



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE**

**DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y**

**CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE DISEÑO DE INTERIORES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**DISEÑADORA DE INTERIORES**

**TEMA**

**LOUVER DE FIBRA DE COCO Y ASERRÍN AGLOMERADOS CON  
RESINA**

**TUTOR**

**MG. EDDIE ECHEVERRÍA MAGGI**

**AUTORES**

**VERÓNICA TATIANA ANDRADE CHÁVEZ**

**GUAYAQUIL**

**2023**

<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Louver de fibra de coco y aserrín aglomerados con resina	
<b>AUTOR/ES:</b>  Verónica Tatiana Andrade Chávez.	<b>REVISORES O TUTORES:</b>  Mg. Eddie Echeverría Maggi
<b>INSTITUCIÓN:</b>  Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b>  Diseñadora de interiores
<b>FACULTAD:</b>  Ingeniería Industria y Construcción	<b>CARRERA:</b>  Diseño de Interiores
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>  2023	<b>N. DE PAGS:</b>  42
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Humanidades y arte	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> resina, Fibras naturales, aserrín, reciclaje, eficiencia energética	
<b>RESUMEN:</b>  En este trabajo se investigó la creación de louver a base de fibra de coco y aserrín aglomerados con resina, el objetivo es crear un material que no solo ayude a reutilizar estos residuos de las cosechas y de la industria maderera si no también crear un material que ayude a reducir el consumo por aire acondicionado, ayudando a reducir el impacto ambiental con bajo consumo de energía y creando edificaciones autosustentables. Se crearon cinco prototipos con diferentes dosificaciones para luego ser sometidas a ensayos físicos y mecánicos; que dieron un buen resultado en transmitancia térmica, absorción de humedad y teniendo un buen resultado en elasticidad.	
<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>

<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>  Andrade Chávez Verónica Tatiana.	<b>Teléfono:</b>  <b>0924903040</b>	<b>E-mail:</b>  vandradec@ulvr.edu.ec
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<p>Mgr. Milton Andrade Laborde (Decano)</p> <p><b>Teléfono:</b> 042596500 Ext. 213</p> <p><b>E-mail:</b> mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgr. Lissette Morales Robalino (Director de Carrera)</p> <p><b>Teléfono:</b> 042596500 Ext. 211</p> <p><b>E-mail:</b> lmoralesr@ulvr.edu.ec</p>	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

Tesis Louvers Verónica Andrade Chávez

## INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %	1 %	0 %	0 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	<1 %
2	<a href="http://www.sprachcaffe-spanien.com">www.sprachcaffe-spanien.com</a> Fuente de Internet	<1 %
3	<a href="http://lareferencia.info">lareferencia.info</a> Fuente de Internet	<1 %
4	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %
5	<a href="http://repositorio.ucsg.edu.ec">repositorio.ucsg.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
6	<a href="http://www.belzona.com">www.belzona.com</a> Fuente de Internet	<1 %
7	<a href="http://www.bio.puc.cl">www.bio.puc.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
8	<a href="http://www.jove.com">www.jove.com</a> Fuente de Internet	<1 %
9	<a href="http://www.tesisenred.net">www.tesisenred.net</a> Fuente de Internet	<1 %

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

La estudiante egresada **VERÓNICA TATIANA ANDRADE CHÁVEZ**, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Louver de fibra de coco y aserrín aglomerados con resina, corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma:

  
**VERÓNICA TATIANA ANDRADE CHÁVEZ**

**C.I. 0924903040**

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Louver de fibra de coco y aserrín aglomerados con resina, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Ingeniería Industria y Construcción, presentado por la estudiante **VERÓNICA TATIANA ANDRADE CHÁVEZ** como requisito previo, para optar al Título de **Diseñadora de Interiores**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma: 

**Mg. Eddie Echeverría Maggi**

C.C. 0917941882

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por haberme forjado como persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero jamás me faltó la motivación constante para alcanzar mis anhelos.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a mi madre Victoria Judith Chávez, quien constantemente me daba palabras de fuerza y ánimo para seguir con mis estudios académicos.

## ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	
<b>CAPÍTULO I</b> .....	
1.1 Planteamiento del Problema.....	
1.2 Formulación del Problema .....	
1.3 Sistematización del Problema .....	
1.4 Objetivo General .....	
1.5 Objetivos Específicos.....	
1.6 hipótesis.....	
<b>CAPÍTULO II</b> .....	
2.1 Marco Conceptual .....	
2.2 Marco Legal .....	
<b>CAPÍTULO III</b> .....	
3.1 Enfoque .....	
3.2 Alcance.....	
3.3 Técnica e instrumentos.....	
3.4 Población y muestra .....	
3.5 Presentación y análisis de resultados.....	
3.6 Propuesta.....	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2. Porcentaje de composición del prototipo 1 .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 3. Porcentaje de composición del prototipo 2 .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabla 4. Porcentaje de composición del prototipo 3 .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 5. Porcentaje de composición del prototipo 4 .....</b>	<b>21</b>

Tabla 6. Porcentaje de composición del prototipo 5 .....	22
Tabla 7. Ensayo de conductividad térmica .....	23
Tabla 8. Ensayo a la flexión .....	24
Tabla 9. Ensayo de resistencia a la compresión.....	25
Tabla 10. Porcentaje de ensayo de humedad .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Figura 1.</i> Geometría del modelo a escala reducida, (b) dominio computacional con dimensiones y (c) cuadrícula en superficies de construcción y dominio.....	5
<i>Figura 2.</i> Eficiencia de intercambio de aire ( $\epsilon A$ ) para todos los casos; el caso con persianas y el caso sin persianas. ....	6
<i>Figura 3.</i> Compuesto de base biológica probado mecánicamente.....	7
<i>Figura 4.</i> Modelo de espacio de oficina con persianas: (a) Vista isométrica. (b) Vista lateral. (c) Vista en planta. Dimensiones en m. ....	8
<i>Figura 5.</i> Lamas curvas perforadas. (a) Vista 3D de las persianas. (b) Dimensiones de las persianas. (c) Dimensiones de la perforación. ....	8
<i>Figura 6.</i> Prototipo de panel .....	9
<i>Figura 7.</i> Flujograma.....	16
<i>Figura 8.</i> Flujograma.....	17
<i>Figura 9.</i> Primer prototipo. ....	18
<i>Figura 10.</i> Segundo prototipo .....	19
<i>Figura 11.</i> Tercer Prototipo.....	20
<i>Figura 12.</i> Cuarto prototipo .....	21
<i>Figura 13.</i> Quinto prototipo.....	22
<i>Figura 14.</i> Equipo de ensayo de conductividad térmica .....	23
<i>Figura 15.</i> Ensayo a la flexión.....	24
<i>Figura 16.</i> Ensayo a la compresión .....	25
<i>Figura 17.</i> Ensayo a la humedad.....	26
<i>Figura 18.</i> Perspectiva 3d .....	27
<i>Figura 19.</i> Análisis de temperatura.....	28
<i>Figura 20.</i> Zonas térmicas .....	29

# INTRODUCCIÓN

Los cambios que se generan en el medio ambiente, se han convertido en una alerta para reducir el consumo excesivo de energía; representando, el sector de la construcción, la tercera parte de la energía consumida a nivel mundial. Se debe crear materiales o diseños que ayuden a reducir la huella de carbono y mejore el confort térmico en las edificaciones. Actualmente las temperaturas a nivel mundial son excesivas por el sobrecalentamiento de la tierra; y por esta razón, se debe incentivar el desarrollo de investigaciones que permitan el mejoramiento de los procesos constructivos; así como, el mantenimiento de las edificaciones durante su tiempo de vida. Una de las alternativas en los edificios construidos, es la implementación, en sus fachadas, de elementos complementarios que posibiliten el ingreso controlado de la iluminación y ventilación natural. Estos procesos de mejora, permitirán disminuir el consumo generalizado de climatización artificial. Varios estudios han demostrado que con ayuda de una buena ventilación natural se puede lograr reducir hasta un 50% de ventilación artificial. El confort térmico se lo ha evaluado de diferentes maneras como las corrientes de aire, temperatura, humedad, entre otros. Actualmente se está impulsando el diseño de edificaciones de bajo consumo energético, optimizando los espacios y desarrollando materiales innovadores para mejorar el confort térmico (O'Donovan et al., 2017). Esta investigación tiene como finalidad la manufactura de un louver (celosía) a base de aserrín, proveniente de los desechos de la industrialización de la madera, y como segundo componente, la estopa de coco seleccionado como residuo agrícola; y finalmente, se empleará, como material aglomerante, una resina epoxi que permitirá la consolidación del nuevo material. Con este proceso se espera lograr un elemento que pueda ser empleado en las edificaciones y actúe como un filtro ante la exposición directa de los rayos ultravioletas; y contribuya a su vez, al paso del aire natural, mejorando la ventilación de las áreas interiores.

