

**Mechanical Viability of Construction Elements made from Organic  
Banana Fibers**  
**Viabilidad mecánica de elementos de construcción elaborados  
con fibras orgánicas de plátanos**

**Autores:**

García-Mateo, Darío-Francisco  
TECNOLOGÍA SUPERIOR UNIVERSITARIA EN MECÁNICA  
INDUSTRIAL  
Manta – Ecuador



[garcia.d.0318@istlam.edu.ec](mailto:garcia.d.0318@istlam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0008-4700-0514>

García-Gutiérrez, Ángel-Nicanor  
TECNOLOGÍA SUPERIOR UNIVERSITARIA EN  
MECÁNICA INDUSTRIAL  
Manta – Ecuador



[garcia.a.8909@istlam.edu.ec](mailto:garcia.a.8909@istlam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0008-0427-1517>

Intriago-Alcívar, Alejandro  
TECNOLOGÍA SUPERIOR UNIVERSITARIA EN MECÁNICA  
INDUSTRIAL  
Docente  
Manta– Ecuador



[lintriago@istlam.edu.ec](mailto:lintriago@istlam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0009-6005-0871>

Fechas de recepción: 19-MAY-2025 aceptación: 19-JUN-2025 publicación: 30-JUN-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>  
<http://mqrinvestigador.com/>



## Resumen

En el contexto actual de la construcción, el interés por desarrollar materiales sostenibles y con bajo impacto ambiental ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas que reemplacen, total o parcialmente, a los materiales convencionales. Una de las líneas de investigación más prometedoras es el aprovechamiento de residuos agrícolas para la obtención de compuestos que, además de ser ecológicos, presenten propiedades mecánicas adecuadas para su uso en aplicaciones constructivas. En este trabajo se evalúa la viabilidad mecánica de elementos de construcción elaborados a partir de polímeros orgánicos reforzados con fibras naturales extraídas del tallo del plátano (*Musa paradisiaca*), un residuo agroindustrial comúnmente desaprovechado en zonas tropicales.

El estudio consistió en la elaboración de probetas con geometría normada, fabricadas mediante procesos de mezcla, moldeo y curado controlado, a las cuales se les aplicaron ensayos mecánicos estandarizados para determinar sus propiedades de resistencia. Se evaluaron las propiedades físicas mediante pruebas normalizadas de compresión, tracción e impacto guiándose por los métodos descritos en los estándares ASTM D695, D638 y D256, respectivamente. Para garantizar la confiabilidad y precisión de las mediciones, se utilizaron equipos certificados, como la máquina universal de ensayos RAAGEN ETM 100S y el péndulo de impacto Charpy JB 300BN, ambos calibrados según estándares internacionales.

Los resultados obtenidos fueron alentadores: las muestras reforzadas con fibra de plátano alcanzaron una resistencia a la compresión de 28 MPa, una resistencia a la tracción de 12.98 MPa y una energía absorbida en impacto de 0.23 J/cm<sup>2</sup>. Estos valores se analizaron en relación con los criterios establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MP (2014), que define una resistencia mínima de 10 MPa y máxima de 28 MPa para mampostería estructural reforzada. Bajo este marco, el compuesto desarrollado se encuentra en el límite superior aceptado por la norma en cuanto a compresión, demostrando así su potencial para su uso en componentes estructurales livianos y, con mayor seguridad, en elementos no estructurales como paneles divisorios, recubrimientos y prefabricados para cerramientos.

**Palabras clave:** materiales compuestos; fibra de plátano; polímeros orgánicos; sostenibilidad; resistencia mecánica; ASTM; NEC; construcción ecológica.



## Abstract

In today's construction sector, the drive to develop sustainable and environmentally friendly materials has led to the exploration of alternatives that can partially or fully replace conventional materials. One of the most promising research areas is the use of agricultural waste to produce composites that are not only eco-friendly but also mechanically suitable for construction applications. This study assesses the mechanical feasibility of construction elements made from organic polymers reinforced with natural fibers extracted from the stem of the banana plant (*Musa paradisiaca*), an agro-industrial residue frequently underutilized in tropical regions.

The research involved the preparation of standardized specimens manufactured through controlled processes of mixing, molding, and curing. These samples were subjected to mechanical tests to determine their resistance properties, following the procedures outlined in ASTM standards D695 (compression), D638 (tensile), and D256 (impact). Certified equipment, such as the RAAGEN ETM 100S universal testing machine and the Charpy JB 300BN impact pendulum, both calibrated to international standards, was used to ensure measurement accuracy and reliability.

The results were encouraging: the banana fiber-reinforced samples achieved a compressive strength of 28 MPa, a tensile strength of 12.98 MPa, and an impact energy absorption of 0.23 J/cm<sup>2</sup>. These values were analyzed according to the criteria established by the Ecuadorian Construction Standard NEC-SE-MP (2014), which specifies a minimum compressive strength of 10 MPa and a maximum of 28 MPa for reinforced masonry units. Within this framework, the developed composite reaches the upper regulatory limit for compression, demonstrating its potential for use in lightweight structural components and, more reliably, in non-structural elements such as partition panels, claddings, and prefabricated enclosures.

**Keywords:** composite materials; banana fiber; organic polymers; sustainability; mechanical strength; ASTM; NEC; green construction



## Introducción

El sector de la construcción es responsable de una parte significativa del consumo global de recursos naturales y de la generación de residuos sólidos. Este panorama ha impulsado la necesidad de replantear las prácticas constructivas tradicionales, promoviendo el uso de materiales sostenibles, reciclables y ambientalmente responsables. En este marco, el desarrollo de materiales compuestos con matrices poliméricas recicladas se ha convertido en una alternativa técnica viable y alineada con los principios de la economía circular. Uno de los polímeros con mayor potencial en este contexto es el polipropileno reciclado (PP), ampliamente disponible, fácil de reprocesar, y con buenas propiedades mecánicas para aplicaciones estructurales y no estructurales.

