



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIAS
Y CONSTRUCCION**

CARRERA DE ARQUITECTURA

TRABAJO DE TITULACION

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
ARQUITECTO**

TEMA

**ELABORACIÓN DE PROTOTIPO DE BLOQUE A PARTIR
DEL PLÁSTICO PET RECICLADO, FIBRA DEL
PSEUDOTALLO DE BANANO Y MATERIALES
TRADICIONALES**

TUTOR

MGTR. MARIA EUGENIA DUENAS BARBERÁN

AUTOR

WIMPER ROBINSON CASTELO RIERA

GUAYAQUIL 2024



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales.

AUTOR/ES:

Wimper Robison Castelo Riera

TUTOR:**INSTITUCIÓN:**

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Arquitecto

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

CARRERA:

Arquitectura

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

99

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción

PALABRAS CLAVE: Plástico PET, pseudotallo de banano, bloques de construcción.

RESUMEN: El manejo inadecuado de residuos plásticos y desechos agroindustriales por parte de los ciudadanos y agricultores está ocasionando contaminación ambiental, la cual provoca en los seres humanos diversos tipos de enfermedades. Este proyecto de investigación titulada “Elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales”, tuvo como objetivo principal elaborar un prototipo del

bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano en combinación con materiales tradicionales.

En el estudio se aplicó un enfoque cuantitativo. El tipo de investigación fue bibliográfico y descriptivo con un diseño experimental. Se elaboraron cuatro prototipos de bloques con los materiales investigados, los cuales fueron plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales. Posteriormente, se realizaron las pruebas de compresión y absorción de humedad para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques.

Finalmente, se concluyó que este tipo de bloque tenía mayor durabilidad, resistencia y capacidad a la absorción de humedad en comparación con los bloques tradicionales.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Wimper Robison Castelo Riera	Teléfono: 0990168048	E-mail: wcastelor@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD Marcial Calero Amores Decano Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Milton Andrade Laborde Director Carrera de Arquitectura Teléfono: 2596500 Ext. 209 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO ANTIPLAGIO ACADÉMICO

TESIS ROBINSON PARA ANTIPLAGIO (1).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	4%	0%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ kth.diva-portal.org

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

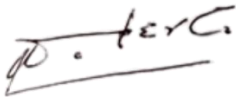
Apagado



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado **WIMPER ROBISON CASTELO RIERA** declara bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación: **Elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales**. 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.



WIMPER ROBINSON CASTELO RIERA

C.I. 0905361028

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del trabajo de titulación “**Elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales**”, designada por 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 Trabajo de Titulación titulado: “**Elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales**” presentado por el estudiante: **WIMPER ROBINSON CASTELO RIERA** como requisito previo para, optar por el Título de ARQUITECTO, encontrándose apto (s) para su sustentación.



Mgtr. María Eugenia Dueñas Barberán

C.C. 1303722365

AGRADECIMIENTO

En este momento tan especial y significativo de mi carrera académica, me siento profundamente agradecido y emocionado de poder expresar mi más sincero reconocimiento a aquellas personas que han sido pilares fundamentales en mi vida y en este camino de esfuerzo y dedicación.

En primer lugar, a mi querida esposa, cuyo amor, paciencia y apoyo incondicional han sido el refugio y la fortaleza en los momentos más desafiantes. Tu presencia constante y tu fe inquebrantable en mis capacidades me han impulsado a seguir adelante y a no rendirme nunca. Gracias por ser mi compañera, mi amiga, y por el amor que envuelve cada uno de mis días.

A mis hijos, vuestra presencia en mi vida ha sido la fuente de inspiración y motivación más grande que podría haber imaginado. Cada sonrisa, cada abrazo y cada palabra de aliento me han dado fuerza para seguir adelante en este camino. Esta tesis es el reflejo del amor y la dedicación que siento por ustedes.

A ustedes, mi más profundo agradecimiento y amor. Sin su apoyo, comprensión y aliento, este logro no habría sido posible. Espero que este trabajo sea un reflejo del amor y la dedicación que ustedes han depositado en mí. Dedico este logro a ustedes, que son la fuente de mi inspiración y motivación.

ROBINSON

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, mis primeros maestros y mi eterna inspiración, gracias por enseñarme el valor del trabajo duro y la perseverancia. Su sacrificio y ejemplo de vida han sido la guía que me ha conducido por el camino del bien. Las enseñanzas que me han dado desde pequeño han sido la base sobre la que he construido mis sueños y logros. Su apoyo incondicional ha sido mi mayor motivación para alcanzar esta meta.

A todas aquellas personas que con amor y paciencia han formado parte de este viaje. A mi familia, cuya inquebrantable fe en mis capacidades nunca vaciló y cuyo apoyo fue el viento bajo mis alas en cada etapa de este desafiante pero gratificante proceso.

A mis amigos y mentores, por su guía invaluable y por estar siempre disponibles con una palabra de aliento o un consejo oportuno. A todos ustedes, que de una forma u otra contribuyeron a que este sueño se convirtiera en una realidad palpable.

Este logro no solo es mío, sino también de todos ustedes que han sido parte esencial de mi vida académica y personal. Con profundo respeto y gratitud, les dedico este trabajo, esperando que simbolice el esfuerzo, la dedicación y el amor que todos hemos compartido.

ROBINSON

RESUMEN

El manejo inadecuado de residuos plásticos y desechos agroindustriales por parte de los ciudadanos y agricultores está ocasionando contaminación ambiental, la cual provoca en los seres humanos diversos tipos de enfermedades. Este proyecto de investigación titulada “Elaboración de prototipo de bloque”, tuvo como objetivo principal elaborar un prototipo del bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano en combinación con materiales tradicionales.

En el estudio se aplicó un enfoque cualitativo y se utilizó una ficha observacional para identificar y analizar el problema. El tipo de investigación fue bibliográfico y descriptivo con un diseño experimental, Se emplearon instrumentos como la guía de observación para la recolección de datos. Se elaboraron seis prototipos de bloques con los materiales investigados, los cuales fueron plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales. Posteriormente, se realizaron las pruebas de compresión y absorción de humedad para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques.

Finalmente, se concluyó que este tipo de bloque tenía mayor durabilidad, resistencia y capacidad a la absorción de humedad en comparación con los bloques tradicionales.

Palabras claves: Plástico PET, pseudotallo de banano, bloques de construcción.

ABSTRACT

Improper management of plastic waste and agro-industrial residues by citizens and farmers is leading to environmental pollution, which in turn causes various types of diseases in humans. This research project, titled "Prototype Block Development," aimed to create a block prototype using recycled PET plastic, banana pseudostem fiber, and traditional materials. A qualitative approach was applied in the study, utilizing an observational form to identify and analyze the problem. The research type was bibliographic and descriptive with an experimental design. Instruments such as an observation guide were employed for data collection. Six block prototypes were developed using the investigated materials: recycled PET plastic, banana pseudostem fiber, and traditional materials. Subsequently, compression and moisture absorption tests were conducted to evaluate the physical and mechanical properties of the blocks. It was concluded that this type of block demonstrated greater durability, resistance, and moisture absorption capacity compared to traditional blocks.

Keywords: PET plastic, banana pseudostem, construction blocks.

INDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1.1 Tema	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Formulación del problema.....	4
1.4 Objetivo general.....	4
1.5 Objetivos específicos	5
1.6 Hipótesis.....	5
1.7 Línea de investigación de la Facultad	5
CAPITULO II	6
2.1 Marco Teórico.....	6
2.2 Antecedentes.....	12
2.3 Bloque	14
2.4 Plástico	19
2.5 PET	24
2.6 Fibras naturales	27
2.7 Origen de la planta del banano	33
2.8 Cemento	42
2.9 Agregados	42
2.10 Granulometría.....	44
2.11 Agua	44
2.12 Marco Legal	44
CAPÍTULO III	47
3.1 Enfoque de la investigación	47
3.2 Tipo de investigación	47
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos.....	48
3.4 Población y Muestra	48
CAPITULO IV	49

4.1 Tema	49
4.2 Descripción de la propuesta	49
4.3 Diagrama de flujo del proceso	50
4.4 Boceto para la elaboración de moldes	51
4.4.2. Recolección de la materia prima	53
4.4.6 Experimentación.	56
Dosificación de muestras, testigos o probetas	56
4.10 Detalle de costos	73
4.11 Diseño empleando el prototipo del bloque	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema radicular.....	34
Figura 2. <i>Rizoma del banano</i>	35
Figura 3. <i>Pseudotallo</i>	35
Figura 4. <i>Hojas del banano</i>	36
Figura 5. Fruto del banano	36
Figura 6. <i>Hijuelo</i>	37
Figura 7. <i>Inflorescencia del banano</i>	37
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso	50
Figura 9. Diseño de moldes.....	51
Figura 10. Diseño de moldes.....	51
Figura 11. Diseño de moldes.....	51
Figura 12. Diseño de moldes.....	51
Figura 13. Moldes de metal	52
Figura 14. Moldes de metal	52
Figura 15. Moldes de metal	52
Figura 16. Moldes de metal	52
Figura 17. Moldes de madera.....	53
Figura 18. Moldes de madera.....	53
Figura 19. Plástico.....	53
Figura 20. Plástico.....	54
Figura 21. Plástico.....	54
Figura 22. Plástico.....	54
Figura 23. Pseudotallo del banano	55
Figura 24. Pseudotallo del banano	55
Figura 25. Pseudotallo del banano	55

Figura 26. Pseudotallo del banano	55
Figura 27. Agregados a las materias prima para la mezcla del bloque	56
Figura 28. Resultado del bloque Muestra 1	58
Figura 29. Resultado del bloque muestra 2	60
Figura 30. Corte de la fibra para realizar la Muestra 3.....	61
Figura 31. Mezcla experimento 3	62
Figura 32. Resultado del bloque muestra 3	63
Figura 33. Resultado del bloque muestra 4muestra 4	65
Figura 34. Prueba de humedad.....	66
Figura 35. Prueba de compresión	69
Figura 36. Prueba de compresión	70
Figura 37. Certificados de las pruebas de flexión y compresion	71
Figura 38. Certificados de las pruebas de flexión y compresion	72
Figura 39. Plano arquitectónico.....	74
Figura 40. Perspectiva	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas estándares de los bloques.....	16
Tabla 2. Dimensiones de los bloques.....	17
Tabla 3. Clasificación de los bloques.....	18
Tabla 4. Tipo de fibra vegetal a nivel mundial.....	30
Tabla 5. Tipos de fibra animal a nivel mundial.....	31
Tabla 6. Tipo de fibras naturales minerales.....	32
Tabla 7. Taxonomía de la planta de banano.....	37
Tabla 8. Muestra 1.....	57
Tabla 9. Pesos de testigos de 0,04x0,04x0,16.....	57
Tabla 10. Pesos de testigos de 0,04x0,04x0,04.....	58
Tabla 11. Muestra 2.....	59
Tabla 12. Pesos de Testigo 2, 0.04x0,04x0,16.....	59
Tabla 13. Pesos de Testigo 2, 0.04x0,04x0,04.....	60
Tabla 14. Muestra 3.....	61
Tabla 15. Pesos de Testigo 3, 0.04x0,04x0,16.....	62
Tabla 16. Pesos de Testigo 3, 0.04x0,04x0,04.....	62
Tabla 17. Muestra 4.....	63
Tabla 18. Pesos de Testigo 4 0.04x0,04x0,16 antes del curado.....	64
Tabla 19. Pesos de Testigo 4, 0.04x0,04x0,04.....	64
Tabla 20. Mediciones de humedad experimento 1.....	66
Tabla 21. Mediciones de humedad experimento 2.....	67
Tabla 22. Mediciones de humedad experimento 3.....	67
Tabla 23. Mediciones de humedad testigo 1.....	68
Tabla 24. Mediciones de humedad testigo 2.....	68
Tabla 25. Mediciones de humedad testigo 3.....	69

Tabla 26. Detalle de costos 73

INTRODUCCIÓN

La preocupación global por los impactos ambientales causados por el uso excesivo de plásticos y la acumulación de residuos ha estimulado el desarrollo de estrategias innovadoras para su reciclaje y reutilización. En particular, el tereftalato de polietileno (PET), frecuentemente encontrado en los residuos urbanos debido a su durabilidad y prevalencia, emerge como un recurso óptimo para la creación de productos ecológicos.

Simultáneamente, la industria agrícola produce significativos volúmenes de desechos orgánicos, como el pseudotallo de banano, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales donde la fruta es cultivada masivamente. La fibra extraída de estos pseudotallos se destaca por sus propiedades mecánicas y su capacidad de biodegradación, atrayendo el interés de investigadores y corporaciones en busca de alternativas sostenibles para la fabricación de compuestos materiales.

Este estudio se enfoca en desarrollar un prototipo de bloque construido a partir de PET reciclado combinado con fibra de pseudotallo de banano y otros materiales convencionales en la construcción. Este enfoque no solo propone una reducción en la cantidad de desechos plásticos y agrícolas, sino que también explora la viabilidad de un material de construcción alternativo que sea económico, sostenible y competitivo en términos de sus propiedades físicas y mecánicas.

La innovación de este proyecto radica en la integración de fibras naturales como las del pseudotallo de banano, las cuales podrían reforzar y mejorar la durabilidad y resistencia del material resultante, aumentando su sostenibilidad ambiental.

La investigación se organiza de la siguiente manera:

Capítulo I: Se introduce la temática de la investigación, se define la problemática y se establecen los objetivos específicos del proyecto.

Capítulo II: Se desarrolla el marco teórico, integrando antecedentes investigativos y conceptos clave para comprender la profundidad y contexto del estudio.

Capítulo III: Se detalla la metodología aplicada, incluyendo el enfoque y tipo de investigación, así como los métodos y herramientas para la recolección de datos, destacando la observación directa y la selección de la muestra y población.

Capítulo IV: Se describe el proceso de recolección y preparación del PET y la fibra de pseudotallo de banano, el diseño del proceso de fabricación de los bloques y la ejecución de pruebas estandarizadas para evaluar características como la resistencia a la compresión y la absorción de agua. También se analizan las consideraciones económicas para su implementación a escala industrial.

El propósito de este estudio es contribuir a la solución de problemas relacionados con la gestión de residuos plásticos y agrícolas, fomentando el uso de materiales reciclados y recursos naturales en sectores industriales como el de la construcción, con el fin de promover prácticas más sostenibles y responsables con el medio ambiente.

CAPITULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

Elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales.

1.2 Planteamiento del problema

La gestión deficiente de los residuos orgánicos procedentes de la agricultura contribuye a un significativo desequilibrio ambiental a nivel global. En muchos casos, estos desechos no se manejan adecuadamente, contribuyendo al deterioro ecológico. En nuestro país, por ejemplo, después de la poda y cosecha de plátano, las plantas son cortadas y dejadas al aire libre, causando un impacto ambiental considerable.

La disposición inapropiada de estos residuos agroindustriales conduce a múltiples problemas, tanto ambientales como socioeconómicos. Los residuos acumulados liberan sustancias químicas nocivas como pesticidas y fertilizantes, degradando la calidad del suelo y disminuyendo su fertilidad, lo cual a su vez reduce la productividad agrícola. Además, estos residuos pueden infiltrarse en cuerpos de agua cercanos —ríos, lagos y acuíferos— contaminándolos y afectando la vida acuática y, por ende, la salud humana, la agricultura y la biodiversidad. También generan gases de efecto invernadero, como el metano y el óxido nitroso, durante su descomposición, agravando el calentamiento global y el cambio climático.

