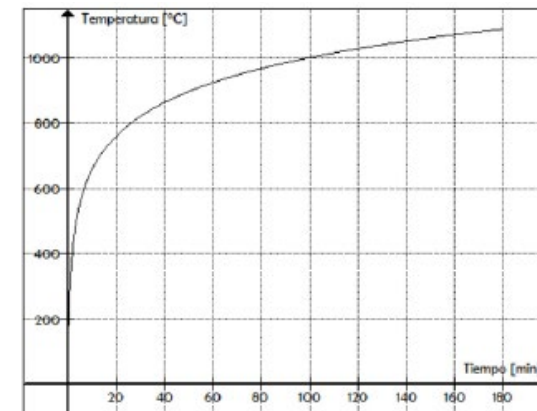


Figura 68: Relación tiempo-temperatura, NTE INEN, 2013.

El horno de resistencia al fuego es un dispositivo utilizado para determinar el desempeño de elementos constructivos frente al accionar del fuego. Este horno presenta un régimen térmico controlado que sigue una curva estándar de un incendio. Este equipo nos permite medir variables como la temperatura, presión y deformación, con la finalidad de determinar el tiempo en el que estos elementos mantienen sus cualidades de resistencia mecánica, integridad y de aislamiento térmico, de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma EN-1363-1.

El ensayo consiste en someter el elemento constructivo a la exposición térmica del horno, el cual sigue una curva normalizada, mientras registra las variables y los valores se determinan así:

La resistencia al fuego se expresa como el tiempo, en minutos, durante el cual el elemento cumple los criterios normativos establecidos (R, E, I), siendo este el indicador de su desempeño frente al fuego.

Para el presente estudio, y debido a la limitación en la disponibilidad de equipos especializados requeridos por la UNE-EN 1363-1, se plantea la implementación de un ensayo experimental alternativo orientado a evaluar el comportamiento térmico del prototipo.

Este procedimiento se desarrollará mediante el uso de una cámara termográfica, la cual permitirá registrar la distribución y evolución de la temperatura superficial del panel, tanto en su estado inicial como durante su exposición a una fuente directa de calor, en este caso un soplete de fuego. A partir de esta metodología, se obtendrán datos comparativos del incremento térmico y su propagación a través del elemento constructivo.

El objetivo principal de este ensayo es identificar el punto crítico de comportamiento del material, entendido como la condición en la que el prototipo presenta pérdida de continuidad, fisuración o degradación significativa de sus propiedades, evidenciando un posible punto de falla dentro del sistema constructivo prefabricado.



Figura 69: Horno de resistencia al fuego, NanoBanana2,2026



Figura 70: Equipos de ensayo, NanoBanana2,2026

3.6

Ensayo de resistencia al fuego del panel constructivo

Se realizó un ensayo experimental no normalizado con el objetivo de evaluar de manera preliminar el comportamiento al fuego del material frente a una fuente de calor directa.

Se determinó la temperatura ambiente del material que era 19°C, así también se obtuvo la temperatura superiores a 850°C que indica la pérdida de las propiedades de los paneles

Se observó que, al alcanzar temperaturas aproximadas de 900 °C, los paneles presentaron pérdida de propiedades mecánicas, aunque mantuvieron parcialmente su integridad estructural, este proceso de fuego directo se realizó en un lapso de 7 minutos.



Figura 71: Temperatura inicial del panel



Figura 72: Temperatura final del panel



Figura 73: Panel sometido a calor



Figura 74: Resultados posteriores a la aplicación de calor

De manera similar se realizó una prueba de fuego netamente del panel elaborado en el que observamos que:

-El panel de 1cm tardo un tiempo de 2, 35 minutos el cual presento fisuras en el punto calorífico, a temperaturas posteriores a 530° Centigrados

-El panel de 2cm tardo un tiempo de 3,10 minutos mas sin embargo dicho panel empezó a consumirse en su estructura propia a temperaturas posteriores a 600°Centigrados



Figura 75: Panel propuesto de 1 cm de espesor



Figura 76: Panel propuesto de 1 cm de espesor



Figura 77: Panel posterior a la prueba de fuego



Figura 78: Panel posterior a la prueba de fuego

3.7

Ensayo de propagación de fuego

De la misma manera se realizó un ensayo para observar la propagación del fuego aplicando gasolina en los paneles, tanto en la manera que se aplicarían constructivamente así como solo nuestro panel analizado, en el que observamos que estos paneles el fuego presentó una rápida propagación inicial debido a la absorción del combustible, seguida de una disminución progresiva de la combustión.

Los resultados obtenidos evidencian que, si bien el material presenta susceptibilidad a la propagación inicial del fuego en presencia de acelerantes, su comportamiento posterior muestra una tendencia a la autoextinción parcial, lo que sugiere un potencial desempeño favorable frente a escenarios de incendio controlado.

En términos comparativos, el panel de aserrín con un espesor de 2 cm presentó un mejor comportamiento frente a la ignición, ya que logró mantener sus propiedades estructurales durante un mayor intervalo de tiempo en relación con las demás muestras analizadas.



Figura 79: Panel previo al ensayo de dispersión



Figura 80: Panel prototipo previo al ensayo de dispersión



Figura 81: Panel posterior al ensayo de dispersión



Figura 82: Panel prototipo posterior al ensayo de dispersión

3.8

Resultados establecidos

Durante el ensayo no se evidenció colapso estructural ni goteo en el panel prototipo, lo que indica que el material mantiene su integridad general frente a la acción del fuego bajo las condiciones evaluadas. No obstante, presenta una combustión moderada ante la exposición directa al fuego.

De acuerdo con la norma UNE-EN 13501-1, se plantea una clasificación estimada dentro de la clase D, correspondiente a un nivel medio de reacción al fuego. En cuanto a la emisión de humos, se infiere un comportamiento entre s2 y s3, asociado a una densidad de humo moderada a alta, sin generación de gotas o partículas inflamadas (d0).

En conjunto, el material podría clasificarse como D-s2,d0, estableciendo una referencia técnica preliminar de su comportamiento frente al fuego en aplicaciones constructivas.

Cabe recalcar que estos resultados se basan en una experimentación empírica; por lo tanto, se requieren ensayos normalizados para obtener datos precisos y verificables.

SEGÚN LA OPACIDAD DE LOS HUMOS (SMOKE)	
CATEGORÍA	CARACTERÍSTICA
S1	Velocidad y cantidad de emisión baja.
S2	Velocidad y cantidad de emisión media.
S3	Velocidad y cantidad de emisión elevada
SEGÚN LA CAÍDA DE GOTAS O PARTÍCULAS INFLAMADAS	
CATEGORÍA	CARACTERÍSTICA
d0	No hay presencia de gotas
d1	No gotas en t= 10 seg
d2	No clasificado

Tabla 6 : Resultados obtenidos

En el siguiente gráfico podemos revisar los resultados obtenidos del panel prototipo de 2cm a comparación de paneles comerciales ya sean huecos, y de la lana de vidrio, así como podemos observar sus valores medidos en un lapso de 5 minutos en Decibeles.

Intervalos-5 MIN	Panel 2cm	Panel Fibra Vidrio	Panel Hueco
1	55,2	57,2	60,4
3	57,8	58	60,3
5	55	57,6	59
7	55,4	59,4	62,4
9	58,2	57,4	60,9
11	56,5	64,9	59,5
13	57,1	57,6	59,2
15	55,7	57,8	58,7
17	56,6	58,7	59,8
19	54,9	56,8	58,7
21	56,5	57,9	59,2
23	56,9	58,9	59,9
25	56,9	59	60,4
27	56,7	57,5	59,2
29	56,1	59,6	60,6
31	57	58,9	58,2
33	59,9	58,4	58,2
35	59,9	57,6	58,2
37	56,3	58,9	59
39	58	58,6	60,2
41	58,3	57,6	60,3
43	57,9	58,3	62,1
45	56,4	57,7	60
47	56,8	58,6	58,6
49	55,8	57,9	57,8
50	56,6	57,4	60,2

Tabla 7: Decibeles

Comparación Aislamiento Acústico

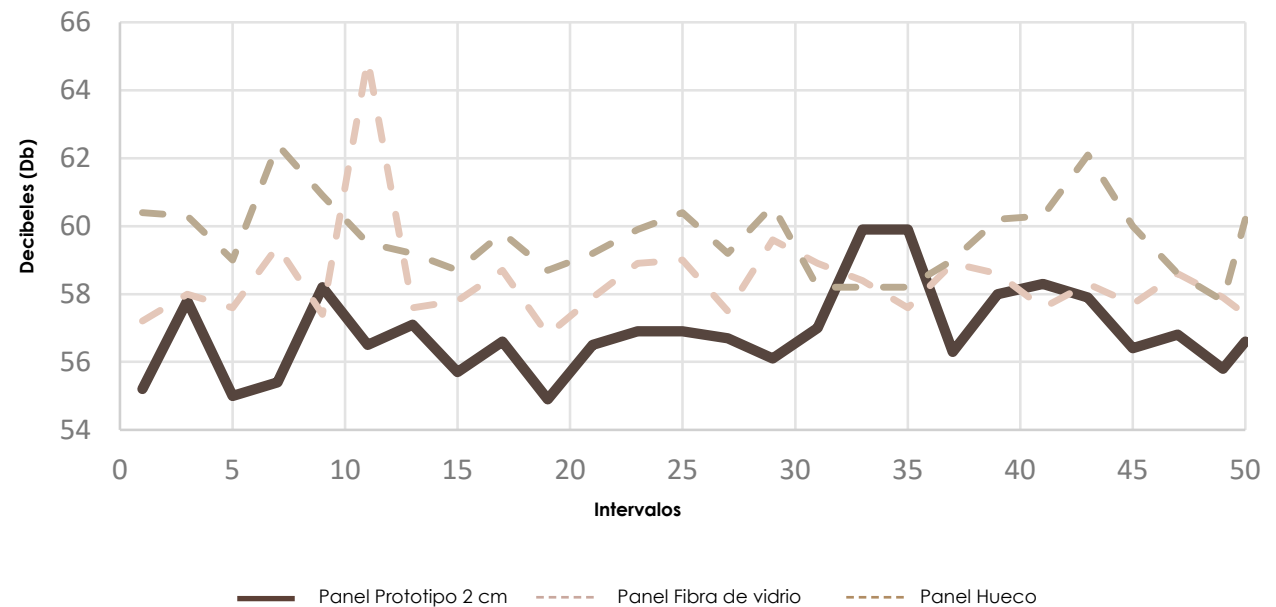


Figura 83: Comparación del aislamiento

3.9

Análisis comparativo

A partir de los ensayos realizados en el presente capítulo, se establece una síntesis comparativa del desempeño del sistema constructivo evaluado, con el fin de identificar las ventajas y limitaciones del panel propuesto en relación con paneles comerciales, así como su potencial como alternativa constructiva.

Para ello, se consideraron aspectos tales como el aislamiento acústico, el comportamiento frente al fuego, la facilidad de aplicación y las condiciones generales de desempeño del panel dentro de un sistema Steel Frame. Esta comparación permite obtener una lectura integral que facilita la interpretación de los resultados obtenidos.

En términos generales, los resultados evidencian que el panel propuesto presenta un comportamiento competitivo frente a sistemas tradicionales, especialmente en el ámbito acústico, donde muestra un desempeño comparable al de materiales comerciales.

Asimismo, los ensayos permitieron evaluar la influencia del espesor de los paneles (1 cm y 2 cm), observándose variaciones en sus capacidades aislantes y en su comportamiento frente al fuego.

SEGÚN LA OPACIDAD DE LOS HUMOS (SMOKE)			
SISTEMA CONSTRUCTIVO	AISLAMIENTO ACÚSTICO	COMPORTAMIENTO AL FUEGO	OBSERVACIONES
Panel GYPSUM (Hueco)	Bajo	Bajo	Sistema base sin aislante
Panel Fibra de Vidrio	Alto	Medio	Buen desempeño acústico
Panel Experimental 1cm	Medio	Bajo - Medio	Mejora frente al sistema base
Panel Experimental 2cm	Panel Experimental 2cm	Medio	Mejor desempeño general

Tabla 8: Comparación

3.10

Ficha técnica

Dimensión nominal: Para el desarrollo del panel aislante se establecieron dimensiones de 20cm x 60 cm, definidas en función de su aplicación dentro del sistema constructivo de steel frame, lo que permite su acople adecuado y su comportamiento similar al de una placa de producción comercial disponible en el mercado. No obstante, es posible trabajar con paneles de distintas dimensiones que se adapten a este sistema, siempre que se consideren factores técnicos como la posible pérdida de resistencia en elementos de mayor tamaño.

En cuanto a su aplicación, el panel se integra directamente al método constructivo del steel frame o wood frame, ajustándose a las modulaciones tradicionales del sistema. Adicionalmente, puede complementarse con otros materiales aislantes térmicos y acústicos, tales como la lana de vidrio, lana de roca, poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano o corcho, lo que permite mejorar su desempeño según los requerimientos del proyecto. Sin embargo, la incorporación de estos materiales debe evaluarse en función de variables como el tiempo de construcción, la facilidad de aplicación y el costo de producción.

Respecto a su fijación, se recomienda que el panel trabaje de manera conjunta con los cerramientos exteriores, ya sean placas de gypsum o fibrocemento, conformando un sistema tipo sándwich mediante la utilización de tornillos adecuados para este tipo de estructura. Asimismo, se sugiere la incorporación de capas complementarias que contribuyan a mejorar el comportamiento frente al fuego, tales como pintura intumescente, láminas de fibra cerámica, láminas de aluminio o papel kraft ignífugo, las cuales actúan como barreras adicionales que reducen la propagación del fuego.



Figura 84: Esquema de dimensiones, NanoBanana2,2026

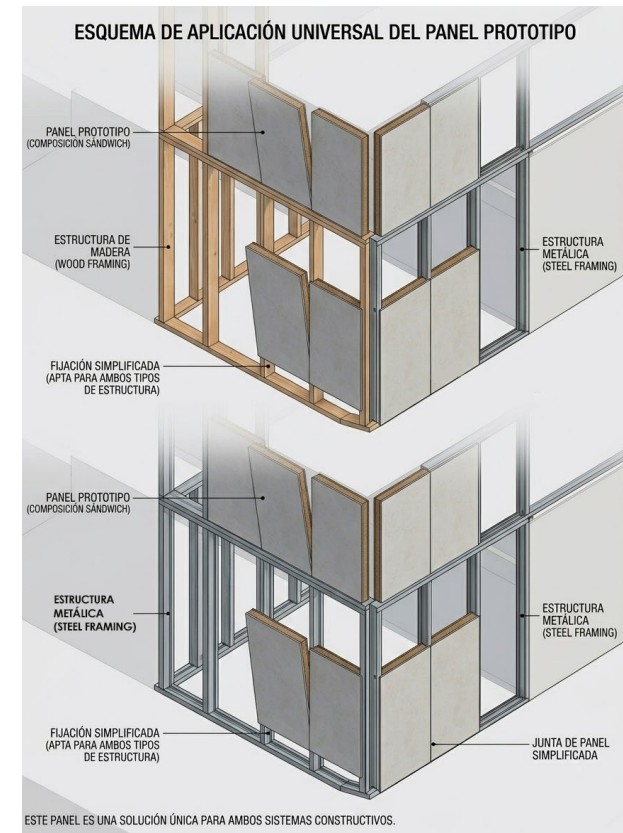
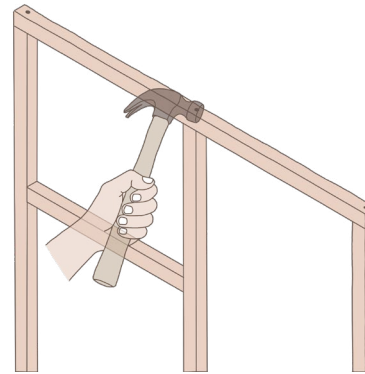


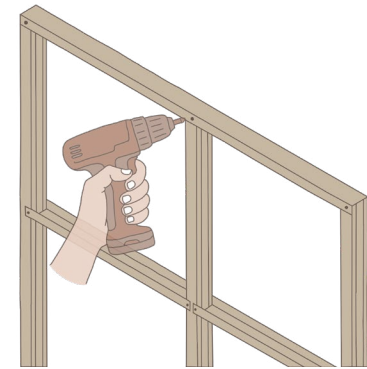
Figura 85: Esquema de dimensiones, NanoBanana2,2026

Fijación de la estructura

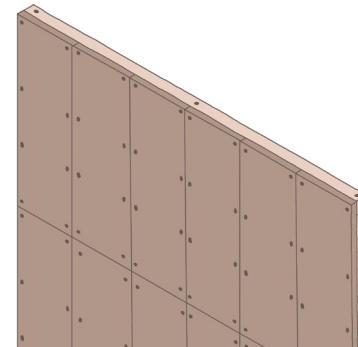
La instalación de los paneles puede realizarse sobre estructuras de madera o mediante sistemas de steel frame, empleando procedimientos constructivos específicos para cada caso. En las estructuras de madera, la fijación se efectúa con clavos y martillo, lo que permite una colocación práctica y eficiente. En contraste, el sistema steel frame requiere el uso de tornillos y taladro, garantizando una mayor firmeza y estabilidad en la unión de los elementos. En ambos métodos se incorpora el panel de aislamiento, asegurando su correcta integración en el sistema constructivo. Finalmente, se procede a la colocación de una plancha de yeso cartón, que proporciona un acabado uniforme y adecuado para posteriores terminaciones superficiales.



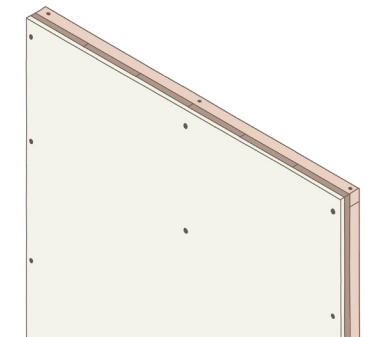
Fijación con tornillos en tiras de madera



Fijación con tornillo con stud y track



Colocación de panel de aislamiento



Colocación gypsum para acabado

Figura 86: Esquema de fijación

Ficha Técnica

Mantenimiento:

- Conservar el material en espacios cubiertos, en áreas con adecuada ventilación y sobre superficies firmes, secas y niveladas.
- Disponer los elementos sobre soportes de pallets, manteniendo una altura homogénea.