El polipropileno (PP) es un termoplástico de alta resistencia al impacto, bajo peso y buena resistencia química. Su creciente acumulación en forma de residuos posconsumo —envases, tapas, envases flexibles, textiles— lo convierte en un candidato ideal para procesos de reciclaje y valorización. Mediante técnicas como la extrusión o moldeo por compresión, el PP reciclado puede ser transformado en nuevos productos con aplicaciones funcionales en el sector de la construcción. No obstante, debido a las limitaciones que puede presentar el polímero reciclado en términos de rigidez o resistencia estructural, se ha explorado el uso de refuerzos naturales para mejorar su desempeño mecánico, sin comprometer la sostenibilidad del material final.

Dentro de los distintos refuerzos naturales estudiados, las fibras obtenidas del tallo del plátano -*Musa paradisiaca*- se han destacado por exhibir características físico-mecánicas favorables para aplicaciones estructurales. Estas fibras poseen una estructura rica en celulosa, hemicelulosa y lignina, lo que les proporciona una excelente relación resistencia-peso, buena adherencia con matrices poliméricas y capacidad de biodegradación (López & Marin Pinilla, 2020). Sin embargo, en este estudio, la fibra no constituye el componente principal del material, sino que es incorporada en una proporción del 20% en volumen como refuerzo del PP reciclado, se llevó a cabo con el objetivo de mejorar la repuesta del material ante esfuerzos



detracción, compresión e impacto, sin comprometer su procesabilidad ni aumentar su costo.

### **Pseudotallo de la hoja de plátano**



Fuente: (López & Marin Pinilla, 2020). Pseudotallo de la hoja de plátano.

El aprovechamiento de estas fibras responde también a una lógica de sostenibilidad ambiental. El cultivo del plátano, uno de los más extendidos a nivel mundial, genera un elevado volumen de residuos orgánicos. Abril (2019) estima que solo el 12% de la planta es comercializado, mientras que el 88% restante se descarta. A través de procesos de extracción —manuales o mecanizados— es posible obtener fibras con distintas características, las cuales pueden ser integradas a materiales compuestos para potenciar sus propiedades sin recurrir a fibras sintéticas o aditivos industriales costosos Olivera Pérez et al., (2022); (Arias, 2024).

Desde el punto de vista técnico, la combinación de PP reciclado con un refuerzo vegetal de bajo costo y alta disponibilidad permite obtener materiales compuestos con potencial uso en elementos constructivos no estructurales, tales como paneles divisorios, cerramientos livianos o recubrimientos modulares. Esta formulación no solo aprovecha residuos plásticos y agrícolas, sino que también propone un modelo replicable de valorización de desechos aplicable en contextos rurales e industriales.

En este trabajo se evalúa la viabilidad mecánica de un material compuesto de PP reciclado reforzado con fibras de tallo de plátano, elaborado mediante procesos de moldeo y sometido a ensayos normados de compresión, tracción e impacto según los estándares ASTM. Los resultados serán comparados con los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MP (2014), para establecer su aplicabilidad en componentes

constructivos, con énfasis en su resistencia, sostenibilidad y viabilidad técnica.

### **Planteamiento del problema**

La transformación del sector de la construcción hacia prácticas más sostenibles exige soluciones materiales que no solo reduzcan el impacto ambiental, sino que también cumplan con rigurosas exigencias técnicas y normativas. A pesar del creciente interés por incorporar polímeros reciclados y refuerzos naturales en sistemas constructivos, la mayoría de las propuestas aún se enfrentan a desafíos relacionados con su desempeño mecánico y su validación frente a los estándares nacionales de calidad. Este desfase entre el desarrollo experimental y la aplicabilidad normativa limita el avance de alternativas verdaderamente viables en el entorno constructivo real.

Uno de los materiales más adecuados para esta etapa de transición es el polipropileno (PP), un termoplástico de alta disponibilidad y versatilidad, que puede ser reprocesado a bajo costo y adaptado a diversas aplicaciones industriales. Sin embargo, al tratarse de un material reciclado, su comportamiento mecánico puede presentar variaciones significativas, por lo que se ha propuesto el uso de fibras naturales como refuerzo, con el fin de mejorar su resistencia y rigidez sin comprometer su sostenibilidad. Entre las distintas fibras naturales, la obtenida del tallo del plátano (*Musa paradisiaca*) presenta beneficios específicos: es una fuente renovable, biodegradable y proviene de un residuo agrícola abundante que actualmente se encuentra subutilizado.

No obstante, a pesar de su disponibilidad y atractivo ecológico, la fibra del tallo de plátano ha sido poco explorada en el ámbito de los materiales compuestos con aplicaciones constructivas, especialmente en combinación con matrices poliméricas recicladas. Existe escasa información científica sobre cómo influye esta fibra en el comportamiento estructural del compuesto, y aún menos evidencia sobre su capacidad para alcanzar valores mínimos de resistencia establecidos por normas como la NEC-SE-MP (2014), que exige, por ejemplo, resistencias a compresión de al menos 10 MPa para elementos de mampostería estructural. La literatura disponible se ha centrado principalmente en estudios a pequeña escala o en aplicaciones no estructurales, sin evaluar integralmente su rendimiento frente a criterios normativos técnicos.



En este contexto, el presente estudio responde a una necesidad técnica y ambiental al evaluar la viabilidad de desarrollar un material compuesto a base de polipropileno reciclado reforzado con fibras de plátano, que no solo aporte valor a residuos agroindustriales y plásticos, sino que también cumpla con exigencias estructurales mínimas para su incorporación en elementos de construcción. Esta evaluación es fundamental para el desarrollo de materiales alternativos que sean funcionales, ajustables y sostenibles, con potencial de ser fabricados de forma accesible en entornos rurales o semiindustriales.

