



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE  
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN  
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**CASO DE ESTUDIO**

**TEMA**

**MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A BASE DE RESIDUOS  
AGRÍCOLAS  
(BIOMASA LIGNOCELULOSA)**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ARQUITECTO**

**AUTOR**

**ARIEL ENRIQUE CAÑIZARES QUIMI**

**GUAYAQUIL**

**2023**

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

### Caso de estudio corregido

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>	<b>1%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Francisco de Paula Santander</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>gt.socialab.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>ojoalclima.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>www.segured.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



electrónicamente por  
CECILIA ISABELMAYORGA  
HERRERA

Mgtr. Cecilia Mayorga Herrera

DOCENTE REVISOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este caso de estudio a mis queridos padres y abuelos, quienes han Sido mi fuente constante de inspiración y apoyo inquebrantable a lo largo de mi vida. Su amor incondicional, sabiduría y sacrificio han Sido mi faro en el camino de la educación. Este logro es también suyo, y les agradezco desde lo más profundo de mi corazón por su amor eterno y aliento constante. Gracias por creer en mí y por ser mi roca en este viaje académico.

## Tabla de contenido

II. INTRODUCCIÓN .....	1
III. ANÁLISIS.....	2
IV. PROPUESTA .....	8
V. CONCLUSIONES .....	11
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	12

## II. INTRODUCCIÓN

El incremento en la cantidad de habitantes conlleva a una mayor solicitud de recursos para edificar viviendas; la producción de estos materiales está relacionada con el uso de elementos de la naturaleza y demanda un consumo elevado de energía durante su manufactura.

La polución derivada de la elaboración de materiales de edificación causa un efecto más significativo cuando dichos materiales contienen menos componentes producidos de manera sustentable, lo que convierte al material de construcción en algo altamente artificial (Bravo-Bailón, y otros, 2023).

Actualmente hay un interés de disminuir la huella ecológica mediante la reutilización de productos desechados, se lo puede lograr de diferentes maneras como; el uso de reutilización de recursos hídricos, materiales residuales de procesos industriales, compuestos resultantes de producciones alimenticias, etc. Esta última nos abre un abanico de posibilidades ya que en la industria alimenticia en su principio básico de industrialización nos presenta los residuos que provienen de los procesos agrícolas.

Al convertirse un proceso agrícola tradicional a uno industrializado la cantidad de residuos será mayor y se darán en menor tiempo. Se pretende acaparar el impacto de la fabricación de un material de construcción con el uso de materias residuales de las producciones agrícolas para sustituir compuestos usados en materiales de construcción que requieran mucha energía para su fabricación.

En previas investigaciones se dio a conocer que los materiales de construcción para que puedan tener capacidades esenciales como: aislantes térmicos, aislantes acústicos, duraderos, fácil instalación y que sean sostenibles y ser de la misma localidad en donde se fabrique dicho material de construcción. Las mismas características se las pueden encontrar en materias orgánicas. Por eso en el presente trabajo se buscará un material de construcción realizado a base de residuos agrícolas para el planteamiento una vivienda mínima y así mejorar su prestación térmica.

### III. ANÁLISIS

Al describir cuatro métodos de construcción utilizados para crear materiales de edificación a partir de desechos agrícolas con propiedades de biomasa lignocelulósica, se evaluará qué tipos de materiales constructivos son más beneficiosos, considerando sus ventajas sostenibles en términos de mejora en comparación con su capacidad de aislamiento térmico en una vivienda unifamiliar de tamaño reducido.

Después de un estudio minucioso, se han descubierto diversas técnicas constructivas que posibilitan la utilización de desechos agrícolas en la edificación. A continuación, exponemos la investigación llevada a cabo por la Universidad Militar Nueva Granada de Colombia, la cual demuestra cómo se puede aprovechar la paja de trigo en forma de paneles prefabricados con propiedades aislantes y estructurales, “la alta porosidad demuestra la facilidad de usar este material en la fabricación de materiales para el aislamiento térmico” (Bernal, 2018).