Fijación:

Para la instalación se emplean tornillos negros para aglomerado, disponibles en diferentes dimensiones según las necesidades específicas del proyecto. Estas medidas permiten adaptar la fijación a las características del material y garantizar una unión segura y eficiente.

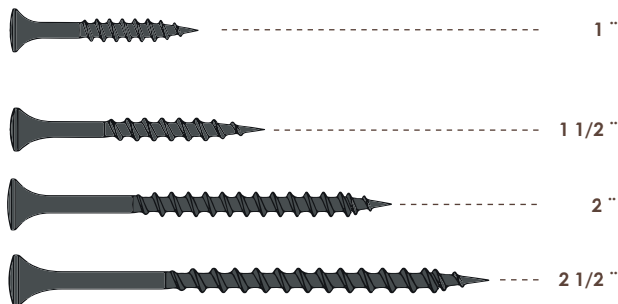


Figura 87: Medida de tornillos

Consideraciones que se debe tomar en cuenta es las siguientes:



Los tornillos NO deben romper la cara exterior, si esto ocurre hay que sacar el tornillo y reemplazarlo por otro, nunca el mismo sitio anterior.



Tampoco la cabeza del tornillo deberá quedar sobresaliente, porque dificulta la colocación del yeso cartón.



Los tornillos deben quedar ligeramente rehundidos, aplastando el panel sin llegar a traspasarlo.

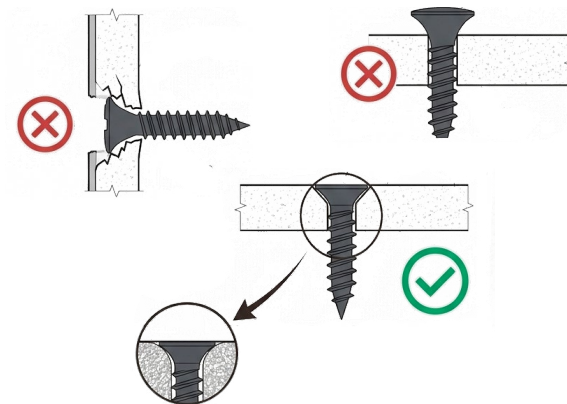
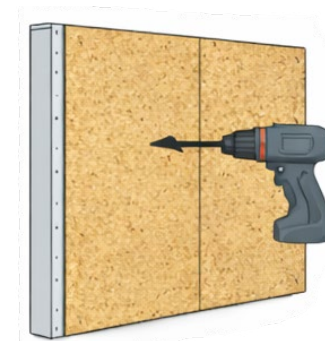


Figura 88: Esquema de fijación de tornillos

Se recomienda trabajar con atornilladores eléctricos con regulador de profundidad (avellanador) que nos aseguren siempre la misma penetración de los tornillos.



Instalación de tornillos



Taladro percutor



Atornillador eléctrico

Figura 89: Máquina para instalación

Mecanizaciones

Ensayos de manipulación: Se analizaron diversos factores que influyen en la aplicación del panel, tales como los procesos de corte y fijación. A partir de los ensayos realizados, se determinó que el panel presenta un comportamiento adecuado frente a pruebas como el clavado, la perforación con taladro y el corte con herramientas como la amoladora, evidenciando su viabilidad dentro de procesos constructivos convencionales. No obstante, se recomienda evitar la exposición a la humedad, ya que este panel posee propiedades absorbentes que pueden comprometer su desempeño y durabilidad.

Adicionalmente, el sistema puede complementarse con aislantes acústicos y térmicos, como lana de vidrio, lana de roca, poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano o corcho. La incorporación de estos materiales permite optimizar el comportamiento del conjunto según los requerimientos específicos del proyecto.

Sin embargo, su aplicación debe considerar variables como el tiempo de ejecución, el costo, la facilidad de instalación y el desempeño esperado del sistema.

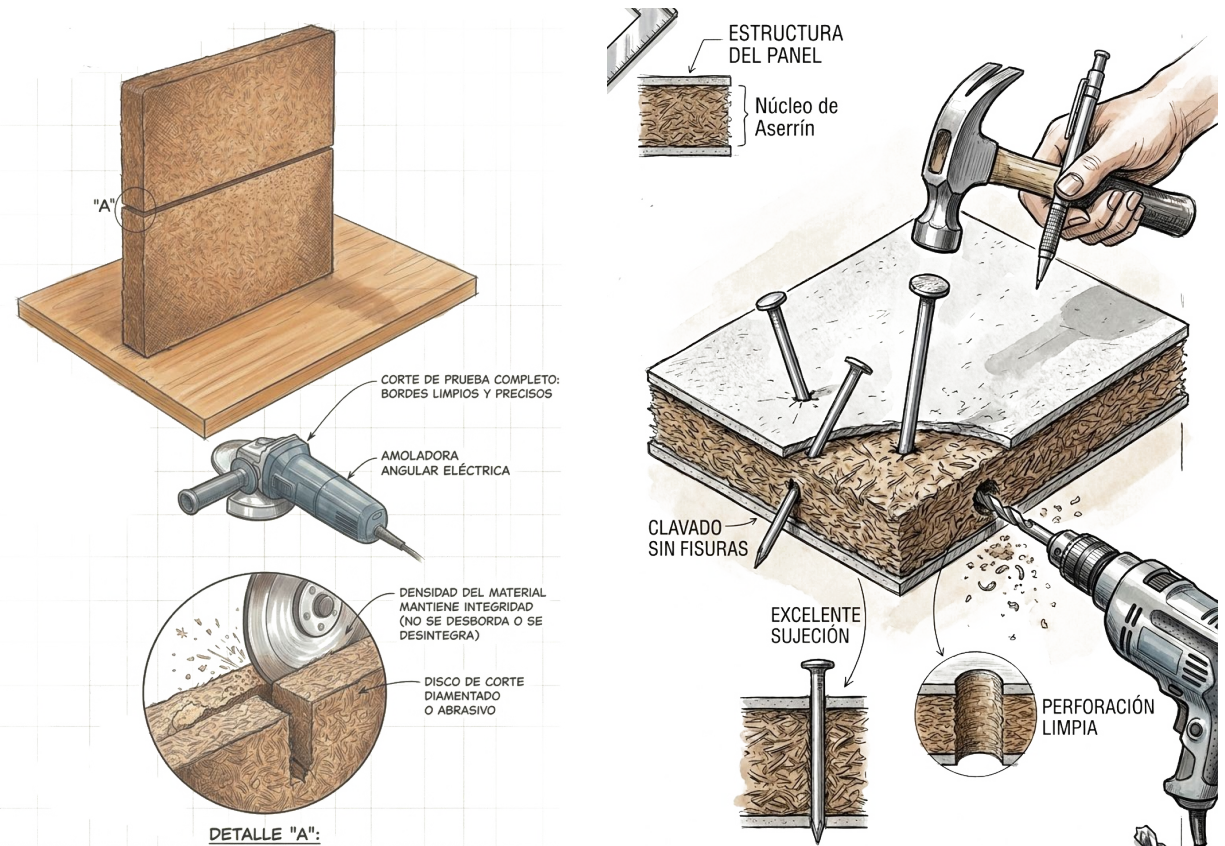


Figura 90: Manipulación

Pruebas de perforación:

Durante el ensayo se efectuaron perforaciones a distintas distancias con el propósito de evaluar la respuesta del panel frente a esfuerzos localizados y determinar si estas intervenciones podían generar algún tipo de afectación estructural. El procedimiento permitió observar de manera precisa el comportamiento del material en condiciones de manipulación directa, simulando escenarios habituales de instalación en obra. Los resultados obtenidos demostraron que ninguna de las perforaciones realizadas ocasionó daños significativos ni compromisos en la integridad del panel, lo que evidencia su resistencia y estabilidad frente a este tipo de pruebas. La ausencia de fisuras, desprendimientos o deformaciones confirma que el material mantiene su cohesión interna y puede ser trabajado con herramientas convencionales sin riesgo de pérdida de desempeño. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la viabilidad del panel como elemento prefabricado, garantizando que su manipulación durante el montaje no afecta sus propiedades técnicas ni su funcionalidad dentro del sistema constructivo.

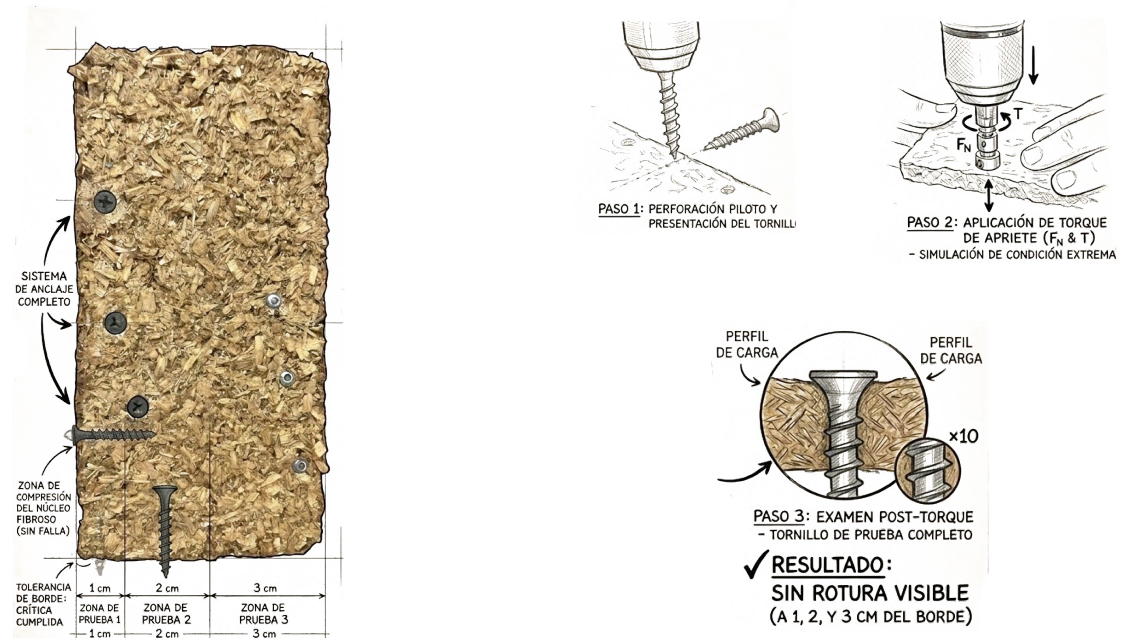


Figura 91: Ensayo de perforación

Dist. borde	1	2	3	Resultado	Dist. Ideal
	8 mm				
1,00 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	2,00 cm
1,50 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	
2,00 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	

Tabla 9: Pruebas de perforación

Pruebas de impacto:

En los ensayos de impacto se utilizaron remaches, tornillos y clavos para madera con el fin de evaluar la resistencia del panel frente a esfuerzos puntuales y verificar su comportamiento en condiciones similares a las que se presentan durante la instalación en obra. El procedimiento permitió observar cómo el material reaccionaba ante la inserción de distintos elementos de fijación, considerando tanto la superficie como la estructura interna del panel. Los resultados obtenidos evidenciaron que ninguno de los elementos empleados generó deformaciones, fisuras ni daños visibles, lo que confirma la estabilidad y firmeza del material frente a este tipo de intervenciones. La ausencia de afectaciones relevantes demuestra que el panel puede ser manipulado con herramientas convencionales sin comprometer su integridad, garantizando un desempeño adecuado en procesos de montaje y asegurando su viabilidad dentro de sistemas constructivos livianos. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la confiabilidad del panel como alternativa prefabricada, capaz de mantener sus propiedades técnicas incluso bajo condiciones de impacto directo.

Dist. borde	1	2	3	Resultado	Dist. Ideal
Remache					
1,00 cm	Rotura	Rotura	Rotura	Rotura	61%
1,50 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	
2,00 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	
Clavo de para madera					
1,00 cm	Rotura	Rotura	Rotura	Rotura	61%
1,50 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	
2,00 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	
Tornillo negro para madera					
1,00 cm	Rotura	Rotura	Rotura	Rotura	61%
1,50 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	
2,00 cm	Bien	Bien	Bien	Bien	

Tabla 10: Pruebas de impacto



Figura 92: Ensayo de impacto

Corte en seco:

En los ensayos realizados con amoladora y mediante corte en seco se buscó evaluar la respuesta del panel frente a procesos de mecanizado y secciones directas de trabajo en obra. Durante las pruebas se observó que el material permite obtener cortes rectos, precisos y uniformes, sin presentar deformaciones, desprendimientos ni irregularidades en su superficie. Este comportamiento evidencia una adecuada estabilidad estructural y confirma que el panel puede ser manipulado con herramientas convencionales de construcción sin comprometer su integridad. Además, la ausencia de fisuras o pérdidas de material durante el corte demuestra que la cohesión interna del compuesto es suficiente para garantizar un acabado limpio, lo que facilita su instalación y adaptación a diferentes modulaciones dentro de sistemas livianos como steel frame o wood frame. En conjunto, estos resultados refuerzan la viabilidad del panel como elemento prefabricado, asegurando que su manipulación en obra no representa un riesgo para su desempeño técnico ni para la calidad final del sistema constructivo.

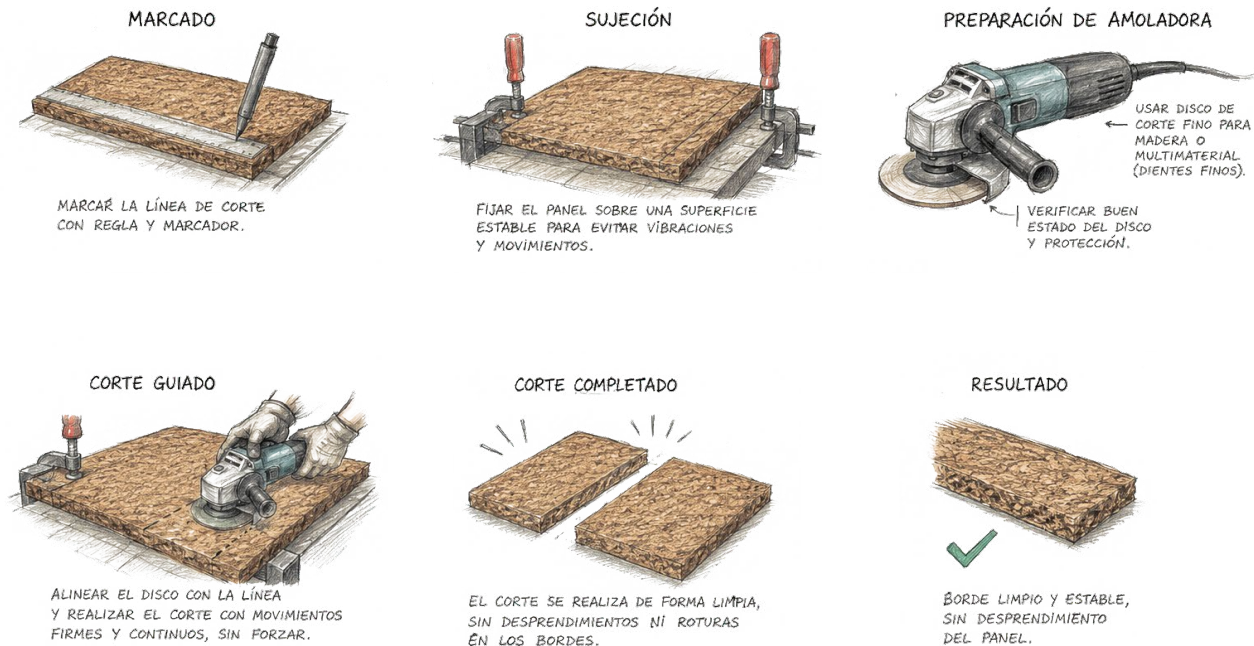


Figura 93: Ensayo de amoladora

Ventajas:

- Revalorización de residuos de madera de eucalipto dentro de un sistema constructivo, promoviendo estrategias de economía circular.
- Capacidad de absorción acústica derivada de su estructura fibrosa y porosa, contribuyendo al confort interior.
- Uso de compuestos de origen natural como aglutinantes, reduciendo el impacto ambiental frente a materiales convencionales.
- Facilidad de manipulación e instalación debido a su bajo peso y formato prefabricado, optimizando los tiempos de montaje en obra.