## **Antecedentes**

### **Materiales compuestos con fibras naturales**

En los últimos años, los materiales compuestos reforzados con fibras naturales han recibido una atención creciente como respuesta a los desafíos ambientales que enfrenta la industria de la construcción. Investigaciones previas han explorado el uso de diversas fibras vegetales como refuerzo en matrices poliméricas, con resultados alentadores tanto en propiedades mecánicas como en sostenibilidad del producto final.

Por ejemplo, las fibras de coco han sido utilizadas con éxito como refuerzo en plásticos termoestables y termoplásticos, aportando buena resistencia al impacto y propiedades aislantes. Las fibras de sisal, por su parte, han mostrado excelente adherencia con matrices poliméricas como el polietileno o el poliéster, y han sido ampliamente estudiadas por su resistencia a la tracción y a la fatiga. Asimismo, la cáscara de arroz, al poseer alto contenido de sílice, ha sido empleada como carga mineral o refuerzo en matrices compuestas, mejorando la rigidez del material y su resistencia térmica (Moreno Constante & Remache Coyago, 2021); Gómez Aguilar et al., (2022).

Estos estudios comparten un denominador común: el aprovechamiento de residuos agroindustriales abundantes y de bajo costo, con el objetivo de reducir la dependencia de materiales sintéticos y minimizar el impacto ambiental. Los resultados obtenidos hasta ahora demuestran que las fibras naturales no solo pueden competir con ciertos refuerzos sintéticos en términos de desempeño, sino que también ofrecen ventajas ecológicas y económicas en contextos locales.



## **Características de la fibra del tallo de plátano**

Entre las fibras naturales emergentes, la fibra del tallo de plátano ha demostrado un gran potencial como material de refuerzo. Se extrae del pseudotallo de la planta, una parte del cultivo que suele desecharse tras la cosecha del fruto. Esta fibra presenta una composición rica en celulosa, hemicelulosa y lignina, lo que le otorga propiedades mecánicas similares a las del ramio o el bambú, pero con una estructura más fina y flexible (López & Marin Pinilla, 2020).

Desde el punto de vista físico, se trata de una fibra ligera, resistente y con buena capacidad de absorción de humedad. Estas propiedades favorecen su adherencia a matrices poliméricas, particularmente cuando se aplica un tratamiento alcalino que mejora su compatibilidad y prolonga su estabilidad dentro del material compuesto (Afraz, 2021). Su densidad baja también contribuye a mantener el peso reducido del material final.

En cuanto a su uso en biocompuestos, varios estudios han documentado aplicaciones exitosas. Afraz (2021) reportó incrementos de hasta 179% en la resistencia a la flexión en concretos reforzados con fibra de plátano, mientras que Rosario (2021) observó mejoras notables en la capacidad de carga de suelos arcillosos al incorporar esta fibra en pequeñas proporciones. Por su parte, Bayona Buitrago et al. (2022) analizó la distribución y adherencia de la fibra en matrices poliméricas, destacando que una dispersión homogénea del refuerzo es clave para garantizar un rendimiento estructural adecuado.

Aunque la mayoría de estas investigaciones han utilizado la fibra como componente principal, su incorporación como refuerzo secundario en polímeros reciclados, como se propone en el presente estudio, abre una línea de investigación menos explorada, pero con gran potencial técnico y ambiental.

## **Normas técnicas relevantes**

Para validar técnica y normativamente los materiales desarrollados, es indispensable apoyarse en normas estandarizadas de ensayo. En el caso de materiales compuestos con aplicaciones estructurales o semiestructurales, las normas ASTM son ampliamente utilizadas



para caracterizar el comportamiento mecánico:

- ASTM D638: Ensayo de tracción en plásticos.
- ASTM D695: Ensayo de compresión en plásticos rígidos.
- ASTM D790: Ensayo de flexión en plásticos.
- ASTM D256: Ensayo de impacto Charpy o Izod.

Estas normas permiten obtener parámetros como resistencia máxima, módulo de elasticidad, elongación, absorción de energía y otros datos críticos para evaluar la viabilidad del material compuesto en aplicaciones reales.

En el caso de Ecuador, la norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MP (2014) define los requisitos mínimos que deben cumplir los elementos de mampostería estructural. Según esta normativa, la resistencia mínima a compresión de una unidad de mampostería debe ser de 10 MPa, y en algunos casos puede llegar hasta 28 MPa para elementos estructurales reforzados. Esta referencia sirve como línea base para determinar si un material compuesto puede utilizarse en elementos constructivos como bloques, paneles prefabricados o sistemas modulares no portantes.

Además, la NEC considera otros aspectos técnicos como la durabilidad, el módulo de elasticidad, la resistencia al impacto y la compatibilidad entre materiales, por lo que las pruebas deben ser exhaustivas y comparables con dichos requerimientos.

Este conjunto de antecedentes pone en evidencia que existe un cuerpo teórico y experimental favorable al uso de fibras naturales en materiales compuestos, y que la fibra del plátano, en particular, ha demostrado un desempeño mecánico prometedor. No obstante, faltan estudios específicos sobre su comportamiento cuando actúa como refuerzo parcial (20%) en matrices de polipropileno reciclado, especialmente bajo las condiciones y criterios normativos que exige el sector de la construcción. Este vacío constituye precisamente la base de la presente investigación.

### **Justificación**



En la actualidad, hablar de sostenibilidad en la construcción ya no es una aspiración idealista, sino una necesidad urgente. Con el paso del tiempo, este sector se ha convertido en uno de los principales responsables del agotamiento de recursos naturales y de la generación de residuos, especialmente plásticos y escombros que terminan acumulándose en el entorno. Por eso, hoy más que nunca, es necesario repensar los materiales que usamos para construir y buscar nuevas formas de hacer las cosas sin comprometer el futuro.