Los riesgos para la salud humana son significativos, especialmente para los trabajadores agrícolas y las comunidades cercanas a las zonas de disposición de estos residuos. Los productos químicos tóxicos presentes en los desechos pueden causar irritaciones cutáneas, problemas respiratorios y enfermedades más graves. La presencia de estos residuos también puede provocar malos olores y atraer plagas, deteriorando la calidad de vida de las comunidades cercanas.

Económicamente, la mala gestión de estos residuos representa un costo significativo para los productores agrícolas y la sociedad en general. Esto incluye los gastos asociados con la limpieza y la remediación de áreas contaminadas, la pérdida de producción agrícola debido a la degradación del suelo y los costos de atención médica derivados de la exposición a los residuos.

Adicionalmente, el plástico PET, ampliamente utilizado en la fabricación de envases para bebidas, alimentos y productos de limpieza, debido a su ligereza, transparencia y resistencia, contribuye también a la problemática ambiental. Cuando se desecha inapropiadamente, el PET puede acabar en cuerpos de agua, descomponiéndose lentamente en microplásticos que son ingeridos por la fauna marina, afectando gravemente los ecosistemas oceánicos. Además, el PET en los vertederos puede liberar sustancias químicas tóxicas como ftalatos y antimonio, especialmente bajo exposición a altas temperaturas o luz solar, lo que representa un riesgo para la salud humana. La acumulación de desechos de PET en el ambiente también impacta negativamente en la estética del paisaje y puede perjudicar el turismo y las industrias relacionadas.

Este panorama evidencia la necesidad crítica de desarrollar estrategias de gestión más efectivas y sostenibles para los residuos agroindustriales y el plástico PET, con el objetivo de mitigar su impacto sobre el medio ambiente y la salud pública.

1.3 Formulación del problema

¿De qué manera afectará la elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales en el área de la construcción?

1.4 Objetivo general

Elaborar un prototipo del bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudo tallo de banano y materiales tradicionales.

1.5 Objetivos específicos

- Investigar las características de los dos materiales reciclados.
- Elaborar diseño del prototipo del bloque.
- Seleccionar la mezcla más idónea luego de la experimentación.
- Definir características del nuevo producto a partir de ensayos físicas y mecánicos.

1.6 Hipótesis

Con la elaboración de un bloque a partir del plástico PET reciclado, la fibra de pseudotallo de banano y materiales tradicionales se logrará un material alternativo para el área de la construcción.

1.7 Línea de investigación de la Facultad

La Universidad Laica Vicente Rocafuerte, centra sus investigaciones en varias áreas estratégicas, entre las que se incluye para la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, el estudio de “Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción”. El presente proyecto se inscribe dentro de esta categoría focalizada en materiales innovadores para la construcción. En particular, este estudio explora la viabilidad de utilizar residuos agroindustriales reciclados en el desarrollo de un prototipo de bloque de construcción. Esta iniciativa resalta el compromiso de la facultad con la promoción de soluciones sostenibles y la reducción de impactos ambientales a través de la innovación en materiales de construcción.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

A nivel internacional, el estudio de Garzón y Guzmán (2019), en Colombia se centró en la resistencia del ladrillo hecho a partir de tapas de botellas plásticas para la construcción de muros de vivienda. Emplearon una metodología cuantitativa con técnicas documentales y experimentales, elaborando seis prototipos de ladrillos con polipropileno (PP) y realizando pruebas de laboratorio. Los resultados mostraron que estos ladrillos tenían un 162% más de resistencia que los de arcilla y eran un 22,45% más ligeros, siendo aptos para la arquitectura sostenible.

En otro estudio, Álvarez y Ortiz (2020), se enfocaron en el reciclaje del material PET como un sustituto de un porcentaje de agregado fino en la fabricación de bloques de hormigón. Utilizando un enfoque cualitativo, se realizaron revisiones documentales de libros y artículos científicos relacionados con la elaboración de bloques a partir de este material. La investigación se centró en siete autores que analizaron las proporciones de PET en las mezclas, así como aspectos como la resistencia a la compresión y el peso de los bloques. Los hallazgos mostraron que los bloques fabricados con materiales reciclados, que incorporan PET, son económicamente viables y presentan resistencia a la compresión comparable a los bloques tradicionales, destacando además su sostenibilidad.

El trabajo de Pérez y Zamora (2020), se centró en el diseño de bloques de concreto modificados con fibras de plástico reciclado para la reducción de cargas en edificaciones. Este estudio, con un enfoque transversal-descriptivo y explicativo, involucró la creación de un modelo de bloque Lego en AutoCAD con dimensiones específicas. Se fabricaron un total de 27 bloques, variando las proporciones de fibra de plástico reciclado y analizando su comportamiento a diferentes intervalos. Los resultados mostraron que los bloques con un 20% de fibras de plástico reciclado ofrecieron una resistencia superior, evidenciando la viabilidad de incorporar este

tipo de materiales para mejorar las propiedades mecánicas de los bloques y contribuir a la reducción de cargas muertas en edificaciones.

En un estudio diferente, Caballero y Flores (2022), diseñaron un ladrillo ecológico utilizando residuos de fibra de plátano, con el objetivo de mejorar su resistencia a la compresión. La investigación, de carácter cuantitativo y experimental, consistió en la mezcla de arcilla, arena, fibra de plátano, agua y cemento, variando los porcentajes de cada componente. La inclusión de un 1% de fibra resultó en una resistencia a la compresión de 83,2 kg/cm², evidenciando la efectividad de los residuos de fibra de plátano en la mejora de las propiedades mecánicas de los ladrillos.

Robles (2022), se dedicó a la elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y nopal, buscando determinar la proporción óptima de estos materiales en función de su resistencia y durabilidad. Los resultados experimentales demostraron que los bloques elaborados presentaban una mayor resistencia a la deformación, y la incorporación de nopal mejoró la durabilidad de los bloques en condiciones de absorción de agua. Este estudio destaca la importancia de investigar alternativas que no solo utilicen residuos, sino que también contribuyan a la mejora de las propiedades mecánicas de los materiales de construcción tradicionales, ofreciendo así soluciones más eficientes y sostenibles.

Díaz y Pacheco (2022), propusieron un bloque no portante a base de concreto, escoria de acero y PET para mitigar el impacto ambiental de los bloques tradicionales. A través de un enfoque experimental, se analizaron las propiedades físicas y químicas de los materiales y se elaboraron diversas dosificaciones de bloques, cuyos resultados mostraron que la inclusión de escoria y PET es factible y sostenible para la construcción. Este tipo de innovación no solo ayuda a reducir residuos en el medio ambiente, sino que también promueve el uso de materiales alternativos que pueden mejorar las características técnicas de los productos de construcción convencionales.

Castillo (2022), investigó el uso de fibra de plátano en revestimientos de viviendas, buscando mejorar la calidad ambiental en la urbanización Nuevo

Horizonte. Su enfoque mixto abarcó tanto aspectos descriptivos como correlacionales, concluyendo que la fibra de plátano no solo es económica, sino que también presenta beneficios ambientales significativos. Esta investigación subraya la importancia de considerar materiales locales y de bajo costo en la búsqueda de soluciones sostenibles para la construcción, al tiempo que se busca mejorar el entorno habitacional de comunidades vulnerables.

Guevara (2022), llevó a cabo un análisis sobre la elaboración de bloques tradicionales en Ecuador, centrándose en sus características térmicas y acústicas. La metodología incluyó revisiones documentales y pruebas mecánicas, concluyendo que los bloques elaborados con materiales reciclados superan a los tradicionales en estos aspectos, lo que los hace aptos para la construcción de viviendas sostenibles. Este tipo de estudios es crucial para fomentar la adopción de prácticas constructivas más responsables, que prioricen el uso de materiales reciclados y promuevan el bienestar de los usuarios.

Bohórquez y Serrato (2023), validaron el bloque de tierra comprimido BTC como una alternativa sostenible en la construcción de viviendas rurales en Popayán. A través de un enfoque experimental y observaciones del proceso de elaboración, sus hallazgos evidencian que este tipo de bloque no solo es amigable con el medio ambiente, sino que también promueve el bienestar social al mejorar la relación entre los humanos y su entorno. Este enfoque integral resalta la necesidad de desarrollar técnicas constructivas que no solo consideren la eficiencia material, sino también el impacto social de la construcción en comunidades rurales.

Finalmente, el artículo de Ruiz Serrano et al. (2024), abordó la creación de un biocompósito para la industria de la construcción mediante el uso de fibras naturales desechadas de la agroindustria, resaltando las propiedades mejoradas del adobe elaborado con bagazo de agave. Su metodología experimental incluyó pruebas físicas y mecánicas que corroboraron la efectividad de este material en la arquitectura sostenible. Estos avances son fundamentales en la búsqueda de soluciones que no solo reduzcan el uso de recursos no renovables, sino que también mejoren el desempeño de los materiales utilizados en la construcción.

A nivel nacional, Choez (2019), se dedicó a la elaboración de un bloque de construcción a partir de residuos reciclados de baldosas y bloques, resaltando la importancia de reducir el impacto ambiental en la construcción de viviendas de interés social. Su metodología mixta incluyó la fabricación de prototipos y ensayos de compresión que demostraron la viabilidad del bloque en comparación con los tradicionales. Este tipo de investigación es esencial para impulsar políticas y prácticas que fomenten la utilización de materiales reciclados en el sector de la construcción, contribuyendo a la sostenibilidad y a la reducción de residuos.

Jácome-Valhubert et al. (2019) realizaron un análisis de las propiedades de bloques de construcción elaborados con materiales reciclados, mostrando que algunos prototipos eran aptos para viviendas de interés social gracias a la adición de materiales agroindustriales y plásticos reciclados. Este estudio pone de relieve la necesidad de investigar y desarrollar nuevos materiales que se alineen con las exigencias del mercado de la construcción actual, al mismo tiempo que se busca promover la sostenibilidad y la inclusión social en los proyectos habitacionales.

El estudio de Iza (2019), evaluó la fabricación de bioladrillos utilizando plástico PET y cascarilla de arroz en un contexto artesanal. Los resultados positivos en resistencia a la compresión y el costo de producción más bajo que los ladrillos tradicionales destacaron la importancia de esta técnica en la reducción del impacto ambiental. La creación de productos innovadores a partir de materiales reciclados no solo contribuye a la sostenibilidad, sino que también abre nuevas oportunidades para el desarrollo de técnicas de construcción accesibles y efectivas en comunidades de recursos limitados.

Macancela y Martínez (2020), realizaron un estudio exhaustivo que involucró la fabricación de bloques de cemento reforzados con fibra de estopa de coco y PET reciclado, proponiendo una solución innovadora para la construcción sostenible. La metodología de investigación abarcó tanto la exploración de fuentes bibliográficas como experimentación directa, donde se crearon siete prototipos de bloques que fueron sometidos a pruebas rigurosas de resistencia y humedad. Cada bloque demostró no solo cumplir con las normativas estándar de construcción, sino también

ofrecer beneficios ambientales al reducir la cantidad de desechos plásticos. Este estudio resalta la viabilidad de integrar materiales reciclados en la construcción sin comprometer la calidad estructural y, al mismo tiempo, promueve prácticas de economía circular en la industria de la construcción.

Por otro lado Holguín (2020), centró su investigación en evaluar la eficacia de bloques ecológicos producidos a partir de plásticos reciclados, especialmente PET. A través de una serie de experimentaciones que incluyeron variar las dosificaciones de PET en la mezcla de concreto, el estudio logró optimizar una fórmula que no solo mejoró la resistencia a la compresión de los bloques sino también sus propiedades ambientales. La investigación destacó que la incorporación adecuada de plásticos reciclados puede transformar significativamente la industria de la construcción hacia prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, reduciendo la huella de carbono asociada a los materiales de construcción tradicionales.

Vinueza-Salas et al. (2021), exploraron la viabilidad de incorporar fibras de maguey junto con PET reciclado en la fabricación de bloques de construcción. Esta combinación no solo se propuso como una alternativa sostenible, sino que los resultados experimentales demostraron mejoras significativas en términos de durabilidad y resistencia mecánica de los bloques. La investigación sugirió que la fibra de maguey, una vez tratada y combinada adecuadamente con PET reciclado y otros componentes de concreto, puede ofrecer un material de construcción con características superiores adecuadas para diversas aplicaciones en la industria.

Díaz y Montesdeoca (2021), se enfocaron en la formulación óptima de bloques de construcción utilizando desechos plásticos, como PET, PE-HD y PP. Su metodología experimental incluyó la fabricación de prototipos y la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas, resultando en bloques que no solo cumplían con los estándares de mampostería estructural, sino que también representaban una alternativa ecológica viable. La investigación confirmó que estos bloques son adecuados para su uso en la construcción de viviendas de interés social, proporcionando una solución efectiva y económica para el sector.

Zeas y Benalcázar (2021), investigaron cómo mejorar los bloques de adobe tradicionales mediante la adición de fibras de cabuya y aceite de linaza. El estudio reveló que estos aditivos naturales no solo fortalecen los bloques, sino que también mejoran su resistencia a la compresión y tracción, ofreciendo un material de construcción ecológico que soporta mejor las condiciones ambientales adversas y proporciona una mayor durabilidad y estabilidad estructural.

Contreras y Montalván (2022), desarrollaron una nueva clase de paneles estructurales utilizando fibras de totora y hormigón, diseñados específicamente para viviendas de interés social. Los resultados de las pruebas de compresión y flexión demostraron que estos paneles poseen una resistencia excepcional, adecuada para aplicaciones estructurales en la construcción. La investigación sugiere que estos paneles no solo son económicamente viables sino también ambientalmente beneficiosos, promoviendo el uso de recursos naturales y reciclados en la construcción de viviendas.

Becerra (2022), analizó la viabilidad ambiental y económica de bloques de construcción incorporando PET reciclado en Cuenca. Los estudios comparativos de propiedades físico-mecánicas de los bloques mostraron que el PET puede mejorar significativamente la calidad y la sostenibilidad de los materiales de construcción, ofreciendo una alternativa económica y ecológicamente responsable para la industria.

González y Rodríguez (2022), llevaron a cabo un estudio comparativo para evaluar la factibilidad económica de utilizar bloques de hormigón con agregados de PET reciclado en la construcción de viviendas. Los resultados indicaron que estos bloques no solo cumplen con los requisitos estructurales, sino que también reducen de manera significativa los costos de materiales, representan una mejor opción a los bloques comunes y demuestran que la integración de PET reciclado en bloques de hormigón es una opción factible y beneficiosa para el medio ambiente.

Viera et al. (2022), investigaron cómo las fibras naturales y sintéticas afectan la permeabilidad de los morteros de cemento y cal. Los ensayos realizados mostraron que la inclusión de estas fibras mejora significativamente las propiedades

del mortero, especialmente en términos de absorción capilar y resistencia a la compresión, sugiriendo que su uso puede optimizar significativamente tanto la durabilidad como la eficiencia de los materiales de construcción.

La investigación de Carpio y Villón (2023), centrada en la utilización de ceniza de hojas de plátano y fibra del tallo de la planta de plátano para diseñar un bloque estructural, validó la adición de estos materiales como óptima en el desarrollo de nuevos prototipos de construcción. Estos esfuerzos destacan la importancia de integrar el conocimiento local y los recursos disponibles en la creación de soluciones constructivas que no solo sean funcionales, sino que también contribuyan al bienestar de las comunidades al promover prácticas de construcción sostenibles y responsables.

Por último, Núñez Naranjo et al. (2023), se enfocaron en la elaboración y evaluación de un ladrillo de tierra comprimida y residuos plásticos reciclados, evidenciando su viabilidad como alternativa sostenible para la construcción de viviendas en contextos de escasez de recursos. Este tipo de investigación es fundamental para abordar los desafíos habitacionales en áreas con recursos limitados, ofreciendo soluciones innovadoras que promuevan la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de materiales, lo que puede tener un impacto significativo en la mejora de la calidad de vida de las personas en estas comunidades.