Debilidades:

- Dependencia de maquinaria especializada para su fabricación, lo que puede limitar su producción a entornos controlados o industriales.
- Limitada aceptación en el sector constructivo, debido a su carácter innovador y a la falta de normativa o antecedentes técnicos consolidados.
- Sensibilidad a la humedad, la cual puede alterar sus propiedades físicas y mecánicas, afectando su durabilidad si no se aplican tratamientos o protecciones adecuadas.
- Limitaciones en su capacidad estructural, restringiendo su aplicación a elementos no portantes dentro del sistema constructivo



Figura 94: Esquema de ventajas

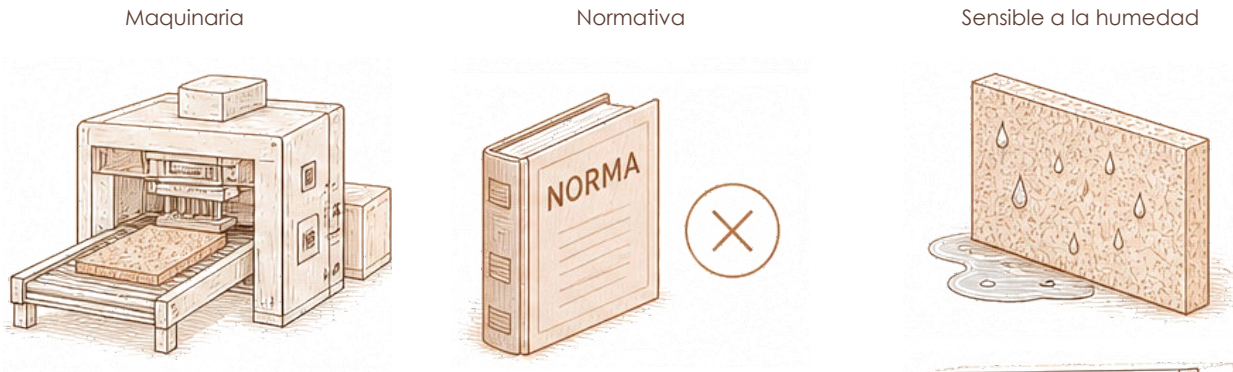


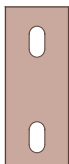

Figura 95: Esquema de debilidades

3.11

Formas de ensamblaje de los prototipos experimentales desarrollados

-Colocación prototipo en pared interior con estructura de steel frame:

Dentro del uso del panel de aislamiento se considera que opción mas adecuada sería seguir un sistema basado en el modulo de la plancha de yeso cartón que tiene una medida de 2,44 x 1,22 m la colocación de tornillos siempre va desde los 60 cm de cada lado

DIMENSIONES	COMERCIALES	APLICABLES	A
ESTRUCTURA DE STEEL FRAME			
	Steel Frame 6000 mm x 60 mm		Panel de aislamiento 600 mm  Espesor 20 mm

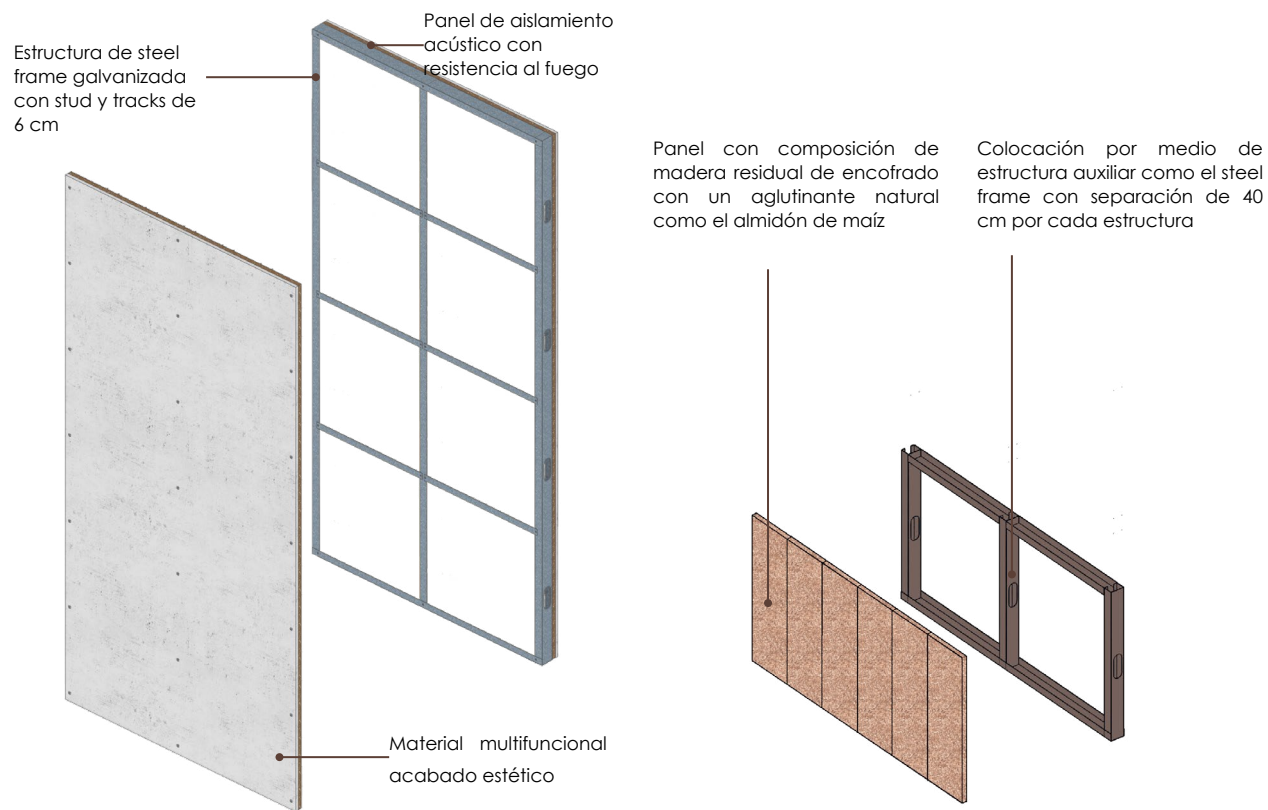


Figura 97: Estructura de steel frame

Panel con estructura steel frame

1. Instalación de la estructura metálica:

- Se arma la perfilería tipo steel frame como soporte principal.
- Montar la estructura metálica según la modulación definida.

2. Colocación del aislamiento interior:

- Se inserta fibra de vidrio en la parte interna.
- Cortar las piezas de fibra de vidrio a medida.

3. Instalación de paneles de aislamiento:

- Se colocan los paneles aislantes dentro de la modulación definida (20 x 60 cm).
- Insertar los paneles en la estructura del steel frame.

4. Aplicación de la capa impermeabilizante:

- Se protege el sistema frente a la humedad antes del acabado exterior.

5. Colocación del fibrocemento exterior:

- Se fija la plancha de fibrocemento como acabado exterior resistente.
- Atornillar las planchas de fibrocemento sobre la estructura.
- En caso del interior del panel se coloca yeso cartón para partes internas de viviendas.

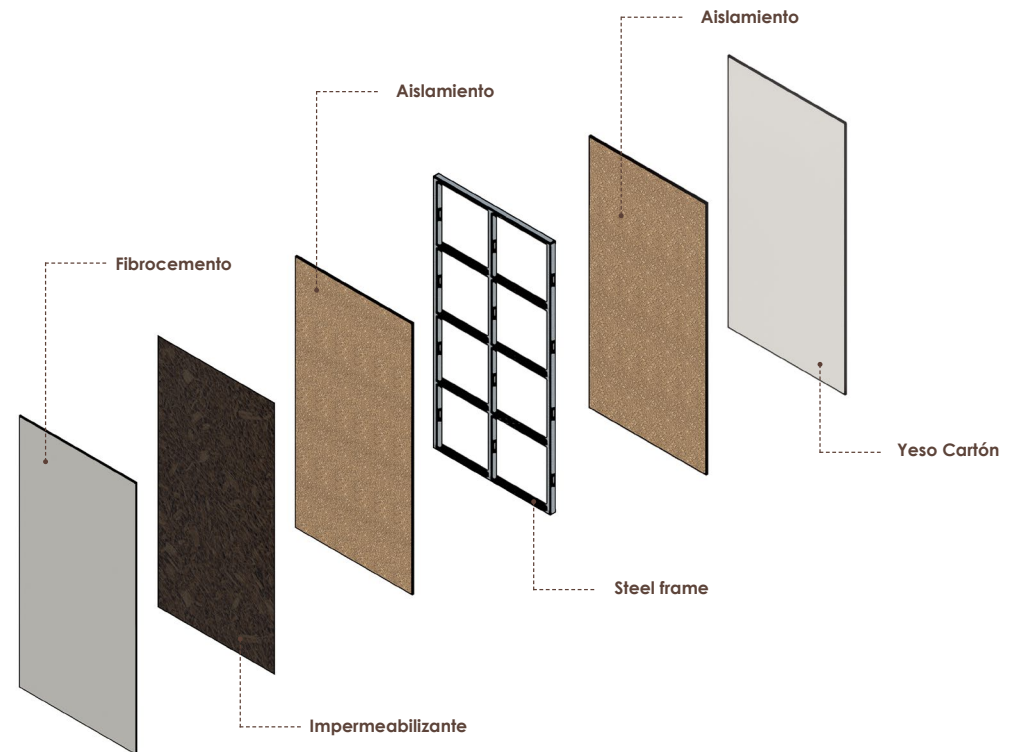
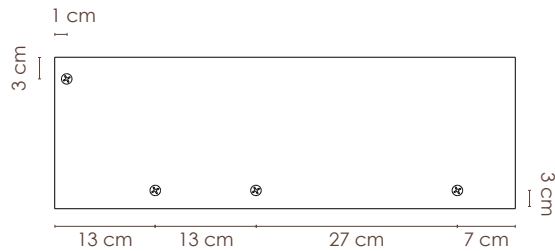


Figura 98: Axonometría del panel

Colocación de tornillos

1. Primero se coloca el panel prototipo que tiene una medida de 20x60 que se coloca :



3. En la última plancha de fibrocemento de $2,44 \times 1,22$ m, correspondiente al acabado, la fijación de los tornillos se realiza de la siguiente manera: en la parte superior, especialmente en las esquinas, se colocan con una separación de 5 cm; de igual forma, en los laterales 3 cm. En el resto de la superficie, los tornillos se disponen con una separación 60 cm, garantizando una fijación uniforme y adecuada del panel.

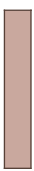



Figura 99: Panel de steel frame

Formas de ensamblaje de los prototipos experimentales desarrollados

-Colocación prototipo en pared interior con estructura de madera:

Dentro del uso del panel de aislamiento se considera que opción mas adecuada sería seguir un sistema basado en el modulo de la plancha de yeso cartón que tiene una medida de 2,44 x 1,22 m la colocación de tornillos siempre va desde los 60 cm de cada lado con estructura de madera con tiras de 36 x 45 mm.

DIMENSIONES	COMERCIALES	APLICABLES	A
ESTRUCTURA DE WOOD FRAME			
	Tiras de madera 45 mm x 36 mm		
	Panel de aislamiento 600 mm 20 mm Espesor 20 mm		

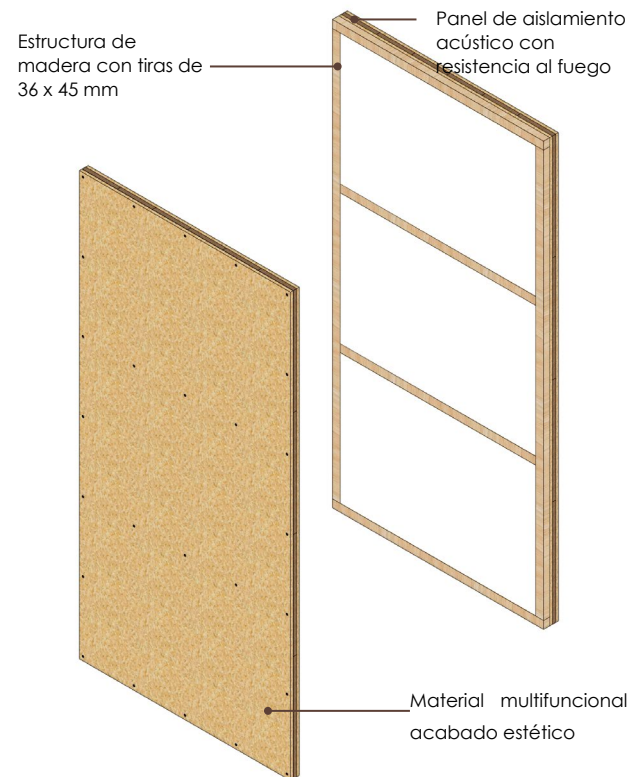
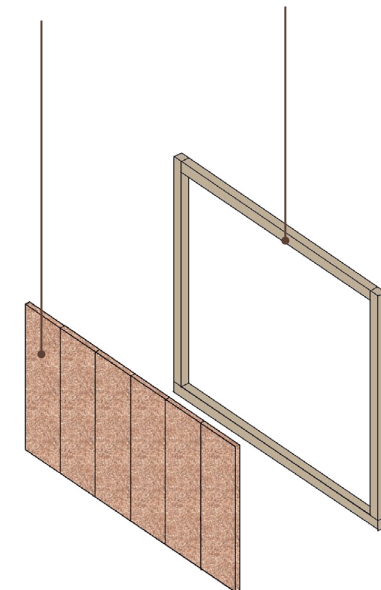


Figura 100: Panel de madera

Panel con composición de madera residual de encofrado con un aglutinante natural como el almidón de maíz

Colocación por medio de estructura auxiliar con tiras de madera de 36 x 45 mm



Panel con estructura wood frame

1. Instalación de la estructura de madera:

- Se arma el marco de madera como soporte principal.
- Montar la estructura según la modulación definida.

2. Colocación del aislamiento interior:

- Se inserta fibra de vidrio en la parte interna.
- Cortar las piezas de fibra de vidrio a medida.

3. Instalación de paneles de aislamiento:

- Se colocan los paneles aislantes dentro de la modulación definida (20 x 60 cm).
- Insertar los paneles en el OSB como estructura.

4. Aplicación de la capa impermeabilizante:

- Se protege el sistema frente a la humedad antes del acabado exterior.

5. Colocación del OSB exterior:

- Se fija la plancha de OSB como acabado exterior resistente.
- Atornillar las planchas de OSB sobre la estructura.
- En caso del interior del panel se coloca OSB para partes internas de viviendas.

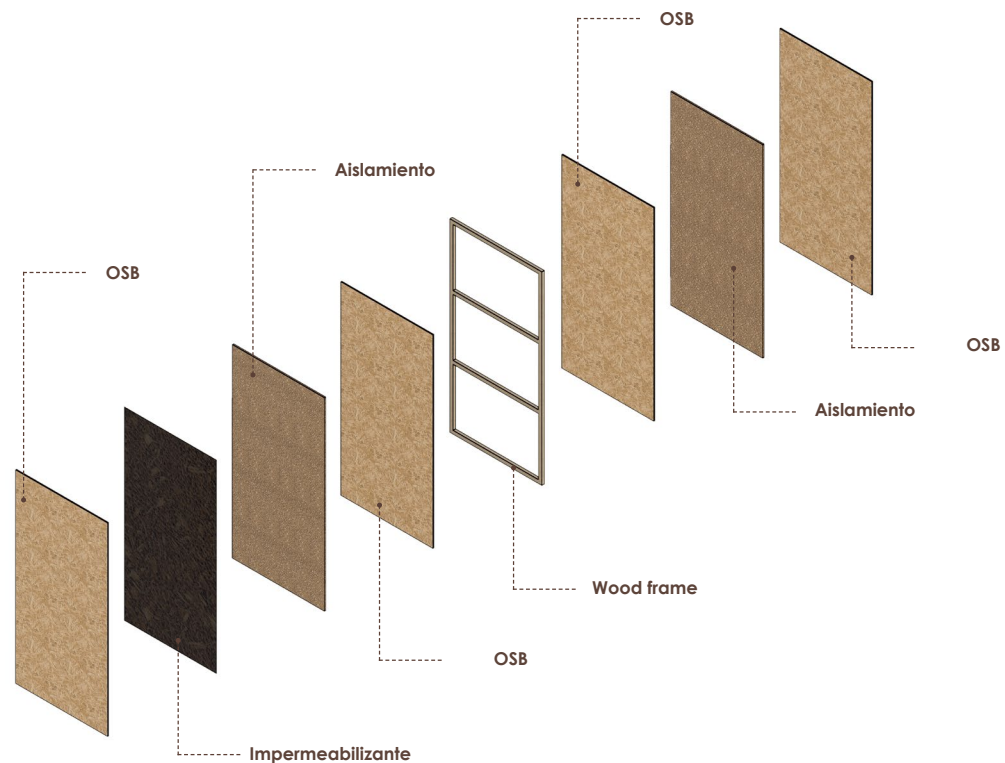
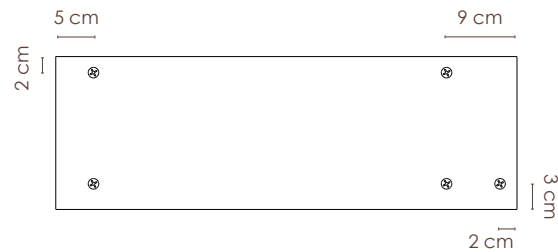


Figura 101: Panel de wood frame

Colocación de tornillos

1. Cuando se coloca el OSB en la estructura los tornillos siempre tiene que ir cuatro cada uno en sus esquinas superiores e inferior cada 5 cm y la parte lateral 2 cm.

2. Después se coloca el panel prototipo que tiene una medida de 20x60 que se coloca :



3. En la última plancha de OSB de $2,44 \times 1,22$ m, correspondiente al acabado, la fijación de los tornillos se realiza de la siguiente manera: en la parte superior, especialmente en las esquinas, se colocan con una separación de 3 cm; de igual forma, en los laterales se mantiene esta misma distancia. En el resto de la superficie, los tornillos se disponen con una separación aproximada de 30 cm, garantizando una fijación uniforme y adecuada del panel.

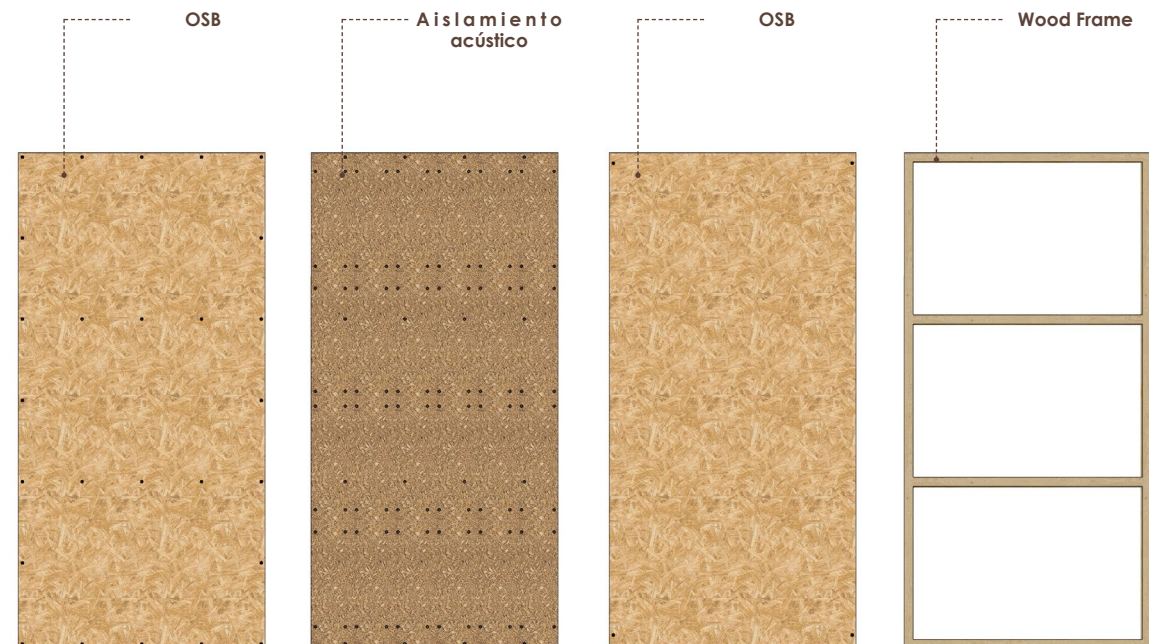


Figura 102: Alzado del Panel de wood frame

Fijación a mampostería de ladrillo

Se establece un detalle constructivo para la aplicación del panel sobre mamposterías de ladrillo, considerando aspectos técnicos relacionados con su correcta fijación y desempeño en espacios interiores. Debido a que el panel está destinado únicamente para uso interior, su implementación debe complementarse con un revestimiento adicional que contribuya a mejorar su protección, acabado y durabilidad dentro del sistema constructivo.