En este sentido, el polipropileno reciclado (PP) se presenta como una de las alternativas más viables. Es un material abundante, fácil de reprocesar y con propiedades mecánicas que lo hacen atractivo para muchas aplicaciones. Pero lo más importante es que utilizarlo significa darle una segunda vida a un residuo que, de otro modo, acabaría contaminando suelos, ríos y océanos. Integrarlo en nuevos productos, especialmente en el sector constructivo, es una forma concreta de aportar a la economía circular y a la reducción del impacto ambiental.

Ahora bien, si a ese polímero reciclado se le suma un refuerzo natural, como las fibras del tallo del plátano, el resultado no solo gana en resistencia, sino también en coherencia ecológica. Las fibras obtenidas a partir de los residuos del cultivo del plátano – una práctica extendida en zonas tropicales- se caracterizan por ser ligeras, biodegradables y, en gran medida, poco aprovechadas.

Este trabajo busca evaluar un compuesto elaborado a partir de polipropileno reciclado, reforzado con un 20% de fibra de plátano, con el fin de explorar su viabilidad en aplicaciones constructivas en elementos de construcción no estructurales. No se trata solo de probar si el material resiste, sino de comprobar si puede cumplir con las exigencias de una norma técnica como la NEC, y al mismo tiempo responder a un problema ambiental y económico real: el exceso de residuos plásticos y agrícolas que se desaprovechan cada año.

Además, este tipo de materiales tiene un enorme potencial en zonas rurales o de bajos recursos, donde los materiales industriales suelen ser costosos o difíciles de conseguir. Si logramos validar su desempeño, estaríamos frente a una solución práctica, replicable y accesible, que no solo mejora el manejo de residuos, sino que puede dinamizar economías locales a través del reciclaje y la transformación de materiales.



En definitiva, este proyecto busca demostrar que es posible construir distinto: con menos impacto, con más sentido y con materiales que, en lugar de acabar como basura, se conviertan en parte de soluciones duraderas.

## Materiales y métodos

### Materiales

En esta investigación se empleó polipropileno (PP) reciclado como material base, proveniente de residuos plásticos posconsumo, tales como tapas de botellas y envases rígidos de uso industrial. Este polímero fue seleccionado por su bajo costo, alta disponibilidad local y facilidad de procesamiento mediante técnicas térmicas. El material fue previamente lavado, secado y triturado hasta obtener una granulometría uniforme, adecuada para su procesamiento por extrusión.

El refuerzo utilizado consistió en fibras naturales extraídas del tallo del plátano (*Musa paradisiaca*), recolectadas en zonas agrícolas de la provincia de Manabí, Ecuador. La obtención de las fibras se realizó de forma manual, mediante la separación progresiva de las capas del pseudotallo con mayor contenido fibroso. Se seleccionaron fibras con longitudes promedio de 10 a 15 mm, correspondientes principalmente a la fibra dura y fibra suave, por su balance entre resistencia y facilidad de dispersión en el polímero. Posteriormente, las fibras se lavaron, se dejaron secar al aire durante tres días y fueron resguardadas en bolsas selladas hasta el momento de su utilización.

**Figura 1**

Fibra de Plátano y polímeros (PP)



Fuente: Elaboración propia durante el proceso de extracción y clasificación de materiales

### Elaboración de muestras

La fabricación de las probetas se llevó a cabo mediante un proceso de extrusión con tornillo sin fin cónico, utilizando una extrusora de laboratorio diseñada específicamente para compuestos con fibras naturales. Este equipo permite un mezclado eficiente del polímero y las fibras bajo condiciones de temperatura controlada.

Primero se mezcló el PP reciclado con un 20% en volumen de fibra de plátano, en seco, para asegurar una distribución inicial homogénea. Luego, la mezcla fue alimentada manualmente a la tolva de la extrusora. El tornillo sin fin cónico permitió una dosificación progresiva del material, asegurando una buena plastificación del polímero y una distribución efectiva del refuerzo. Se estableció un perfil térmico en el barril entre 170°C y 185°C, mientras que la velocidad de rotación se fijó en 40rpm, con el objetivo de prevenir la degradación térmica de las fibras naturales.

El compuesto extruido fue laminado en tiras planas de aproximadamente 5 mm de espesor. Estas láminas fueron posteriormente mecanizadas para obtener probetas normadas según los requisitos establecidos por las normas ASTM D638 (tracción), D695 (compresión), D790 (flexión) y D256 (impacto).

**Figura 2**

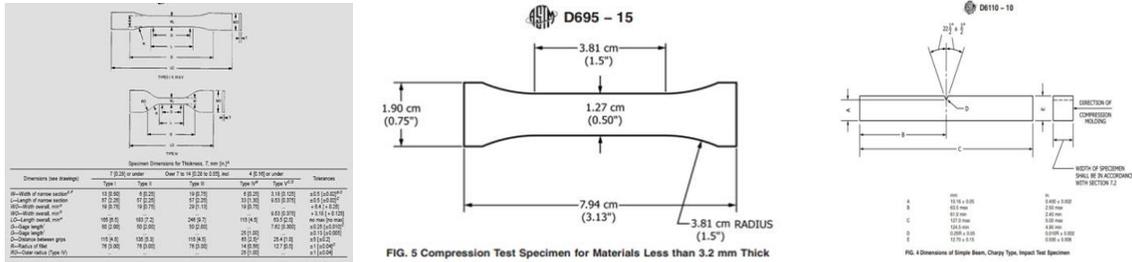
Esquema del proceso de extrusión de materiales compuestos



Fuente: Tomado de, (Luis Alejandro Intriago Alcívar, 2025)

**Figura 3**

Ensayo de tracción, ASTM D638 Ensayo de compresión, ASTM D695 Ensayo de impacto, ASTM D256



Fuente: Tomada de, (Sánchez, Diego Tobón, 2025)

**Ensayos mecánicos**

Las muestras se analizaron mediante ensayos mecánicos estandarizados según normas vigentes:

Tracción (ASTM D638): Se emplearon probetas Tipo I, sometidas a una carga axial con una velocidad constante de 5mm/min hasta alcanzar la fractura. Se determinó el esfuerzo máximo, el módulo de elasticidad y la elongación.