En el capítulo I, se establece el problema y su formulación, el objetivo general, los objetivos específicos, la hipótesis y la línea de investigación institucional. El capítulo II, comprende el marco teórico y referencial, las características de los componentes de los prototipos, y las leyes y normas que rigen el proceso de manufactura. En el capítulo III, se establece la metodología de investigación, determinando el enfoque, el alcance, las técnicas e instrumentos, el proceso de elaboración de los prototipos y su caracterización, y finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del Problema

Desde 1990 el consumo de energía por refrigeración se ha triplicado significativamente, especialmente en temporadas de calor excesivo, consumiendo grandes cantidades de energía y sin lograr mejoras en la eficiencia energéticas.(IEA, 2021b)

Por los cambios de temperatura en nuestro entorno, surge la necesidad de enfriar nuestra edificación, se instalan aires acondicionados que nos ayudan a darle comodidad a nuestro entorno construido, pero también afecta al entorno ambiental, ya que, la ventilación artificial ayuda al confort, pero también causa el 3,9% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, (Woods et al., 2022). Se calcula que entre este año y el 2050 aumentará significativamente el daño ocasionado por esto, que no solo afecta al clima, sino también a la salud del ser humano. Se debe buscar una alternativa para mejorar el diseño en edificaciones y con esto, mejorar el aislamiento térmico en las edificaciones con ventanas de vidrio, ayudando a aislar el espacio y así consumir menos energía por refrigeración artificial. La eficiencia energética ha demostrado ser de gran ayuda para mejorar el impacto ambiental.

Los desperdicios agrícolas y desperdicios de la industria maderera como el aserrín son también son causantes de contaminación ambiental ya que, aún no se les da el manejo adecuado para estos residuos, que en la mayoría de las veces son utilizados para encender hornos, canteras o solo son quemadas a cielo abierto, causando gases de efecto invernadero, la presencia de partículas suspendidas y de cenizas que afectan la visión y el aparato respiratorio. Este trabajo de investigación está enfocado en elaborar un louver con la reutilización de los residuos como la fibra de coco y aserrín, aglomerados con resina epoxi, creando un material que controlará la influencia directa de la luz solar permitiendo aislar las fachadas de las edificaciones, contribuyendo a la formación de espacios térmicamente confortables con un menor consumo de energía por climatización artificial.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuáles son los beneficios que se obtendrán con la manufactura de un louver de fibra de coco y aserrín aglomerados con resina?

## **1.3 Sistematización del Problema**

### **1.4 Objetivo General**

Elaborar louver mediante el aprovechamiento de los residuos de la fibra de coco y aserrín para la obtención de un material sostenible empleado en edificaciones, que permita el paso de la ventilación natural y la restricción de la insolación directa.

### **1.5 Objetivos Específicos**

- Evaluar la conductividad térmica del material
- Determinar la dosificación de cada uno de los componentes del nuevo material.
- Establecer las propiedades físicas y mecánicas a través de las pruebas de ensayo.
- Analizar los resultados de las pruebas de ensayos para la caracterización del material.

### **1.6 hipótesis**

Se podrá elaborar un louver de fibra de coco y aserrín para la lograr de un material resistente con propiedades aislantes de bajo impacto ambiental.

#### **Dominio:**

Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.

#### **Línea Institucional:**

Materiales innovadores para la construcción.

#### **Línea de la facultad:**

Materiales de construcción

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Marco Conceptual**

El calentamiento global es un problema que cada día se extiende más, ya sea por una mala gestión de los gobiernos respecto a las medidas de contaminación de las diferentes compañías. Es un problema que atañe a todo el mundo ya que afecta el clima, las temperaturas del agua, derretimiento de glaciares; en general un sin número de efectos que se ocasionan con la contaminación ambiental. Una de las principales causas de contaminación es por los gases de efecto invernadero. Al calentarse la atmosfera se produce un gran calor específicamente en los días soleados (Javier Quimbiamba Bolaños, 2020), teniendo la necesidad de recurrir a enfriamiento artificial como: ventiladores y aires acondicionados para tener un espacio confortable.

Según la IEA (agencia internacional de energía), en el año 2021 las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por calefacción en edificaciones aumentaron un 5,5%, como resultado global de las emisiones de CO<sub>2</sub> el 80% les corresponden a las edificaciones. Para mejorar este resultado se debe implementar sistemas constructivos y materiales sustentables, y así reducir el índice de calefacción en la industria de la construcción (IEA, 2021b).

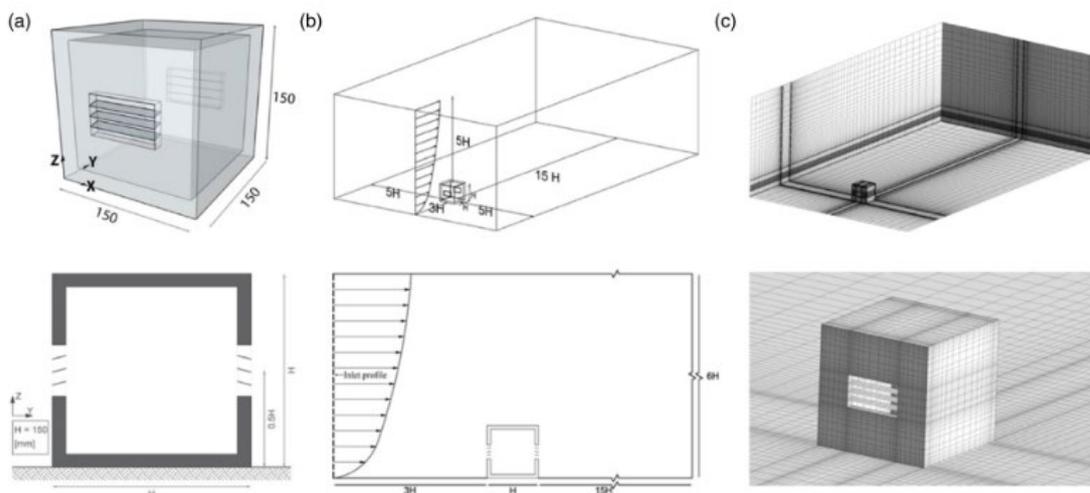
La eficiencia energética es unas de las alternativas más prometedoras para bajar el incremento de gases de efecto invernadero y el consumo de energía no renovable, para esto se necesita trabajar con los países de América latina y fomentar el uso de estrategias energéticas para lograr su eficiencia en todos los ámbitos, especialmente en la construcción. Diferentes sectores como el industrial, construcción, transporte, electrodomésticos en general deben ser una prioridad en la energía para las nuevas generaciones y sociedades sustentables (IEA, 2016)

Los aires acondicionados en la actualidad se han hecho indispensables en los edificios y viviendas por el cambio climático y su efecto en las altas temperaturas. La climatización artificial es de gran ayuda para el confort térmico, pero también es una amenaza para la salud de las personas y el medio ambiente. El Aire acondicionado es uno de los causantes de las emisiones de dióxidos de carbono (Guo et al., 2022). Reducir las emisiones de CO<sup>2</sup> mediante soluciones ecológicas es la mejor forma para mitigar el calentamiento global (Pandey, 2020).

El sector de la construcción es el causante de más del 60% del consumo total de la energía del mundo, se consume energía desde la obtención de la materia prima, recursos naturales; y sigue consumiendo durante su vida útil (Cuce & Riffat, 2016). La ventilación artificial como aires acondicionados, es uno de los causantes de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, ayuda a mejorar el ambiente interior creando confort, pero a su vez daña el medio ambiente, ya que el calor que expulsa va directo a la atmosfera empeorando el ambiente térmico urbano (Wen & Lian, 2009).