Asimismo, se considera necesaria la incorporación de una cámara de aire entre el panel y la mampostería, con el fin de favorecer la ventilación y evitar la acumulación de humedad. Esta separación permite disminuir la proliferación de microorganismos, hongos y otros agentes biológicos que podrían afectar el material con el tiempo. De igual manera, la cámara de aire contribuye a reducir la absorción de humedad y mejora el comportamiento hidrotérmico del conjunto, favoreciendo una mayor vida útil y estabilidad del panel en condiciones de uso prolongado.

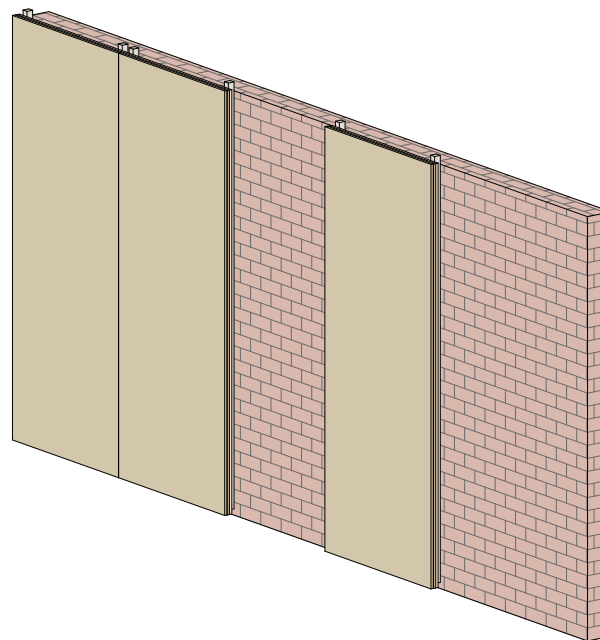
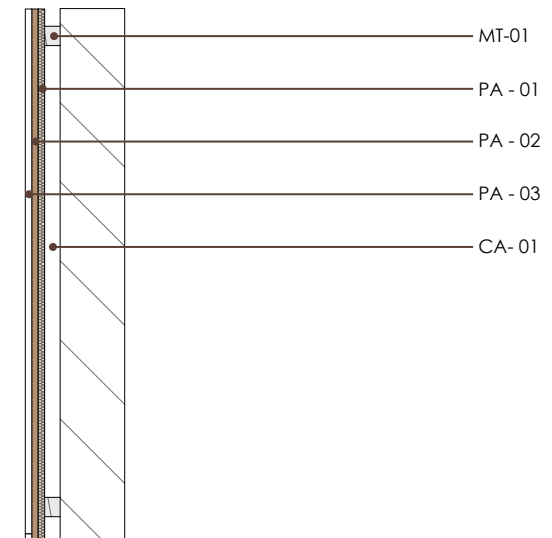


Figura 103: Pared de ladrillo



Especificaciones técnicas:

M1 - 01: Montantes de madera.

PA - 01: Panel Plywood

PA - 02 : Panel Propuesta

PA - 03: Panel de revestimiento exterior

CA -01: Cámara de aire.

Huella de Carbono

Al realizar la comparativa de nuestro panel prototipo a base de aserrín frente a sus competidores comerciales en cuanto a la huella de carbono, se determinó que presenta el menor impacto ambiental, seguido por el corcho. Esto se debe a que ambos emplean materias primas renovables, de bajo consumo energético y con un mejor comportamiento ambiental, consolidándose como materiales más sostenibles en comparación con la fibra de vidrio, la lana de roca y la espuma acústica.

COMPARACIÓN DE EMISIONES DE CARBONO ENTRE MATERIALES ACÚSTICOS



Unidad: kg CO₂e/kg de material
(Valores aproximados basados en EPDs y literatura científica)



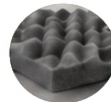
FIBRA DE VIDRIO

1.0 – 2.5 kg CO₂e/kg
Impacto ambiental: ALTO



LANA DE ROCA

1.2 – 3.0 kg CO₂e/kg
Impacto ambiental: ALTO



ESPUMA ACÚSTICA (POLIURETANO)

2.5 – 5.0 kg CO₂e/kg
Impacto ambiental: MUY ALTO



CORCHO

0.05 – 0.40 kg CO₂e/kg
Impacto ambiental: BAJO



PANEL A BASE DE ASERRÍN (residuo de madera)

0.02 – 0.30 kg CO₂e/kg*
Impacto ambiental: MUY BAJO

Figura 104: Comparación de emisiones

EMISIONES DE CARBONO (kg CO₂e/kg de material)

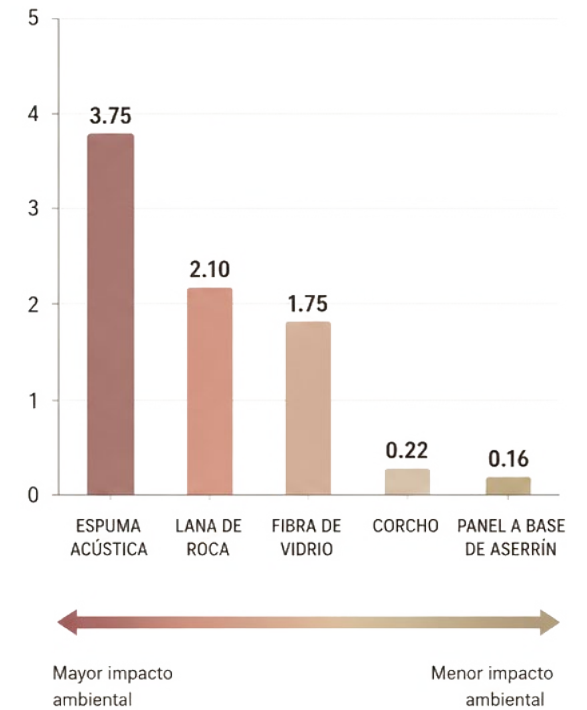


Figura 105: Emisiones de carbono

Análisis de precios unitarios

Prototipo de aislamiento acústico a base de madera residual viruta y aserrín con un aglutinante natural el almidón de maíz.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				HOJA	1	1
RUBRO: Prototipo de panel de aislamiento acústico			Código:		01-01	
DETALLE:			UNIDAD:		1 PANEL	
A. MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍAS)	CANTIDAD a	JORNAL /HR b	COSTO c=a*b			
Albañil	1,000	\$4,3900	\$4,3900			
Peón E2	1,000	\$4,3400	\$4,3400			
SUBTOTAL A =			\$8,7300			
B. EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD a	TARIFA b	COSTO HORA c=a*b			
Herramienta menor 5 % M/O	1,000	0,4365	\$0,4365			
Trituradora de madera	1,000	0,2232	\$0,2232			
Horno industrial	1,000	0,0848	\$0,0848			
Cocina industrial	1,000	0,0482	\$0,0482			
SUBTOTAL B =			\$0,7927			
C. RENDIMIENTO						
Rendimiento Grupal		C=	0,0382			
D. Costo directo						
D= (A+B)/C		D=	0,3641			
E. MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Viruta	Kg	0,400	0	0		
Aserrín	kg	0,100	0	0		
Legía	Litro	0,043	\$0,1255	\$0,01		
Almidón de maíz	Kg	0,290	\$0,7000	\$0,20		
Agua	m3	0,620	\$1,0000	\$0,62		
SUBTOTAL E =			\$0,8281			
F. TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD a	TARIFA b	COSTO c=a*b		
Transporte de madera	M3	0,019	\$1,120	\$0,0215		
SUBTOTAL F =			\$0,0215			
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(D+E+F)			\$1,2138			
INDIRECTOS Y UTILIDAD			15,00%	0,1821		
OTROS INDIRECTOS			5,00%	0,0607		
COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,4565			
VALOR DEL RUBRO			\$ 1,46			

Figura 106: Precio del panel

3.12

Conclusión

A partir del desarrollo experimental y los análisis comparativos, se determina que el panel prefabricado elaborado con residuos de madera se proyecta como una alternativa factible dentro de los sistemas constructivos livianos tipo steel frame, especialmente en elementos interiores sin función estructural. Los resultados obtenidos permiten entender no solo su comportamiento, sino también cómo sus características dependen directamente de la dosificación, el espesor y el proceso de fabricación aplicado.

Entre las variantes estudiadas, el panel de 2 cm mostró el desempeño más equilibrado, destacando por su capacidad de atenuación acústica y una respuesta aceptable frente a la exposición al fuego, manteniendo su integridad durante un periodo considerable. Estas condiciones evidencian que el material puede aportar al confort interior y a la seguridad del sistema, funcionando incluso como un elemento que retrasa la acción térmica en comparación con otras soluciones evaluadas.

Al mismo tiempo, el estudio permitió establecer criterios claros para su aplicación, lo que facilitó la elaboración de una ficha técnica coherente con la práctica constructiva. En este sentido, se definieron aspectos como dimensiones, forma de

colocación, tipos de fijación y consideraciones de montaje, trasladando los resultados experimentales a lineamientos aplicables en obra.

En cuanto a su implementación, en sistemas steel frame los paneles se integran mediante tornillos auto perforantes directamente sobre la perfilera metálica, logrando una instalación precisa, estable y ordenada, que además facilita la continuidad del aislamiento y la colocación de los acabados. Por otro lado, en sistemas wood frame, la fijación se realiza con clavos o tornillos sobre estructuras de madera, lo que permite un montaje más ágil y adaptable, aunque requiere mayor control en la ejecución para evitar deformaciones o fallas en las uniones.

En síntesis, el panel de 2 cm se consolida como la opción más adecuada dentro de las configuraciones analizadas, no solo por su desempeño, sino porque establece una base técnica clara para futuras mejoras, validaciones y posibles procesos de estandarización. De esta manera, el material deja de ser únicamente un prototipo experimental y se aproxima a una solución constructiva viable, con criterios definidos tanto en su comportamiento como en su instalación.

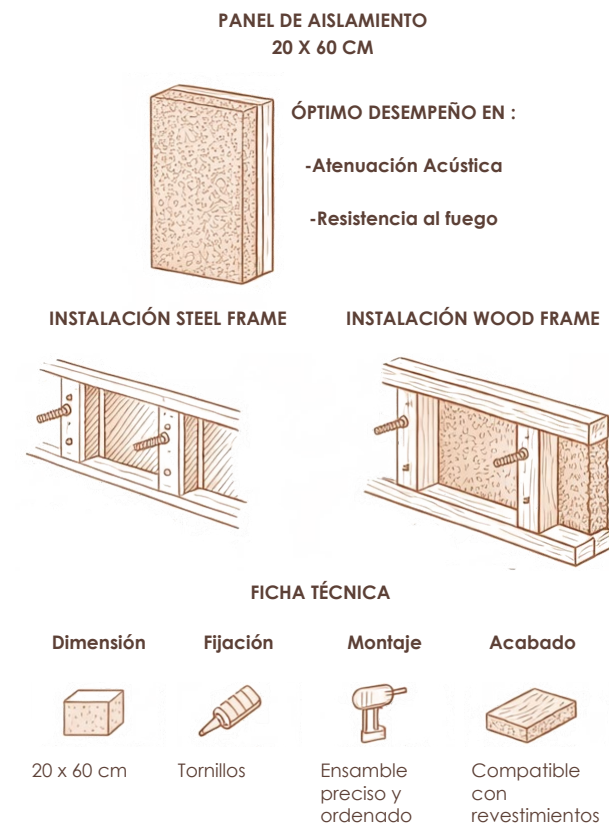


Figura 107: Esquema de ficha técnica

04



APLICACIÓN

4.1

Introducción

En este capítulo se plantea una intervención a través de un proyecto digital con proyección constructiva, cuyo objetivo es adaptar los paneles desarrollados a un sistema constructivo existente. La vivienda seleccionada emplea una estructura tipo wood frame, lo que permite establecer un marco técnico coherente para la implementación del sistema propuesto.

El proyecto elegido se denomina "Vivienda de interés social con vocación productiva en parroquias rurales del cantón Cuenca", para el cual se ha requerido la información proporcionada por la consultora de arquitectura de la UDA.

El desarrollo se centra específicamente en la resolución de encuentros constructivos clave, tales como las uniones en esquina, la conexión con la cubierta y la integración en los vanos de ventanas, considerando la aplicación de los paneles en cada uno de estos puntos críticos. Este enfoque permite evaluar no solo la compatibilidad del sistema, sino también su desempeño en condiciones reales de ensamblaje.

La elección de este proyecto resulta pertinente debido a que se basa en una modulación previamente definida con dimensiones comerciales, lo que facilita la incorporación de los paneles, los

cuales han sido diseñados bajo los mismos criterios modulares. Esta correspondencia dimensional asegura una adecuada adaptación, minimizando desperdicios y optimizando los procesos constructivos.

Asimismo, en el capítulo anterior se estableció una ficha de aplicación del sistema, donde se definieron criterios técnicos y condiciones de uso. En consecuencia, al considerar dichos parámetros, se valida la factibilidad de implementar los paneles dentro del sistema constructivo analizado, reforzando la coherencia entre el desarrollo teórico y su aplicación práctica.

Finalmente, se plantea la especificación de los elementos técnicos que pueden ser aplicados en este proyecto arquitectónico. Se busca mantener los elementos ya establecidos en la construcción, incorporando el panel como un elemento aislante que contribuya a mejorar el confort interior. No obstante, se contempla la posibilidad de aplicar distintos revestimientos, tales como fibrocemento o gypsum, dependiendo de los requerimientos definidos por los autores del proyecto.



UNIVERSIDAD
DEL AZUAY



UDA Civil



CONSULTORA DE
ARQUITECTURA Y
URBANISMO

EMUVI

FUNDACIÓN
BARRANCO

Figura 108: Logos de consultora y fundación a cargo del proyecto, Universidad del Azuay, 2026

Vivienda interés social

La vivienda de interés social con vocación productiva en contextos rurales del cantón Cuenca se plantea como una respuesta integral a las dinámicas contemporáneas del habitar en territorios no urbanos, donde las condiciones económicas, sociales y culturales difieren sustancialmente de los modelos habitacionales convencionales. En este sentido, el proyecto rompe con la noción tradicional de la vivienda como un objeto arquitectónico aislado, proponiéndola en cambio como un sistema activo que se articula con el territorio, la comunidad y los medios de subsistencia de sus habitantes.

El enfoque de “vocación productiva” constituye el eje conceptual del proyecto, al reconocer que en la ruralidad la vivienda no solo cumple funciones domésticas, sino que también es un espacio de trabajo, generación de ingresos y reproducción de la economía familiar. Bajo esta premisa, el diseño incorpora áreas destinadas a actividades agropecuarias, oficios y microemprendimientos, permitiendo que las dinámicas productivas se integren de manera orgánica con los espacios habitacionales. Esta condición no solo fortalece la autonomía económica de las familias, sino que también reduce la dependencia de sistemas externos y promueve formas de desarrollo más sostenibles. Desde una perspectiva social, la propuesta responde

a problemáticas específicas del contexto rural, como la migración —particularmente masculina— que ha derivado en una reconfiguración de los núcleos familiares, donde las mujeres asumen frecuentemente el rol de jefas de hogar. En este escenario, la vivienda debe ser flexible y funcional, facilitando la simultaneidad de actividades domésticas, productivas y de cuidado. Por ello, el proyecto no solo se limita a resolver aspectos espaciales, sino que también incorpora una comprensión profunda de las estructuras sociales que configuran el habitar.

En términos arquitectónicos, el sistema se basa en una modulación eficiente que permite la optimización de recursos y la estandarización constructiva sin perder capacidad de adaptación. La vivienda se concibe como un organismo progresivo, capaz de crecer en el tiempo según las necesidades y posibilidades económicas de sus habitantes. Esta estrategia de crecimiento controlado garantiza la coherencia estructural y funcional del conjunto, al tiempo que ofrece múltiples configuraciones espaciales que se ajustan a diversas condiciones familiares y territoriales.

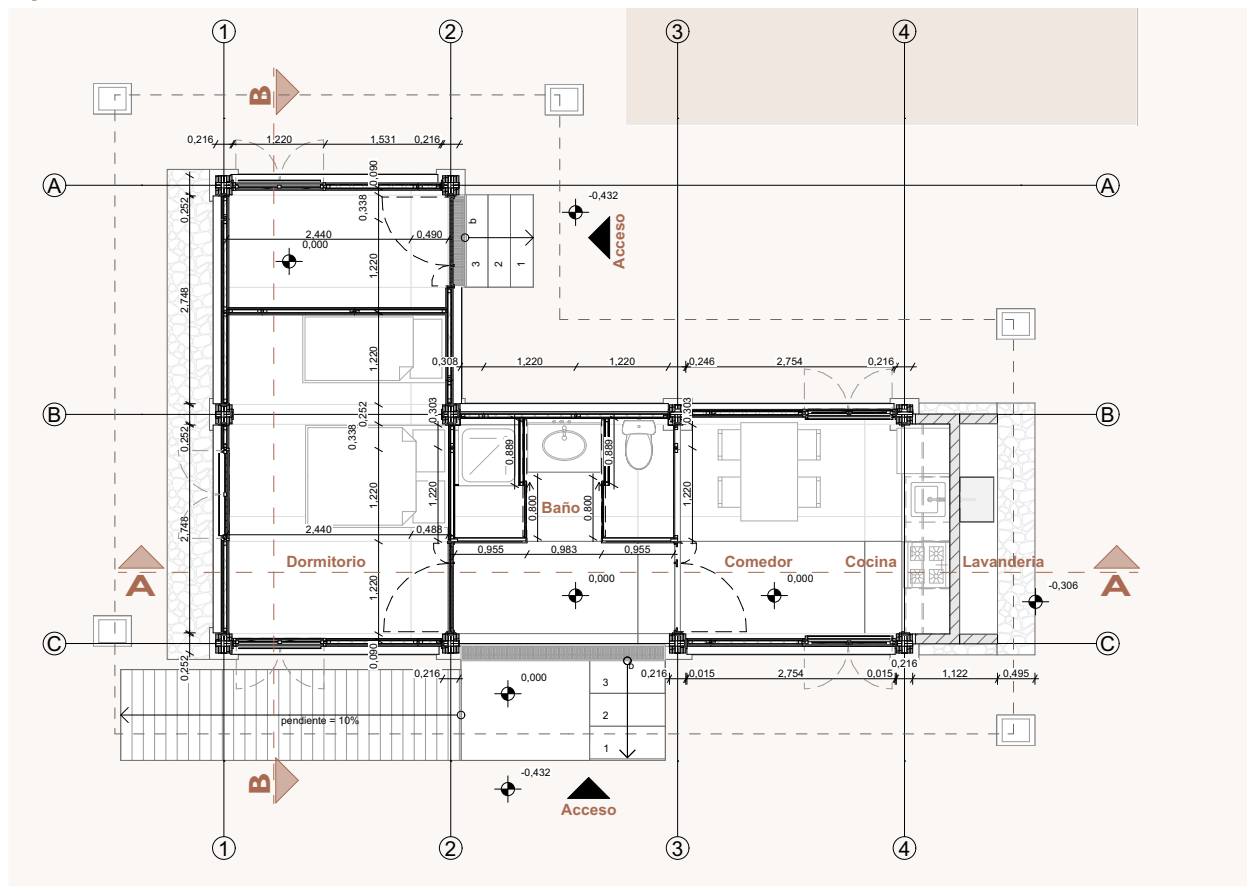
Asimismo, el proyecto incorpora criterios de sostenibilidad ambiental mediante el uso de materiales locales, como la madera y la tierra, reduciendo la huella ecológica y fortaleciendo las

economías locales. A esto se suman estrategias bioclimáticas, como la ventilación cruzada, la orientación solar adecuada y el aislamiento térmico, que mejoran el confort interior y disminuyen la demanda energética. Estas decisiones no solo responden a una lógica técnica, sino que reflejan una visión integral del hábitat, donde la eficiencia energética y el respeto por el entorno natural son componentes fundamentales.