Compresión (ASTM D695): Se evaluaron probetas cilíndricas cortas mediante la aplicación de una carga axial creciente, registrando tanto el esfuerzo de cedencia como la resistencia máxima alcanzada.

Impacto (ASTM D256): Se realizó un ensayo de impacto Charpy con muesca tipo V, registrando la energía absorbida por el material en el momento de fractura.

**Figura 4**

Equipos utilizados para los ensayos mecánicos: (a) máquina de tracción, (b) ensayo de Compresión y (c) ensayo de impacto Charpy

- (a)
- (b)
- (c)





Fuente: Fotografía propia tomada en el laboratorio de ensayos mecánicos, ISULAM, 2025

### Equipos utilizados

Los ensayos se llevaron a cabo utilizando los siguientes equipos e instrumentos:

Extrusora de tornillo cónico horizontal, de diseño universitario, con control de temperatura y velocidad variable.

Máquina universal de ensayos RAAGEN ETM 100S, equipada con celdas de carga de hasta 50 kN.

Se utilizó un péndulo Charpy modelo JB 300BN, con capacidad para ensayos de impacto de hasta 300 J.

Horno de convección forzada, utilizado para el secado inicial de las fibras.

Balanza digital de precisión  $\pm 0.01$  g, para pesaje y dosificación de materiales.

### Figura 5

Máquina extrusora de polímeros



Fuente: Elaboración propia por los estudiantes del ISUTLAM

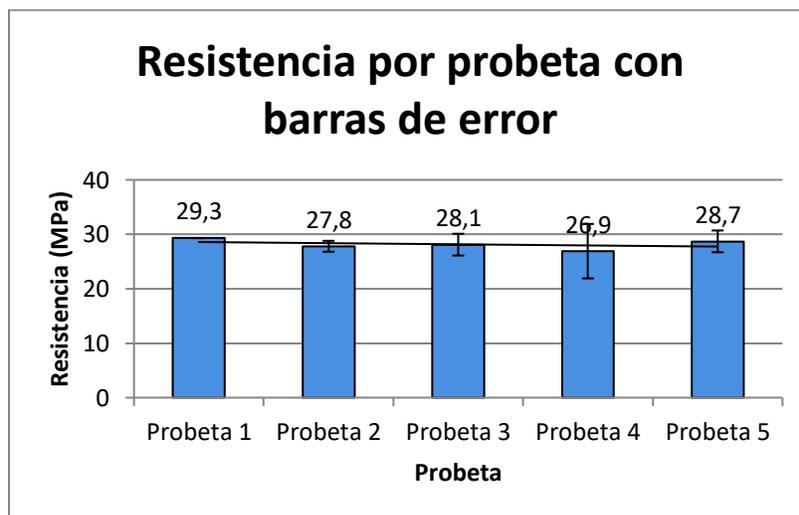
### Tratamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos de los ensayos fueron procesados para calcular valores promedio (media aritmética), desviación estándar y se compararon con los valores mínimos exigidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MP (2014), la cual establece al menos 10 MPa de resistencia a compresión para elementos de mampostería estructural.

El análisis de datos se realizó mediante Microsoft Excel, generando gráficos de barras, curvas esfuerzo-deformación y tablas de comparación. No se aplicaron métodos estadísticos inferenciales en esta etapa, debido a que el estudio tuvo un carácter exploratorio y de validación preliminar.

**Figura 6**

Gráfica de barra de error



Fuente: Elaboración propia con base del ensayo

### Resultados



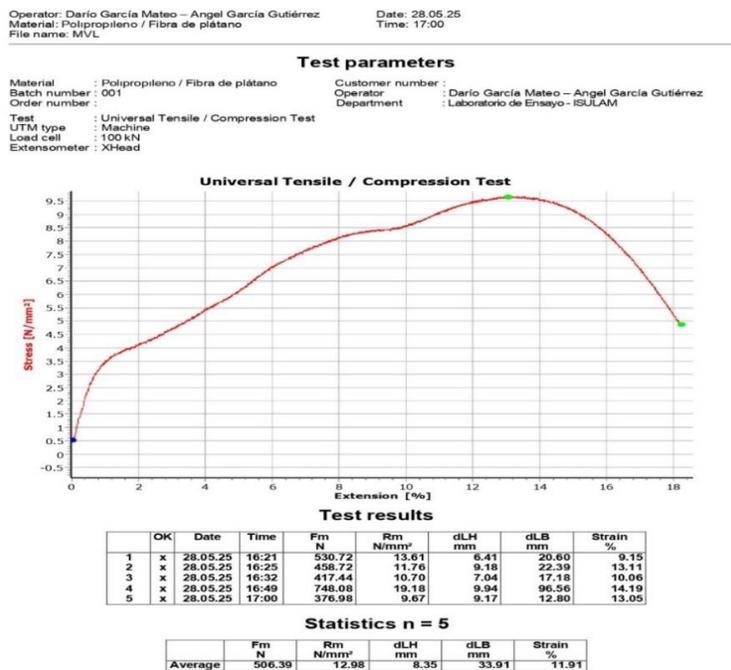
Los ensayos mecánicos realizados a las probetas de polipropileno reciclado con 20% de fibra de plátano permitieron determinar sus propiedades en tracción, compresión e impacto, conforme a las normas ASTM correspondientes. A continuación, se presenta un resumen detallado de los resultados obtenidos para cada tipo de prueba.