2.2 Antecedentes

En los últimos años, alrededor del mundo, se ha incrementado interés por usar y desarrollar materiales de construcción más sostenibles. Este fenómeno ha impulsado la innovación y la generación de alternativas al hormigón tradicional y contribuyendo a la reducción de residuos agroindustriales y otros materiales altamente contaminantes que, tras su uso, terminan en vertederos. Además, se ha promovido el uso de plásticos reciclados, que ayuda a mitigar el impacto ambiental de estos materiales. Los materiales sostenibles están siendo utilizados en la pavimentación de calles y aceras urbanas, y su aplicabilidad varía en función de sus propiedades específicas. Los residuos agrícolas se están transformando en

subproductos valiosos, facilitando la reintegración de estas materias primas en el mercado de la construcción (Collazos y Pinzón, 2022).

En América Latina, se están realizando investigaciones sobre el aprovechamiento de fibras vegetales como una posibilidad que incita a la sostenibilidad dentro del área de la ingeniería y la arquitectura, así como motiva a la construcción de viviendas económicas. Estas fibras, utilizadas desde tiempos antiguos y complementadas con técnicas tradicionales, ofrecen una solución local y abundante para la construcción (España, 2019).

Ecuador, con su diversidad climática y geográfica, se encuentra en una posición privilegiada. El país está dividido en cuatro regiones: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos, cada una con características y altitudes distintas. El sector agropecuario es fundamental para la economía ecuatoriana, destacando cultivos como arroz, banano, caña, maíz, café, cacao, abacá, piña y palma africana, entre otros.

El cultivo de banano es particularmente significativo en varias provincias ecuatorianas, incluyendo Guayas, Los Ríos, El Oro, Manabí, Loja, Esmeraldas, Morona Santiago, Azuay, Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Zamora-Chinchipe y Cañar. Según el boletín técnico del INEC (s.f.), en 2023 se cosecharon 175.181 hectáreas de banano, lo que representó un aumento respecto al año anterior. El cultivo de banano se realiza durante todo el año, con cosechas semanales y un proceso de preparación para exportación que puede durar entre dos y cuatro días, dependiendo del tamaño de la plantación. Sin embargo, durante la cosecha, se generan residuos de banano y pseudotallos, que son abundantes y frecuentemente subutilizados, causando contaminación del suelo y del agua (Delgado y Vidal, 2021). Estos residuos pueden albergar microorganismos que afectan otros cultivos y fomentar el crecimiento de hongos que deterioran el suelo y el bienestar las plantas (Bermello, 2021), generando así un impacto ambiental negativo.

La industria de la construcción ha sido históricamente responsable de una explotación intensiva de recursos naturales no renovables, contribuyendo considerablemente a la contaminación. Asimismo, las actividades agrícolas generan

residuos sólidos que también impactan negativamente en el medio ambiente. En respuesta a estos desafíos, la arquitectura contemporánea está promoviendo el uso de materiales renovables, como la caña, la madera y las fibras naturales, para reducir la huella de carbono de la construcción (Segarra, 2020).

2.3 Bloque

Los bloques de construcción son elementos prefabricados modulares que presentan cavidades internas y una superficie externa que puede ser lisa o decorada. Estos bloques se emplean para levantar muros y paredes y están compuestos generalmente de cemento portland, grava, arena y agua (Alvarado y Torres, 2021). Al igual que los ladrillos, los bloques se ensamblan con mortero, y sus cavidades internas permiten la inclusión de barras de acero o varillas de hierro, aumentando la estabilidad y resistencia estructural. Aunque en la década de 1990 la fabricación de bloques se realizaba manualmente, hoy en día se produce de manera automatizada, con la capacidad de fabricar miles de bloques por hora (Chóez, 2023).

2.3.1 Características del bloque

El bloque de construcción, como elemento fundamental en la edificación moderna, presenta una serie de características que lo hacen esencial para la ingeniería y arquitectura contemporánea. Mendoza y Soria (2022) destacan que estos bloques poseen una resistencia estructural superior, permitiendo la creación de estructuras robustas y seguras. Además, ofrecen una excelente capacidad de aislamiento térmico y acústico, lo que los convierte en una opción preferente en zonas con requerimientos climáticos y sonoros específicos. Estos materiales son también valorados por su durabilidad y propiedades hidrófugas, asegurando una larga vida útil con mínimo mantenimiento.

Adicionalmente, los bloques de construcción se caracterizan por su facilidad y eficiencia durante el proceso de instalación, optimizando tiempos y reduciendo costos laborales. En términos de especificaciones físicas, como el ancho, alto, espesor y peso unitario, estos elementos se diseñan para cumplir con rigurosas

normativas de construcción que garantizan su funcionalidad y seguridad. Los datos técnicos de los bloques abarcan aspectos como la resistencia a la compresión, conductividad térmica, resistencia al fuego y densidad, proporcionando una base sólida para su elección en diversos proyectos arquitectónicos.

Los bloques están diseñados para soportar cargas considerables, lo que los hace ideales para una variedad de aplicaciones estructurales en edificaciones residenciales, comerciales y públicas. Comparativamente, estos materiales absorben menos agua que los ladrillos tradicionales, lo que contribuye a una mejor preservación estructural bajo condiciones de humedad. Además, su diseño optimizado reduce significativamente la cantidad de mortero necesario para las uniones, lo que no solo abarata los costos de construcción sino también reduce el tiempo de obra. La capacidad de absorción de agua por capilaridad de estos bloques es otro factor que los hace adecuados para climas variados, asegurando la integridad y durabilidad del edificio a lo largo del tiempo.

2.3.2 Medidas estándares de los bloques

El bloque de hormigón tradicional es un componente esencial en una variedad de estructuras de construcción. Es fundamental elegir el tipo correcto de bloque en función de su propósito específico, ya sea como un elemento estético o como un componente estructural esencial que debe resistir cargas a lo largo del tiempo. Los bloques de hormigón se fabrican en diversas dimensiones, diseñadas específicamente para adaptarse a las exigencias de distintos tipos de proyectos y cumplir con los estándares de calidad y seguridad requeridos. A continuación, se ofrece una descripción de las medidas estándar de los bloques de hormigón, esenciales para la planificación y ejecución de obras constructivas eficientes.

Tabla 1. Medidas estándares de los bloques.

Tipo de bloque	Medidas estándar		
	Ancho (cm)	Alto (cm)	Largo (cm)
De hormigón	10	20	40
	15	20	40
	20	20	40

Fuente: Bloqueras, (2018)

2.3.2.1 Dimensiones de los bloques

La normativa ecuatoriana, específicamente la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014) del Instituto Ecuatoriano de Normalización, indica que existen diferentes tipos de bloques, designados como A, B, C, D y E, cada uno con variaciones en longitud, ancho y altura. Al observar las dimensiones, se puede notar lo siguiente:

1. **Consistencia en la Longitud:** Todos los bloques, independientemente del tipo, mantienen una longitud constante de 40 cm. Esta uniformidad en la longitud podría ser beneficiosa para el proceso de fabricación y para garantizar la compatibilidad en la unión de bloques en estructuras.
2. **Variabilidad en el Ancho y la Altura:** Las dimensiones del ancho y la altura presentan más variabilidad. Por ejemplo, los bloques A y B tienen un ancho que oscila entre 15 y 20 cm y una altura de 10 a 20 cm. Este rango de variaciones sugiere que los bloques pueden ser adaptables para diferentes usos en la construcción, lo cual es una ventaja significativa en términos de versatilidad. En cambio, los bloques E muestran alturas de hasta 25 cm, lo que podría ser útil para aplicaciones que requieren una mayor capacidad de carga.
3. **Relevancia de las Dimensiones:** La relación entre el ancho y la altura es fundamental para determinar la resistencia y la estabilidad de los bloques. Los bloques más altos (como los de tipo E) pueden ofrecer una mayor

resistencia estructural, pero también deben ser evaluados en términos de su peso y facilidad de manejo. Esto es crucial en aplicaciones prácticas donde el transporte y la manipulación son consideraciones importantes.

4. **Aplicaciones Potenciales:** La variabilidad en las dimensiones permite que estos bloques se utilicen en diversas aplicaciones constructivas. Por ejemplo, los bloques de menor altura podrían ser más adecuados para construcciones ligeras o interiores, mientras que los de mayor altura podrían ser preferidos para estructuras que requieran mayor solidez, como muros de carga o divisiones exteriores.
5. **Evaluación de Rendimiento:** Se debe considerar cómo estas dimensiones impactan en el rendimiento general de los bloques, incluyendo su resistencia a la compresión, durabilidad y eficacia en el aislamiento térmico y acústico. Realizar pruebas comparativas entre los diferentes tipos de bloques permitirá determinar cuáles son más eficientes para usos específicos.

En conclusión, las dimensiones de los bloques analizados presentan un amplio rango de opciones que facilitan su aplicación en diversas construcciones. La selección adecuada de las dimensiones dependerá de las necesidades específicas del proyecto y del análisis de rendimiento de cada tipo de bloque. Para obtener resultados óptimos, es esencial realizar pruebas adicionales que evalúen las propiedades mecánicas y estructurales de los bloques bajo diferentes condiciones de carga y uso.

Tabla 2. Dimensiones de los bloques.

Dimensiones de los bloques						
TIPO	largo	ancho	alto	largo	ancho	alto
A, B	40	20,15,10	20	39	19,14,09	19
C, D	40	10,15,20	20	39	09,14,19	19
E	40	10,15,20,25	20	39	09,14,19,24	20

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014)

2.3.3 Clasificación de los bloques según su uso

La normativa ecuatoriana, específicamente la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014) del Instituto Ecuatoriano de Normalización, establece criterios claros para clasificar los bloques de hormigón en función de su uso y densidad, facilitando así su selección adecuada para distintos tipos de construcción.

Tabla 3. Clasificación de los bloques

Clasificación	Fin con el que se emplea
A	Se emplean para construir paredes exteriores de carga que no requieren revestimiento adicional, proporcionando una estructura robusta y una estética específica.
B	Utilizados en paredes exteriores de carga que serán revestidas, así como en paredes interiores de carga, con la opción de incluir o no revestimiento. Estos bloques garantizan una base sólida mientras permiten flexibilidad en el acabado final.
C y D	Destinados para paredes divisorias, tanto exteriores como interiores. Los bloques tipo C se usan sin revestimiento exterior, mientras que los del tipo D pueden incorporar revestimiento y se adaptan igualmente para divisiones interiores, con la opción de revestimiento según se requiera.
E	Diseñados específicamente para la construcción de losas alivianadas de hormigón armado, ofreciendo una

solución efectiva para estructuras que requieren reducción de peso sin comprometer la integridad estructural.

. Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014)

2.3.4 Clasificación de los bloques según su densidad

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 638 (2014) especifica que la densidad de los bloques de hormigón constituye un factor determinante para su clasificación. Esta característica es fundamental, pues influye directamente en aspectos críticos como el aislamiento térmico y la resistencia estructural del material.

Según dicha normativa, los bloques de hormigón se dividen en tres categorías basadas en su densidad, que se mide en kilogramos por metro cúbico (Kg/m^3). Los bloques se clasifican como livianos si su densidad es menor a 1680 Kg/m^3 , lo que generalmente indica una mayor capacidad de aislamiento térmico debido a una estructura más porosa. Los bloques medianos, con una densidad entre 1680 y 2000 Kg/m^3 , ofrecen un equilibrio entre durabilidad y aislamiento, adecuados para una variedad de aplicaciones en construcción.

Finalmente, los bloques denominados normales, con una densidad superior a 2000 Kg/m^3 , se caracterizan por su alta resistencia y son preferidos en proyectos donde la capacidad de soporte de carga es prioritaria. Esta clasificación ayuda a los arquitectos y constructores a elegir el tipo de bloque adecuado según las necesidades específicas de cada proyecto.

2.4 Plástico

El plástico se obtiene a partir de polímeros, que son grandes moléculas formadas por largas cadenas de átomos, predominantemente de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno o azufre. Estos polímeros presentan un alto peso molecular y su estructura varía dependiendo de cómo se unen estos átomos. Su etimología viene del griego “plastikos”, que significa “capaz de ser moldeado”. Esta propiedad de maleabilidad es crucial para el plástico, otorgándole una flexibilidad

notable que le permite adoptar diversas formas y tamaños. Por esta razón, es uno de los principales materiales en la producción de envases, bolsas, empaques y envoltorios para alimentos, entre otros productos utilizados en numerosos sectores (Rodríguez, 2021; Zambrano, 2020).

2.4.1 Tipos de plásticos

Flores y Tenesaca (2023) clasifican los plásticos en tres categorías principales:

Termoplásticos: Estos plásticos se ablandan al exponerse a altas temperaturas y recuperan su rigidez al enfriarse. Generalmente pueden soportar temperaturas de hasta 150°C, salvo excepciones como el teflón. Son reciclables.

Termoestables: Se endurecen mediante un proceso de curado. Acabado dicho proceso, no deben ser fundidos ni moldeados nuevamente.

Elastómeros: Estos materiales se tensan hasta ocho veces su longitud inicial y, al cesar la fuerza que los deforma, recuperan su forma y tamaño originales.

2.4.2 Historia del desarrollo del plástico

La evolución del plástico ha sido una trayectoria fascinante marcada por descubrimientos significativos que se extienden desde la antigüedad hasta la modernidad. A continuación, se presentan los hitos más relevantes:

3500 a.C., Cultura Olmeca: Utilizaban la savia y extractos vegetales para crear formas moldeadas de caucho natural, demostrando los primeros usos conocidos de polímeros.

1832, Jacob Berzelius: Introduce la distinción entre compuestos orgánicos e inorgánicos, aportando el término "proteína" al léxico científico.

1835, Henri Victor Regnault: Realiza el descubrimiento del cloruro de vinilo, sentando bases para futuros desarrollos en plásticos sintéticos.

1838, Anselme Payen: Aísla la celulosa, un polímero natural, marcando un avance crucial en la comprensión de los materiales biológicos.

1839, Charles Goodyear: Inventa la vulcanización del caucho, un proceso que mejora sus propiedades mediante la adición de azufre.

1844, Frederick Walton: Inventor del linóleo, utilizando aceite de lino y materiales como serrín sobre textiles para crear un nuevo material.

1846, Christian Schonbein: Modifica la nitrocelulosa, dando paso a aplicaciones más seguras y efectivas de este material.

1851, G.H. Bewlgy: Despliega el primer cable submarino, demostrando la aplicación práctica de los polímeros en infraestructuras avanzadas.

1862, Alexander Parkes: Produce un material moldeable a partir de celulosa que puede formarse con calor.

1869, Wesley Hyatt: Mejora la nitrocelulosa al celuloide, haciéndola manejable mediante calor y añadiendo sustancias como alcanfor.

1884, Hilaire Chardonnet: Introduce la seda artificial, conocida como “Seda Chardonnet”, un precursor de las fibras sintéticas.

1897, Wilhem Krichel y Adolph Stipteler: Innovan con la creación de un sustituto del marfil.

1907, Leo Hendrik Baekeland: Desarrolla la baquelita, el primer plástico totalmente sintético sin base en moléculas naturales.

1912, Fritz Klatte: Lanza al mercado el PVC.

1922, Herman Staudinger: Establece el concepto fundamental de macromoléculas.

1926, Theodor Svedberg: Pionero en la determinación de la masa molecular de polímeros.

1930, Giulio Natta: Conduce el desarrollo del polipropileno.

1933, Hans von Pechmann: Descubre el polietileno, uno de los plásticos más utilizados, de forma accidental.

1937, Otto Bayer: Encuentra los poliuretanos, ampliando el espectro de aplicaciones de los polímeros.