Los beneficios de contar con un panel prefabricado de un residuo vegetal como lo es la paja de trigo son de permitir su modulación, lo que a su vez le suma rigidez a su estructura, al ser compartido su grado de soporte de cargas de compresión, su capacidad de modulación permite aumentar también el cubrimiento del área.

El investigador Giovanni Américo Tinoco Padilla llevó a cabo un análisis en su tesis de 2018, donde se exploró la posibilidad de utilizar residuos agrícolas provenientes de la caña de azúcar como una alternativa viable en la producción de paneles prefabricados de yeso. Los resultados de esta investigación indican que estos paneles presentan propiedades termoaislantes altamente favorables. Los paneles exhiben diversas características debido a su masa y densidad, que van desde una mayor porosidad hasta una mayor firmeza, dureza e incluso cualidades aislantes (Tinoco, 2018).

Así, se ha evaluado su capacidad para transformarse en un elemento constructivo dedicado al aislamiento térmico. Al incorporar el bagazo de caña de azúcar como un aditivo al yeso tradicional, se reduce la necesidad de otros

materiales y se facilita la incorporación de este residuo agrícola, evitando su descarte y aprovechando su potencial de uso.

Los autores Daniel Oswaldo Rodríguez Bravo y Ariel Alexander Ullón Litardo (2022) demostraron que las planchas comprimidas biodegradables a base de tusa de maíz que se componen de fibras aglomeradas con distintas resinas, le atribuyen características de aislamiento térmico. Esto permite que sea un material de construcción considerado para su colocación en espacios interiores y cubiertos, la mayor parte serían tabiques divisores de ambientes.

El investigador Giovanni Américo Tinoco Padilla (2018) llevó a cabo un análisis en su tesis con el objetivo de explorar la posibilidad de utilizar residuos agrícolas provenientes de la caña de azúcar como una alternativa viable en la fabricación de paneles prefabricados de yeso. El análisis revela que estos paneles presentan propiedades termoaislantes altamente beneficiosas. Según los resultados obtenidos, estos paneles exhiben una variedad de características relacionadas con su masa y densidad, que van desde una porosidad adicional hasta una mayor firmeza, dureza e incluso cualidades aislantes.

Las observaciones y deducciones realizadas por el autor en relación a la incorporación de esta fibra son las siguientes: se logra una manejabilidad adecuada, se observa una reducción del 25% en la resistencia a la flexotracción en comparación con el estándar, se mantienen densidades similares a las de la escayola sin aditivos, y se experimenta un aumento del 12% en la resistencia a la compresión en relación con la muestra de referencia. Esto resalta la relevancia de "este novedoso material puede ser empleado en la fabricación de elementos prefabricados y otros componentes constructivos que requieran ser livianos" (Leiva y Del Río, 2013).

El estudio llevado a cabo por Milton Mesías Alarcón Ramírez y Jorge Manuel Alfonzo Salinas (2020) muestra cómo es posible emplear fibras de banano y cáscaras de arroz en paneles de yeso, presentando una opción para aprovechar desechos agrícolas en la fabricación de un material de construcción con propiedades de aislamiento térmico. Su coeficiente de conductividad térmica sugiere fuertemente su viabilidad como componente principal en sistemas de aislamiento térmico (Alarcón y Alfonzo, 2020).

Al ser un material de construcción con alto índice de absorción a la humedad lo ubica en los estándares de materiales de construcción para su ubicación en interiores y cubiertos. En gran medida se utilizan como una alternativa al cielo raso convencional.

### **¿Cuál es la importancia en el aspecto ambiental el desarrollo de materiales sostenibles para su uso en las edificaciones?**

La importancia de utilizar en la construcción materiales que incluyan componentes derivados de residuos agrícolas se basa en la reducción de las emisiones de carbono. Esto se debe a que la producción y utilización de materiales tradicionales de construcción, como el hormigón y el acero, conllevan la emisión de una considerable cantidad de carbono. En contraposición, los materiales sustentables tienden a tener una menor huella de carbono, ya sea porque se originan a partir de fuentes renovables o porque requieren menor energía durante su proceso de elaboración.