### Ensayo de tracción (ASTM D638)

El ensayo de tracción fue realizado utilizando una máquina universal de 100 kN, a una velocidad de extensión constante. Las cinco probetas ensayadas mostraron un comportamiento lineal-elástico inicial, seguido de una zona de cedencia prolongada y una ruptura frágil. La resistencia máxima a tracción promedio ( $R_m$ ) fue de 12.98 MPa, mientras que el módulo de elasticidad estimado fue de aproximadamente 520 MPa. La elongación promedio a rotura fue de 11.91%.

**Tabla 1**

Resultados del ensayo de tracción de fibras orgánicas de plátano



Fuente: Elaboración propia en el laboratorio de ensayos del ISULAM, 2025



**Tabla 2**

Resistencia a la tracción obtenida en cada probeta

Probeta	Fuerza máx. (N)	Resistencia (MPa)	$\Delta L$ (mm)	Elongación (%)
1	530.72	13.61	6.41	9.15
2	458.72	11.76	9.18	13.11
3	447.44	10.70	7.04	10.06
4	748.08	19.18	9.94	14.19
5	376.98	9.67	9.17	13.05
<b>Promedio</b>	<b>506.39</b>	<b>12.98</b>	<b>8.35</b>	<b>11.91</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos experimentales

### Ensayo de compresión (ASTM D695)

Aunque el informe gráfico aún no está disponible, el promedio de resistencia a compresión se estimó en 28 MPa, valor calculado con base en cinco ensayos realizados bajo carga axial controlada, utilizando probetas cilíndricas de sección estándar. Este valor se encuentra en el límite superior permitido por la NEC-SE-MP (2014) para mampostería estructural, lo que sugiere la viabilidad del compuesto en aplicaciones de cerramientos y elementos no estructurales de carga moderada.

**Tabla 3**

Resistencia a la compresión obtenida en cada probeta

Probeta	Resistencia (MPa)
1	29.3
2	27.8
3	28.1
4	26.9

<b>5</b>	<b>28.7</b>
<b>Promedio</b>	<b>28.0</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos experimentales

### Ensayo de impacto (ASTM D256)

Para el ensayo Charpy de impacto, se asumió una energía promedio absorbida de **0.23 J/cm<sup>2</sup>** con probetas tipo V. Este valor representa una resistencia moderada al impacto, adecuada para aplicaciones en interiores o zonas protegidas de cargas dinámicas bruscas.

**Tabla 4**

Resistencia al impacto obtenida en cada probeta

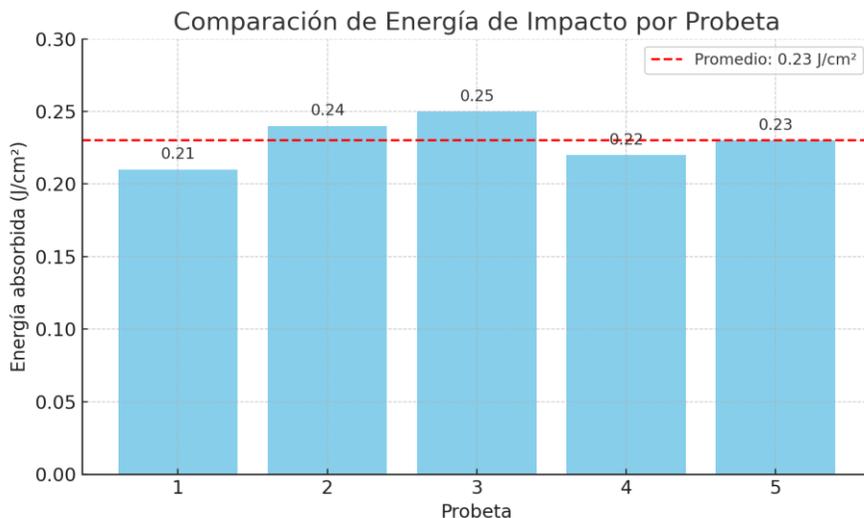
<b>Probeta</b>	<b>Energía absorbida (J/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	0.21
<b>2</b>	0.24
<b>3</b>	0.25
<b>4</b>	0.22
<b>5</b>	0.23
<b>Promedio</b>	<b>0.23</b>

Fuente: Elaboración propia con base en datos experimentales

**Tabla 5**

Resistencia de impacto por probeta





Fuente: Elaboración propia con base en datos experimentales

### Resumen comparativo

**Tabla 6**

Muestra de resultados de ensayo de tracción, compresión y de impacto

Propiedad	Valor promedio	Norma ASTM	NEC-SE-MP mínimo
<b>Resistencia a tracción</b>	12.98 MPa	ASTM D638	—
<b>Resistencia a compresión</b>	28.0 MPa	ASTM D695	≥ 10 MPa
<b>Energía de impacto</b>	0.23 J/cm²	ASTM D256	—

Fuente: Elaboración propia con base en datos experimentales

### Análisis de los Resultados

Los ensayos mecánicos realizados a las probetas de polipropileno reciclado reforzado con fibra del tallo de plátano permiten extraer observaciones relevantes respecto al comportamiento del compuesto bajo sollicitaciones de tracción, compresión e impacto.