Finalmente, la propuesta trasciende el objeto construido al integrar herramientas de gestión, uso y mantenimiento que fomentan la apropiación por parte de los usuarios. De esta manera, la vivienda se entiende como un proceso más que como un producto terminado, en el cual los habitantes participan activamente en su evolución. En conjunto, este modelo plantea una alternativa innovadora para la vivienda rural en Ecuador, al articular habitabilidad, producción, sostenibilidad y contexto sociocultural en un mismo sistema coherente.

4.2

Aplicación



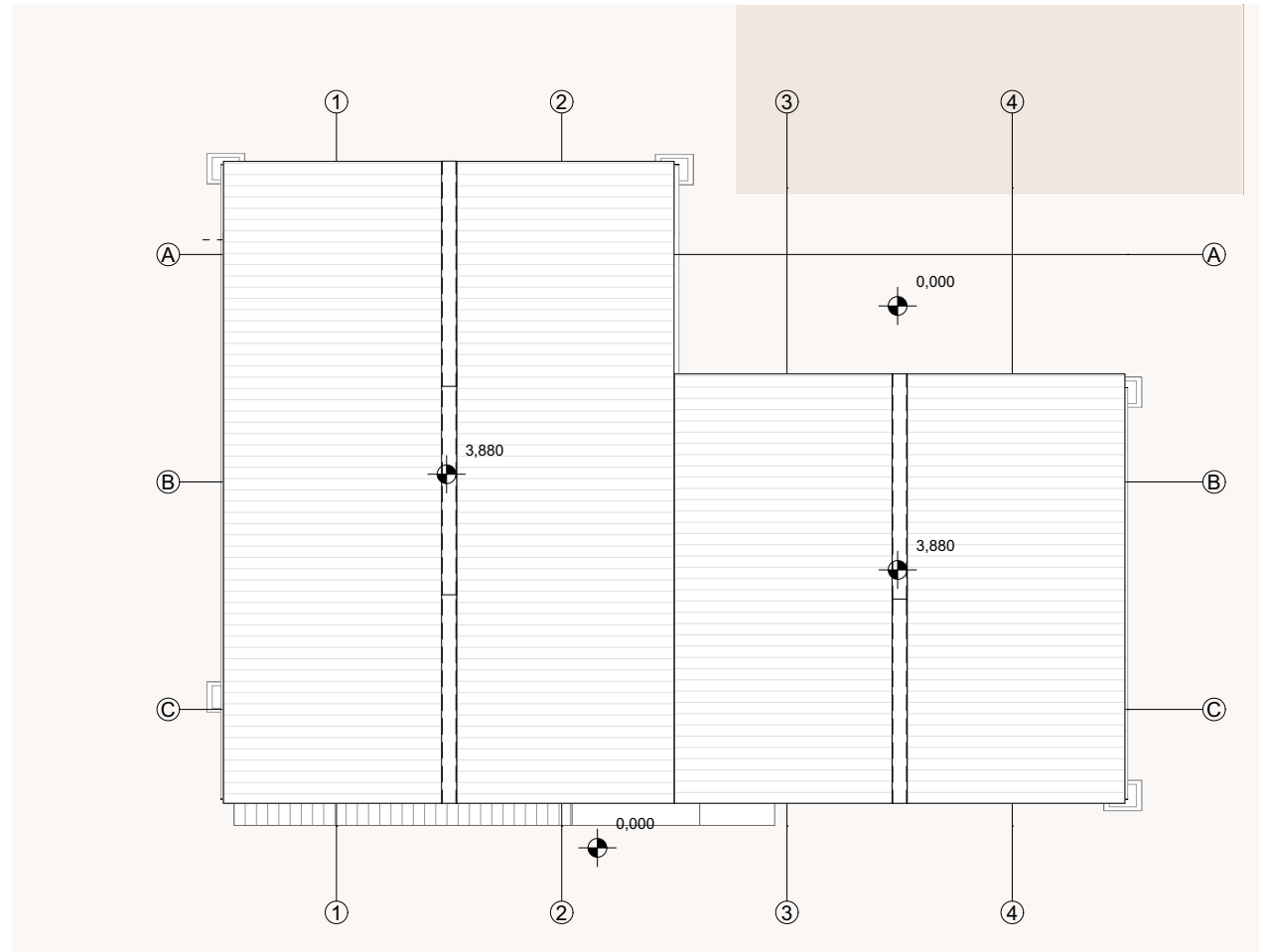
Se plantea una vivienda de aproximadamente 40 m², en la que se organizan de manera eficiente los espacios dentro de un área definida, incluyendo cocina, comedor, lavandería, baño y dormitorio. Además, se incorpora un área exterior destinada al desarrollo de actividades agrícolas, en coherencia con el enfoque productivo del proyecto.

La propuesta contempla tres tipologías base (B, I y L), con un área inicial de 42 m², que pueden ampliarse progresivamente hasta alcanzar los 61 m², permitiendo adaptarse a las necesidades de crecimiento y transformación de los usuarios.

Planta Arquitectónica

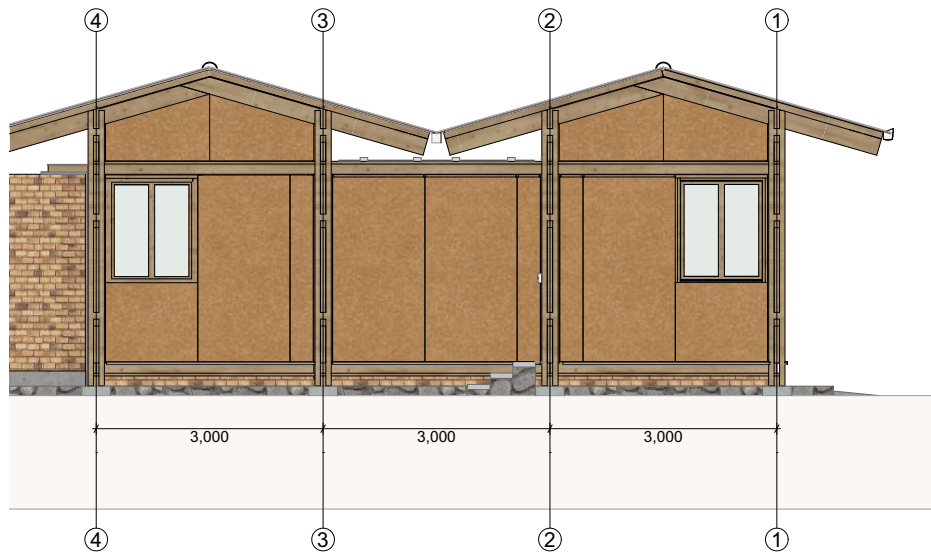
ESCALA 1: 100

En la planta de cubierta se establece una solución a dos aguas que se integra al sistema constructivo de madera. Las pendientes permiten dirigir el escurrimiento del agua, configurando un sistema de recolección pluvial mediante cadenas, las cuales conducen el agua hacia un tanque de almacenamiento para su posterior aprovechamiento, especialmente en actividades agrícolas.