El objetivo es la conservación de los recursos naturales, y para lograr esto se fomenta la utilización de materiales de construcción sustentables diseñados para minimizar el consumo de recursos naturales (Souza, 2022). Un caso ejemplar sería la incorporación de materiales reciclados o renovables, como madera certificada o productos reutilizados, en lugar de recursos primarios. Esta acción contribuye a la preservación de los recursos naturales y a la reducción de la extracción de materias primas, lo que a su vez mejora la eficiencia energética.

Los materiales sostenibles también pueden contribuir a la mejora de la eficiencia energética en las edificaciones. Ciertos materiales poseen características aislantes que contribuyen a mantener una temperatura interna constante, disminuyendo así la dependencia de sistemas intensivos de calefacción y refrigeración (Golden, 2016).

Esta acción puede llevar a la reducción tanto del consumo de energía como de las emisiones que lo acompañan. En contraposición, las construcciones convencionales generan una considerable cantidad de desechos que habitualmente terminan en vertederos. Por otro lado, los materiales sostenibles fomentan la práctica del reciclaje y la reutilización, lo que conlleva a la disminución de la



cantidad de residuos producidos y a una gestión más responsable de los recursos disponibles.

La adopción de estos materiales puede conducir a la disminución del impacto ambiental de las edificaciones, contribuyendo al progreso de un sector de la construcción caracterizado por su enfoque sostenible y su consideración hacia el entorno.

### **¿Cuál es la importancia en el aspecto social el desarrollo de materiales sostenibles para su uso en las edificaciones?**

Desde una perspectiva social, se puede afirmar que la promoción del bienestar y la salud se erige como el principal beneficio para la comunidad. Los materiales sustentables generalmente resultan más beneficiosos para la salud de los individuos que residen en las edificaciones. Por ejemplo, es posible emplear materiales con emisiones reducidas de compuestos orgánicos volátiles (COV) y sustancias químicas dañinas, lo cual disminuye el riesgo de trastornos respiratorios y otros efectos adversos para la salud. Igualmente, la utilización de materiales sostenibles puede contribuir a la mejora de la calidad del aire y a la reducción de la exposición a elementos perjudiciales (Hernández-Zamora y otros, 2021).

La adopción de materiales sostenibles en la construcción puede impulsar la creación de empleo en sectores relacionados, como la producción de materiales renovables, la fabricación de componentes de construcción ecológicos y la instalación de sistemas de energía renovable. Esto contribuirá al desarrollo social, porque se creará una concientización en las personas que trabajan en la industria agrícola (López, 2017).

### **¿Cuál es la importancia en el aspecto económico el desarrollo de materiales sostenibles para su uso en las edificaciones?**

Los materiales sustentables, incluyendo aislantes de alto rendimiento, ventanas de baja demanda energética y tecnologías de energía renovable, tienen la capacidad de aumentar la eficiencia energética en las construcciones. Este resultado se refleja en una disminución de los gastos operativos a largo plazo, puesto que se reduce la necesidad de energía para calefacción, refrigeración e iluminación.

Además, la implementación de sistemas de energía renovable puede generar ahorros adicionales al reducir o eliminar la dependencia de fuentes de energía tradicionales y costosas (Paipilla, 2017). La eficiencia energética y reducción de costos operativos representaría un impacto económico en pequeñas empresas que manejen residuos agrícolas, ya que les permitirá generar ingreso y más cadenas de procesamiento a residuos agrícolas.

El cumplimiento de regulaciones y el acceso a incentivos, en numerosas regiones, están alineados con enfoques de sostenibilidad y eficiencia energética en la construcción. La utilización de materiales sustentables puede contribuir al cumplimiento de estos requisitos y prevenir posibles sanciones o multas. Adicionalmente, algunos gobiernos y entidades ofrecen incentivos económicos, como subsidios y ventajas fiscales, para promover la adopción de enfoques de construcción sostenible. Esto puede traducirse en la disminución de los costos de construcción y en una mejora en la viabilidad financiera de los proyectos (Robles, 2022).