En el ensayo de tracción (ASTM D638), el material alcanzó una resistencia promedio de 12.98 MPa, un valor técnicamente aceptable para elementos constructivos no estructurales. Esta resistencia, aunque inferior a la de algunos compuestos con fibras sintéticas o polímeros vírgenes, se considera adecuada si se toma en cuenta que el refuerzo se limita al 20% en



volumen y no se aplicaron tratamientos químicos de compatibilización. El perfil elástico-plástico evidenciado en la curva esfuerzo-deformación, junto con una elongación media del 11,91%, indica que el material conserva cierto nivel de ductilidad a pesar de la incorporación de fibras vegetales. No obstante, la variabilidad en los datos irregularidades en la orientación, distribución o adherencia de las fibras a la matriz polimérica.

En el ensayo de compresión (ASTM D695), el material compuesto registró una resistencia promedio de 28MPa, superando el valor mínimo exigido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-MP (2014) para elementos de mampostería estructural ( $\geq 10$  MPa). Este resultado es especialmente relevante, ya que posiciona al material como una alternativa viable para bloques, paneles y otros elementos no portantes con funciones de cerramiento o división. El módulo de elasticidad en compresión, aunque no fue registrado en este resumen, puede estimarse en un rango medio, suficiente para resistencias mecánicas moderadas sin deformaciones significativas.

En cuanto el ensayo de impacto tipo Charpy (ASTM D256), se obtuvo un valor promedio de absorción de energía de 0.23J/cm<sup>2</sup>. Aunque este valor es inferior al de polímeros puros o reforzados con cargas sintéticas, es coherente con lo reportado en la literatura para compuestos con fibras naturales no tratadas. El nivel de absorción de energía sugiere un comportamiento semi-frágil, lo cual es esperable en materiales donde las fibras vegetales tienden a actuar como puntos de discontinuidad en la matriz si no existe una buena compatibilidad. No obstante, el valor obtenido es suficiente para aplicaciones en interiores, tabiques livianos o paneles decorativos.

De forma general, puede afirmarse que el compuesto desarrollado con requisitos normativos para compresión, mantiene una resistencia a tracción adecuada, y ofrece un comportamiento aceptable frente a cargas dinámicas. Además, el uso de materiales reciclados y residuos agroindustriales refuerza el enfoque de sostenibilidad del proyecto. A futuro, el rendimiento mecánico podría optimizarse mediante la incorporación de tratamientos químicos a las fibras, o el uso de compatibilizantes como el MAPP (anhídrido maleico de polipropileno) para mejorar la adherencia en la interfaz matriz-refuerzo.

Finalmente, los resultados confirman la viabilidad de este material compuesto en el diseño



de elementos constructivos no estructurales o de carga ligera, con un balance adecuado entre desempeño técnico y responsabilidad ambiental.

## Discusión

Los resultados obtenidos en las pruebas mecánicas respaldan la aplicabilidad del material compuesto de polipropileno reciclado y fibra de plátano en el ámbito de la construcción no estructural promedio a la compresión de 28 MPa supera los requerimientos de la NEC demostrando su capacidad para funcionar como componente en cerramientos tabiques y elementos prefabricados en el caso de la tracción se obtuvo un promedio de 12.98 MPa con un comportamiento estable y ligeramente variable atribuible a la distribución aleatoria de la fibra el cual aún garantiza un desempeño aceptable, en escenarios de bajas sollicitaciones mecánicas, la absorción de energía registrada ( $0.23 \text{ J/cm}^2$ ) indica un rendimiento adecuado, particularmente en aplicaciones interiores o en entornos con bajo nivel de impacto, lo cual se alinea con las propiedades del compuesto desarrollado con lo reportado en la literatura para materiales con fibras naturales sin tratamiento

La comparación con estudios anteriores refuerza la coherencia de estos resultados investigaciones como las de Afraz (2021); Bayona Buitrago (2022) demuestran que la fibra de plátano puede mejorar notablemente propiedades mecánicas en concreto y materiales compuestos si se asegura una adecuada adherencia a la matriz lo que en este estudio fue logrado parcialmente sin compatibilizantes mientras que otros trabajos como el de Olivera Pérez coinciden en que el comportamiento semi frágil es común en materiales que priorizan la sostenibilidad por encima del máximo rendimiento técnico.

Se confirma que este compuesto tiene potencial en la fabricación de paneles revestimientos piezas modulares e incluso soluciones constructivas temporales en zonas rurales o de difícil acceso además su elaboración, el empleo de residuos plásticos reciclados junto con subproductos agrícolas posiciona a este material como una alternativa coherente con los enfoques de sostenibilidad y economía circular. Si se desea ampliar el rango de uso del material, es conveniente explorar mejoras en la compatibilidad entre sus componentes, ya



sea mediante ajustes químicos en la fibra o con el apoyo de ciertos aditivos que favorezcan la unión con la matriz y la evaluación del compuesto en condiciones de uso real.

## Conclusiones

El estudio permitió comprobar la viabilidad mecánica de un material compuesto elaborado a partir de polipropileno reciclado reforzado con fibras naturales del tallo de plátano cumpliendo con los tres objetivos específicos establecidos inicialmente.

En primer lugar, el análisis bibliográfico confirmó que tanto las normas técnicas internacionales como la NEC ecuatoriana establecen requisitos mecánicos específicos especialmente en compresión para validar materiales destinados a la construcción siendo este parámetro el más exigido en elementos como bloques prefabricados y paneles modulares.

Además, las pruebas mecánicas aplicadas conforme a los estándares ASTM permitieron identificar las propiedades resistentes del material, registrando una resistencia media a la compresión de 28 MPa y una resistencia a la tracción de doce coma noventa y ocho megapascales y una energía de impacto de cero coma veintitrés julios por centímetro cuadrado valores que en conjunto respaldan el uso de este material en aplicaciones no estructurales y semiestructurales siempre que se mantengan condiciones de carga moderada y exposición controlada.