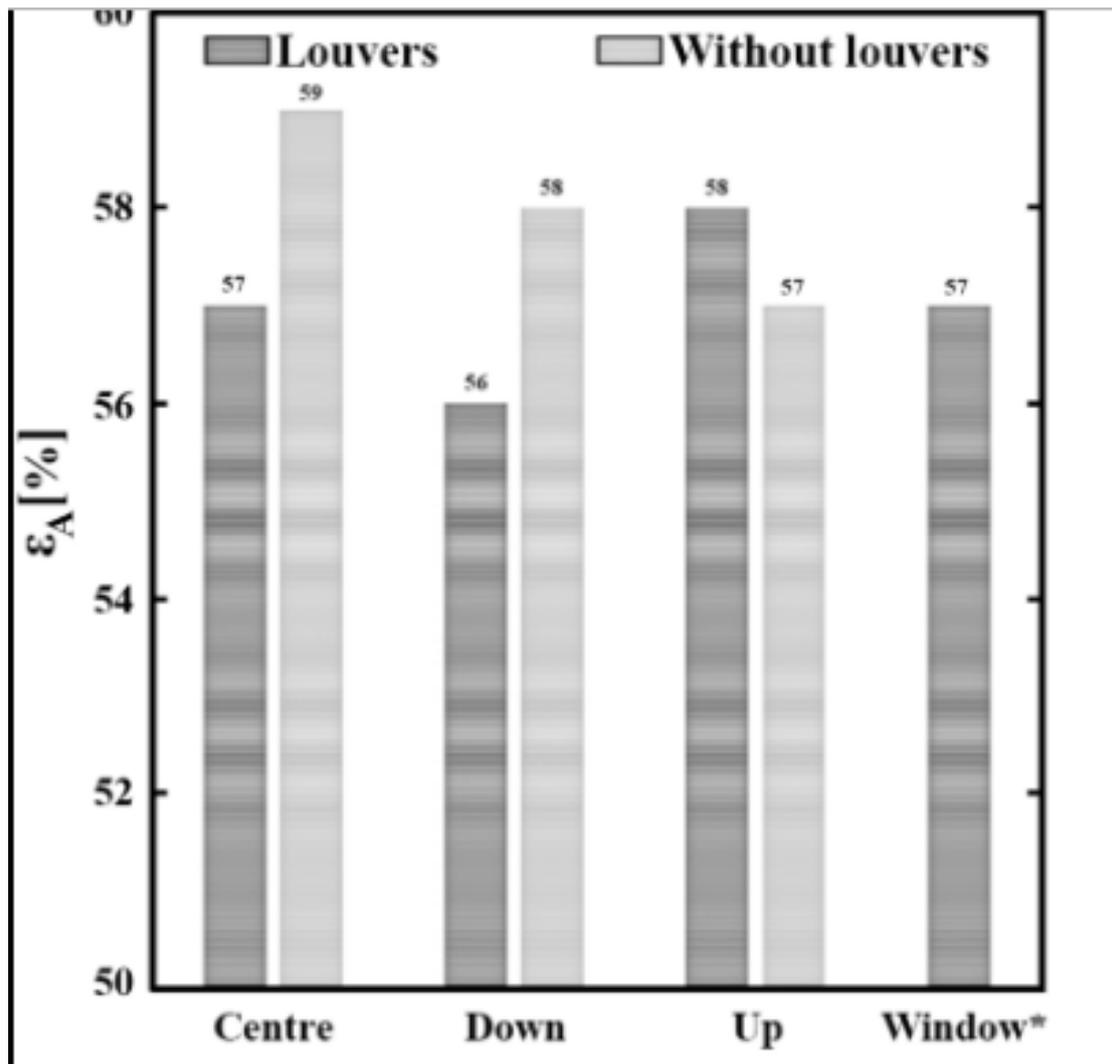
### **Louvers y el efecto de la posición de la ventana en la ventilación cruzada en un edificio aislado genérico: un enfoque CFD (computational fluids dynamics)**

En Irán se realizó una investigación para ayudar con la ventilación natural de una edificación aplicando louvers, empleadas para reducir la luz solar e inducir el flujo de aire. Se analizó 3 objetivos en este estudio, validar la simulación CFD constante 3D con el modelo de turbulencia  $k-\epsilon$ , investigar y analizar el impacto de las persianas en la captación de viento, diferentes posiciones de ventana y tamaño de ventana en el patrón de flujo de aire y la velocidad del aire interior, y para investigar la influencia de la edad del aire y la eficiencia del intercambio de aire dentro del edificio para el caso con y sin persianas. Dando como resultado que buen funcionamiento de las persianas depende de las aberturas y del impacto del aire en la vivienda (Yazarlou & Barzkar, 2022).



**Figura 1.** Geometría del modelo a escala reducida, (b) dominio computacional con dimensiones y (c) cuadrícula en superficies de construcción y dominio.

**Fuente:** Yazarlou , Barzkar (2022)



**Figura 2.** Eficiencia de intercambio de aire ( $\epsilon_A$ ) para todos los casos; el caso con persianas y el caso sin persianas.

Fuente: Yazarlou, Barzkar (2022)

### **Evaluación mecánica, térmica y acústica de biocompositos de residuos agrícolas para tejas**

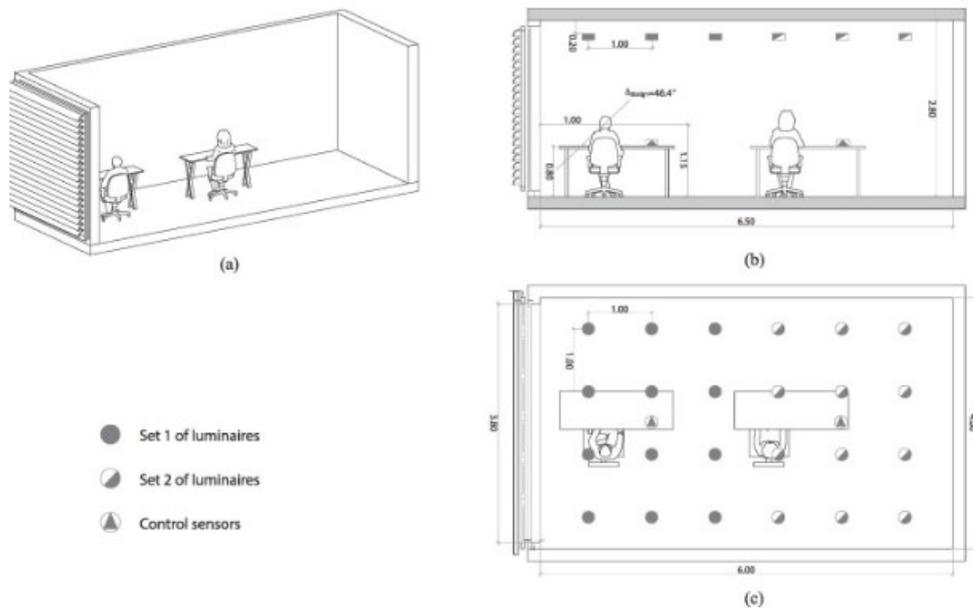
La siguiente es una investigación experimental de paneles acústicos fabricado con residuos agrícolas para ser utilizados como tejas, tiene como objetivo ayudar con una alternativa sustentable, la finalidad fue crear un producto de bajo impacto ambiental reutilizando materia prima como residuos agrícolas sin ningún tratamiento previo, estos residuos utilizados dieron buenos resultados acústicos, de transmitancia térmica y mecánicas, siendo buenos materiales para su uso en la construcción. En los prototipos se utilizaron varias fibras naturales aglomerados con resina, fueron sometidas a pruebas de ensayo, dando un resultado aceptable en los ensayos físicos y térmicos para uso de placas de techo (Maderuelo-Sanz et al., 2022).