Se propuso la edificación de una casa de dimensiones pequeñas, en la cual se optó por utilizar paneles prefabricados de yeso y residuos de caña de azúcar como una opción de material de construcción con el objetivo de mejorar su capacidad de aislamiento térmico. Las cualidades de estos paneles propuestos incluyen la reutilización de residuos orgánicos, la creación de un material de construcción con propiedades aislantes y la garantía de su durabilidad. Es importante destacar que existen varios tipos de materiales que incorporan residuos orgánicos en su composición, pero enfrentan distintos desafíos en términos de vulnerabilidad y exposición a factores ambientales externos, a los cuales una vivienda de dimensiones mínimas está expuesta.

La decisión de la utilización se dará refiriéndonos a la investigación bibliográfica que nos establece una serie de recomendaciones y entre ellas la más importante, el uso del material en la construcción. Hemos decidido darle el uso de aislante térmico frente a la radiación solar para mejorar el confort higrotérmico interior de la vivienda, mediante la instalación de paneles configurados que servirán como cielo raso o tumbado de nuestra propuesta de vivienda, también como muros divisorios no portantes los cuales poseen cualidades aislantes acústicas y se

presentan de menor costos frente a muros divisorios en las construcciones tradicionales (Díaz-Chávez, 2019).

### **Evaluación de incidencia solar y vientos.**

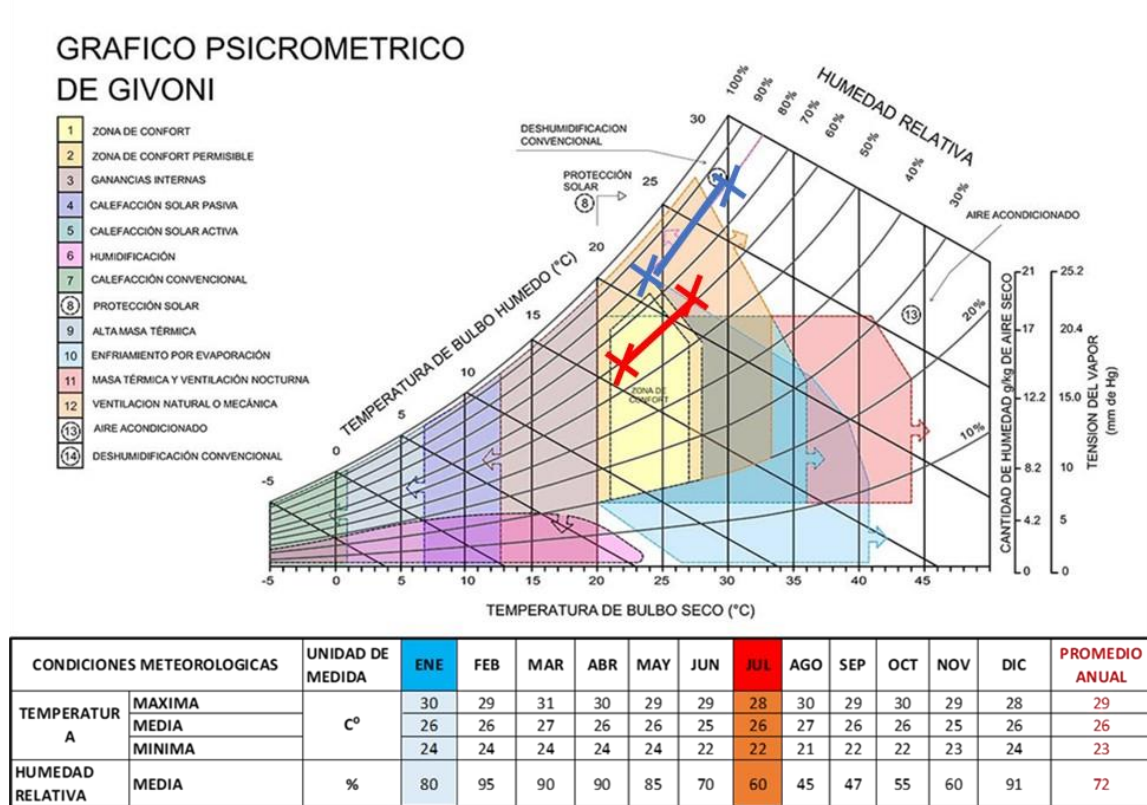
La orientación en climas cálido húmedo lo recomendable es que la fachada más larga se ubique en sentido norte sur para evitar el asoleamiento y en dirección de los vientos predominantes (Garzón, 2019).

### **Evaluación de incidencia térmica**

La dinámica higrotérmica y energética de los edificios se manifiesta mediante la transferencia de calor que ocurre entre los espacios internos y externos a través de la envolvente. Nuestro material de construcción propuesto tiene como objetivo funcionar como aislante térmico, reduciendo los efectos de las acumulaciones de calor originadas por la radiación solar directa y minimizando el intercambio térmico en las paredes internas. La cantidad de calor ganado variará en función de la zona climática en la cual se encuentre la vivienda de tamaño mínimo (Palomo, 2017).

## IV. PROPUESTA

Figura 1.  
Gráfico de Givoni para la ciudad de guayaquil -Ecuador



Fuente: tomado de Pittamn (2020).

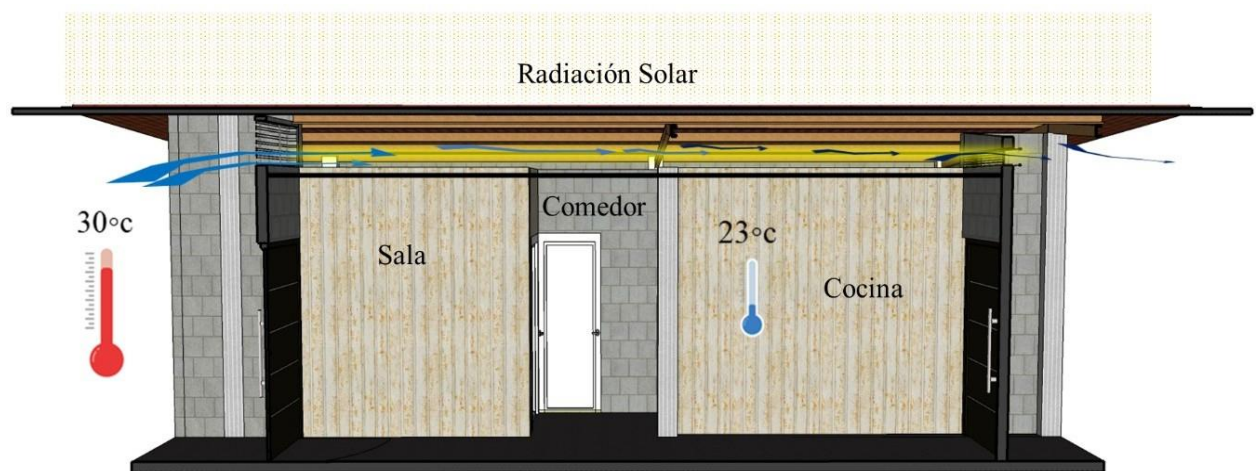
Ase analizó el gráfico psicrométrico de Givoni en donde ubicamos de color rojo los días que las temperatura y la humedad relativa más altas, teniendo en cuenta esto se procedió a determinar que estrategias se debe aplicar para nuestra propuesta de vivienda ubicada en la ciudad de guayaquil, ciudad la cual posee un clima cálido húmedo nos damos cuenta que utilizaremos la estrategia 12, ventilación cruzada para los meses más calurosos y para los mese con menor temperatura la estrategia 1 y 2, zona de confort y confort permisible. El análisis previsto nos hace plantear nuestra vivienda mínima con materiales que tengan características de disminuir prestaciones térmicas en el interior de la vivienda y en usar la ventilación cruzada como método de disipación del calor. Ver Figura 1.

### Ubicación de la propuesta

**Ciudad:** Guayaquil.

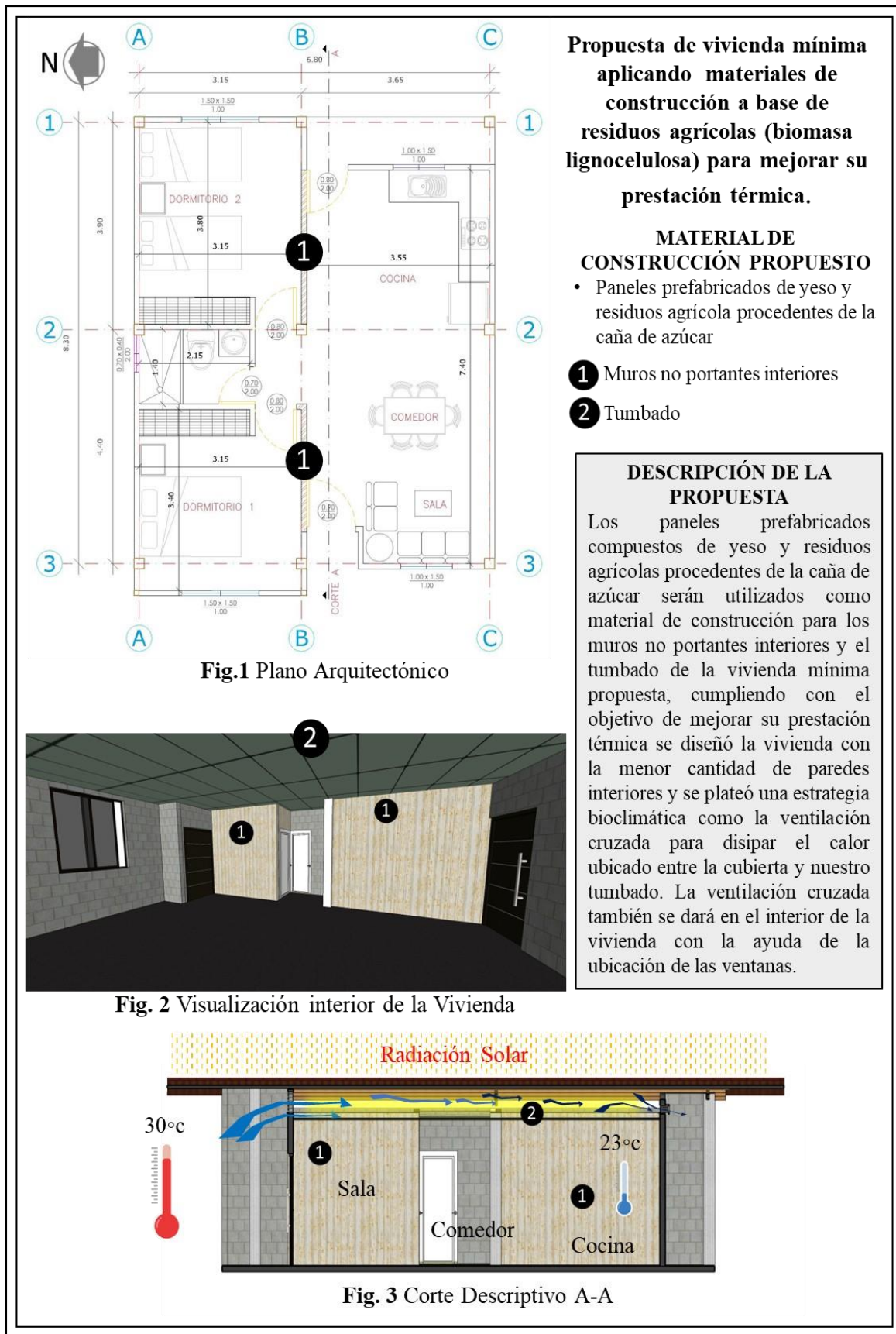
La importancia de usar un material residual compuesto de biomasa lignocelulosa procedente de la caña de azúcar, va enfocado en criterios bioclimáticos en donde la mayor estrategia para lograr un confort higrotérmico interior de la vivienda es aislar la radiación solar, ya que con la ayuda de criterios bioclimáticos como de orientación, ubicación y ventilación cruzada se logrará una temperatura interior media agradable. A continuación, se expondrá nuestra propuesta de vivienda mínima con sus requerimientos bioclimático y cualidades de materialidad para mejorar su prestación térmica. Ver Figura 1.

Figura 2.  
Representación de funcionamiento de estrategias bioclimáticas



Elaborado por: Cañizares Quimi, (2023)

Figura 3.  
Lámina propuesta de vivienda mínima



Elaborado por: Cañizares Quimi, (2023)

## V. CONCLUSIONES

La propuesta de utilizar residuos agrícolas, en particular la biomasa lignocelulósica obtenida de la caña de azúcar, como componente de construcción para mejorar el rendimiento térmico de una vivienda de dimensiones reducidas, demuestra ser un enfoque sumamente pertinente y sostenible. Al combinar paneles de yeso prefabricados con esta alternativa de recurso, se logra aprovechar las propiedades aislantes de la biomasa, asegurando la durabilidad y proporcionando comodidad en términos de temperatura y humedad en el interior de la vivienda.

La evaluación bioclimática llevada a cabo, que engloba aspectos de dirección, ubicación y ventilación cruzada, respalda la elección de esta biomasa lignocelulósica como solución para el aislamiento térmico ante la exposición solar, especialmente en un entorno cálido y húmedo como el de Guayaquil. La sugerencia de utilizar paneles en forma de revestimiento en techos y como separadores no portantes resulta en una mejora en la utilización de recursos y en la disminución de los gastos en contraste con los métodos constructivos tradicionales.

Es fundamental destacar que la orientación hacia la incorporación de residuos agrícolas en el ámbito de la construcción posee un efecto beneficioso en términos de sostenibilidad y economía circular. La reutilización de la biomasa lignocelulósica no solo disminuye la producción de residuos, sino que también fomenta acciones más conscientes y sustentables, además de impulsar un desarrollo rural duradero al aprovechar los recursos locales.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, M., y Alfonso, J. (2020). Paneles de yeso con fibra de banano y cáscara de arroz para cielo raso de edificaciones. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3900>

Área Tecnología. (s/f). Materiales de construcción. [https://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/MATERIALES%20PARA%20LA%20CONSTRUCCION.htm#Clasificaci%C3%B3n\\_y\\_Tipos\\_de\\_Materiales\\_de\\_Construcci%C3%B3n](https://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/MATERIALES%20PARA%20LA%20CONSTRUCCION.htm#Clasificaci%C3%B3n_y_Tipos_de_Materiales_de_Construcci%C3%B3n)

Bakker, R. (2013). Estado e implicaciones de los residuos de la biomasa de palma de aceite. Revista Palmas, 34(No. Especial), 111-119. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10706/10692>

Bardales, C., Cabos, J., León, C., y Jara, E. (2020). Enriquecimiento proteico de los principales residuos lignocelulósicos agroindustriales de la Región La Libertad con la asociación mixta de *Trichoderma reesei*, *Chaetomium cellulolyticum* y *Candida utilis* para alimentación animal. *Arnaldoa*, 27(1), 99-114. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992020000100099](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992020000100099)

Bernal, M. (2018). Uso de la paja en la construcción de paneles aislantes o estructurales, aprovechamiento de residuos de cereales de la agricultura. Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17851/BernalPe%C3%B1aMariaSol2018.pdf?isAllowed=y&sequence=3>

Bravo-Bailón, K., Polanco-Chávez, J., y Pachana-Cedeño, R. (2023). Evaluación del impacto ambiental por la construcción no regularizada de viviendas de interés social en Portoviejo, Manabí. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 2965-2981. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/5484/13515>

Díaz-Chávez, R. (2019). De qué manera la producción sostenible de bioenergía puede contribuir al desarrollo de Colombia. *Revista Palmas*, 40(Núm.