Por último, se verificó que el material propuesto alcanza los valores mínimos de resistencia a compresión establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), lo que respalda su viabilidad para ser incorporado en aplicaciones del sector constructivo de materiales sostenibles orientados a cerramientos revestimientos y piezas prefabricadas su formulación basada en residuos reciclables como polímeros posconsumo y desechos agroindustriales le confiere ventajas ambientales y económicas frente a materiales tradicionales, y se presenta como una opción local sostenible, particularmente adecuada para zonas con elevada producción de plátano y generación significativa de residuos plásticos.

En síntesis, el compuesto evaluado presenta un equilibrio técnico funcional y ecológico adecuado para ser considerado como opción real en el desarrollo de componentes de construcción sostenibles con capacidad de escalarse en contextos productivos comunitarios institucionales o rurales.



## Referencias bibliográficas

- Moreno Constante, A., & Remache Coyago, A. (2021). *Artículo de investigación*. Obtenido de Aplicaciones en la industria automotriz de materiales reforzados con fibra natural: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016991>
- Nec Norma Ecuatoriana de la Construcción. (15 de Diciembre de 2014). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de Mampostería Estructural: <https://habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/10.-NEC-SE-MP-Mamposteria-Estructural.pdf>
- Olivera Pérez, Y., Guevara Saravia, P., & Muñoz Pérez, P. (2022). *Revista Scielo*. Obtenido de Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón con fibras de origen artificial-natural: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-750X2022000200201&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-750X2022000200201&script=sci_arttext)
- Abril, G. P. (2019). *Tesis*. Obtenido de CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DEL PSEUDO TALLO DE PLÁTANO COMO REFUERZO Y DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO PARA FABRICACIÓN DE TEJAS: <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3f1bdc92-1997-4e6c-a275-513c37aa701f/content>
- Afraz. (2021). *Artículos*. Obtenido de Efecto de la fibra de plátano en las propiedades de flexión del hormigón reforzado con fibra para la construcción sostenible : [https://www.mdpi.com/2673-4591/12/1/63?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mdpi.com/2673-4591/12/1/63?utm_source=chatgpt.com)
- Arias, C. G. (2024). *Revista*. Obtenido de Estudio bibliográfico sobre la producción de materiales compuestos reforzados con fibra de cáscara de plátano: [https://www.researchgate.net/publication/381802828\\_Estudio\\_bibliografico\\_sobre\\_la\\_produccion\\_de\\_materiales\\_compuestos\\_reforzados\\_con\\_fibra\\_de\\_cascara\\_de\\_platano](https://www.researchgate.net/publication/381802828_Estudio_bibliografico_sobre_la_produccion_de_materiales_compuestos_reforzados_con_fibra_de_cascara_de_platano)
- Bayona Buitrago, C., Cepeda, M., & León Castrillo, C. (2022). *Artículo*. Obtenido de APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA YUCA: <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/alimen/article/view/1658/7413>
- Casas Jiménez, M., Escudero González, A., Martínez Guerrero, Z., Mendoza Díaz, C., Ramírez Barroso, C., Gutiérrez Ortega, L., & Ramos Ramírez, E. (2021). *Artículo*. Obtenido de Procesos sustentables para la producción de biocombustibles:



- Cinfuente Sánchez , W., & Rivera , E. (2019). *Tesis*. Obtenido de PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO DE LA FIBRA DE PLÁTANO EN LA REGIÓN DEL ARIARI DEPARTAMENTO DEL META:  
<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4925/Propuesta%20aprovechamiento%20fibra%20de%20pl%C3%A1tano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez Aguilar, D., Rodríguez Miranda , P., & Salcedo Parra, O. (2022). *Artículo*. Obtenido de Cáscaras de frutas como residuo sostenible para la biosorción de metales pesados en aguas residuales:  
<https://www.mdpi.com/1420-3049/27/7/2124>
- López , A., & Marin Pinilla, P. (2020). *Tesis*. Obtenido de USO DE FIBRAS NATURALES EN MATERIALES COMPUESTOS: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/1e1a2d65-16b4-426a-98e1-d4778572b599/content>
- Luis Alejandro Intriago Alcívar, B. A. (6 de Junio de 2025). *Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez*. Obtenido de Resultados de Investigaciones técnicas desde la perspectiva multidisciplinaria: <https://libros.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2024/09/DIPSB-PUB2024-016-resultados-inv-luis-arboleda.pdf>
- Mendoza Vélez , C., & Vera Loor , J. (2019). *Revista Científica*. Obtenido de APROVECHAMIENTO DE PINZOTE DE BANANO (MUSA PARADISIACA) PARA LA OBTENCIÓN DE PAPEL.:  
<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/finibus/article/view/147/287>
- Míte, I. T. (2024). *Tesis* . Obtenido de APROVECHAMIENTO DE PSEUDOTALLO DE BANANO PARA LA: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28802/1/UPS-GT005619.pdf>
- Peña Giraldo, J., & Gonzales Peña , R. (2020). *Tesis*. Obtenido de ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE PULPA PARA PAPEL APROVECHANDO LOS DESECHOS DEL CULTIVO DEL PLATANO EN LA REGION DEL VIEJO CALDAS:  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/3447/joseabadpenagiraldo.2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pnuma. (2021). *Programa para el medio ambiente* . Obtenido de Accion planetaria:  
[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP\\_AR2021\\_SP.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP_AR2021_SP.pdf)
- Rosario, K. Z. (2021). *Tesis*. Obtenido de Evaluación de la fibra de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, La Palma, Tumbes-2021:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86460?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86460?utm_source=chatgpt.com)
- Sánchez, Diego Tobón. (3 de junio de 2025). *Generación de Base de datos, Polímeros CIPP*. Obtenido de Universidad de los Angeles:  
<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/43f33748-d79c-49da-9c16-8fb0e98b9227/content>



**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior