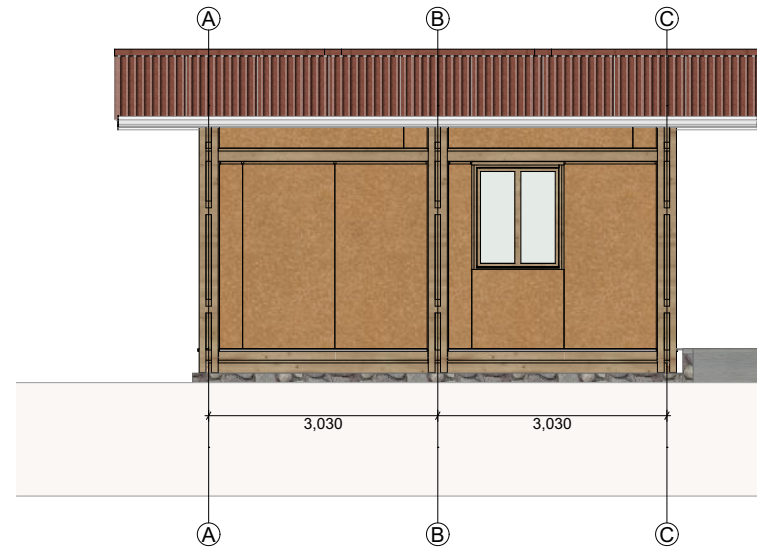


Planta de emplazamiento

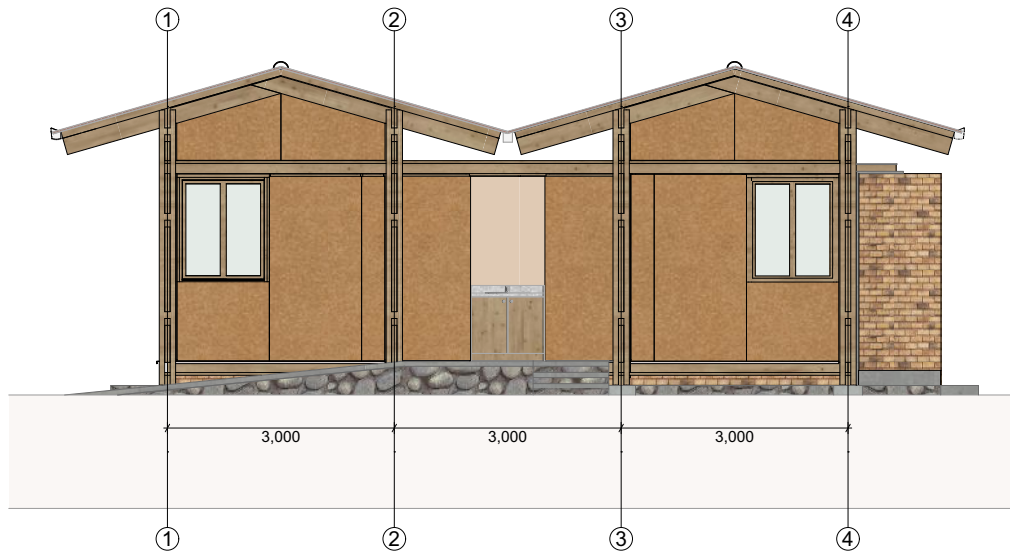
ESCALA 1: 100



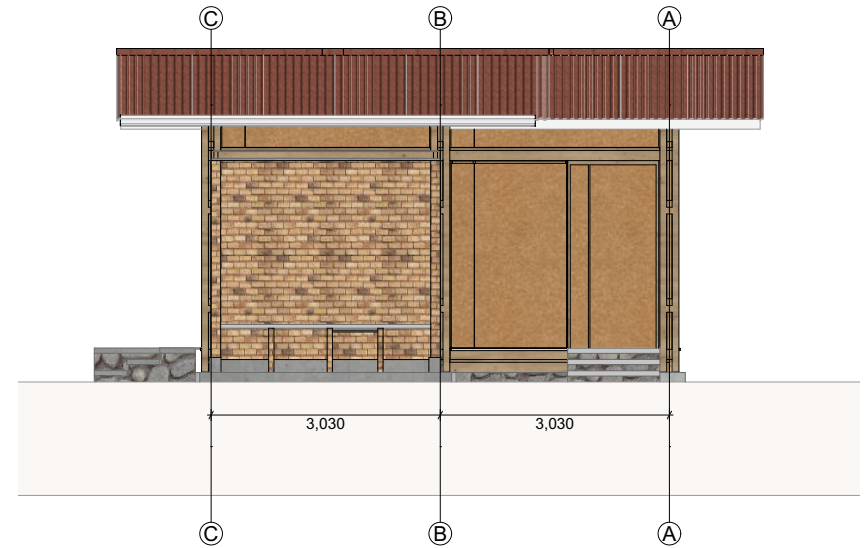
Alzado Sur
ESCALA 1: 100



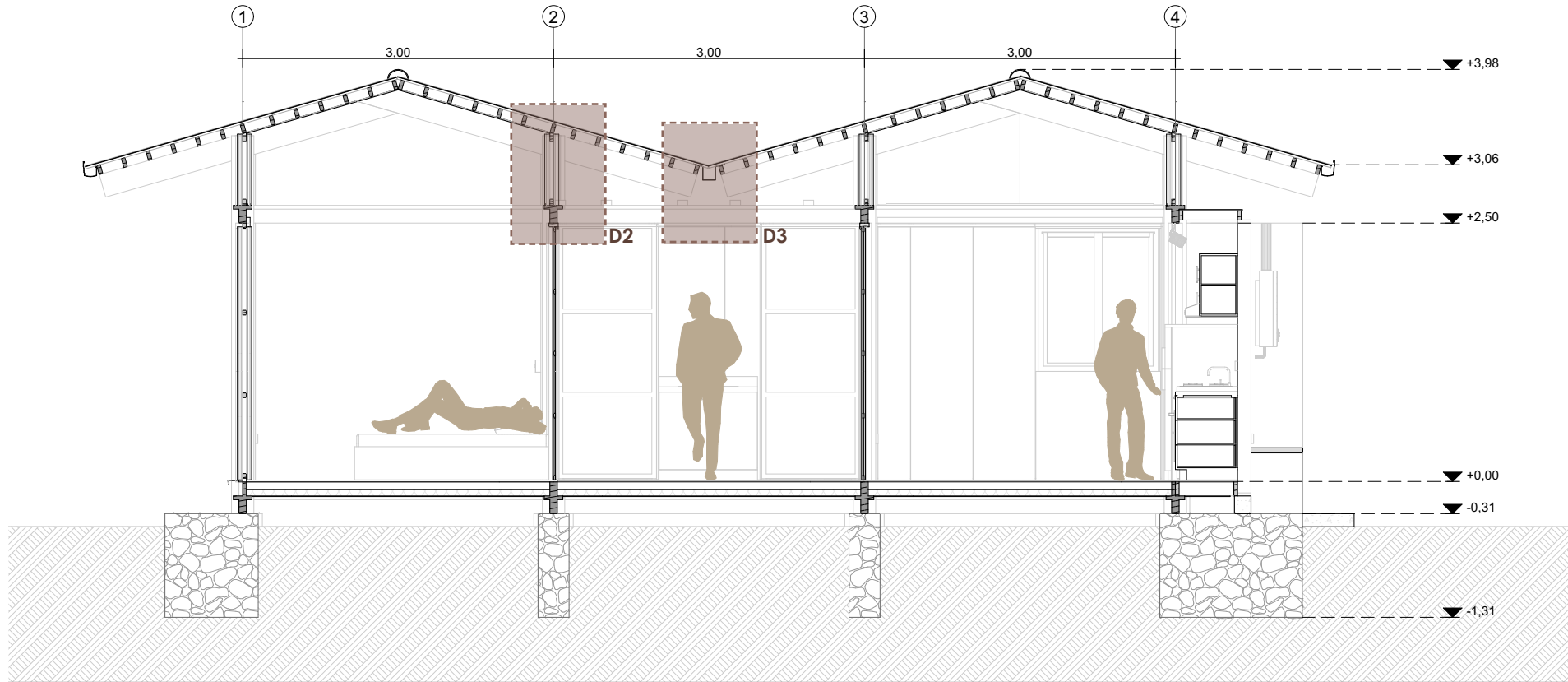
Alzado Oeste
ESCALA 1: 100



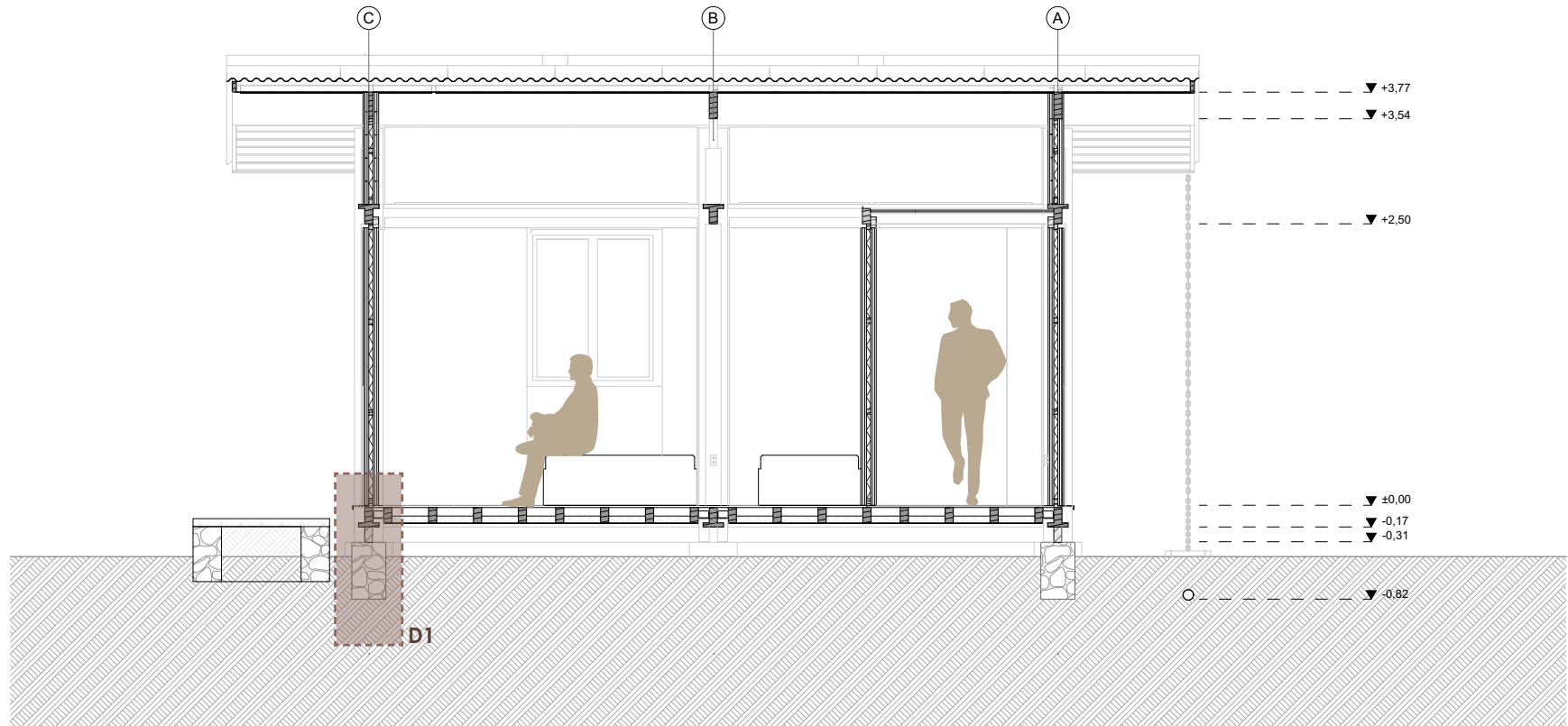
Alzado Norte
ESCALA 1: 100



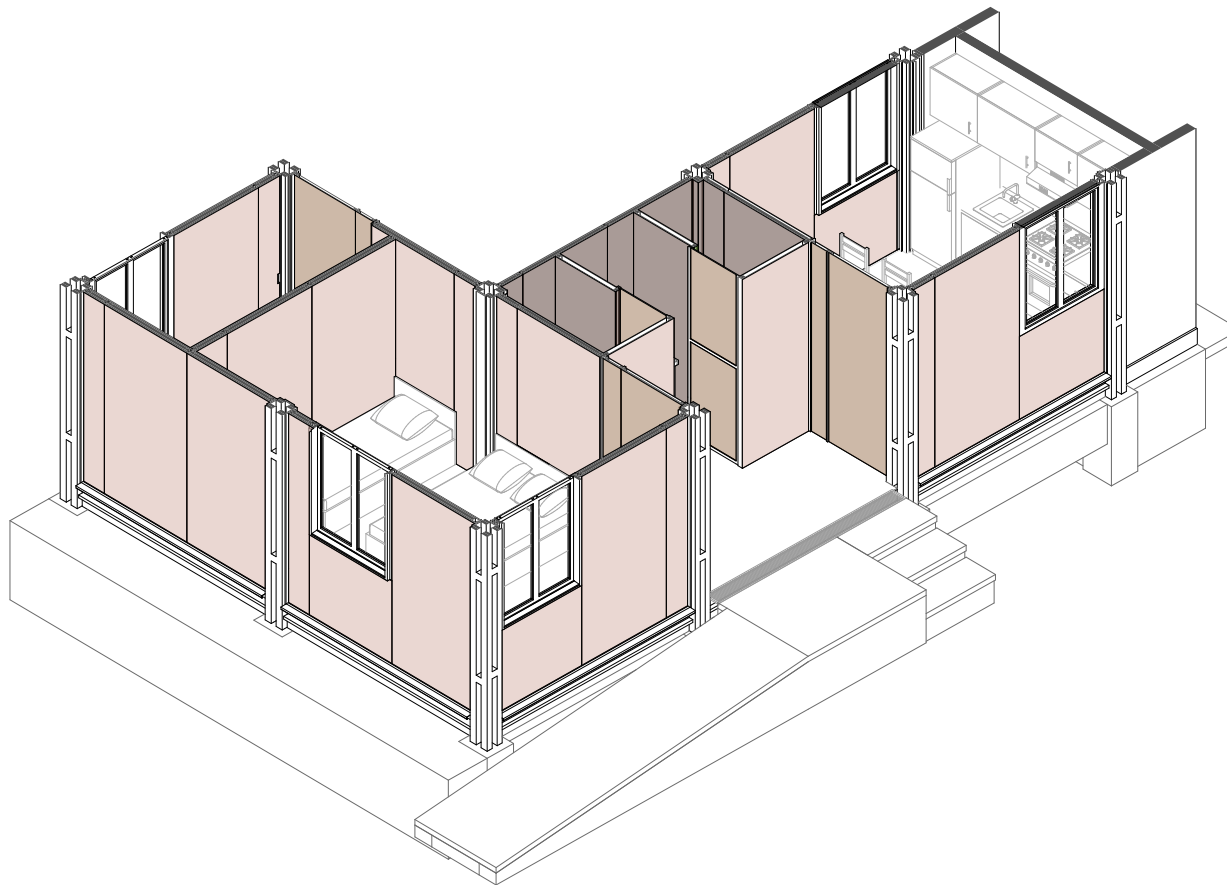
Alzado Este
ESCALA 1: 100






Sección A-A
ESCALA 1: 60



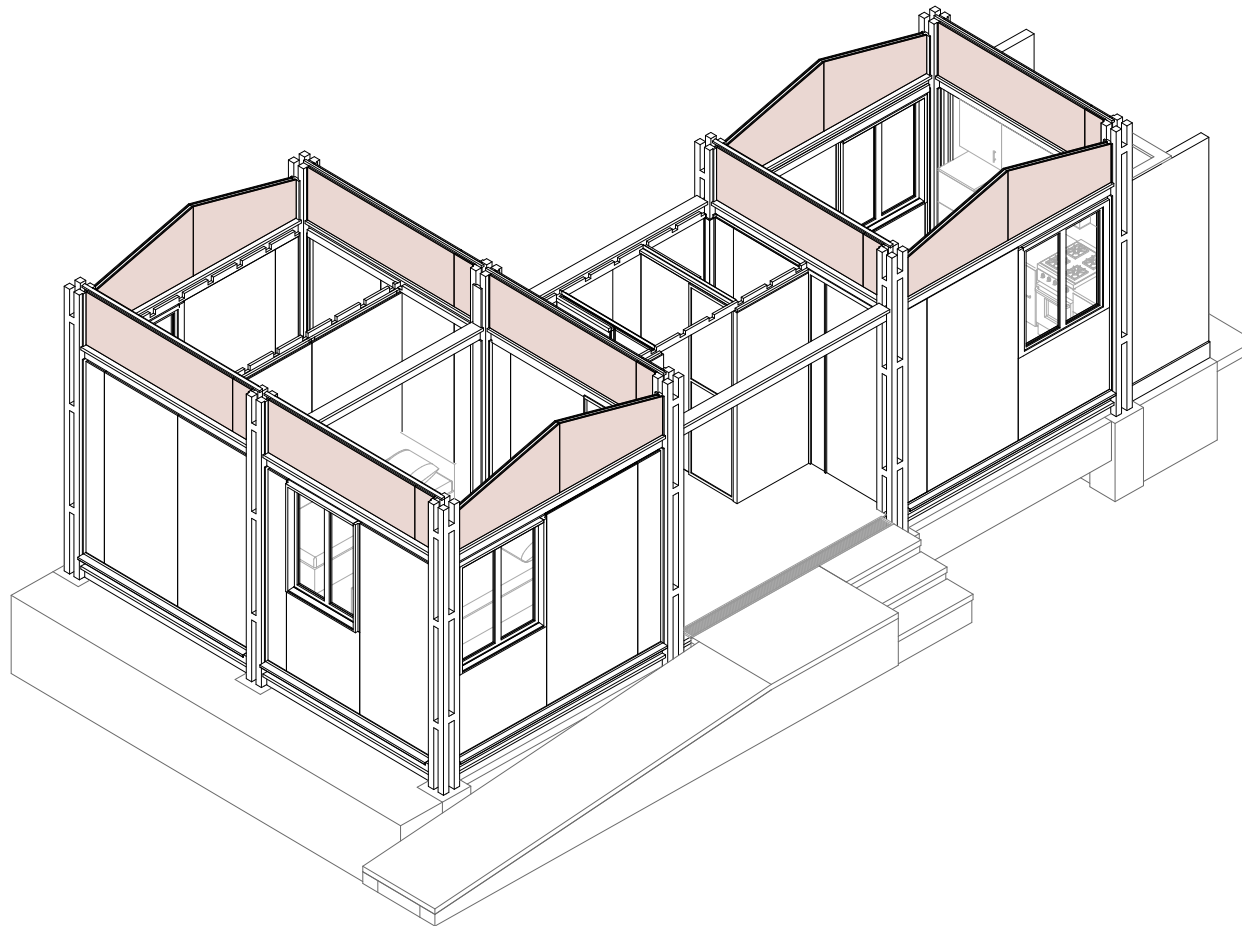
Sección A-A
ESCALA 1: 60



Leyenda

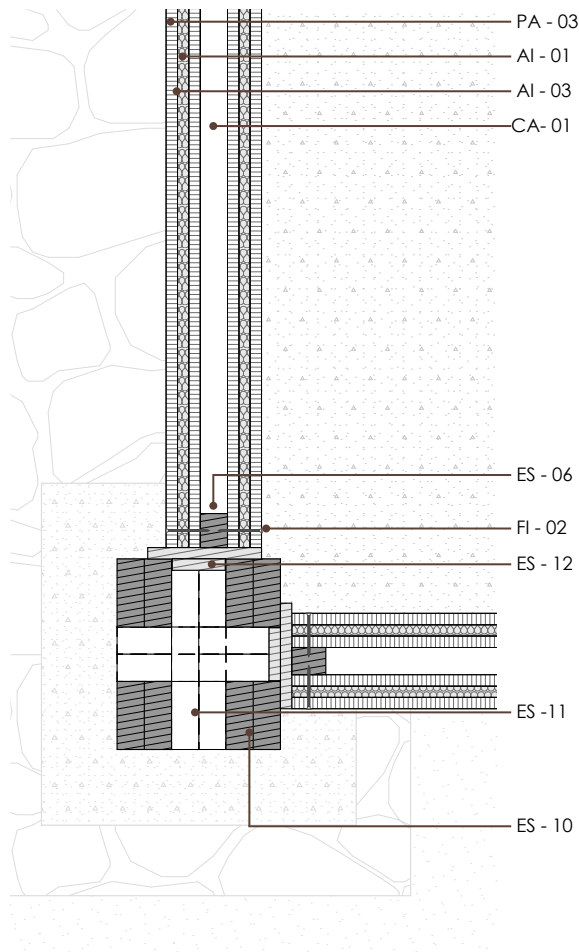
-  Panel Compuesto P1
-  Panel Compuesto Hidrófugo P2
-  Puertas OSB

Axonometría de muros

**LEYENDA**

 Panel Compuesto P1

Axonometría de muros cubierta



Detalle unión muro esquina

ESCALA 1: 10



Axonometría Explotada

Especificaciones técnicas:

PA - 03: OSB 2,44m x 1,22m

Espesor: 15mm

Fijación: Tornillos negro 6 x 1"

AI - 01: Prototipo 0,60m x 0,20m

Espesor: 20mm

Fijación: Tornillos negro 6 x 1"

CA - 01: Camara de Aire

AI - 03: Lámina Transpirable TRASPIR 1,22m x 2,44m

Espesor: 0,6mm

Fijación: Colocación de manera manual

ES - 06: Tira de madera 1,22m x 0,045m

Espesor: 36mm

Fijación: Tornillo negro 6 x 1"

FI - 02: Tornillo negro 6 x 2" 1/2

ES - 12: Perfil ensamblado

Espesor: 30mm

Fijación: Tornillo negro

ES - 11: Unión columna de madera 0,25cm x 0,09cm

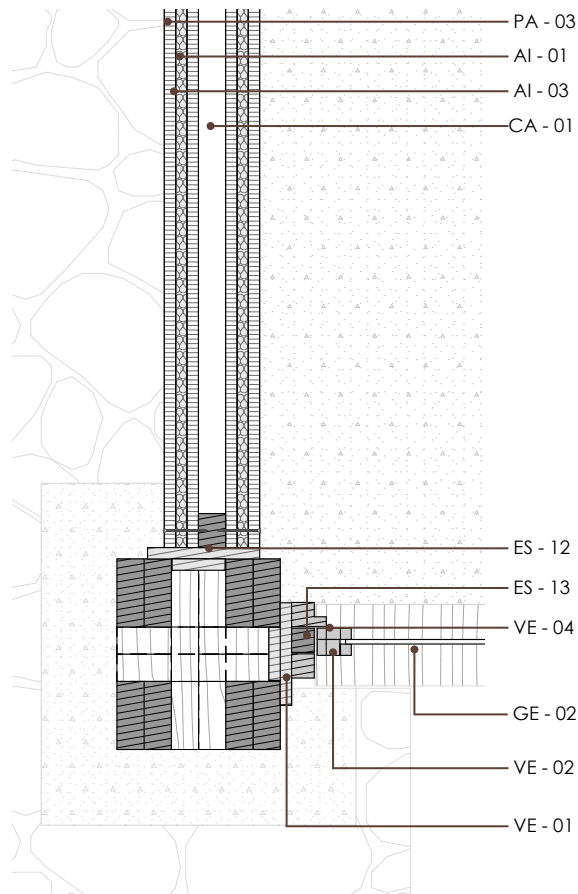
Espesor: 72mm

Fijación: Tarugos y cola

ES - 10: Columna de madera 0,09m x 2,95m

Espesor: 72mm

Fijación: Tarugos y cola



Detalle unión esquina ventana

ESCALA 1: 10



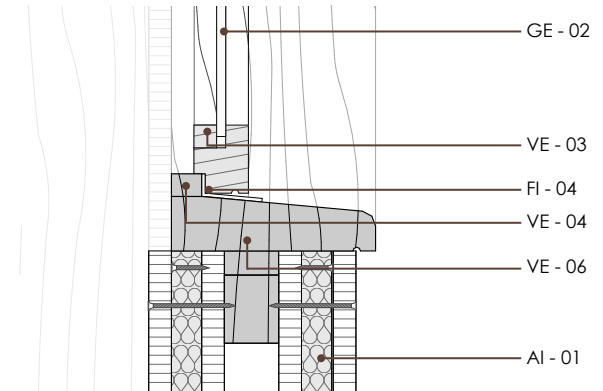
Axonometría Explotada

Especificaciones técnicas:

- PA - 03:** OSB 2,44m x 1,22m
Espesor: 15mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"
- AI - 01:** Prototipo 0,60m x 0,20m
Espesor: 20mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"
- CA - 01:** Cámara de aire
- AI - 03:** Lámina Transpirable TRASPIR 1,22m x 2,44m
Espesor: 0,6mm
Fijación: Colocación de manera manual
- ES - 12:** Perfil ensamblado
Espesor: 30mm
Fijación: Tornillo negro
- ES - 13:** Tira de madera 1,22m x 0,045m
Espesor: 36mm
Fijación: Tornillo negro 6 x 1"
- VE - 04:** Rodapié de madera de 15cm
Espesor: 15mm
Fijación: Clavo sin cabeza 1"
- GE - 02:** Vidrio traslúcido
Espesor: 6 mm
Fijación: Silicona transparente
- VE - 02:** Marco de madera de 11,60cm
Espesor: 36mm
Fijación: Tornillos de 6 x 1"



Axonometría Explotada Ventana

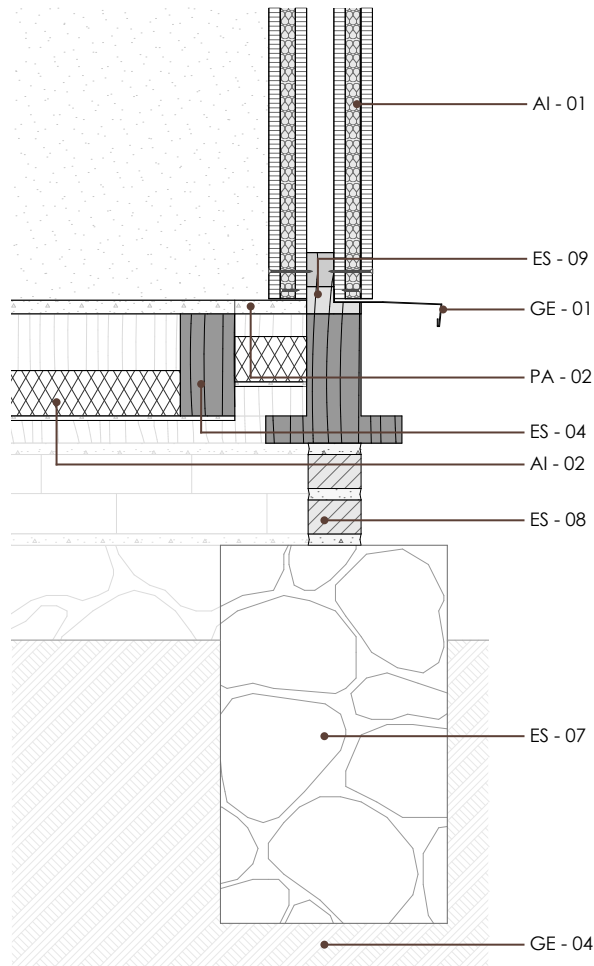


Detalla muro ventana

ESCALA 1: 5

Especificaciones técnicas:

- GE - 02:** Vidrio traslúcido
Espesor: 6 mm
Fijación: Silicona transparente
- VE - 03:** Contramarco de madera de 4,5cm
Espesor: 21mm
Fijación: Tornillos de 6 x 1"
- FI - 04:** Silicona transparente
- VE - 04:** Rodapié de madera de 15cm
Espesor: 15mm
Fijación: Clavo sin cabeza 1"
- VE - 06:** Estructura inferior madera (Goterón) 13,5cm
Espesor: 36mm
Fijación: Clavo sin cabeza 2"
- AI - 01:** Prototipo 0,60m x 0,20m
Espesor: 20mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"



D1 cimentación y muro

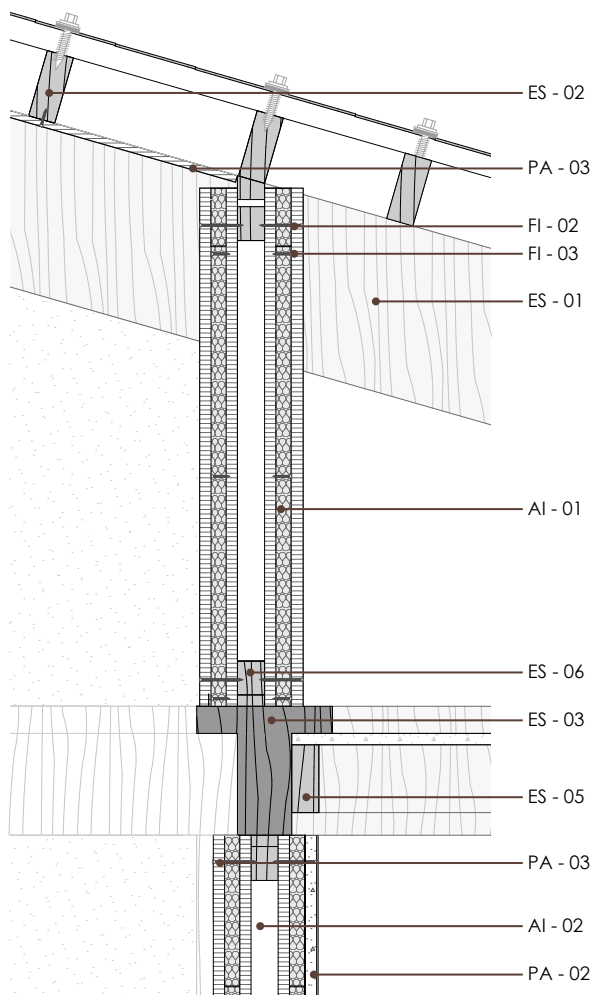
ESCALA 1: 10



Axonometría Explotada cimentación

Especificaciones técnicas:

- AI - 01:** Prototipo 0,60m x 0,20m
Espesor: 20mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"
- ES - 09:** Ajuste paneles en L 7,2cm x 3,6cm
Espesor: 36mm
Fijación: Tornillos de 6 x 2"
- GE - 01:** Goterón de Told en Z 14cm x 1,5cm
Espesor: 1mm
Fijación: Clavo de madera 1"
- PA - 02:** Panel de fibrocemento 2,44m x 1,22m
Espesor: 15mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"
- ES - 04:** Viga de madera 2,928m x 0,135m
Espesor: 72mm
Fijación: Tornillo negro 6 x 1" y cola
- AI - 02:** Fibra de vidrio 0,60m x 0,80m
Espesor: 36mm
Fijación: Colocación de manera manual
- ES - 08:** Muro de ladrillo 4,5cm x 22cm
Espesor: 7 cm
Fijación: Mortero
- ES - 07:** Viga de amarre hormigón ciclópeo de 50cm
Espesor: 30cm
- GE - 04:** Tierra Natural

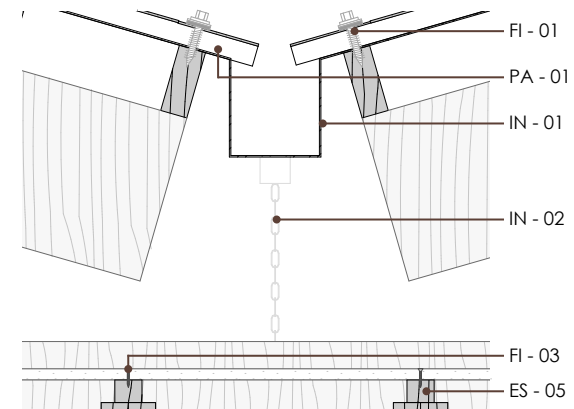


D2 cubierta y muro

ESCALA 1: 10

Especificaciones técnicas:

- ES - 02:** Vigueta de madera 3,000m x 0,09m
Espesor: 36 mm
Fijación: Unión en traslape con tarugos
- ES - 01:** Viga de madera tramo A - B 2,935m x 0,225m
Espesor: 72 mm
Fijación: Unión en traslape con tarugos
- PA - 03:** OSB 2,44m x 1,22m
Espesor: 15mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"
- AI - 01:** Prototipo 0,60m x 0,20m
Espesor: 20mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"
- ES - 03:** Viga de madera T 2,928m x 0,171m x 0,180m
Espesor: 36mm
Fijación: Unión en traslape con tarugos
- ES - 05:** Soporte de madera para fibrocemento 0,150m x 0,036m
Espesor: 15mm
Fijación: Tornillo negro 6 x 1" y cola
- ES - 06:** Tira de madera 1,22m x 0,045m
Espesor: 36mm
Fijación: Tornillo negro 6 x 1"
- PA - 02:** Panel de fibrocemento 2,44m x 1,22m
Espesor: 15mm
Fijación: Tornillos negro 6 x 1"
- FI - 02:** Tornillo negro 6 x 2" 1/2
- FI - 03:** Tornillo negro 6 x 1"

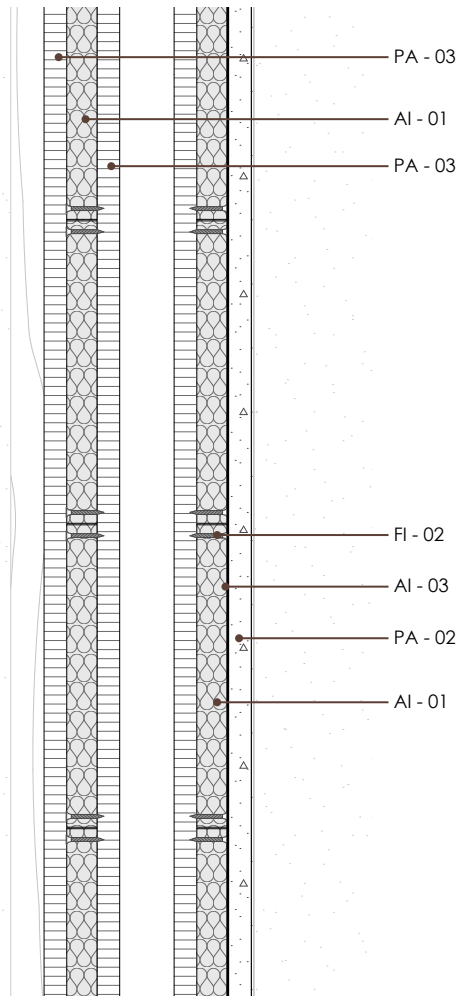


D3 desague pluviales

ESCALA 1: 10

Especificaciones técnicas:

- FI - 01:** Tornillo auto perforante para madera 3"
- PA - 01:** Galvalume con aislamiento 3,00m x 1,00m
Espesor: 3mm
Fijación: Tornillo auto perforante para madera 3" con capuchón
- IN - 01:** Canal galvanizado 0,129m x 0,121m x 2,090m
Espesor: 0,45mm
Fijación: Tornillos auto perforantes 6 x 1"
- IN - 02:** Cadena negra 0,021m x 0,033m
Espesor: 6mm
Fijación: Soldadura 6011
- FI - 03:** Tornillo negro 6 x 1"
- ES - 05:** Soporte de madera para fibrocemento 0,150m x 0,036m
Espesor: 15mm
Fijación: Tornillo negro 6 x 1" y cola



Detalle de muro de baño

ESCALA 1: 5



Axonometría Explotada cimentación

Especificaciones técnicas:

PA - 03: OSB 2,44m x 1,22m

Espesor: 15mm

Fijación: Tornillos negro 6 x 1"

AI - 01: Prototipo 0,60m x 0,20m

Espesor: 20mm

Fijación: Tornillos negro 6 x 1"

FI - 02: Tornillo negro 6 x 2" 1/2**AI - 03:** Lámina Transpirable TRASPIR 1,22m x 2,44m

Espesor: 0,6mm

Fijación: Colocación de manera manual

PA - 02: Panel de fibrocemento 2,44m x 1,22m

Espesor: 15mm

Fijación: Tornillos negro 6 x 1"

Aplicación de tarugos para tapar los tornillos

Fijación

Fijar la duela de OSB a la estructura con tornillo para madera.



Perforación

Realizar una perforación sobre la cabeza del tornillo con una boca del diámetro del tarugo.



Colocación del tarugo

Insertar el tarugo de madera del mismo tipo y color de la duela con adhesivo para madera.



Corte del exceso

Cortar el tarugo al ras de la superficie con sierra o formón.



Lijado final

Lijar suavemente la superficie para lograr un acabado uniforme y limpio.

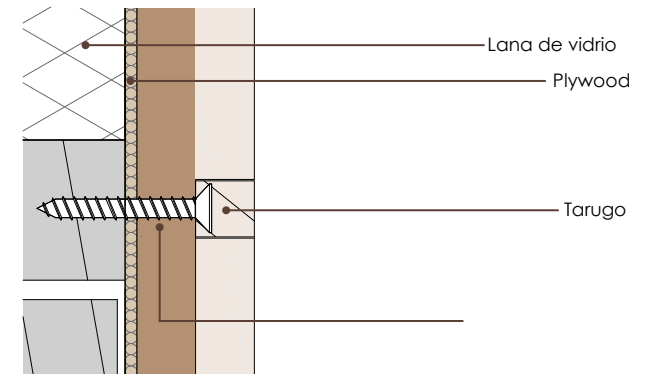


Figura 109: Aplicación de tarugos

Con tornillo visto



Con tarugo de madera



Detalle del tornillo



Figura 111: Vista final

Figura 110: Resultado final



VIVIENDA RURAL PRODUCTIVA

Figura 112: Render del ingreso a la vivienda . 2026



VIVIENDA RURAL PRODUCTIVA

Figura 113: Render de la lavandería , 2026



VIVIENDA RURAL PRODUCTIVA

Figura 114: Render del ingreso posterior de la vivienda . 2026



VIVIENDA RURAL PRODUCTIVA

Figura 115: Render interior de la cocina y comedor . 2026



VIVIENDA RURAL PRODUCTIVA

Figura 116: Render interior del pasillo del baño y del dormitorio , 2026

4.3

Conclusión

En síntesis, el desarrollo del capítulo permitió validar la integración del panel propuesto dentro de un sistema constructivo existente, específicamente en una vivienda de interés social con vocación productiva en contextos rurales del cantón Cuenca. A partir de la resolución de encuentros constructivos clave —como uniones en esquina, cubierta y vanos— se comprobó la compatibilidad técnica del sistema, evidenciando que su implementación es viable siempre que se consideren criterios precisos de ensamblaje y adaptación al módulo constructivo.

La elección de este proyecto no solo facilitó la aplicación del panel desde una lógica técnica, sino que también permitió situarlo dentro de un modelo de vivienda que responde a dinámicas reales del contexto rural. En este sentido, la propuesta trasciende lo constructivo al articularse con un enfoque de “vocación productiva”, donde la vivienda deja de ser un elemento aislado para convertirse en un soporte activo de las actividades económicas, sociales y familiares de sus habitantes.

Asimismo, se evidenció que la incorporación del panel se alinea con principios de eficiencia constructiva, optimización de recursos y reducción de tiempos de ejecución, gracias a su compatibilidad con sistemas

modulares como wood frame. Esta integración se ve reforzada por la lógica progresiva de la vivienda, que permite su crecimiento y adaptación en el tiempo sin comprometer su coherencia estructural ni funcional.

Desde una perspectiva más amplia, la propuesta demuestra que es posible vincular innovación material, sostenibilidad y pertinencia social dentro de un mismo sistema arquitectónico. El uso de materiales, la incorporación de estrategias bioclimáticas y la consideración de las dinámicas familiares y productivas consolidan un modelo de vivienda que responde de manera integral a las condiciones del territorio.

En consecuencia, el proyecto no solo valida la aplicación del panel como solución técnica, sino que también lo posiciona como un componente capaz de integrarse en propuestas arquitectónicas más complejas, aportando a la construcción de hábitats sostenibles, adaptables y coherentes con las realidades locales.

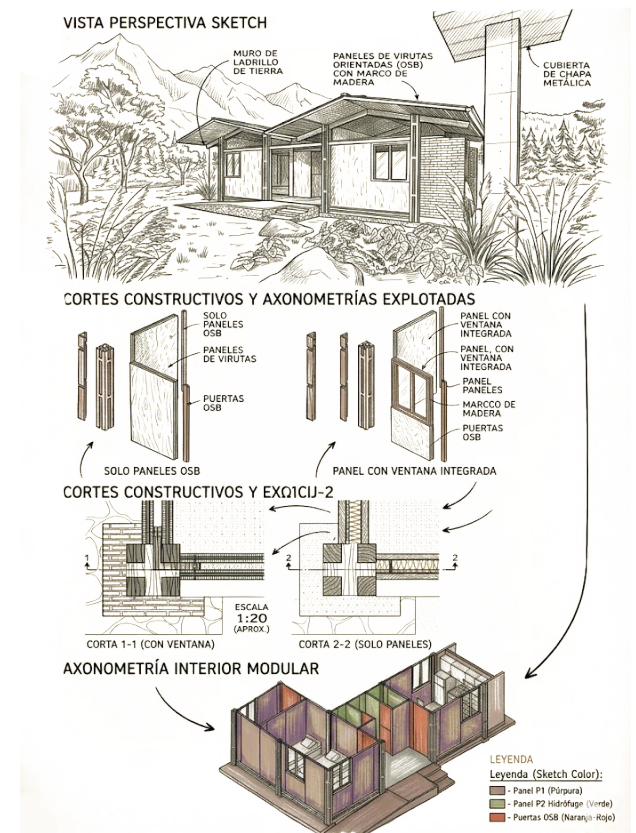


Figura 117: Sistemas constructivos aplicados en la vivienda rural productiva . Chat gpt, 2026

The background of the slide is a dense, textured pattern of light brown wood chips or mulch. The chips are irregular in shape and size, creating a natural, organic look. The overall color palette is warm and earthy, ranging from light tan to a slightly darker brown.

CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones generales

La investigación realizada permitió abordar de manera integral el aprovechamiento de los residuos de madera generados en el sector de la construcción, reconociéndolos no únicamente como desechos derivados de procesos productivos, sino como un recurso con potencial para ser reincorporado en nuevos ciclos constructivos. En el contexto de la ciudad de Cuenca, se evidenció que gran parte de estos residuos, particularmente los provenientes de sistemas de encofrado, presentan un bajo nivel de reutilización y, en muchos casos, son dispuestos sin un tratamiento adecuado. Esta situación pone en evidencia la necesidad de replantear su gestión desde un enfoque sostenible, orientado a la reducción del impacto ambiental y al uso eficiente de los recursos disponibles.

El trabajo permitió comprender las propiedades físicas y mecánicas de los materiales lignocelulósicos y el comportamiento de aglutinantes naturales, lo que sirvió de base para el desarrollo de un material constructivo funcional. La fase experimental consolidó este conocimiento, demostrando que los residuos de madera pueden transformarse en paneles prefabricados con desempeño técnico aceptable. Los ensayos realizados evidenciaron que variables como la granulometría de la viruta y el aserrín, las condiciones de secado y cocción, así

como la correcta integración de los componentes, influyen directamente en la cohesión interna, la estabilidad dimensional y la resistencia del material.

En términos de comportamiento, los resultados mostraron que el panel presenta una capacidad favorable de aislamiento acústico, atribuida a su estructura porosa y fibrosa, que contribuye a la disipación de las ondas sonoras. Frente a la exposición al fuego, el material mostró un desempeño moderado, manteniendo su integridad durante un intervalo de tiempo antes de evidenciar degradación. Aunque no alcanza el nivel de materiales específicamente diseñados como ignífugos, su comportamiento resulta relevante considerando su origen reciclado y natural.

El análisis comparativo con sistemas tradicionales permitió posicionar al panel como una alternativa dentro de los sistemas constructivos livianos, especialmente en aplicaciones interiores no portantes. Su desempeño acústico y térmico lo sitúan en un nivel competitivo frente a soluciones convencionales como la lana de vidrio o los paneles huecos, con el valor añadido de su bajo impacto ambiental. Este aspecto cobra especial importancia en un contexto donde la arquitectura y la construcción

buscan incorporar criterios de sostenibilidad, economía circular y reducción de residuos.

De manera complementaria, la investigación permitió definir y sistematizar las características técnicas del panel, estableciendo parámetros claros en cuanto a dimensiones, espesores, composición y condiciones de fabricación. Se elaboró una ficha técnica que organiza esta información de manera estructurada y se definieron lineamientos constructivos que incluyen desde la preparación del soporte hasta la colocación del panel y su recubrimiento final. Estos aportes reducen la incertidumbre en su implementación y facilitan su aplicación práctica en obra.

En cuanto a su compatibilidad, se evaluó la integración del panel en sistemas modulares como el steel frame y el wood frame, evidenciando su adaptabilidad dentro de procesos de construcción en seco. En ambos casos, el panel puede ser utilizado como elemento de relleno, funcionando en conjunto con materiales convencionales como el yeso-cartón o el OSB. Sin embargo, se identificó que su correcto desempeño depende en gran medida de la adecuada resolución de detalles constructivos, especialmente en uniones, encuentros y fijaciones, aspectos que deben ser cuidadosamente

considerados en la etapa de diseño.

Entre las ventajas del material destacan su bajo peso, que facilita la manipulación e instalación; su origen reciclado, que contribuye a la reducción de residuos; y su capacidad de aportar al confort acústico de los espacios interiores. No obstante, también se evidencian limitaciones como su sensibilidad a la humedad y su naturaleza combustible, lo que implica la necesidad de incorporar tratamientos adicionales o soluciones complementarias para mejorar su durabilidad y seguridad.

Finalmente, se puede concluir que la investigación no solo valida el uso de residuos de madera como materia prima para la elaboración de elementos prefabricados, sino que también plantea una alternativa concreta que integra criterios de sostenibilidad, innovación material y viabilidad técnica. El panel desarrollado representa una propuesta coherente con las necesidades actuales del sector constructivo, al ofrecer una solución que aprovecha recursos existentes, reduce el impacto ambiental y mantiene un desempeño adecuado dentro de su campo de aplicación.

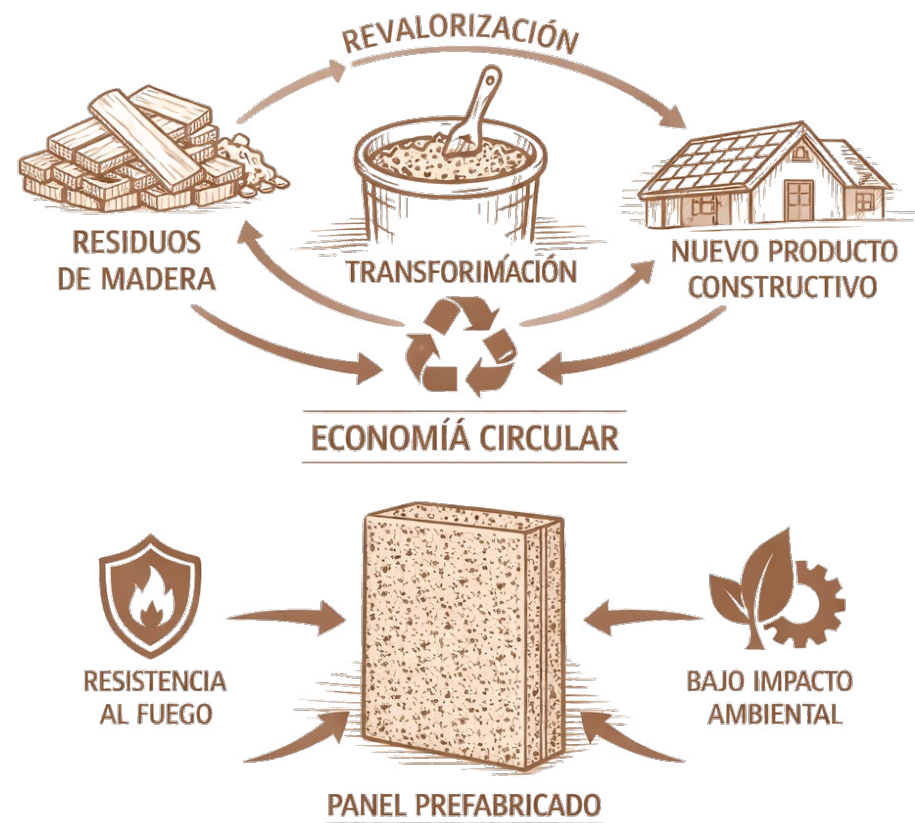


Figura 118: Esquema de conclusión

Limitaciones

Dentro del desarrollo de la investigación propuesta, se identificaron limitaciones asociadas al panel planteado, tanto en su proceso de fabricación como en su aplicación y viabilidad constructiva.

Calidad de la materia prima: La utilización de residuos de madera provenientes de tablas de encofrado puede presentar deterioro o exceso de impurezas, lo que afecta la composición final del panel, el funcionamiento y desgaste de la maquinaria empleada en el proceso.

Dependencia de maquinaria especializada: El proceso de fabricación requiere el uso de equipos específicos para garantizar una adecuada dosificación, compactación y acabado, lo que limita su producción a entornos limitados y dificulta su implementación a escala productiva.

Sensibilidad a la humedad: El panel presenta limitaciones frente a condiciones de humedad, lo que puede comprometer sus propiedades físicas y mecánicas. Por ello, se hace necesario el uso de láminas de protección o materiales hidrófugos que garanticen su durabilidad.

Capacidad estructural limitada: Debido a su composición, el panel no presenta propiedades estructurales, por lo que su aplicación se restringe a elementos no portantes dentro del sistema constructivo.

Dependencia del sistema constructivo: Su implementación requiere la adaptación a distintos sistemas constructivos, lo que implica el desarrollo de soluciones arquitectónicas específicas según las condiciones de cada proyecto.

Aceptación en el sector constructivo: Al tratarse de un material innovador, existe una limitada aceptación en el mercado, principalmente por la falta de normativa técnica consolidada y antecedentes de uso.

Baja eficiencia en producción artesanal: La fabricación del panel no resulta eficiente en contextos de producción manual, ya que es difícil garantizar uniformidad y calidad sin el uso de maquinaria adecuada.

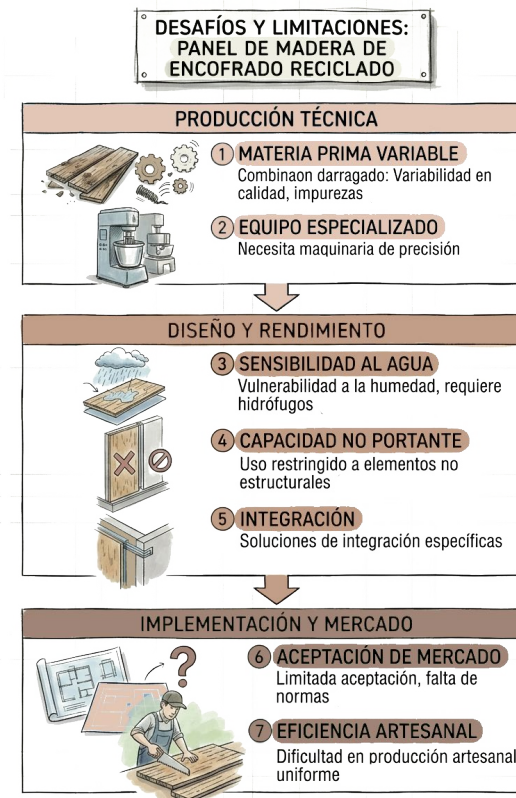


Figura 119: Especificaciones del prototipo en sus diferentes ámbitos, Chat gpt, 2026

Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones del presente estudio, se plantean las siguientes consideraciones:

Diversificación de materia prima: Se sugiere la exploración del uso de distintas especies de madera residual, con el fin de evaluar su influencia en las propiedades físicas, mecánicas y acústicas del panel.

Optimización de compuestos aglutinantes: Se recomienda la incorporación y evaluación de diversos compuestos aglutinantes, orientados a mejorar el desempeño del material, especialmente en términos de resistencia, durabilidad y comportamiento frente a la humedad.

Ampliación de aplicaciones constructivas: Se propone ampliar su aplicación en distintos elementos constructivos, analizando su viabilidad en cerramientos, revestimientos y otros sistemas no estructurales.

Proyección para futuras investigaciones: Se plantea el desarrollo del panel como una línea base para futuras investigaciones, que permita profundizar en su optimización, validación técnica y posible estandarización.

Consideraciones futuras del sistema propuesto

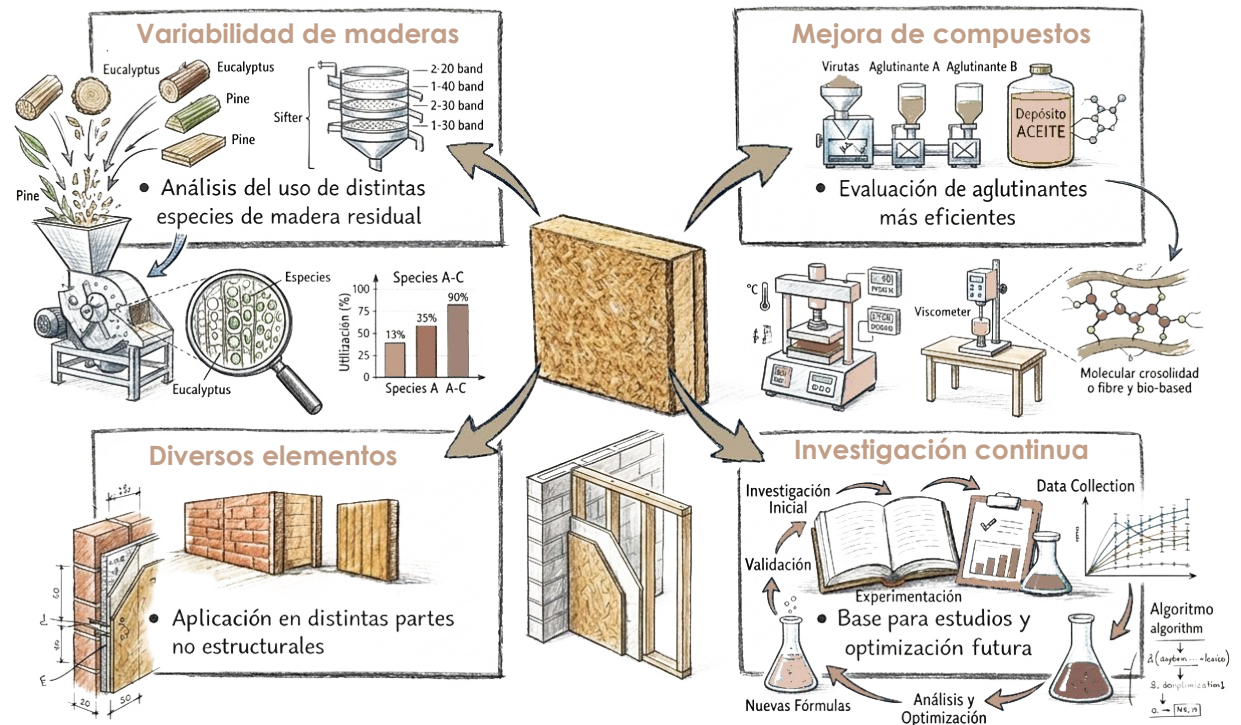


Figura 120: Recomendaciones del prototipo para diferentes estudios que se puedan realizar, Chat gpt, 2026

The background of the slide is a dense, textured pattern of light brown wood chips or mulch. The chips are irregular in shape and size, creating a natural, organic look. The overall color is a warm, muted tan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

- Cámara de la Construcción de Cuenca. (2022). Informe sobre el uso de encofrados en la ciudad de Cuenca. <https://www.camaraconstruccioncuenca.org.ec/informes/2022>
- Castillo, R., & Herrera, L. (2021). Gestión de residuos de carpintería y su impacto ambiental en Ecuador. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1234>.
- Domínguez, F., & Salas, P. (2019). Caracterización física y mecánica de tableros aglomerados con residuos de madera. *Revista de Ingeniería Forestal*, 24(2), 45–58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=123456789>
- FAO. (2020). Recursos naturales: Evaluación del potencial de biomasa. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/energy/bioenergy/bioenergy-and-food-security/assessment/befs-ra/natural-resources/en/>
- Flores, J., & Ortega, M. (2021). Uso de aglutinantes naturales en tableros prefabricados de madera reciclada. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5678>
- INEN. (2021). Normas ecuatorianas de tableros de madera aglomerada. Instituto Ecuatoriano de Normalización. <https://www.normalizacion.gob.ec/norma/inen-2021-tableros>
- ISO. (2018). ISO 16995:2018 – Particleboards and fibreboards: Determination of physical and mechanical properties. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/71261.html>
- López, C., & Méndez, R. (2020). Reutilización de madera de encofrados en la construcción ecuatoriana. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2345>
- Maldonado, P., & Fernández, L. (2020). Sistemas constructivos livianos y costos de materiales en Cuenca. *Revista de Construcción y Vivienda*, 15(1), 10–25. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=987654321>
- Morales, D. (2022). Contaminación del aire por quema de residuos madereros en el Austro ecuatoriano. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3456>
- Ortega, F., & Pacheco, V. (2020). Percepción social de materiales reciclados en construcción. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4567>
- ONU-Hábitat. (2020). Economía circular y construcción sostenible. <https://unhabitat.org/es/publications/economia-circular-construccion-sostenible>
- Paredes, M., & Molina, R. (2022). Cadena de reciclaje de residuos de madera en Cuenca. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5679>
- Torres, A., Vargas, L., & Peña, C. (2019). Paneles prefabricados a partir de residuos de carpintería. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6789>
- Vásquez, J., & Cabrera, R. (2021). Autoconstrucción en Cuenca: caracterización de viviendas y materiales utilizados. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/7890>
- Gómez, A. & Martínez, S. (2019). *Color y Arquitectura: Teoría y Aplicaciones*. Editorial Reverté.
- Charles, A. L., Chang, Y. H., Ko, W. C., Sriroth, K., & Huang, T. C. (2005). Some physical and chemical properties of starch isolates of cassava genotypes. *Starch/Stärke*, 57(11), 511–520.

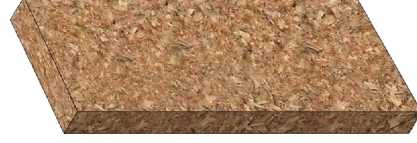
- Hoover, R. (2001). Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: A review. *Carbohydrate Polymers*, 45(3), 253–267.
- Moorthy, S. N. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: A review. *Starch/Stärke*, 54(12), 559–592.
- Tester, R. F., Karkalas, J., & Qi, X. (2004). Starch—composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science*, 39(2), 151–165.
- Cordero, M. (2014). Gestión de residuos en la construcción: plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el Ecuador (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2025a). Instructivo para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD). Quito, Ecuador: MAATE.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2025b). Manual de gestión sostenible de residuos de construcción. Quito, Ecuador: MAATE.
- Villacís, J., & Herrera, P. (2020). Economía circular en la industria de la construcción: oportunidades para el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos. *Revista de Ingeniería y Ambiente*, 12(2), 45–58.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2021). Guía de buenas prácticas para la valorización de residuos de madera en América Latina. Viena: ONUDI.
- Maderea. (2019, junio 26). Los tableros OSB; tipos y aplicaciones. Recuperado de <https://www.maderea.es/los-tableros-osb/>
- Esteba. (2023). Tableros aglomerados de partículas. Recuperado de <https://www.esteba.com>
- Celenit. (2025). Paneles de virutas de madera: aislante termoacústico natural. Recuperado de <https://www.celenit.es/>
- Padua Materiales. (2018, febrero 4). Viruta de madera: tipos, usos y aplicaciones. Recuperado de <https://www.paduamateriales.com>
- Madera-Construcción. (2025). Propiedades y características de la viruta de madera. Recuperado de <https://madera-construccion.com>
- Eugenio, C. C. V. (2017). Comparación del diseño y evaluación de miembros estructurales de madera laminada encolada con uniones dentadas, de Pino Radiata y Eucalyptus Globulus. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6728>
- Morales Apráez, J. L. (2019). La adición de aserrín y poliestireno en la elaboración de bloques alivianados para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de temperatura y acondicionamiento acústico en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua [Academico, Universidad Técnica de Ambato.]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/38b884d0-8dd2-4302-ac54-0410cd3af59e/download>
- Recalde, J. J. D. (2021). Herramienta de cálculo para el diseño de encofrados de madera de elementos verticales. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/10911>

ANEXOS

PANEL PREFABRICADO DE AISLAMIENTO

El panel prefabricado de uso interior se elabora a partir de residuos de madera reciclada (viruta y aserrín de encofrados), aglutinados con almidón natural como ligante ecológico. Su proceso de mezcla, molido, compactación y secado controlado genera un material liviano y estable, con propiedades de aislamiento acústico y térmico.

Presenta un desempeño favorable en aplicaciones interiores y exterior con un revestimiento, aportando confort ambiental, eficiencia energética y sostenibilidad. Es compatible con sistemas en seco: en steel frame, mediante tornillos autopercutorantes sobre perfilera metálica; y en wood frame, con clavos o tornillos sobre estructuras de madera. En síntesis, constituye una alternativa técnica y sostenible que reutiliza residuos de construcción, reduce el impacto ambiental y ofrece una solución viable para cerramientos y divisiones interiores.



Almacenamiento



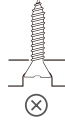
Conservar el material en espacios cubiertos, en áreas con adecuada ventilación y sobre superficies firmes, secas y niveladas.



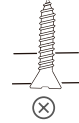
Disponer los elementos sobre soportes de pallets, manteniendo una altura homogénea.

Fijaciones

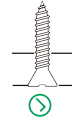
Los tornillos NO deben romper la cara exterior, si esto ocurre hay que sacar el tornillo y reemplazarlo por otro, nunca el mismo sitio anterior.



Tampoco la cabeza del tornillo deberá quedar sobresaliente, porque dificulta la colocación del yeso cartón.



Los tornillos deben quedar ligeramente rehundidos, aplastando el panel sin llegar a traspasarlo.



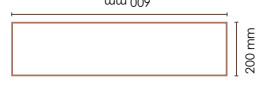
Se recomienda trabajar con atornilladores eléctricos con regulador de profundidad (amortiguador) que nos aseguren siempre la misma penetración de los tornillos.

Usos

- Tabiques interiores con revestimiento.
- Aislamiento acústico.
- Tabiques exteriores con revestimiento.
- Tabiques internos de zona húmedas con protección de la humedad.

Tabla de dimensiones

Placa	Eco-Panel
Espesor	20 mm
Ancho cm	200 mm
Largo cm	600 mm
Área	0,12 m ²



Manipulación



Utilizar herramientas manuales o eléctricas adecuadas para su corte (sierra, caladora o disco).



Transportar en posición vertical, sujetando desde los extremos.



Evitar golpes o arrastre entre paneles.



Mantener el material alejado de la humedad durante su manipulación.

Principales ventajas



-Mejora el confort acústico



-No requiere mantenimiento



-Materia Reciclado



-Contribuye a economía circular



-Resistencia al fuego

Solicitud de implementación a la vivienda rural de la Consultora



Carlos Esteban Contr... 7:38 p. m.
Para: Cristian, Veronica, Diego >

Solicitud para que la tesis de Domenica Barrera y José Luis Robles quede embargada

Estimado Cristian Sotomayor:

Reciba un cordial saludo.

Por medio de la presente, yo Carlos Contreras en calidad de director/a de trabajo de titulación, me permito poner en su conocimiento que los estudiantes Doménica Anabel Barrera Pintado, con código de estudiante 91397 (correo: domenica.barrera@es.uazuay.edu.ec), y Jose Luis Robles Jaen con código de estudiante [87263] (correo: roblesjosej@es.uazuay.edu.ec), pertenecientes al Décimo ciclo de la carrera de Arquitectura, se encuentran desarrollando su trabajo de titulación denominado: "Elaboración de paneles



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**