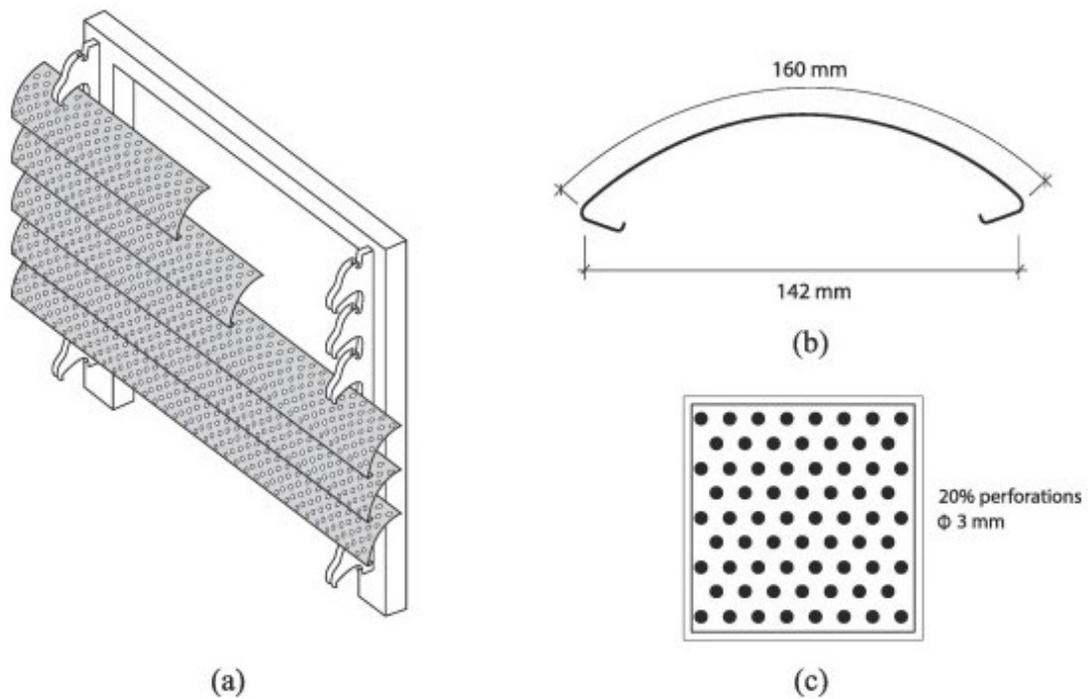
**Figura 3.** Compuesto de base biológica probado mecánicamente.  
**Fuente:** Maderuelo, Sanz et al., (2022)

### **Impacto de diferentes estrategias de control de persianas curvas perforadas en el confort visual y consumo de energía de edificios de oficinas en diferentes climas**

Este estudio se trata de analizar diferentes estrategias para evaluar el impacto de la aplicación de dispositivos para solar a base de láminas con la finalidad de lograr un ambiente térmicamente confortable sin perder la vista al paisaje urbano, este sistema se podrá utilizar tanto para refrigeración natural, calefacción e iluminación. Se usó louvers perforados móviles para darle confort a oficinas cristalizadas y minimizar el consumo de energía en edificios con fachadas cristalizadas, ya que siempre están afectados por mayor recargo de energía solar. Se aplicó simuladores en cuatro ciudades diferentes con climas diferentes (Uribe et al., 2019).



**Figura 4.** Modelo de espacio de oficina con persianas: (a) Vista isométrica. (b) Vista lateral. (c) Vista en planta. Dimensiones en m.  
**Fuente:** Uribe et al., (2019)



**Figura 5.** Lamas curvas perforadas. (a) Vista 3D de las persianas. (b) Dimensiones de las persianas. (c) Dimensiones de la perforación.  
**Fuente:** Uribe et al., (2019)

### **Elaboración de un panel mediante el reciclaje de la fibra de plátano y cáscara de maní.**

En el siguiente trabajo de investigación, se realizó un tablero para interiores de vivienda utilizando el desecho agrícola de la fibra de plátano y la cascara de maní de los residuos de las cosechas y aglomerado con resina de poliéster, para la creación de un material de menor impacto ambiental y creando espacios térmicamente confortables. Se realizaron tres diferentes prototipos, luego fueron sometidos a pruebas de ensayos físicos, mecánicos y de conductividad térmica, dando resultados favorables en porcentajes de absorción acústica, conductividad térmica y resistencia mecánica (Minaya Ana & Echeverría Eddie, 2021).



**Figura 6.** Prototipo de panel  
**Fuente:** Minaya Ana, Echeverría Eddie (2021)

Actualmente estamos pasando una situación a nivel mundial de cambio climático por la excesiva contaminación ambiental, esto hace que se dispare el clima, produciendo más calor exterior y con esto, aumentando el enfriamiento artificial en las edificaciones para mantener el confort térmico. Las cargas de energía eléctrica suben dependiendo de la región o clima (Tahir & Al-Ghamdi, 2023), en este caso Guayaquil es una ciudad con temperatura en invierno que van desde los 29° hasta los 32°, esta temporada es donde se necesita más energía, por el uso de ventilación artificial. Por este motivo se debe

implementar, en nuestras fachadas acristaladas, materiales como los louvers para optimizar la energía interior.

Las nuevas edificaciones con fachadas modernas, ventanas acristaladas es la tendencia en las ciudades a nivel mundial; estos proyectos, aparentemente, otorgan una buena vista al paisaje urbano y sobre todo a mitigar un poco los costos de iluminación artificial (Tomitsch, 2022). Esto conlleva, a la utilización de ventilación artificial ya que, sus fachadas, no cuentan con un sistema que ayude con la luz solar, provocando intensas temperaturas que se filtran al interior de la vivienda. Investigaciones realizadas por la IEA, acerca de la energía consumida por las edificaciones y las viviendas a nivel mundial es del 30% mientras que la energía por ventilación artificial es la responsable del consumo del 50% de electricidad solo en edificios (IEA, 2022)

La eficiencia energética es el manejo óptimo del consumo de recursos naturales, sin dejar de tener confort térmico, actualmente en todo el mundo la eficiencia energética se ha convertido en una prioridad ya que el gasto excesivo de los recursos naturales cada vez es más alarmante para el medio ambiente y el ecosistema. Actualmente se está apostando más a las construcciones sostenibles, para mejorar el consumo de energía y llegar a un consumo de energía casi nulo. Para conseguir una vivienda sostenible se debe empezar por el uso adecuado de la climatización natural, haciendo un análisis de los vientos y el ingreso a la vivienda dándole una mejor ventilación, también proporcionar a las ventanas persianas o louvers que ayuden a mitigar la luz solar, en los días de calor intenso (BBVA, 2022).

Los desperdicios agrícolas son grandes contaminantes no solo para el suelo y las aguas subterráneas sino también para el ser humano, hasta ahora no se les da el manejo adecuado a estos residuos, A nivel mundial, las tierras agrícolas reciben anualmente cerca de 115 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados y minerales. Alrededor del 20 por ciento de estos insumos de nitrógeno terminan acumulándose en los suelos y la biomasa, mientras que el 35 por ciento acaba en los océanos (FAO, 2021).

La madera es una de las materias prima más utilizada a nivel mundial, ya que se la utiliza para la construcción, fabricación de armas, muebles entre otros, con la demanda de este producto también se genera grandes cantidades de desechos de madera como el

aserrín, cortezas etc. No se les da el manejo adecuado, ya que en su mayoría son quemados a cielo abierto causando enfermedades respiratorias y a su vez contaminado el medio ambiente por CO<sub>2</sub> (Owoyemi et al., 2016).

El coco es una fruta que se cultiva en 93 países alrededor del mundo. En Ecuador su mayor incidencia es en la costa sobre todo en Esmeraldas y Manabí, este producto es utilizado para diferentes cosas como aceite, agua de coco etc. Los residuos de la cascará de coco en su mayoría son desechados o quemado a cielo abierto, provocando gases de efecto invernadero; también las cenizas y el humo provoca enfermedades respiratorias. El uso de este residuo tiene diferentes ventajas como: menor precio, con el uso de este residuo ayudamos a reducir la contaminación, en estudios realizados se ha demostrado sus buenas propiedades mecánicas, térmicas, baja densidad, entre otras. La estopa o mesocarpio es un residuo de bajo peso y buena resistencia al agua, se puede utilizar como agregado liviano en el hormigón

La fibra de coco es una de las fibras más utilizadas en el mercado ya que por su alto contenido de lignina y celulosa hacen que esta fibra sea fuerte, resistente y sólida, esta fibra se extrae del exterior de la fruta, las fibras tienen una medida de 20 a 30 cm, se la utiliza en varios productos como cepillos, colchones, ensamblajes de cuerdas y ahora también como refuerzo en el concreto por su alta resistencia a la salinidad (Kumar Patel et al., 2022). El aserrín es lignocelulósico, es un residuo de la industria forestal que se encuentra en grandes cantidades, hoy en día, su uso es versátil y va desde la formación de materiales hasta la absorción y limpieza de residuos contaminantes del agua. El aserrín o viruta es un subproducto o residuo del proceso de muebles o carpintería. Este residuo se lo ha utilizado en la fabricación de tableros de partículas por su contenido de celulosa (45 a 50 %), lignina (23 a 30 %), hemicelulosa (20 a 30 %) y varios extractos (ácidos, azúcar soluble, resinas, ceras, aceite, etc.) lo que hace que sea un subproducto de interés en la construcción y sobre todo para darle un uso adecuado que contribuya a reducir la contaminación ambiental (Mallakpour et al., 2021).

La resina epoxi actualmente tiene muchas funciones en algunos campos por ejemplo en la bisutería, trabajos manuales y también en la arquitectura e ingeniería. Este compuesto es un buen aislante para cualquier material como refuerzo para fibras entre otros; este compuesto se caracteriza por tener buena rigidez, dispersación y flexibilidad (Yu et al., 2023). La resina epoxi es un material excelente para la resistencia a la

humedad, aceites, disolventes, no emite volátiles en el curado, buena adhesión, alta resistencia química, a la corrosión, propiedades de aislamiento térmico y prolongación durabilidad (Ignacio Martínez Soler, 2015).

Actualmente para reducir el impacto ambiental y reutilizar desperdicios y transformarlos como materia prima, se han desarrollado investigaciones para lograr materiales de este subproducto que provienen de la agroindustria y darle un enfoque sostenible a la industria de la construcción, creando materiales como tableros de partículas aglomeradas a base de aserrín y fibra de coco. Los subproductos de la madera como los desechos agrícolas, son materiales muy valiosos por sus propiedades como su densidad, absorción acústica, entre otros. Se ha realizado estudio experimental donde se ha creado tablero a base de aserrín aglomerados con resina dando buenos resultados tanto físicos como mecánicos (Mirski et al., 2020). La fibra de coco y el aserrín o virutas de madera de pino son materiales con alto contenido lignoceluloso, lo que ayuda a la estabilidad térmica. Actualmente se crean muchos materiales para la construcción como tableros de aglomerados; y la fibra de coco también ha sido utilizado como refuerzo en el concreto. La fibra de coco está con puesta por tanino, una sustancia repelente para insectos y hongos. Se han creado materiales partir de la fibra de coco y los desechos de pino como el aserrín o viruta, y se han sometido a pruebas de ensayo físicas, mecánicas y de conductividad térmica, dando buenos resultados. (Narciso et al., 2021).

Los louvers, quiebrasoles, toldos, protectores solares, celosías o persianas lo inventaron los romanos en el siglo I antes de cristo (Basset Luisa & Guardiola Arianna, 2015). Actualmente tienen la función de proteger las edificaciones del deslumbramiento de la luz solar intensa y el excesivo calor; se las ubica en el exterior para evitar que se filtre el calor hasta el interior de la edificación. El uso de este sistema de louvers ayuda a filtrar el calor exterior, y a través del sistema de estructura abierta penetra la luz e ilumina el interior y no se pierde la vista urbana. Ahora se utiliza software antes de instalar estas persianas para medir la intensidad del sol, absorción y transmisión de calor, depende de estos parámetros para saber cómo ubicarlas, lograr un máximo confort interior y bajar el consumo de ventilación artificial (Nicol, 1966).

## 2.2 Marco Legal

**artículo 276**, número 4, de la Constitución de la República del Ecuador, establece que uno de los objetivos del régimen de desarrollo será recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo (COA, 2018).

**225.-** Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio:

El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación (COA, 2018).

**Art. 226.-** Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad:

1. Prevención;
2. Minimización de la generación en la fuente;
3. Aprovechamiento o valorización;
4. Eliminación
5. Disposición final.

### **Norma NTE INEN 3110 para tableros de partículas**

Una vez elaboradas las muestras se determinará sus propiedades físicas y mecánicas de acuerdo a la norma ecuatoriana NTE INEN 3110: 2016 que corresponden a la evaluación de los tableros de partículas. En los ensayos físicos se determinará la densidad EN-323; el porcentaje de absorción o hinchazón en grosor después de 24 horas EN 317; resistencia a la humedad bajo condiciones de ensayo cíclicas como, la cohesión interna e hinchazón en grosor EN 321 y cohesión interna después de ensayo de cocción EN 1087-1; coeficiente de absorción y de la impedancia acústica UNE- EN ISO 10534-2 y el ensayo de conductividad térmica por medio del método de placa caliente

resguardada ISO 8302, EN 319; y finalmente, se determinará la resistencia a la compresión (NTE INEN, 2016).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Enfoque**

El enfoque de esta investigación es puramente cuantitativo, debido al procesamiento de resultados numéricos que se obtendrán de las pruebas de ensayo en laboratorio, y que serán contrastados con las normas y estándares nacionales, que rigen la elaboración de este nuevo material. Una vez elaborados los prototipos entrarán a un proceso de reposo y caracterización para determinar sus propiedades físicas y mecánicas a través de pruebas de ensayo de acuerdo a normativa; estos resultados serán analizados para constatar el grado de resistencia del nuevo material de acuerdo a la dosificación de sus componentes establecidos previamente.

#### **3.2 Alcance**

El alcance de la investigación es descriptivo y correlacional, porque especifica el procedimiento utilizado en la manufactura de los prototipos y los ensayos realizados, para comprobar sus propiedades. Cada residuo agrícola utilizado en el *louver*, se constituye en una variable de investigación que se relacionan entre sí, para evaluar el grado de incidencia en las características finales del nuevo material (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018)

#### **3.3 Técnica e instrumentos**

Las técnicas que se utilizarán, en primer lugar, es la observación que nos permitirá identificar las variaciones en el proceso de elaboración y caracterización de las muestras; para la elaboración de las muestras se utilizarán moldes de acuerdo a las normas de ensayo de materiales aglomerados; se realizarán ensayos en laboratorio de las muestras, previamente climatizadas, para determinar las propiedades mecánicas de compresión y flexión, y sus propiedades físicas de absorción, densidad, y conductividad térmica. Los resultados obtenidos serán expuestos a través de tablas de dosificación y de comparación de sus propiedades.

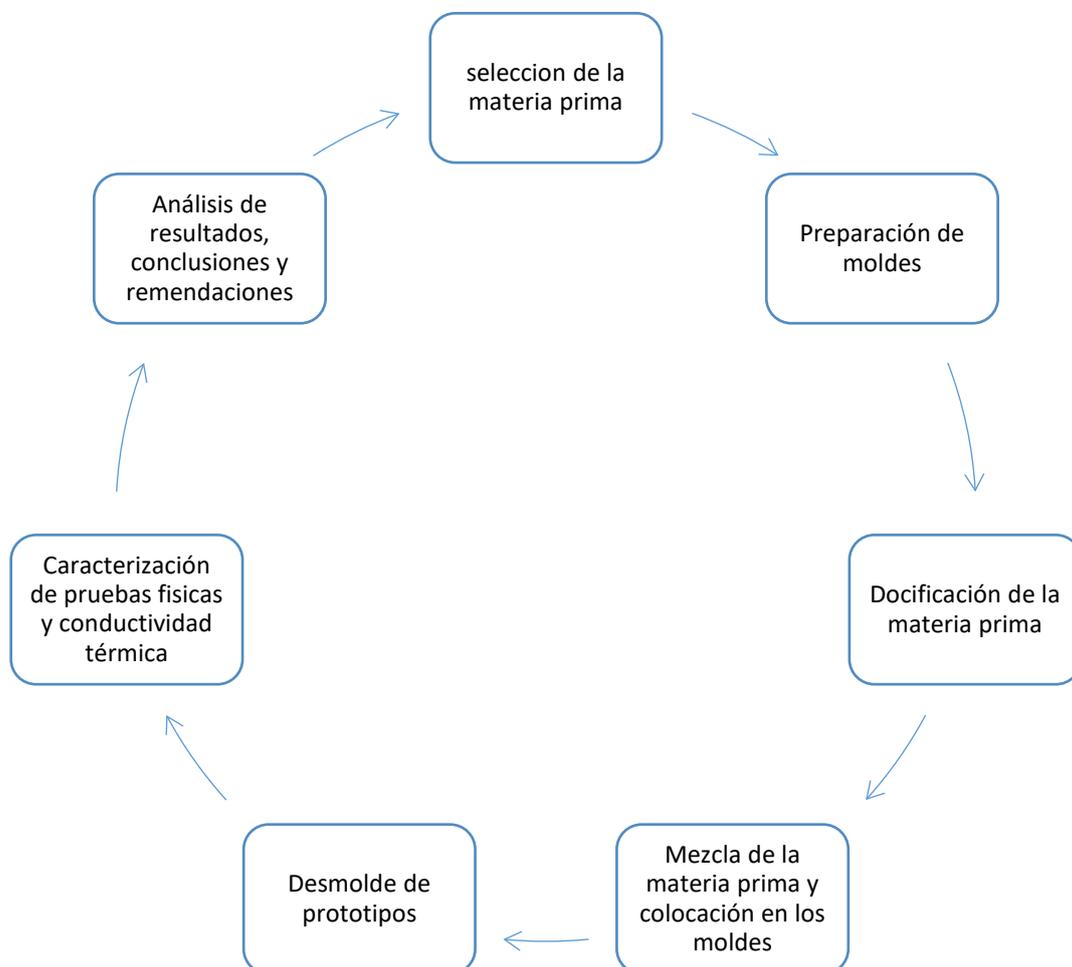
#### **3.4 Población y muestra**

Para este trabajo se ha establecido la elaboración de 5 prototipos con diferentes dosificaciones controladas, a través de un registro del porcentaje de sus

componentes, para evaluar su posterior influencia en las propiedades del nuevo material. El enfoque cuantitativo de la propuesta nos permitirá comprobar los objetivos y la hipótesis de la investigación, que se basará en los valores obtenidos en las pruebas de ensayo, y se validarán de acuerdo a la normativa. Para este proceso no se requiere la participación de terceros, a través de encuestas u opiniones, ya que no aportan en el cumplimiento de los objetivos, por la condición subjetiva de la información que puedan proporcionar.

### 3.5 Presentación y análisis de resultados

Flujograma



**Figura 7.** Flujograma

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

Se recolectó la fibra de coco de un pequeño distribuidor local y también el aserrín de un aserradero de pallets, luego se las desfibró el coco, se las limpió con agua

caliente y deja para la eliminación de la celulosa después fueron puestas al horno por 30 minutos después se cortó la fibra en 1cm. Se procedió con la elaboración de los moldes de acuerdo a medidas estándar; 4 vigas de ensayo de 20cm x 10cm x 4cm para prueba de flexión, modelo de 15cm x 15cm x 5cm para el ensayo de conductividad térmica. Seleccionamos y mezclamos la fibra de coco y el aserrín con resina luego vertimos en los moldes para cada prototipo. Después se colocó en un horno a 20° por 5 horas para desmoldar luego se dejó secar al sol por cinco días; fueron pesados en una balanza, luego sumergidos en agua por 48 horas y pesados nuevamente para determinar el porcentaje de absorción. Finalmente realizamos las pruebas de ensayo físicas y mecánicas para evaluar sus propiedades.



**Figura 8.** Flujograma  
**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

**Tabla 1.** Porcentaje de composición del prototipo 1

Materiales	Volumen Cm <sup>3</sup>	Porcentaje %
Fibras de coco	450	40
Aserrín	450	40
Resina	450	20
Total	1350	100.00

**Nota:** tabla con porcentajes de prototipo

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)

En el proceso de elaboración del primer molde de 15 cm x 15cm x 2,5cm se inició tamizando los valores en porcentaje de cada material para ensayo de conductividad térmica, se puso en un recipiente la fibra de coco de 1cm de espesor y el aserrín para mezclar con un porcentaje de resina luego se la colocó en el molde donde se vertió el resto de la resina para finalmente ser puesta al horno para su secado



**Figura 9.** Primer prototipo.

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

**Tabla 2.** Porcentaje de composición del prototipo 2

Materiales	Volumen Cm <sup>3</sup>	Porcentaje %
Fibras de coco	240	30
Aserrín	400	50
Resina	500	30
Total	1140	100.00

**Nota:** tabla con porcentajes de prototipo

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)

Prototipo dos, se elaboraron en el molde de 20cm x 10cm x 4cm se inició tamizando los valores en porcentaje de cada material para ensayo de conductividad térmica, se puso en un recipiente la fibra de coco de 1cm de espesor y el aserrín para mezclar con un porcentaje de resina luego se la colocó en el molde donde se vertió el resto de la resina para finalmente ser puesta al horno para su secado



**Figura 10.** Segundo prototipo

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

**Tabla 3.** Porcentaje de composición del prototipo 3

Materiales	Volumen Cm <sup>3</sup>	Porcentaje %
Fibras de coco	400	50
Aserrín	240	30
Resina	500	30
Total	1140	100.00

**Nota:** tabla con porcentajes de prototipo

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)

Para el prototipo tres, se elaboraron en el molde de 20cm x 10cm x 4cm se inició tamizando los valores en porcentaje de cada material para ensayo de conductividad térmica, se puso en un recipiente la fibra de coco de 1cm de espesor y el aserrín para mezclar con un porcentaje de resina luego se la colocó en el molde donde se vertió el resto de la resina para finalmente ser puesta al horno para su secado



**Figura 11.** Tercer Prototipo

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

**Tabla 4.** *Porcentaje de composición del prototipo 4*

<b>Materiales</b>	<b>Volumen Cm<sup>3</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
Fibras de coco	160	20
Aserrín	400	50
Resina	500	30
Total	1060	100.00

**Nota:** tabla con porcentajes de prototipo

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)

El prototipo cuatro, se elaboró en el molde de 20cm x 10cm x 4cm se inició tamizando los valores en porcentaje de cada material para ensayo de conductividad térmica, se puso en un recipiente la fibra de coco de 1cm de espesor y el aserrín para mezclar con un porcentaje de resina luego se la colocó en el molde donde se vertió el resto de la resina para finalmente ser puesta al horno para su secado



**Figura 12.** Cuarto prototipo

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

*Tabla 5. Porcentaje de composición del prototipo 5*

<b>Materiales</b>	<b>Volumen Cm<sup>3</sup></b>	<b>Porcentaje %</b>
Fibras de coco	400	50
Aserrín	160	20
Resina	500	30
Total	1060	100.00

**Nota:** tabla con porcentajes de prototipo

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)

Para la elaboración del prototipo cinco, se elaboró en el molde de 20cm x 10cm x 4cm se inició tamizando los valores en porcentaje de cada material para ensayo de conductividad térmica, se puso en un recipiente la fibra de coco de 1cm de espesor y el aserrín para mezclar con un porcentaje de resina luego se la colocó en el molde donde se vertió el resto de la resina para finalmente ser puesta al horno para su secado



*Figura 13. Quinto prototipo*

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

## Caracterización de prototipos

### Transmitancia térmica

El ensayo para la determinación de conductividad térmica es fundamentado en el estándar ISO 8302, El equipo que se utilizó fue el medidor de conductividad térmica de placa caliente, teniendo como valor mínimo de conductividad 0,002 y un valor máximo de 2,500 W/m-K; el prototipo uno fue sometido al ensayo por 60 minutos.

**Tabla 6.** Ensayo de conductividad térmica

<b>N.º prototipo</b>	<b>Espesor cm</b>	<b>Medidas cm</b>	<b>Peso g</b>	<b>Conductividad W/m-K</b>
1	2,5	15x15	453.592	0,083

**Nota:** tabla con porcentajes de ensayo a la conductividad térmica

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)



**Figura 14.** Equipo de ensayo de conductividad térmica

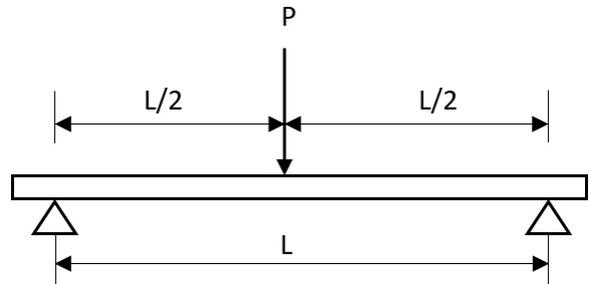
**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

## Ensayo a la flexión

Este ensayo nos permite determinar el MOR (módulo de ruptura) y MOE (módulo de elasticidad antes de su ruptura). Se aplicó una fuerza en el centro de la muestra hasta su límite máximo de flexión antes de su fractura.

$$M_{or} = \frac{3 P_r L}{2 b \cdot h^2}$$

$$MOE = \frac{P_{flex}}{Y_{flex}} \frac{L^3}{48 I}$$



**Tabla 7.** Ensayo a la flexión

N.º prototipo	Medidas cm	Peso g	Carga máxima flexión Kg.	MOR kg/cm <sup>2</sup>	MOE kg/cm <sup>2</sup>
2	9x19x2.5	517.3	200	38.4	2.18
3	9,5x20.1x3	503.7	89	10,66	32.66
4	9,7x19.8x3	482.1	400	48.33	12.54
5	9,5x19.6x3.5	395.9	200	18.98	0.54

**Nota:** tabla con porcentajes de ensayo a la flexión

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)



**Figura 15.** Ensayo a la flexión

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

## Ensayo de compresión

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión para determinar la capacidad de soporte de una carga por unidad de área, expresada en términos de esfuerzo; en este caso en unidades de  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Basadas en las normas INEN 3110: 2016

**Tabla 8.** Ensayo de resistencia a la compresión

N.º prototipo	Medidas cm	Peso g	Carga máxima compresión Kg.	Resistencia compresión $\text{Kg}/\text{cm}^2$
2	10x10x2.5	317.515	820	32.8
3	10x10x3	317.515	470	15.66
4	10x10x3	226.796	1930	65.66
5	10x10x3,5	226.796	2400	68.57

**Nota:** tabla con porcentajes de ensayo a la compresión

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)



**Figura 16.** Ensayo a la compresión

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

### Absorción de humedad

Para calcular el índice de absorción de humedad de los prototipos, primero se tomó el peso inicial de cada uno de ellos, luego se los sumergió en agua por 24 horas, luego se puso al sol por 5 horas y finalmente se tomó un peso saturado, basado en las normas INEN 3110: 2016. Los resultados obtenidos de este ensayo nos permiten evidenciar en la tabla, el bajo porcentaje de absorción de las muestras en la mayoría de los casos nula.

C= contenido de humedad

P<sub>1</sub>= peso inicial

P<sub>2</sub>= peso saturado

$$C = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 \quad (3)$$

*Tabla 9. Porcentaje de ensayo de humedad*

N.º prototipo	medidas cm	Peso inicial P <sub>1</sub> (g)	Peso saturado P <sub>2</sub> (g)	Contenido de humedad %
2	10x10x2,5	317.515	317.515	0
3	10x9x3	317.515	317.515	0
4	9,5x9,5x3	226.796	272.155	0.98
5	10x10x3,5	226.796	317.515	0.98

**Nota:** tabla con porcentajes de ensayo a la humedad

**Elaborado por:** Andrade, Verónica. (2023)



*Figura 17. Ensayo a la humedad*

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

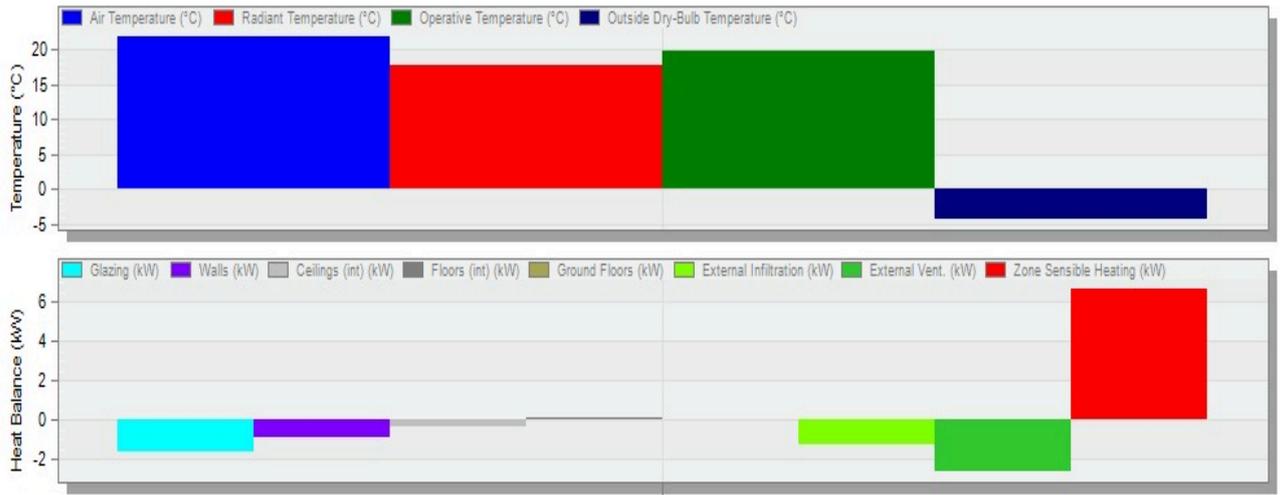
### 3.6 Propuesta

Se realizó un diseño de una vivienda en Design Builder es un software especializado en la simulación ambiental y energética de edificios. Sus avanzadas prestaciones permiten evaluar aspectos como los niveles de confort, los consumos de energía y las emisiones de carbono.



**Figura 18.** Perspectiva 3d  
**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

Se analizó durante todo el año el cambio de temperaturas y cuanto es la filtración por las ventanas a cristalizadas, luego se realizó un render enfocando con colores los lugares con más influencia al calor y mejora de la eficiencia de los sistemas gracias a un flujo de trabajo que permite comprobar, variar y comparar soluciones de manera ágil y dinámica.



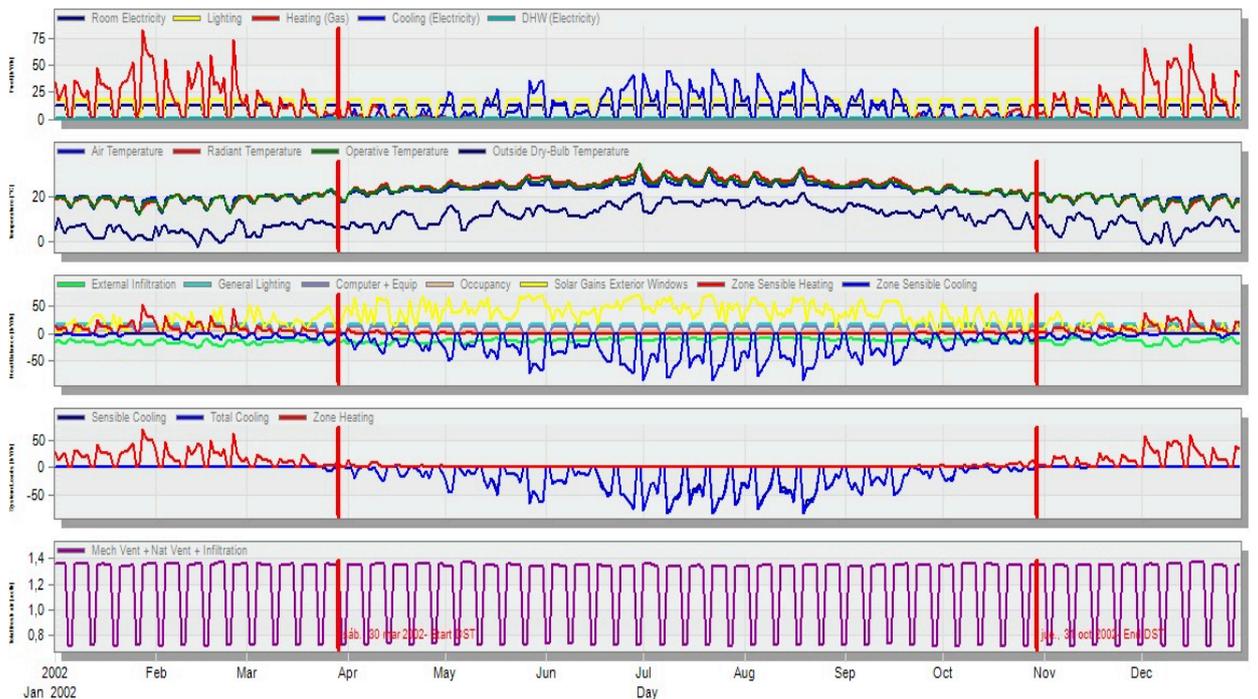
Air Temperature (°C)	22,00
Radiant Temperature (°C)	17,80
Operative Temperature (°C)	19,90
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-4,40
Glazing (kW)	-1,66
Walls (kW)	-0,90
Ceilings (int) (kW)	-0,34
Floors (int) (kW)	0,08
Ground Floors (kW)	-0,01
External Infiltration (kW)	-1,24
External Vent. (kW)	-2,64
Zone Sensible Heating (kW)	6,69

Temperatures, Heat Gains and Energy Consumption - Untitled, Building 2

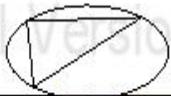
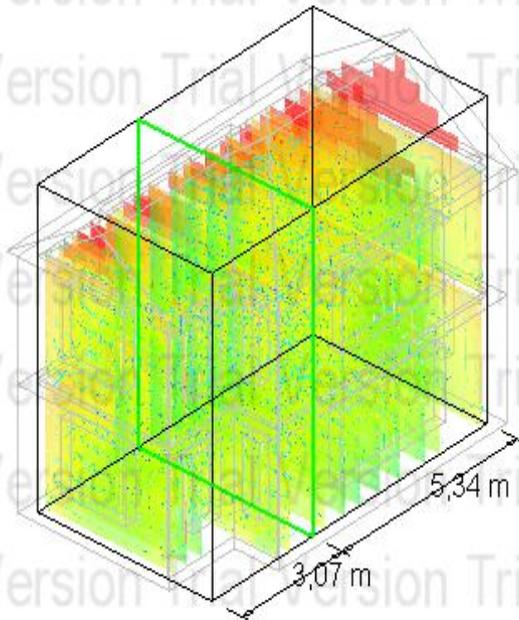
EnergyPlus Output

1 Jan - 31 Dec, Daily

Evaluation



**Figura 19.** Análisis de temperatura  
**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)



Velocity	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	(m/s)
Temperature	23,50	23,98	24,45	24,93	25,41	25,89	26,36	26,84	27,32	27,80	28,27	28,75	(C)

**Figura 20.** Zonas térmicas

**Fuente:** Andrade, Verónica (2023)

## CONCLUSIONES

- La fibra o estopa de coco es un muy buen aislante térmico, no absorbe agua y aporta flexibilidad a los prototipos.
- Los ensayos de flexión y compresión tablas 8 y 9 se puede concluir que este material tiene un alto grado de elasticidad, lo que se da pasó al estudio de las fibras para la utilización de nuevos materiales constructivos.
- Este prototipo dio muy buenos resultados en los ensayos mecánicos y sobre todo de transmitancia térmica y absorción a la humedad, su índice es bajo lo que es un excelente material para crear ambientes térmicamente confortables con un bajo impacto ambiental.
- Los ensayos de conductividad y humedad se pueden concluir que con este compuesto se puede crear un material como louver, con el fin de reducir la utilización de aires acondicionados.
- Los cinco prototipos dieron buenos resultados en todas sus pruebas

## **RECOMENDACIONES**

- Seguir investigando las fibras naturales, ya que son buenos aislantes y le da elasticidad a cualquier material.
- Se debe estudiar con más dosificaciones

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basset Luisa, & Guardiola Arianna. (2015). *Celosías Apellidos, nombre*.
- BBVA. (2022). *¿Qué es la eficiencia energética y cómo se calcula?*  
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-protocolo-de-montreal-un-hito-para-el-medioambiente/>
- COA. (2018). CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
- Cuce, P. M., & Riffat, S. (2016). A state of the art review of evaporative cooling systems for building applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1240–1249. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.10.066>
- FAO. (2021). Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta. *FAO*. <https://doi.org/10.4060/CB4740ES>
- Guo, X., Huang, G., Tu, X., & Wu, J. (2022). Effects of urban greenspace and socioeconomic factors on air conditioner use: A multilevel analysis in Beijing, China. *Building and Environment*, 211, 108752. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2022.108752>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- IEA. (2016). *Agencia Internacional de la Energía*. Prosperidad Energéticamente Eficiente: El “Primer Combustible” Del Desarrollo Económico. <https://www.iea.org/news/energy-efficient-prosperity-the-first-fuel-of-economic-development>
- IEA. (2021a). *Agencia Internacional de la Energía*. Heating - Fuels & Technologies. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/heating>
- IEA. (2021b). *Enfriamiento – Análisis*. IEA. <https://www.iea.org/reports/cooling>
- IEA. (2022). *Electricity - Fuels & Technologies*. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/electricity>
- Ignacio Martínez Soler. (2015). *Relación entre formulación y propiedades adhesivas de resinas epoxi en piedra natural*.
- Javier Quimbiamba Bolaños. (2020). *EL CALENTAMIENTO GLOBAL*. [https://iegenaroleon.com/wp-content/uploads/2020/08/cn11\\_5.pdf](https://iegenaroleon.com/wp-content/uploads/2020/08/cn11_5.pdf)
- Kumar Patel, N., Mishra, V., & Choudhary, T. (2022). Fabrication and characterization of epoxy composites reinforced with jute fibers and coconut fibers: A mechanical study. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.06.471>

- Maderuelo-Sanz, R., García-Cobos, F. J., Sánchez-Delgado, F. J., Mota-López, M. I., Meneses-Rodríguez, J. M., Romero-Casado, A., Acedo-Fuentes, P., & López-Ramos, L. (2022). Mechanical, thermal and acoustical evaluation of biocomposites made of agricultural waste for ceiling tiles. *Applied Acoustics*, *191*, 108689. <https://doi.org/10.1016/J.APACOUST.2022.108689>
- Mallakpour, S., Sirous, F., & Hussain, C. M. (2021). Sawdust, a versatile, inexpensive, readily available bio-waste: From mother earth to valuable materials for sustainable remediation technologies. *Advances in Colloid and Interface Science*, *295*, 102492. <https://doi.org/10.1016/J.CIS.2021.102492>
- Minaya Ana, & Echeverría Eddie. (2021). Elaboración de un panel mediante el reciclaje de la fibra de plátano y cáscara de maní. *ULVR*.
- Mirski, R., Dukarska, D., Derkowski, A., Czarnecki, R., & Dziurka, D. (2020). By-products of sawmill industry as raw materials for manufacture of chip-sawdust boards. *Journal of Building Engineering*, *32*. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101460>
- Narciso, C. R. P., Reis, A. H. S., Mendes, J. F., Nogueira, N. D., & Mendes, R. F. (2021). Potential for the Use of Coconut Husk in the Production of Medium Density Particleboard. *Waste and Biomass Valorization*, *12*(3), 1647–1658. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01099-x>
- Nicol, J. F. (1966). Radiation transmission characteristics of Louver systems. *Building Science*, *1*(3), 167–182. [https://doi.org/10.1016/0007-3628\(66\)90020-X](https://doi.org/10.1016/0007-3628(66)90020-X)
- NTE INEN. (2016). *NTE INEN 3110*. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_3110.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_3110.pdf)
- O'Donovan, A., O'Sullivan, P. D., & Murphy, M. D. (2017). A field study of thermal comfort performance for a slotted louvre ventilation system in a low energy retrofit. *Energy and Buildings*, *135*, 312–323. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.049>
- Owoyemi, J. M., Zakariya, H. O., & Olalekan, I. (2016). Environmental & Socio-economic Studies Sustainable wood waste management in Nigeria. *Environ. Socio.-Econ. Stud*, *4*, 1–9. <https://doi.org/10.1515/enviro-2016-0012>
- Pandey, V. C. (2020). Fly ash deposits—a potential sink for carbon sequestration. *Phytomanagement of Fly Ash*, 235–255. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818544-5.00008-0>
- Tahir, F., & Al-Ghamdi, S. G. (2023). Climatic change impacts on the energy requirements for the built environment sector. *Energy Reports*, *9*, 670–676. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2022.11.033>

- Tomitsch, M. (2022). Interactive media facades—research prototypes, application areas and future directions. *Rethinking Building Skins: Transformative Technologies and Research Trajectories*, 313–337. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822477-9.00019-X>
- Uribe, D., Vera, S., Bustamante, W., McNeil, A., & Flamant, G. (2019). Impact of different control strategies of perforated curved louvers on the visual comfort and energy consumption of office buildings in different climates. *Solar Energy*, 190, 495–510. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2019.07.027>
- Wen, Y., & Lian, Z. (2009). Influence of air conditioners utilization on urban thermal environment. *Applied Thermal Engineering*, 29(4), 670–675. <https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2008.03.039>
- Woods, J., James, N., Kozubal, E., Bonnema, E., Brief, K., Voeller, L., & Rivest, J. (2022). Humidity's impact on greenhouse gas emissions from air conditioning. *Joule*, 6(4), 726–741. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.02.013>
- Yazarlou, T., & Barzkar, E. (2022). Louver and window position effect on cross-ventilation in a generic isolated building: A CFD approach. *Indoor and Built Environment*, 31(6), 1511–1529. [https://doi.org/10.1177/1420326X211061685/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177\\_1420326X211061685-FIG2.JPEG](https://doi.org/10.1177/1420326X211061685/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_1420326X211061685-FIG2.JPEG)
- Yu, M., Zhang, T., Li, J., Tan, J., & Zhu, X. (2023). Enhancing toughness, flame retardant, hydrophobic and dielectric properties of epoxy resin by incorporating multifunctional additive containing phosphorus/silicon. *Materials and Design*, 225. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.111529>