Especial), 104-118.  
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13090/12905>

García, J., Varón, D., y Barrera, J. (2019). Convirtiendo una planta de beneficio en una biorrefinería: paso de tecnologías por el valle de la muerte. *Revista Palmas*, 40(Núm. Especial), 76-103.  
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13089/12904>

Garzón, M. (2019). Evaluación del comportamiento térmico de dos viviendas rurales en clima cálido húmedo – caso Chamanga. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17010/TESIS%20MGARZON%20MAS%2024JUNIO2019%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Golden, J. (2016). La industria de los bioproductos. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), 275-282. [https://fedepalma.org/conferenciainternacional/wp-content/uploads/2022/09/M\\_3\\_12-La-industria-de-los-bioproductos.pdf](https://fedepalma.org/conferenciainternacional/wp-content/uploads/2022/09/M_3_12-La-industria-de-los-bioproductos.pdf)

Hernández-Zamora, M., Jiménez-Martínez, S., y Sánchez-Monge, J. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2), 3-10. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i2.4831>

Leiva, M., y Del Río, M. (2013). Escayola aditivada con residuos agrícolas: cáscara de arroz y cáscara triturada. *Actas del I Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes* (pp. 118-126). <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/39061/11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, J. (2017). Bioeconomía y el potencial que ofrece la agroindustria de la palma de aceite en Malasia. *Boletín El Palmicultor*, (544), 34–36. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/12106>

Paipilla, L. (2017). El enfoque de Bioeconomía como visión de desarrollo: oportunidades para Colombia y el sector palmero. *Boletín El Palmicultor*, (544), 32-33.

<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/download/12105/12038>

Palacios, R., Mosquera, J., y Zhapan, M. (2019). Obtención de fibras textiles a partir de residuos agrícolas. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9144>

Palomo, M. (2017). Aislantes térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos. Universidad Politécnica de Madrid. [https://oa.upm.es/47071/1/TFG\\_Palomo\\_Cano\\_Marta.pdf](https://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf)

Pittman, S. (2020, 09 de junio). Carta Bioclimática de Givoni (Procedimiento) + Descarga [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=ybnkbiO3rSU>

Ramos, V., Aguilera, A., y Ochoa, E. (2016). Residuos de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para obtener pectinas útiles en la industria alimentaria. *Revista de Simulación y Laboratorio*, 3(9), 22-29. [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion\\_y\\_Laboratorio/vol3num9/Revista\\_de\\_Simulacion\\_y\\_Laboratorio\\_V3\\_N9\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol3num9/Revista_de_Simulacion_y_Laboratorio_V3_N9_4.pdf)

Robles, K. (2022). Formación de un sistema de incentivos fiscales a la innovación en Ecuador. *Revista Económica*, 10(1), 54-62. <https://doi.org/10.54753/rve.v10i1.1292>

Rodríguez, D. y Ullón, A. (2022). Diseño de un sistema para la producción de planchas biodegradables a base de la tusa de maíz. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b3e3db0e-a4de-49d0-a807-b1ef5f4d626d/content>

Souza, E. (2022, 26 de marzo). Diseño de residuos agrícolas: cáscaras, bagazo y paja transformados en materiales de construcción eficientes. Arch Daily. <https://www.archdaily.cl/cl/978809/disenio-de-residuos-agricolas-cascaras-bagazo-y-paja-transformados-en-materiales-de-construccion-eficientes>

Tinoco, G. (2018). Uso del residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso –

Lima 2018. Universidad César Vallejo.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25868/  
Tinoco\\_PGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25868/Tinoco_PGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zumárraga, J. (2012). Efecto de los pretratamientos hidrotérmicos en la composición química y la sacarificación del bagazo de Agave tequilana. Centro de Investigación Científica de Yucatán.  
[https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/676/1/  
PCER\\_M\\_Tesis\\_2012\\_Jose\\_Alberto\\_Zumarraga\\_Pech.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/676/1/PCER_M_Tesis_2012_Jose_Alberto_Zumarraga_Pech.pdf)