1947, Turner Alfrey y Charles Price: Elucidan procesos de polimerización de materiales clave como el polietileno y el polipropileno.

1958, Wilfred Sweeny: Desarrolla la poliamida aromática, mejorando significativamente la resistencia y la estabilidad térmica.

1965, Stephanie Kwolek: Sintetiza el Kevlar, una poliamida aromática de alto rendimiento.

1967, DuPont Wyeth: Introduce el PET.

1977, Alan Heeger, Alan MacDiarmid, Hideki Shirakawa: Innovan con el poliacetileno, un polímero conductor de electricidad.

1983, Webster y Sogah: Avanzan en la polimerización controlada de acrílicos.

1995, Mitsuo Sawamoto y Krzysztof Matyjaszewski: Refinan técnicas de polimerización controlada.

2005, NASA: Explora el polietileno RFX1, material notable por su superior resistencia comparativa al aluminio.

Cada uno de estos avances ha contribuido a la versatilidad y la utilidad creciente de los plásticos en múltiples disciplinas y aplicaciones.

2.4.3 Características del plástico

De acuerdo con Moreno (2022), las características destacadas del plástico incluyen:

Plasticidad: Son fáciles de fabricar y moldear.

Resistencia: Se distinguen por su durabilidad y calidad en comparación con otras materias primas.

Propiedades aislantes: Debido a su baja conductividad eléctrica, se utilizan como aislantes en aplicaciones eléctricas.

Conductividad térmica: Poseen baja conductividad térmica.

Resistencia mecánica: Soportan estiramientos, impactos, torsiones y presiones.

Resistencia a químicos, como disolventes, ácidos y materiales corrosivos.

Ligereza: Son materiales livianos.

2.4.4 Clasificación del plástico

En el estudio de Alcívar (2020), se presenta una clasificación exhaustiva de los plásticos basada en su origen, diferenciando entre fuentes naturales y sintéticas. Los plásticos derivados de materias primas naturales se subdividen en dos categorías principales: animal y vegetal. En la categoría animal, se encuentran materiales como la caseína, que es un tipo de proteína láctea comúnmente utilizada en la producción de plásticos biodegradables. Por el lado vegetal, se incluyen sustancias como la celulosa y el celofán, extraídas de las plantas, y el látex, obtenido de ciertos tipos de árboles, que han sido históricamente utilizados en la fabricación de productos plásticos por sus propiedades de maleabilidad y resistencia.

Por otro lado, la clasificación de plásticos de origen sintético o artificial se basa en su derivación de recursos no renovables como el petróleo, el gas natural y el carbón. Estos materiales forman la base de la mayoría de los plásticos modernos debido a su capacidad para ser transformados en polímeros de alto rendimiento a través de diversos procesos químicos. Estos plásticos sintéticos son cruciales en una amplia gama de aplicaciones industriales y de consumo debido a su durabilidad, ligereza y resistencia a la degradación ambiental. Sin embargo, su dependencia de combustibles fósiles y su impacto en la sostenibilidad ambiental continúan siendo temas de debate y estudio intensivo dentro de la comunidad científica y tecnológica.

2.5 PET

El polietileno tereftalato (PET), cuya base es el petróleo, se emplea en la fabricación de una amplia gama de productos, incluyendo botellas, películas, láminas, placas, componentes de iluminación, partes diversas y textiles. Este material se distingue por su notable dureza y claridad, además de su resistencia al desgaste, a ciertos productos químicos, a impactos significativos, al fuego y a la fractura. Asimismo, el PET es reciclable (Macancela y Martínez, 2022).

La composición de un kilogramo de PET incluye un 64% de petróleo, un 23% de derivados líquidos del gas natural y un 13% de aire. El proceso de producción del PET implica la oxidación del paraxileno, extraído del petróleo crudo, para obtener ácido tereftálico, mientras que el etileno, derivado del gas natural, se oxida para formar etilenglicol. La combinación de ácido tereftálico y etilenglicol da lugar al PET (Terán, 2019).

2.5.1 Breve historia del PET

El tereftalato de polietileno es un polímero que fue desarrollado inicialmente para la fabricación de fibras. Este descubrimiento fue obra de J.R. Whinfield y J.T. Dickson durante el periodo de 1939 a 1941, en los laboratorios de la Asociación Calico Printers, donde se concentraron en estudiar los poliésteres termoplásticos. La fabricación a escala comercial de fibras de poliéster no se materializó hasta 1955, marcando el inicio de una era de expansión tecnológica para el PET. A mediados de la década de los setenta, específicamente desde 1976, el PET encontró un nuevo uso en la producción de envases debido a sus propiedades de ligereza, transparencia y resistencia, que lo hacían ideal para contener bebidas y otros líquidos. La introducción de los primeros envases de PET en el mercado en 1977 revolucionó la industria del embalaje, extendiendo su aplicación a una diversidad de productos que incluyen aguas, aceites, detergentes, cosméticos, licores y productos farmacéuticos, consolidando su presencia global en la industria de envasado (Universidad de Burgos, s.f.).

2.5.2 Características del PET

Según Alcívar (2020), las propiedades del plástico PET son las siguientes:

Translucidez: Permite la adición de colorantes para modificar la refracción de la luz.

Barreras contra el oxígeno: Previene la liberación de oxígeno.

Seguridad alimentaria: No es tóxico y es seguro para el contacto con alimentos y productos químicos.

Rigidez y dureza: Es altamente rígido y resistente al desgaste.

Propiedades térmicas: Posee excelentes características térmicas.

Ligereza e impermeabilidad: Es liviano, impermeable y 100% reciclable.

Superficie barnizable: Su superficie se puede barnizar.

Capacidad de resistir el plegado y baja propensión a absorber humedad: Estas características son fundamentales para aplicaciones donde la durabilidad y la estabilidad dimensional son críticas

2.5.3 Propiedades físicas, mecánicas y químicas del PET

En el análisis de las propiedades del tereftalato de polietileno (PET), Terán (2019) destaca una serie de atributos que lo categorizan tanto física, mecánica como químicamente. Este material presenta una densidad que varía entre 1,34 y 1,39 g/cm³, lo que lo convierte en una opción notablemente robusta para aplicaciones que requieren durabilidad sin un peso excesivo. Además, exhibe una resistencia a la tracción de hasta 825 kg/cm² y a la flexión de 1450 kg/cm², lo que demuestra su capacidad para soportar fuerzas sin deformarse. Otros aspectos relevantes incluyen un alargamiento a la rotura del 15%, indicativo de su flexibilidad, y un módulo de elasticidad significativo de 28550 kg/cm² que refleja su rigidez y respuesta a la carga elástica.

En cuanto a las propiedades térmicas, el PET se funde a una temperatura que oscila entre 244 y 254 °C, lo que permite su procesamiento mediante técnicas

de moldeo por calor. Posee una baja conductividad térmica, lo que lo hace adecuado para aplicaciones donde se requiere un aislamiento térmico. La temperatura de deformidad bajo carga se sitúa en torno a los 170 °C y la temperatura de ablandamiento de Vicat es de aproximadamente 175 °C. Además, exhibe una dilatación térmica de $15,2$ a $24 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$, demostrando cómo puede expandirse con cambios de temperatura sin perder propiedades.

Desde una perspectiva química, el PET muestra una absorción de agua muy baja, solo del 0,02%, evidenciando su idoneidad en ambientes húmedos o para almacenar líquidos sin afectar su estructura. Su comportamiento frente al fuego es también notable; arde lentamente y presenta dificultades para mantener la llama, lo que lo categoriza como un material con buenas propiedades de retardancia de llama. La resistencia a la exposición solar incluye una decoloración ligera, y su resistencia a ácidos débiles es buena, lo que asegura su durabilidad en diversos entornos químicos. Finalmente, su calidad de mecanizado es excelente, permitiendo una fácil fabricación y manipulación en procesos industriales.

2.5.4 Reciclaje del plástico PET

En el contexto actual, el reciclaje se ha convertido en una práctica esencial, no solo como medida de sostenibilidad sino también como una necesidad urgente. Globalmente, se están fortaleciendo las iniciativas para reusar y reciclar materiales como el tereftalato de polietileno (PET), con investigadores buscando formas más efectivas y sostenibles de procesamiento. Este enfoque es crucial dado que, a pesar de las altas tasas de reciclabilidad del PET, menos de un tercio del material disponible para reciclaje se procesa adecuadamente.

En particular, en regiones como Latinoamérica, la recolección de PET se lleva a cabo por una variedad de actores, incluyendo individuos independientes y organizaciones, tanto públicas como privadas. No obstante, la falta de datos precisos sobre las cantidades recogidas complica la optimización de los procesos de reciclaje y limita la capacidad de ser eficientes en el aprovechamiento de estos recursos.

El proceso de reciclaje de botellas de PET, detallado en la investigación de Cárdenas y Morales (2022), incluye varias etapas clave para transformar estas botellas usadas en materiales reutilizables:

Recolección: Las botellas son reunidas por diversos agentes recicladores.

Transporte: Posteriormente, estas son trasladadas a instalaciones de procesamiento.

Venta: Los centros de reciclaje compran las botellas a precios competitivos, basados en el peso y la calidad del material.

Selección y clasificación: Mediante procesos manuales y automáticos, las botellas son clasificadas por color y calidad.

Trituración: Las botellas seleccionadas se descomponen en pequeñas hojuelas.

Calentamiento: Las hojuelas se calientan para suavizar y transformar en una forma más maleable.

Formación de pellets: La masa resultante se moldea en pequeños gránulos o pellets.

Enfriamiento y control de calidad: Los pellets son enfriados y sometidos a rigurosos controles de calidad para asegurar su viabilidad para el reúso.

Envasado: Una vez aprobados, los pellets se empaquetan para su distribución y venta.

Este meticuloso proceso no solo asegura la reutilización efectiva del PET sino que también promueve la conservación ambiental al reducir la cantidad de desechos y la demanda de recursos vírgenes.

2.6 Fibras naturales

Las fibras naturales, provenientes de fuentes tanto vegetales como animales, incluyen materiales como el algodón, lino, seda y lana. Estas fibras se caracterizan por requerir intervenciones mínimas para su preparación, tales como limpieza o

lavado, antes de ser transformadas en hilos. Esta simplicidad en su procesamiento no solo minimiza los desechos, sino que también resalta su sostenibilidad y renovabilidad, haciendo de ellas una alternativa ecológicamente favorable. Santiana (2023), destaca la eficiencia de estas fibras en cuestión de gestionar recursos y reducir de residuos correctamente.

En el contexto ecuatoriano, se reconocen más de 25,000 variedades de especies de fibras naturales, que son esenciales en la producción artesanal. Los campesinos e indígenas utilizan estas fibras para crear una amplia gama de productos, desde cestas y lámparas hasta mobiliario y accesorios como gorras y aretes. Entre las fibras más utilizadas se encuentran la cabuya, totora, paja toquilla, mimbre, estopa de coco, abacá, ceibo, algodón, bambú y bejuco. Pulloquina (2019) ha investigado el rendimiento acústico de fibras como abacá, coco y cabuya, observando que los paneles de mayor espesor mostraban mejores propiedades acústicas, lo que sugiere su potencial uso en aplicaciones decorativas.

2.6.1 Clasificación de las fibras naturales

De acuerdo con Angulo (2021), pueden clasificarse en tres categorías principales:

Fibras naturales vegetales: Provenientes de plantas, estas fibras incluyen algodón, lino, y bambú, utilizadas comúnmente en textiles y otros productos artesanales.

Fibras naturales animales: Derivadas de animales, como la lana de oveja y la seda de gusanos de seda, estas fibras son clave en la industria textil debido a su suavidad y capacidad térmica.

Fibras naturales minerales: Aunque menos comunes, incluyen materiales como el amianto, que ha sido usado históricamente por sus propiedades resistentes al fuego, aunque su uso ha disminuido debido a preocupaciones de salud.

Adicionalmente, fuentes como Zhou y Morreale (2020) en su estudio sobre la viabilidad de las fibras naturales en la industria moderna, subrayan la importancia de estas fibras no solo por su capacidad ecológica sino también por su funcionalidad

en diversos sectores industriales, incluyendo la construcción y la automoción, destacando su potencial para innovar en materiales sostenibles.

2.6.1.1 Fibras naturales vegetales

Las fibras vegetales, también conocidas como fibras de celulosa natural, provienen de las semillas, tallos, hojas, frutos y raíces de las plantas. Estas fibras, utilizadas por el ser humano desde tiempos ancestrales, son apreciadas por sus destacadas cualidades funcionales. Según Sánchez (2020), estas fibras han servido como componentes fundamentales en la creación de utensilios domésticos, indumentaria, herramientas de pesca, así como en la fabricación de papel y tejidos artesanales.

Ordóñez y Ferrufino (2022), afirman que las fibras vegetales son esenciales en diversas aplicaciones artesanales. Investigaciones realizadas en la Universidad de Palermo destacan que estas fibras tienen propiedades importantes como la retención de humedad, aislamiento térmico y acústico, según Goyes y Sánchez (2020). Además, históricamente han tenido un papel crucial en diversas culturas. Por ejemplo, en el Antiguo Egipto, el lino era utilizado para confeccionar vestimentas y el papiro para la escritura, mediante un proceso detallado que incluía la extracción del tallo de la planta de papiro, que luego era procesado y pulido con piedra pómez para su uso final.

En las culturas griega y romana, fibras como el algodón, el lino y el cáñamo eran fundamentales para la confección de vestidos y túnicas. Estas fibras también eran usadas en la creación de cestas y en la construcción de estructuras habitacionales, adaptadas según la clase social, con techos de paja o caña según Fernández (2020). En Mesoamérica, civilizaciones como los mayas y aztecas utilizaban algodón y maguey para fabricar textiles, ropas y otros utensilios esenciales para su vida diaria y rituales.

La cultura Inca, conocida por su sofisticación en el tejido, utilizaba algodón y lana para crear textiles con intrincados diseños geométricos, así como para la fabricación de objetos utilitarios y decorativos. Baulenas (2023) describe cómo los

Incas usaban fibras tanto vegetales como animales para una variedad de aplicaciones, incluyendo la contabilidad a través de los quipos.

Actualmente, las fibras vegetales son reconocidas por su potencial sostenible y están siendo reintroducidas en diversas industrias para reemplazar fibras sintéticas que contribuyen a la contaminación ambiental. Según Pulloquina (2020), estas fibras se destacan por sus propiedades físicas, térmicas y acústicas superiores en el contexto de un desarrollo más ecológico y sostenible.

2.6.1.2 Tipo de fibra vegetal a nivel mundial

A nivel global, existe una variedad de fibras vegetales utilizadas en múltiples sectores, incluyendo la construcción, la fabricación de muebles, textiles, tableros decorativos y artesanías. Ramírez (2019) señala que estas aplicaciones demuestran la versatilidad y la importancia creciente de las fibras vegetales en la economía moderna.

Tabla 4. Tipo de fibra vegetal a nivel mundial.

Fibra	Fuente
Abacá	Planta de abacá
Acetato	Pulpa de madera
Bambú	Pulpa de hierva
Banana	Pseudotallo/hojas de la planta de banano
Fibra de Coco	Coco
Algodón	Arbusto
Linaza	Planta herbácea
Yute	Planta vegetal en la familia de los tilos
Cáñamo	Cannabis
Kenaf	Cannabinus de hibiscus
Lyocell	Árbol de eucalipto
Modal	Haya
Piña	Hoja de piña

Rafia	Palma de rafia
Ramina	Planta con flores en la familia de la ortiga.
Seda artificial	Pulpa de la madera
Sisal	Sisalana del agave
Proteína de soja	Residuos de la fabricación del tofu

Fuente: Ramírez, (2019)

2.6.1.3 Fibras naturales animales

Las fibras animales, compuestas principalmente de proteínas, incluyen pelos y secreciones de animales como la lana y la seda. Estas fibras, clasificadas en pelo y seda, varían en características según la especie de origen y el tratamiento que reciben. Estas diferencias afectan directamente propiedades como la longitud, grosor y textura, lo cual es crucial para su aplicación en textiles y otros productos de alta calidad. Xueliang et al., (2020) y Enríquez, (2022) discuten cómo la estructura molecular y la composición de las fibras animales influyen en sus propiedades únicas y su funcionalidad en diversas aplicaciones industriales.

2.6.1.4 Tipos de fibra animal a nivel mundial

Según Bastidas y Verdezoto (2021), mundialmente existen varios tipos de fibra animal que se utilizan para la fabricación de textiles, elaboración de accesorios decorativos, fabricación de paneles entre otros.

Tabla 5. Tipos de fibra animal a nivel mundial.

Fibra	Fuente
Alpaca	Alpaca
Lana de angora	Conejo de angora
Pelo de camello	Variedades de ña árabe/guanaco/camélidos sudamericanos.
Lana de cachemira	Cabra india de Cachemira

Chiengora	Perro
Lana de cordero	Oveja
Llama	Llama
Lana mohair	Cabra de angora
Qiviut	Bueyes almizcleros
Conejo	Conejo
Seda	Gusano de seda
Seda eri	Gusano de seda
Seda de araña	Araña tejedora de orbes dorados
Vicuña	Vicuña
Lana	Oveja
Yak	Yak salvaje

Fuente: Bastidas y Verdezoto, (2021)

2.6.1.5 Fibras naturales minerales

En la naturaleza se encuentran diversos materiales, siendo el amianto uno de los más utilizados. Este material fibroso se emplea para la elaboración de trajes ignífugos, que son resistentes al fuego y a la corrosión. También se desarrollan fibras a partir de varillas metálicas, como oro y plata, que se cortan en tiras muy finas y se usan comúnmente como adornos en prendas de vestir. En la actualidad, también se ha introducido el uso de otros metales, como el aluminio, acero y hierro (Campues, 2022).

Tabla 6. Tipo de fibras naturales minerales.

Fibras naturales minerales
El amianto
El vidrio
El metal

Fuente: Campues, (2022).

2.6.1.6 Usos de las fibras naturales

Las fibras naturales tienen diversas aplicaciones dentro del área textil. Se utilizan en la confección de prendas de vestir (camisetas, pantalones, camisas), la elaboración de accesorios (gorras, zapatos, billeteras), ropa de cama y tapicería. Estas fibras son valoradas por su suavidad y sus propiedades antibacterianas y térmicas, haciéndolas adecuadas para estos usos. El ámbito de la moda ha evolucionado de manera dinámica, adaptando sus materiales a las demandas del consumidor, y actualmente se valoran mucho las opciones sostenibles. Esto incluye el uso de fibras vegetales en combinación con pieles animales en el diseño de moda (Betancourt, Chávez et al., 2023).

En el ámbito de la arquitectura, la tendencia actual se inclina hacia construcciones más sostenibles, empleando materiales como bambú, caña y paja. Se exploran alternativas como la fabricación de bloques utilizando adobe y fibras vegetales, con el objetivo de ofrecer soluciones más ecológicas que los bloques tradicionales (Contreras y Montalbán, 2022). En el sur de Ecuador, el uso de la tierra en la construcción ha sido una práctica común, empleando técnicas como el bareque y el tapial para viviendas, muros y divisiones. Estos materiales han demostrado ser efectivos debido a sus excelentes propiedades térmicas y acústicas (Vélez, 2021). En diseño interior, las fibras naturales se emplean en una variedad de aplicaciones, incluyendo tabiques, tableros prefabricados, elementos decorativos, lámparas, alfombras y mobiliario, destacando por su resistencia y durabilidad. Se anticipa que el uso de fibras naturales en la industria textil, de la construcción y del papel crecerá en los próximos años, en un esfuerzo por reducir el impacto de materiales altamente contaminantes.

2.7 Origen de la planta del banano

La planta del banano tiene sus raíces en el Sudeste Asiático, donde se cultivó hace aproximadamente 10.000 años. Los restos más antiguos se encontraron en Nueva Guinea, datando del siglo VII a.C. Actualmente, esta planta todavía crece de manera silvestre en Filipinas e Indonesia, aunque su origen exacto no está completamente determinado. En épocas antiguas, el banano se cultivaba a partir de

semillas, pero hoy en día existe una gran diversidad genética. La planta pertenece a la familia Musaceae y a la clase monocotiledónea, y algunas de sus variedades se utilizan como plantas ornamentales, así como por sus fibras naturales en remedios tradicionales, artesanías y en la construcción (Pineda, 2021).

2.7.1 Descripción botánica de la planta de banano

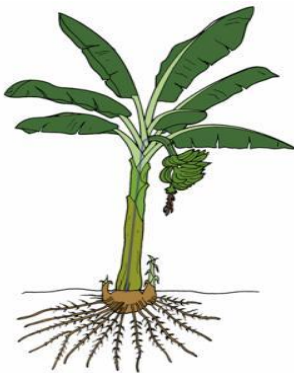
El banano es una planta monocotiledónea que puede alcanzar alturas de entre 1,5 y 6 metros. Su estructura se compone de varias vainas foliares que forman el pseudotallo. Para un crecimiento óptimo, la planta requiere un clima tropical con temperaturas adecuadas y precipitación moderada. Las condiciones ideales favorecen un desarrollo uniforme a lo largo del año, mientras que precipitaciones excesivas y condiciones nubladas pueden afectar negativamente su fisiología (Pineda, 2021).

2.7.2 Morfología de la planta de banano

Según Quiñonez (2020), la planta del banano se describe morfológicamente de la siguiente manera:

Sistema radicular: El sistema radicular desempeña un papel esencial en la planta, siendo el encargado principal de absorber agua y nutrientes del suelo. Esta estructura vital transporta estos elementos esenciales a través de la planta, asegurando su nutrición y crecimiento adecuados.

Figura 1. Sistema radicular.



Fuente: Pineda, (2021).

Rizoma: El tallo verdadero, conocido botánicamente como rizoma, se encuentra bajo tierra. Este tiene una estructura cilíndrica, gruesa y carnosa, con entrenudos vestigiales.

Figura 2. *Rizoma del banano*



Fuente: *Pineda, (2021)*

Pseudotallo: A diferencia de los árboles, el banano no tiene un tronco verdadero. En su lugar, las vainas foliares se desarrollan en estructuras verticales no leñosas, las cuales podrían tener una altura de hasta seis metros. El pseudotallo también actúa como reservorio de nutrientes y almacena la energía generada por la fotosíntesis en las hojas. Su tamaño y textura permiten soportar el peso de los frutos, con una altura variable entre dos y cinco metros, dependiendo de la variedad.

Figura 3. *Pseudotallo*



Fuente: *Pineda, (2021)*

Hojas: Las hojas son grandes y espiraladas, con longitudes de entre 2 y 4 metros y anchos de 50 centímetros. El limbo es elíptico y alargado, y el peciolo

puede medir hasta un metro, con una forma ligeramente ondulada. La producción de hojas varía según el tipo de planta y la edad, siendo fundamentales para la fotosíntesis y el crecimiento.

Figura 4. *Hojas del banano*



Fuente: *Pineda, (2021).*

Fruto: El fruto del banano es curvilíneo y tiene una textura suave y carnosa. Es un alimento energético debido a su contenido de agua, carbohidratos, grasas, fibra y vitaminas A y C.

Figura 5. Fruto del banano



Fuente: *Pineda, (2021).*

Hijuelo: El fruto del banano es curvilíneo y tiene una textura suave y carnosa. Es un alimento energético debido a su contenido de agua, carbohidratos, grasas, fibra y vitaminas A y C.

Figura 6. *Hijuelo*



Fuente: *Pineda, (2021).*

Inflorescencia: Estructura compleja que contiene las flores, las cuales desarrollarán los frutos.

Figura 7. *Inflorescencia del banano*



Fuente: *Pineda, (2021).*

2.7.3 Taxonomía de la planta de banano

De acuerdo con Ramírez (2020), la clasificación taxonómica de la planta de banano se detalla de la siguiente manera:

Tabla 7. Taxonomía de la planta de banano.

Reino	Especie <i>plantae</i>
División	Magnoliophyta - también conocida como angiospermas, que incluye a todas las plantas con flores.

Clase	Liliopsida - representa a las monocotiledóneas, caracterizadas por tener un solo cotiledón en la semilla.
Orden	Zingiberales - un orden que incluye a las plantas herbáceas tropicales como el jengibre y el plátano.
Familia	Musaceae - específica de las plantas tipo banano y plátano.
Género	Musa - el género al que pertenecen todas las variedades de banano y plátano.
Especie	M. acuminata - una de las principales especies cultivadas para la producción comercial de banano.

Fuente: Ramírez, (2020)

2.7.4 Fibra del banano

Conocida también como fibra de musa, la fibra de banano es reconocida como una de las fibras naturales más robustas en el ámbito global. Esta fibra es biodegradable y se extrae del pseudotallo de la planta de banano, destacando por su notable durabilidad (Delgado y Vidal, 2021). Gracias a su elevado contenido de celulosa, es considerada como una alternativa factible para la fabricación de papel, lo cual podría mitigar la sobreexplotación de bosques y la resultante emisión de contaminantes, asociados con el uso de madera (Cifuentes y Cifuentes, 2019).

2.7.5 Características de la fibra de banano

Delgado y Vidal (2021) describen el pseudotallo del banano, que constituye una parte significativa de la planta, presentando características únicas:

Constitución: El pseudotallo está compuesto por un conjunto apretado de vainas foliares superpuestas.

Composición: Predominantemente acuoso, el pseudotallo es carnoso, facilitando su uso en diversas aplicaciones industriales debido a su capacidad de retención de agua.

Resistencia: A pesar de su composición mayoritariamente acuosa, el pseudotallo es extremadamente resistente, capaz de soportar cargas significativas de hasta 50 kg o más.

Estas características posicionan al pseudotallo de banano como un recurso valioso no solo en la agricultura sino también en sectores como la industria textil y de materiales compuestos, donde su resistencia y biodegradabilidad pueden ser aprovechadas eficazmente.

2.7.6 Extracción de la fibra de banano

A partir del pseudotallo, que se compone de varias capas de vainas foliares apiladas, se realiza la extracción de la fibra de banano. Comparte características con el bambú y el ramio, aunque se considera de superior calidad debido a su composición química que incluye celulosa y lignina, y una longitud promedio de 60 mm. Esta fibra es valorada por su resistencia, brillo, ligereza, y por su alta capacidad de absorción de humedad sin degradarse fácilmente, lo que la hace ideal para usos textiles y la elaboración de artesanías y muebles (Cifuentes y Cifuentes, 2019).

2.7.7 Proceso artesanal de la extracción de la fibra de banano

Este proceso comienza una vez que se cosecha el banano (Delgado y Vidal, 2021). Las etapas incluyen:

Desfibrado: Se separan las capas del tallo una a una, extrayendo las capas internas húmedas que luego se dejan secar para su posterior uso.

Extracción: Se diferencian los tipos de fibra según la capa del tallo de la que se extraen, clasificándolas como suaves, malla, dura y pelo.

Secado: Las fibras se secan al aire libre; en días nublados el proceso puede durar hasta cuatro días, adquiriendo un tono café, mientras que en días soleados se logra una tonalidad beige más rápidamente.

2.7.8 Clasificación de la fibra del banano

Pedraza (2019) clasifica las fibras de banano en:

Hilo: Obtenido de la primera capa del tallo, conocido por su suavidad y finura.

Fibra suave: Proviene de la segunda capa, es más espesa pero fácil de manipular.

Malla: Extraída de la tercera capa, posee una textura entramada que dificulta su separación en fibras individuales.

Fibra dura: Derivada de la cuarta capa, es la más gruesa y resistente, usada en productos que requieren soporte estructural como carteras y sombreros.

Pelo: Procede de la capa más interna, siendo la más fina y menos resistente, y es menos utilizada por los artesanos.

2.7.9 Composición química de la fibra del banano

La fibra extraída del pseudotallo del banano se caracteriza por su alta concentración de celulosa, que constituye aproximadamente el 50-60% de su composición total. Este componente es acompañado por una significativa presencia de hemicelulosa, que representa el 25-30%, y lignina, que varía entre el 12-18%. Estos componentes estructurales son complementados por pectinas y materiales solubles en agua, cada uno en proporciones del 3-5%, además de ceras en la misma proporción, que añaden a la fibra propiedades físicas únicas como la impermeabilidad y flexibilidad. Finalmente, su contenido de cenizas, que es relativamente bajo (1-1.5%), refuerza la sostenibilidad de esta fibra al minimizar los residuos inorgánicos tras su descomposición. Esta rica composición química no solo facilita su biodegradabilidad, sino que también optimiza su capacidad para absorber y liberar humedad, haciéndola particularmente útil para aplicaciones en áreas que requieren control de humedad ambiental (Cifuentes y Cifuentes, 2019).

2.7.10 Propiedades físicas de la fibra del banano

Según Armas-Ruiz et al. (2016), la fibra de banano presenta características físicas destacadas que la hacen adecuada para diversas aplicaciones industriales y

textiles. Esta fibra tiene una longitud considerable que puede alcanzar hasta 3 metros, y su diámetro, relativamente uniforme, oscila entre 0,18 y 0,20 milímetros, proporcionando una finura notable. Su aspecto es visualmente atractivo, caracterizado por un brillo natural y un color habano claro que la hacen estéticamente valorada. Además, presenta un comportamiento particular al humedecerse, mostrando una tendencia a rizarse, lo cual puede ser aprovechado en ciertas aplicaciones textiles.

En términos de propiedades térmicas, la fibra de banano muestra una variabilidad en su resistencia al debilitamiento y la distorsión cuando se trata con vapor, lo que sugiere una adaptabilidad en procesos que involucran altas temperaturas. Su capacidad de aislamiento es una de sus propiedades eléctricas más relevantes, ofreciendo resistencia y eficacia en aplicaciones que requieren de materiales no conductores. Mecánicamente, la fibra destaca por su resistencia a la tracción, torsión y tensión, lo que la hace fuerte y durable para uso en materiales compuestos y productos textiles.

Respecto a su resistencia al agua, la fibra de banano es particularmente robusta frente a la exposición a agua salada, lo que resalta su idoneidad para aplicaciones en ambientes marinos o costeros. Además, aunque la exposición prolongada a la luz solar puede causar un blanqueamiento o cambios en la coloración, estas características pueden ser manejadas mediante tratamientos superficiales o el uso de protectores UV para prolongar la vida útil del material en aplicaciones exteriores.

2.7.11 Usos de la fibra de planta de banano

En varias localidades del país, la fibra de banano se aprovecha en la creación de diversos productos artesanales. Su resistencia superior a la tracción, similar a la de la fibra de bambú, permite su utilización en la fabricación de tejidos de distintos pesos y grosores, lo que la convierte en un material altamente versátil para diversas aplicaciones (Abril, 2022; Fernández, 2024). Según Cevallos et al. (2020), explorar el uso de fibras de banano en la producción de papel podría fomentar prácticas más

sostenibles, potencialmente revolucionando la industria papelera y promoviendo el desarrollo de una economía verde circular.

2.8 Cemento

El cemento hidráulico es un polvo que, al mezclarse con agua, crea una fórmula pastosa capaz de endurecerse, cumpliendo funciones clave en la construcción y mampostería. Según la normativa NTE INEN 1806 (2015), se elabora a partir de una mezcla de cemento Portland o cemento hidráulico compuesto, junto con aditivos plastificantes como la piedra caliza y la cal. Este material tiene que regirse a los estándares de las normas NTE INEN 490, 2380 o 152 para asegurar su calidad y eficacia en diversas aplicaciones de construcción (Ministerio de Industrias y Productividad Subsecretaría de la Calidad, s.f.).

2.9 Agregados

Los agregados, provenientes tanto de canteras como del arrastre fluvial, son esenciales en la elaboración del hormigón y deben ser transportados a centros de distribución utilizando maquinaria específica. Estos materiales se clasifican en función de su origen y se requieren diferentes formas de procesamiento para adecuarlos al uso en concreto, con especificaciones que deben igualar o superar las del hormigón en términos de resistencia y durabilidad. Los agregados más robustos son utilizados en hormigones de alta resistencia, mientras que los cantos rodados se emplean en mezclas de menor resistencia (Masaquiza, 2022; Pico, 2020).

2.9.1 Tipología de los agregados

Aproximadamente el 70% del volumen del hormigón es ocupado por áridos, que, en combinación con la pasta de cemento, confieren las propiedades mecánicas necesarias y ayudan a controlar los cambios volumétricos durante el fraguado. La calidad de los agregados se determina por su granulometría, densidad, forma y tipo de superficie, características cruciales para garantizar la funcionalidad y durabilidad del hormigón (Pico, 2020).

2.9.2 Agregados gruesos o gravas

El agregado grueso se define como aquel material que no pasa a través del tamiz número 4. Este tipo de agregado se caracteriza por atributos particulares como su dureza, densidad y módulo de elasticidad, que son esenciales para determinar su comportamiento y adecuación en diversas aplicaciones de construcción. Estas características influyen directamente en la calidad y durabilidad del concreto, haciéndolo un componente crítico en la ingeniería de materiales de construcción. La selección adecuada y el análisis de estas propiedades son fundamentales para asegurar que el agregado grueso cumpla con los requisitos técnicos necesarios para su uso en obras específicas.

Las gravas de alta calidad presentan una densidad superior a 2.6 g/cm^3 y una resistencia a la compresión mayor a 1000 kg/cm^2 , mientras que las de calidad inferior tienen menores densidades y resistencias, afectando su aplicabilidad en construcciones estructurales (Pico, 2020).

2.9.3 Agregados finos

Los agregados finos se definen por su capacidad para atravesar el tamiz de $3/8$ pulgadas mientras son retenidos por el tamiz número 200. Esta clasificación se basa en el tamaño de las partículas que conforman el agregado, lo cual es crucial para determinar su aplicación adecuada en mezclas de concreto y otros materiales de construcción. Estos agregados son fundamentales para la composición y las propiedades finales del material compuesto, influyendo en la trabajabilidad, la compactación y la durabilidad del concreto. La calidad de la arena, un tipo de agregado fino es crucial y depende de su origen; las extraídas de ríos generalmente son preferidas sobre aquellas de cantera que pueden contener altos niveles de arcilla, requiriendo procesos de lavado para asegurar su calidad. La arena de alta calidad es densa y resistente, adecuada para concretos de alta resistencia (Pico, 2020).

2.10 Granulometría

La granulometría de los áridos se establece mediante el tamizado con tamices estandarizados para obtener una curva granulométrica que refleje la distribución del tamaño de los granos. El tamaño máximo y el tamaño nominal máximo del árido son parámetros clave en la especificación de los materiales para diversas aplicaciones en construcción (Pico, 2020).

2.11 Agua

El agua usada en la mezcla de hormigón debe ser clara y estar libre de impurezas. La proporción correcta de agua es vital para la hidratación del cemento y para proporcionar la trabajabilidad necesaria al hormigón. Se debe evitar el uso de agua de mar en la mezcla debido a su alto contenido de sal, que puede comprometer la integridad estructural del hormigón. La calidad del agua determina que tan bueno será el hormigón (Álvarez y Cañizares, 2023).

2.12 Marco Legal

Según la Constitución de la República del Ecuador 2008

Capítulo segundo

Derechos del Buen Vivir

Sección segunda

Ambiente sano

Artículo 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Artículo 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y

de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Sección sexta

Hábitat y vivienda

Artículo 30.- las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Artículo 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

NORMAS INEN

NORMA NTE INEN 3066: Trata sobre las dimensiones de los bloques de hormigón y los tipos de materiales que se pueden usar. Para obtener la masa del bloque se sumerge por 24 horas, la muestra debe secarse entre 100°C y 115°C por 24 horas,

se utiliza la compresora para el uso y distribución de la carga en la prueba de compresión.

NORMA UNE EN 771-3: En esta norma se detalla las piezas de albañilería que sirven para la fabricación de bloques, parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros).

NORMA NTE INEN 1806: Trata sobre los requerimientos para el empleo adecuado de cemento, de acuerdo con el tipo de cemento se puede utilizar en mampostería, temperatura, humedad; forma correcta de almacenamiento y métodos de ensayo.

- **NORMA NTE INEN 153 2012:** Trata sobre el cemento, muestreo y ensayos.
- **NORMA NTE INEN 198:** Cemento, determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros.
- **NORMA NTE INEN 1882: 2013** agua: Definiciones y tipos de agua para diferentes usos.
- **NORMA NTE INEN 1108** agua potable: Requisitos
- **NORMA NTE INEN 2169:2013** agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.
- **NORMA NTE INEN-ISO 7887:2013** Calidad de agua, examen y determinación de color.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación se centra en el diseño y desarrollo de un bloque compuesto por fibras de banano y plástico PET reciclado, con el propósito de reutilizar materiales desechados y mitigar el impacto ambiental. Para ello, se adopta un enfoque cuantitativo respaldado por una técnica experimental, que permite analizar datos provenientes de procesos similares en la elaboración de prototipos de bloques utilizando materiales contaminantes. El objetivo es identificar técnicas, procesos y soluciones que contribuyan a la reducción de la contaminación, promoviendo así la creación de un bloque ecológicamente sostenible.

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Bibliográfica

La exploración del problema se realiza mediante la consulta de diversas fuentes académicas, incluyendo repositorios de tesis, artículos científicos, libros, enciclopedias y recursos visuales, lo que permite una comprensión profunda y fundamentada del tema en estudio.

3.2.2 Descriptiva

Este estudio detalla las características y clasificaciones del plástico PET y la fibra de banano, proporcionando una descripción exhaustiva que será posteriormente analizada tras la fabricación del bloque compuesto.

3.2.3 Experimental

Es aquella que recopila datos a través de la experimentación y los contrasta con variables constantes. Se procederá a recolectar estos plástico PET y del pseudotallo de banano. Se procede a realizar pruebas experimentales variando las proporciones de fibra y plástico, así como su combinación con materiales convencionales para verificar la viabilidad de la hipótesis planteada.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

3.3.1 Observación

La técnica de observación se emplea para recopilar datos directos sobre los gramajes de los materiales utilizados en la elaboración de cada prototipo, así como para analizar el comportamiento mecánico, físico y resultado final obtenido.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

La población de estudio abarca investigaciones que han sido realizadas mediante la experimentación con prototipos de bloques, los cuales emplean materiales contaminantes, como el plástico PET y fibras vegetales.

3.4.2 Muestra

La muestra está compuesta por un grupo seleccionado de manera aleatoriamente dentro de la población definida. Se seleccionan investigaciones que han experimentado con prototipos de bloques elaborados a partir de plástico PET combinado con fibras de banano.

CAPITULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1 Tema

“Elaboración de prototipo de bloque a partir del plástico PET reciclado, fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales”.

4.2 Descripción de la propuesta

La sostenibilidad y la durabilidad son principios esenciales en la construcción moderna, necesarios para maximizar la vida útil de las edificaciones y minimizar su impacto ambiental. Utilizar materiales resistentes y eficaces contra el desgaste natural y las condiciones climáticas adversas es crucial para la longevidad estructural y la reducción de los costos operativos a largo plazo.

El diseño arquitectónico moderno debe incorporar tácticas que optimicen el uso de recursos naturales, como la luz solar y la ventilación natural, para minimizar el consumo de energía proveniente de fuentes no renovables. Además, es vital promover la práctica del reciclaje y la reutilización de materiales a lo largo de todo el ciclo de vida de la construcción, desde su inicio hasta su eventual desmonte, apoyando así los principios de la economía circular.

La gestión de residuos, especialmente plásticos y agrícolas representa un reto ambiental considerable. Desarrollar materiales de construcción sostenibles utilizando estos desechos puede ser una estrategia eficaz para abordar esta problemática. Investigaciones recientes indican que el plástico PET reciclado puede incrementar la resistencia y durabilidad de los materiales constructivos, mientras que las fibras de pseudotallo de banano ofrecen beneficios significativos como refuerzo en materiales compuestos debido a sus propiedades mecánicas y su biodegradabilidad.

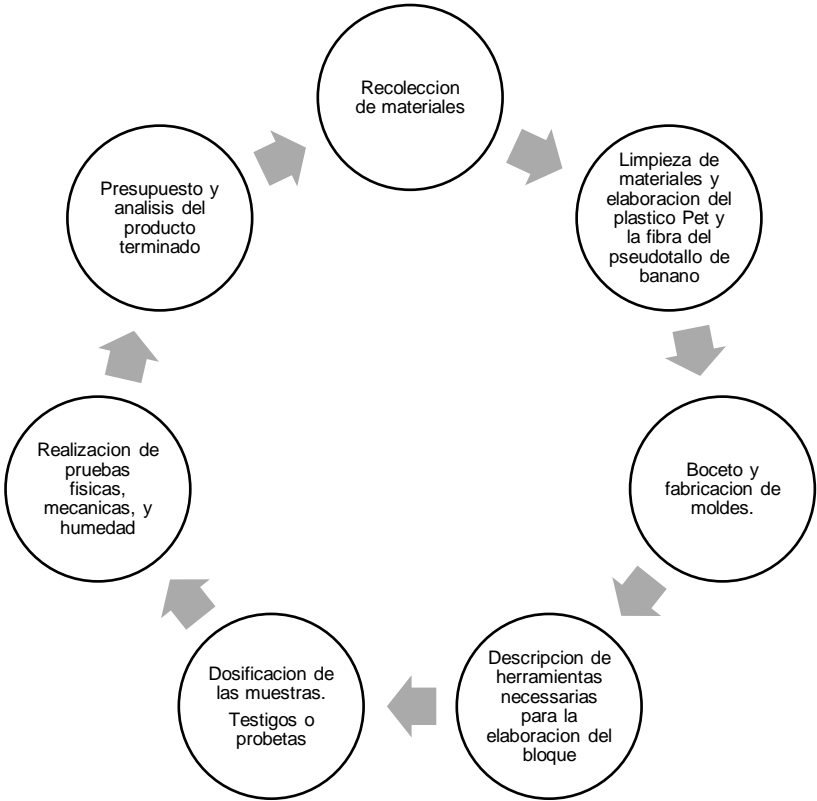
Este proyecto utiliza plástico PET reciclado combinado con fibra de pseudotallo de banano y materiales constructivos tradicionales para crear un bloque de construcción novedoso. Esta mezcla no solo tiene el objetivo de reciclar

componentes altamente contaminantes sino también de crear un material constructivo eficaz y respetuoso con el medio ambiente. Además, es esencial fomentar la educación y la concienciación tanto en profesionales de la construcción como en usuarios finales sobre la adopción de prácticas sostenibles que apoyen un desarrollo más amigable con el entorno natural.

4.3 Diagrama de flujo del proceso

A continuación, se especificará el proceso de elaboración del prototipo de bloque a partir de plástico PET, la fibra del pseudotallo de banano y materiales tradicionales:

Figura 8. Diagrama de flujo del proceso



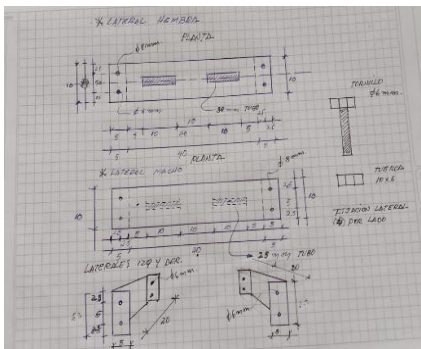
Elaborado por: Castelo, (2024)

4.4 Boceto para la elaboración de moldes

4.4.1 Diseño de moldes

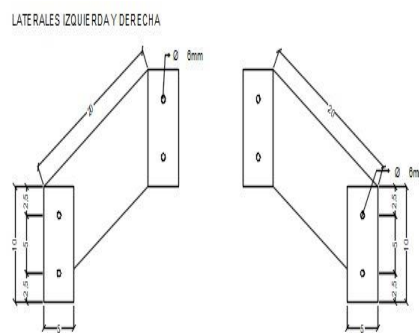
Para la elaboración del bloque, se diseñaron moldes tipo Lego, los cuales fueron fabricados tanto en metal como en madera, donde se vertieron las diferentes dosificaciones de los materiales.

Figura 9. Diseño de moldes



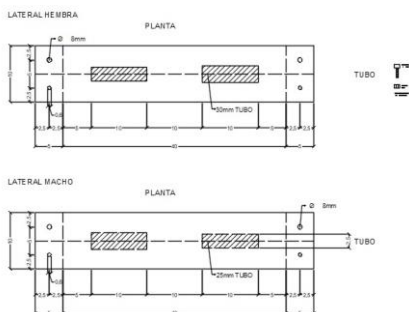
Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 10. Diseño de moldes



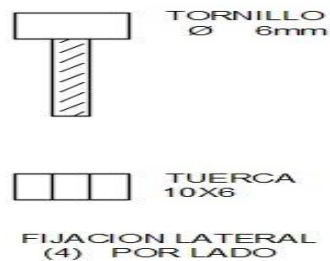
Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 11. Diseño de moldes



Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 12. Diseño de moldes



Elaborado por: Castelo, (2024)

Elaboración de moldes de metal

Fabricados con platinas de 3mm de espesor, con una medida de 0.40x0.20x0.10 cm. Los laterales están sujetos mediante un ensamble machimbrado de 0,10 mm, el

mismo que está unido por pernos de 0,06x0,25 mm y tuercas, facilitando así su montaje y desmoldeo.

Figura 13. Moldes de metal



Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 14. Moldes de metal



Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 15. Moldes de metal



Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 16. Moldes de metal



Elaborado por: Castelo, (2024)

Moldes de madera

Los moldes de encofrado usados para la realización de las pruebas físicas y mecánicas fueron elaborados con tiras de madera de laurel negro de 1cm. de espesor por 4 cm de ancho. Estos moldes presentan dimensiones de 4x4x16cm. y cubos de

4x4x4 cm, proporcionando la forma y soporte necesarios para los materiales a evaluar durante los ensayos estos fueron fijados con tornillos de madera 25 mm.

Figura 17. *Moldes de madera*



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Figura 18. *Moldes de madera*



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

4.4.2. Recolección de la materia prima

Plástico

Para el desarrollo de esta investigación se recolectaron botellas plásticas de agua y gaseosas. Posteriormente, estas botellas fueron lavadas, secadas y trituradas.

Figura 19. *Plástico.*



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Pseudotallo de banano

Después de recolectar los pseudotallos de banano, se procedió a abrir los tallos para extraer las canoas y obtener la fibra que se secaron al sol posteriormente.

Tratamientos preliminares del plástico y del pseudotallo

Plástico

Luego de la recolección de botellas plásticas se procedió a sacarles las tapas, lavarlas, secarlas. Cada botella fue cortada en trozos y fueron trituradas utilizando una procesadora de alimentos convirtiéndolas en hojuelas de plástico PET con una granulometría de 10 a 15 mm.

Figura 20. Plástico Pet



Figura 21. Plástico Pet



Figura 22. Plástico Pet



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Pseudotallo del banano

Para extraer la fibra del pseudotallo de banano, se llevó a cabo un proceso de desfibrado, el cual consiste en separar cada capa del tallo, que tiene forma de canoa, A continuación, se extrajo el agua de cada capa mediante el aplastamiento con una tabla. Después de este proceso la fibra obtenida se dejó secar al sol por un periodo de 28 días.

Figura 23. Pseudotallo del banano



Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 24. Pseudotallo del banano



Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 25. Pseudotallo del banano



Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 26. Pseudotallo del banano



Elaborado por: Castelo, (2024)

4.4.3. Descripción de herramientas necesarias para la elaboración del bloque

En el proceso de realización del prototipo del bloque se utilizaron las siguientes herramientas:

- Palas
- Sacos

- Balanza
- Carretilla
- Balde
- Jarra de medidas
- Espátula
- Flexómetro
- Tornillos
- Martillo

4.5 Agregados a las materias primas para la mezcla del bloque

Para la elaboración del prototipo de bloque se utilizó materiales tradicionales como: cemento, arena, agua, en mayor cantidad el plástico PET y la fibra de banano.

Figura 27. *Agregados a las materias prima para la mezcla del bloque*



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

4.4.6 Experimentación.

Dosificación de muestras, testigos o probetas

Se detallan las descripciones y evaluaciones de cada una de las muestras realizadas del bloque de plástico PET, con fibras del pseudotallo de banano y materiales tradicionales.

4.4.6.1. Muestra 1

En la primera muestra las dosificaciones fueron las siguientes:

Tabla 8. Muestra 1.

Dosificación	Proporción	Peso	Porcentaje
Cemento	1	3.039 gramos	29%
Arena	2	4.904 gramos	43%
Plástico PET	3	2.700 gramos	23%
Fibra de banano	2	618 gramos	5%
Total:		11.261 gramos	100%

Elaborado por: Castelo, (2024)

Proporción de Agua: 1.400 ml

Una vez elaborada la mezcla se obtuvo para un bloque y los diferentes testigos con variadas medidas según lo que exige el ensayo físico y mecánico.

Testigos 1 de la mezcla de la muestra 1.

Pesos de testigos de **0,04x0,04x0,16** después del curado de 28 días.

Tabla 9. Pesos de testigos de 0,04x0,04x0,16.

Testigos	Gramos
No.1	450 gramos
No.2	481 gramos
No.3	467 gramos
No.4	449 gramos
No.5	470 gramos
No.6	471 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Pesos de testigos de **0,04x0,04x0,04**

Tabla 10. Pesos de testigos de 0,04x0,04x0,04.

Testigos	Gramos
No.1	126 gramos
No.2	119 gramos
No.3	124 gramos

Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Resultado del bloque muestra 1

Figura 28. Resultado del bloque Muestra 1



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

En esta muestra la fibra de pseudotallo se mezcló con los demás materiales en forma de hebras largas colocadas en forma longitudinal. Este método reveló que la masa no podía fusionarse adecuadamente y que dificultaba su manipulación al colocarla en los moldes. Una vez seca, la muestra resultante fue un bloque quebradizo, en la que la fibra quedaba expuesta, formando una capa aislante visible.

4.4.6.2 Muestra 2

En la segunda muestra las dosificaciones del bloque y los testigos fueron las siguientes:

Tabla 11. Muestra 2.

Dosificación	Proporción	Peso
Cemento	1	3.039 gramos
Arena	2	4.904 gramos
Plástico PET	2	1.800 gramos
Fibra de banano	3	927 gramos
Agua		1500 ml

Elaborado por: Castelo, (2024)

Una vez elaborada la mezcla, se produjo un bloque junto con diversos testigos de distintas dimensiones, ajustados a los requerimientos establecidos por los ensayos físicos y mecánicos.

Testigo 1 de la mezcla de la muestra 2.

Pesos de testigos de **0,04x0,04x0,16** después del curado de 28 días.

Tabla 12. Pesos de Testigo 2, 0.04x0,04x0,16.

Testigos	Gramos
No.1	466 gramos
No.2	454 gramos
No.3	465 gramos
No.4	491 gramos
No.5	463 gramos
No.6	475 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Testigos 2 de la muestra de la mezcla 2.

Pesos de testigos de 0,04x0,04x0,04

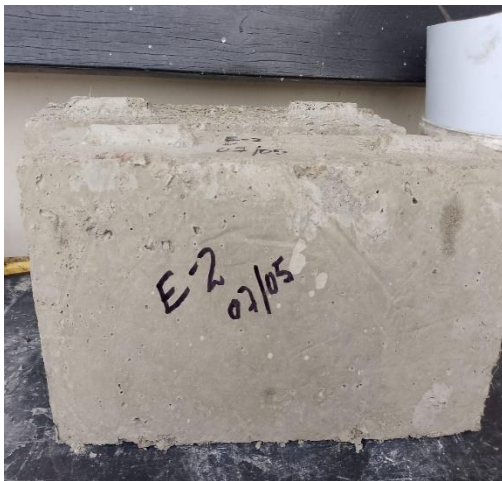
Tabla 13. Pesos de Testigo 2, 0.04x0,04x0,04.

Testigos	Gramos
No.1	130 gramos
No.2	123 gramos
No.3	126 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Resultado del bloque muestra 2

Figura 29. Resultado del bloque muestra 2



Elaborado por: Castelo, (2024)

El resultado conseguido con esta mezcla de diferentes proporciones tiene mejor acogida en cuanto a la mezcla porque la fibra se cortó en pedazos de $\frac{1}{2}$ a 1 cm y se lo dispersó en toda la masa mezclándose con los demás elementos.

4.4.7. Muestra 3

A partir de estas muestra la fibra del pseudotallo de banano es cortada cada 1/2 centímetro para lograr un mejor amasado en toda la mezcla y la unión compacta de todos los elementos.

Figura 30. Corte de la fibra para realizar la Muestra 3.



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

En la tercera mezcla de la muestra 3., las dosificaciones fueron las siguientes:

Tabla 14. Muestra 3

Dosificación	Proporción	Peso
Cemento	1	3.039 gramos
Arena	2	4.904 gramos
Plástico PET	2	1.800 gramos
Fibra de banano	2	618 gramos
Agua		1450 ml

Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Figura 31. Mezcla experimento 3



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Testigo 1 de la mezcla de la muestra 3.

Pesos de testigos de **0,04x0,04x0,16** antes del curado de 28 días.

Tabla 15. Pesos de Testigo 3, 0.04x0,04x0,16.

Testigos	Gramos
No.1	486 gramos
No.2	473 gramos
No.3	464 gramos
No.4	488 gramos
No.5	500 gramos
No.6	496 gramos

Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Pesos de testigos 2 de la mezcla 3 de 0,04x0,04x0,04

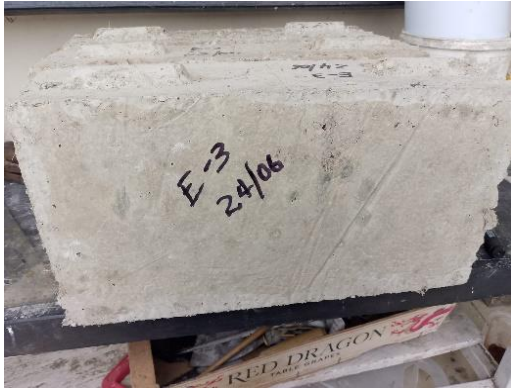
Tabla 16. Pesos de Testigo 3, 0.04x0,04x0,04.

Testigos	Gramos
No.1	114 gramos
No.2	119 gramos
No.3	118 gramos

Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Resultado del bloque muestra 3.

Figura 32. Resultado del bloque muestra 3



Elaborado por: Castelo, (2024)

El resultado obtenido fue un bloque más compacto ya que la fibra cortada se mezcló en diferentes direcciones con los demás materiales logrando un fraguado correcto.

4.4.8. Muestra 4

En la cuarta muestra las dosificaciones fueron las siguientes:

Tabla 17. Muestra 4

Dosificación	Proporción	Peso
Cemento	1	3.040 gramos
Arena	1	2.452 gramos
Plástico PET	2	1.800 gramos
Fibra de banano	1	618 gramos
Agua		1.400 ml

Elaborado por: Castelo, (2024)

Testigo 4.

Pesos de testigo de **0,04x0,04x0,16** antes del curado de 28 días

Tabla 18. Pesos de Testigo 4 0.04x0,04x0,16 antes del curado.

Testigos	Gramos
No.1	420 gramos
No.2	423 gramos
No.3	422 gramos
No.4	400 gramos
No.5	398 gramos
No.6	410 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Pesos de testigo de **0,04x0,04x0,04** antes del curado de 28 días

Tabla 19. Pesos de Testigo 4, 0.04x0,04x0,04.

Testigos	Gramos
No.1	103 gramos
No.2	100 gramos
No.3	113 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Resultado del bloque

Figura 33. Resultado del bloque muestra 4



Elaborado por: Castelo, (2024)

Producto de esta mezcla se obtuvo un bloque poroso pero pesado y rugoso, se bajó la dosificación de la arena lo que ocasionó que se hicieran porosidades entre los demás materiales.

4.8 Pruebas realizadas al bloque

4.8.1 Prueba de humedad

Según la normativa de INEN, la prueba de humedad implica sumergir los bloques en agua a una temperatura específica durante un periodo de 24 a 48 horas. Después de este tiempo, se mide la masa del bloque mientras está completamente sumergido, seguido del cálculo de su peso una vez que ha sido retirado del agua y se le ha permitido secar. Estas mediciones son esenciales para determinar la capacidad de absorción de humedad de los bloques, lo cual es un factor crítico para evaluar su calidad y rendimiento en diversas condiciones ambientales. Esta prueba se realizó en los bloques y testigos del prototipo. Los resultados en esta investigación indicaron que el bloque de la muestra número 3 presentó características significativas de absorción de humedad.

Figura 34. Prueba de humedad



Elaborado por: Castelo, (2024)

4.8.2 Mediciones de humedad con el prototipo de bloque

Experimento 1

Tabla 20. Mediciones de humedad experimento 1

	Peso antes del curado	Peso después del curado	Absorción
No 1	418 gramos	450 gramos	0,32 gramos
No.2	441 gramos	481 gramos	0,40 gramos
No.3	414 gramos	467 gramos	0,53 gramos
No.4	413 gramos	449 gramos	0,36 gramos
No.5	432 gramos	470 gramos	0,38 gramos
No.6	435 gramos	471 gramos	0,36 gramos
	TOTAL		2.35 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Se determinó una media de Absorción de humedad en estos testigos de la mezcla 1, es de 0,39 gramos

Experimento 2.

Tabla 21. Mediciones de humedad experimento 2

	Peso antes del curado	Peso después del curado	Absorción
No 1	434 gramos	466 gramos	0,32 gramos
No.2	405 gramos	454 gramos	0,49 gramos
No.3	402 gramos	465 gramos	0,63 gramos
No.4	455 gramos	491 gramos	0,36 gramos
No.5	426 gramos	463 gramos	0, 43 gramos
No.6	445 gramos	475 gramos	0,30 gramos
	TOTAL		2.53 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Se determinó que la suma de los 6 testigos de la mezcla 2 tendría una media de 0,42 gramos.

Experimento 3

Tabla 22. Mediciones de humedad experimento 3

	Peso antes del curado	Peso después del curado	Absorción
No 1	486 gramos	505 gramos	0,19 gramos
No.2	473 gramos	522 gramos	0,51 gramos
No.3	464 gramos	527 gramos	0,37 gramos
No.4	488 gramos	524 gramos	0,36 gramos
No.5	500 gramos	532 gramos	0,32 gramos
No.6	496 gramos	526 gramos	0,30 gramos
	TOTAL		2.05 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Mediciones de humedad con los prototipos de cubos 0,04x0,04x0,04

Testigo 1

Tabla 23. Mediciones de humedad testigo 1

Peso antes del curado		Peso después del curado		Absorción
No 1	126 gramos	137 gramos		0,11gramos
No.2	119 gramos	129 gramos		0,10 gramos
No.3	124 gramos	132 gramos		0,08 gramos
	TOTAL			0.29 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Se determinó que el promedio de Absorción de humedad en este tipo de testigos de la mezcla 1 fue de 0,29.

Testigo 2

Tabla 24. Mediciones de humedad testigo 2

Peso antes del curado		Peso después del curado		Absorción
No 1	130 gramos	135 gramos		0,05 gramos
No.2	123 gramos	134 gramos		0,11 gramos
No.3	126 gramos	136 gramos		0,10 gramos
	TOTAL			0,26 gramos

Elaborado por: Castelo, (2024)

Se establece que el promedio de Absorción de humedad de estos testigos de la mezcla 2 fue 0,26.

Testigo 3

Tabla 25. Mediciones de humedad testigo 3

Peso antes del curado		Peso después del curado	Absorción
No 1	114 gramos	118 gramos	0,04 gramos
No.2	110 gramos	112 gramos	0,02 gramos
No.3	118 gramos	108 gramos	0,10 gramos
TOTAL			0.16 gramos

Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Se determinó que el promedio de Absorción de humedad en este tipo de testigos de la mezcla 3 fue de 0,29.

4.9 Prueba de compresión y flexión

Las pruebas se realizaron en la ESPOL, antes de describir el procedimiento de la prueba de compresión y flexión aplicada al bloque fabricado con plástico PET y la fibra de pseudotallo del banano es fundamental señalar los requisitos que deben cumplir los bloques tipo lego según la normativa NTE INEN 3066.

Figura 35. Prueba de compresión



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

Figura 36. *Prueba de compresión*



Elaborado por: *Castelo, (2024)*

En el experimento número 3, el dado obtuvo un valor de compresión de 11,01 MPa y en la prueba de flexión el experimental 3 viga número 4 obtuvo 2,7 MPa.

Figura 37. Certificados de las pruebas de flexión y compresión


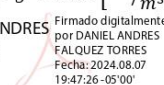

 Laboratorio de Geotecnia y Construcción		INFORME DE RESULTADOS		Código: LABGC-434INF		
		Ensayo: DENSIDAD APARENTE. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA				
Información de contacto del cliente						
Nombre del solicitante: Arq. Robinson Castelo			Empresa: Arq. Robinson Castelo			
Dirección: -			Ciudad: Guayaquil			
Teléfono: +593 99 016 8048			Correo electrónico: rocasteloria55@gmail.com			
Información de la muestra						
Código: ver ID			Proforma: LABGC-359PROF			
Descripción: viquetas de polímero 40x40x160 mm			Preparación: Preparados por el cliente			
Fecha de recepción: 26/julio/2024			Cantidad recibida: 15			
Obra: No específica			Ubicación: No específica			
Información del ensayo						
Norma de referencia: ASTM D 2932			Fecha de emisión del reporte: 7-agosto-2024			
Fecha de ejecución: 7-agosto-2024			Técnico responsable: DF			
Identificación del equipo utilizado en la ejecución del ensayo						
Código	Nombre	Marca/Modelo	No. Serie	Calibración		
	Olla de capping	ELE INTERNATIONAL	No específica	-		
104651	Balanza 3100 g	OHAUS/PA3102	B341865441	Nov. 2022		
G3-10578	Horno	Quincy Lab 30 GC	G3-10578	Nov. 2022		
Determinación de la densidad de la parafina utilizada en el ensayo						
		Masa del recipiente (g)	35.09			
		Masa del recipiente + parafina (g)	46.68			
		Volumen del recipiente (cm3)	13.60			
		Masa de la parafina (g)	11.59			
		Densidad de la parafina (kg/m3)	852.21			
Determinación de la densidad aparente y peso específico de la muestra						
	ID muestra	Mr (g)	Msp (g)	Mhp (g)	Densidad aparente (Kg/m3)	Peso específico (kN/m3)
	E III-1	216.75	223.76	73.10	1521.75	15.22
	E III-2	201.00	206.94	76.88	1632.95	16.33
	E III-3	197.96	205.56	68.06	1539.56	15.40
	E III-4	203.74	210.19	73.42	1576.92	15.77
	E III-5	250.53	258.27	94.90	1623.78	16.24
	E III-6	233.51	242.64	84.34	1582.19	15.82
Notación						
Mr	Masa de la muestra como se recibe (g)					
Msp	Masa de la muestra seca cubierta con parafina (g)					
Mhp	Masa de la muestra seca cubierta con parafina sumergida en el agua (g)					
$Densidad\ aparente = \frac{M_s}{\left(\frac{M_{sp} - M_{hp}}{\rho_w}\right) - \left(\frac{M_{sp} - M_s}{\rho_p}\right)} * 1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$						
$Peso\ específico = \delta_{aparente} * g * 0.001 \left[\frac{kN}{m^3} \right]$						
Firmado digitalmente por DANIEL ANDRES FALQUEZ TORRES Fecha: 2024.08.07 19:47:26 -05'00' 						
Ing. Daniel Falquez T. Jefe del Laboratorio-responsable técnico FICT-ESPOL						
Dirección: Guayaquil- Ecuador ; Campus Gustavo Galindo Velasco- Km. 30.5 Vía Perimetral – Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción. (+593 4) 2269428						

Figura 38. Certificados de las pruebas de flexión y compresión



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

INFORME DE RESULTADOS

Código: LABGC-434INF

Ensayo: DENSIDAD APARENTE. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA							
Información de contacto del cliente							
Nombre del solicitante: Araq. Robinson Castelo				Empresa: Araq. Robinson Castelo			
Dirección: -				Ciudad: Guayaquil			
Teléfono: +593 99 016 8048				Correo electrónico: rocasteloria55@gmail.com			
Información de la muestra							
Código: ver ID				Proforma: LABGC-359PROF			
Descripción: viquetas de polímero 40x40x160 mm				Preparación: Preparados por el cliente			
Fecha de recepción: 26/julio/2024				Cantidad recibida: 15			
Obra: No especifica				Ubicación: No especifica			
Información del ensayo							
Norma de referencia: ASTM D 2932				Fecha de emisión del reporte: 7-agosto-2024			
Fecha de ejecución: 7-agosto-2024				Técnico responsable: DF			
Identificación del equipo utilizado en la ejecución del ensayo							
Código	Nombre	Marca/Modelo	No. Serie	Calibración			
	Olla de capping	ELE INTERNATIONAL	No especifica	-			
104651	Balanza 3100 g	OHAUS/PA3102	B341865441	Nov. 2022			
G3-10578	Horno	Quincy Lab 30 GC	G3-10578	Nov. 2022			
Determinación de la densidad de la parafina utilizada en el ensayo							
			Masa del recipiente (g)	35.09			
			Masa del recipiente + parafina (g)	46.68			
			Volumen del recipiente (cm3)	13.60			
			Masa de la parafina (g)	11.59			
			Densidad de la parafina (kg/m3)	852.21			
Determinación de la densidad aparente y peso específico de la muestra							
	ID muestra	Mr (g)	Msp (g)	Mhp (g)	Densidad aparente (Kg/m3)	Peso específico (kN/m3)	
	EXP II-1	372.15	384.92	106.25	1411.34	14.11	
Notación							
Mr	Masa de la muestra como se recibe (g)						
Msp	Masa de la muestra seca cubierta con parafina (g)						
Mhp	Masa de la muestra seca cubierta con parafina sumergida en el agua (g)						
$Densidad\ aparente = \frac{M_s}{\left(\frac{M_{sp} - M_{hp}}{\rho_w}\right) - \left(\frac{M_{sp} - M_s}{\rho_p}\right)} * 1000 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$ $Peso\ específico = \delta_{aparente} * g * 0.001 \left[\frac{kN}{m^3}\right]$							
DANIEL ANDRES FALQUEZ TORRES				Firmado digitalmente por DANIEL ANDRES FALQUEZ TORRES Fecha: 2024.08.07 19:47:59 -05'00'			
Ing. Daniel Falquez T. Jefe del Laboratorio-responsable técnico FICT-ESPOL							
Dirección: Guayaquil- Ecuador ; Campus Gustavo Galindo Velasco- Km. 30.5 Vía Perimetral – Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra (FICT) Laboratorio de Geotecnia y Construcción. ☎ (+593 4) 2269428							

4.10 Detalle de costos

Después de realizar las pruebas físicas, mecánicas y de humedad correspondientes y determinar que el bloque número 3 era el óptimo, se procedió a efectuar un análisis de costos.

Tabla 26. *Detalle de costos*

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Cemento	Gramos	2.390	\$ 0,40	\$ 0,40
Arena	Gramos	3.420	\$ 0,03	\$ 0,03
Plástico PET	Gramos	1.800	\$ 0,00	\$0,00
Fibra del pseudotallo	Gramos	618	\$0,00	\$0,00
Total				\$0,43

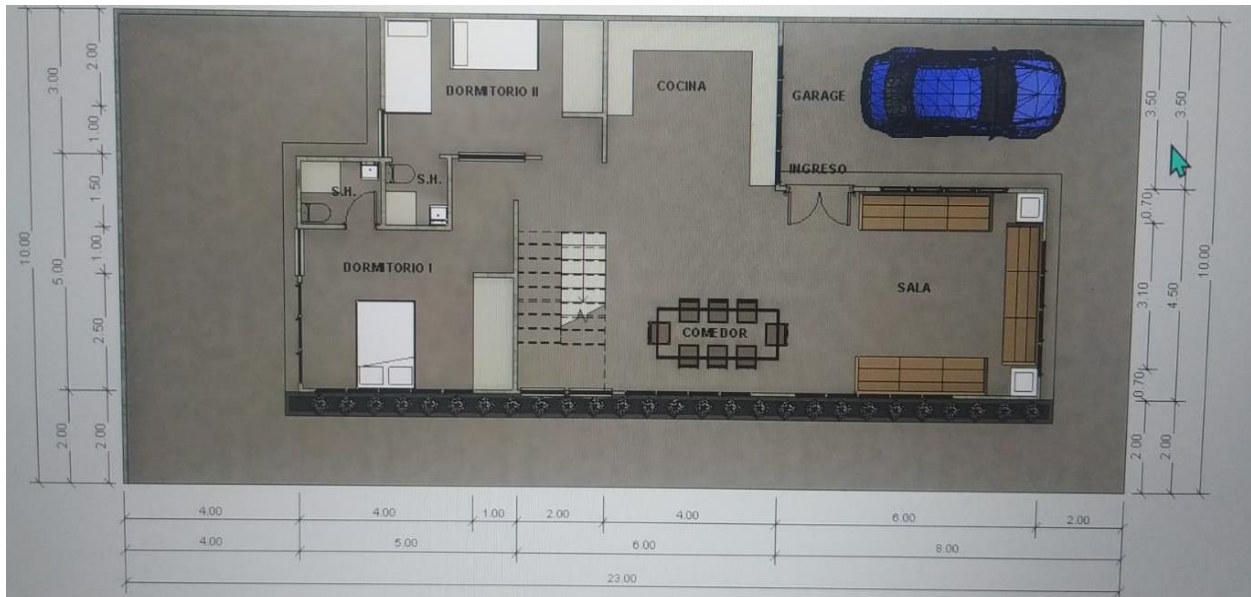
Elaborado por: Castelo, (2024)

4.11 Diseño empleando el prototipo del bloque

A continuación, se detalla la planta arquitectónica y perspectiva de una vivienda construida con bloques tipo lego elaborados con plástico PET reciclado y fibras de pseudotallo de tallo de banano.

Plano arquitectónico

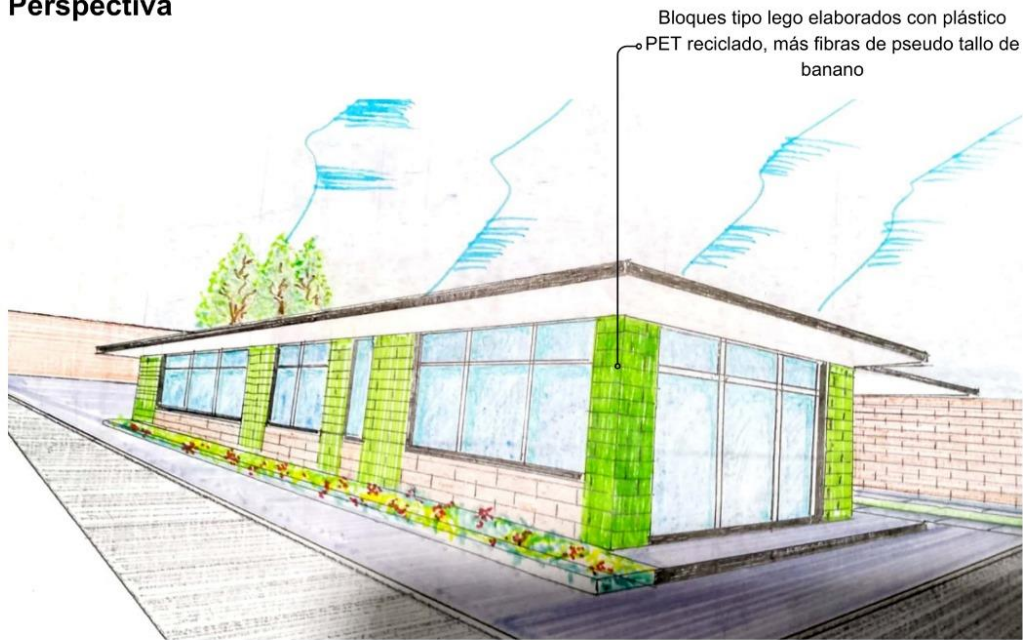
Figura 39. Plano arquitectónico



. Elaborado por: Castelo, (2024)

Figura 40. *Perspectiva*

Perspectiva



Nota: Se plantea que todas las paredes, tanto exteriores como interiores, están construidas con el bloque propuesto.

. **Elaborado por:** *Castelo, (2024)*

CONCLUSIONES

La realización de una revisión bibliográfica exhaustiva sobre las propiedades del plástico PET y las fibras derivadas del pseudotallo de banano ha confirmado que estos componentes, cuando reciclados, no aportan a la contaminación ambiental. Este hallazgo es fundamental para validar la hipótesis de que es posible crear un material de construcción alternativo y eco-amigable utilizando estos residuos.

El desarrollo del proyecto incluyó la concepción de un bloque de tipo “Lego”, que se fabricó en metal con especificaciones precisas. A lo largo del proceso experimental, se testaron diversas composiciones de materiales, identificando la mezcla que ofrecía las mejores propiedades en cuanto a resistencia y durabilidad. La formulación seleccionada superó satisfactoriamente las pruebas físicas y mecánicas, cumpliendo con los estándares establecidos por la normativa INEN 643.

El coste de producción de cada bloque se estableció en 0.43 centavos de dólar estadounidense, representando una alternativa económica en comparación con los productos similares disponibles en el mercado, cuyo precio será especificado para contextualizar su competitividad económica.

Este enfoque no solo demuestra la viabilidad de reciclar materiales considerados como desecho, sino que también promueve la innovación en la industria de la construcción, alentando el uso de recursos sostenibles que minimizan el impacto ambiental y fomentan la economía circular.

RECOMENDACIONES

Es fundamental que los docentes universitarios fomenten la motivación de sus estudiantes hacia la realización de investigaciones futuras que exploren en profundidad las propiedades térmicas y acústicas del bloque número 3. Esta incentivación no solo contribuiría al enriquecimiento del conocimiento académico, sino que también podría tener implicaciones prácticas significativas en diversas áreas de la ingeniería y la arquitectura.

Es imperativo desarrollar en los docentes universitarios una conciencia ambientalista sólida, de manera que puedan transmitir estos valores a sus estudiantes. A través de esta sensibilización, se fomentará la realización de investigaciones innovadoras que busquen alternativas a los materiales altamente contaminantes, promoviendo así el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

Cuando se realicen otras investigaciones a partir de las dosificaciones utilizadas se recomienda que la fibra de banano sea cortada cada $\frac{1}{2}$ cm. para una mejor distribución del material y compactación.

Se recomienda llevar a cabo campañas ambientalista dirigidas a los profesionales de la construcción, con el objetivo de promover el uso de bloques ecológicos en sus proyectos. Estas iniciativas no solo contribuirán a la sostenibilidad y protección del medio ambiente, sino que también impulsarán prácticas más responsables y conscientes dentro del sector de la construcción.

Estos bloques pueden ser utilizados en la construcción de viviendas y muros debido a su bajo costo y durabilidad. Su uso no solo resulta económico, sino también ofrece una solución sostenible y eficiente para diversos proyectos de construcción, contribuyendo así a la creación de infraestructuras más ecológicas y resistentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcívar Moncerrate, K. J. (2020). *Diagnóstico del uso de plásticos no reutilizables en puestos de expendio de alimentos informales en el cantón Jipijapa* [Proyecto de investigación, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2399/1/TESIS%20FINAL-convertido%20pdf-%20Karen%20Alcivar.pdf>
- Alvarado, A., & Torres, J. (2021). Prototipo de bloque eco-sustentable en base de almidón, polietileno tereftalato (PET), papel reciclado y material tradicional para la construcción [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4673/1/T-ULVR-3775.pdf>
- Álvarez Lema, J., & Cañizares Izquierdo, C. (2023). Influencia de distintos tipos de arena en respuesta a ensayos de resistencia a la compresión del hormigón. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/13392/1/18917.pdf>
- Álvarez, T., & Ortiz, D. (2020). Bloque PET como alternativa de material para la construcción [Monografía de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. https://repositorio.uniminuto.edu/bitstream/10656/12059/1/T.IC_AlvarezThalia-OrtizDiana_2020.pdf
- Becerra, J. (2022). Diseño ambiental y análisis económico de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Cuenca [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/43cb6799-12a6-44de-9c5c-7c0f24c54c6c/content>
- Becerra, J. (2022). Viabilidad del uso de fibra del pseudotallo de plátano combinado con PET y mortero para la construcción de prototipos de tanques para el almacenamiento de agua [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/973/

- Bermello, D. (2021). Impacto ambiental ocasionado por desechos sólidos generados en el control de plagas y enfermedades bananeras del Cantón Valencia, 2021 [Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ec1a9682-4164-45b0-bf07-34633ebd6243/content>
- Bohórquez, D. & Serrato, E. (2023). Bloque de tierra comprimido BTC como una alternativa de construcción sostenible en el sector rural de la ciudad de Popayán [Tesis de pregrado, Fundación Universitaria de Popayán]. <https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/1537cd244c952ba876ae33291ef61bf6949a9f84.pdf>
- Caballero, L. & Flores, C. (2022). Diseño artesanal de un ladrillo ecológico, utilizando residuos de fibra de plátano para mejorar su resistencia a la compresión, Tarapoto 2022 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].
- Cárdenas, P. & Morales, I. (2022). Diseño y construcción de una máquina extractora de fibras de poliéster a partir de botellas recicladas PET, con una capacidad de 5kg/h [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Salesiana sede Quito]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23450/1/UPS%20-%20TTS1038.pdf>
- Carpio, C., & Villón, L. (2023). Diseño de prototipo de bloque estructural utilizando ceniza de hoja de plátano y fibra del tallo de la planta del plátano [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/6053>
- Castillo, S. (2022). El uso de la fibra de plátano en el revestimiento de la urbanización popular Nuevo Horizonte Sullana 2022 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/111870>
- Choez, C. (2023). Diseño de bloques de mampostería con adición porcentual de aserrín para mejorar sus características mecánicas [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí].

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5249/1/Choez%20Abata%20Cristhian%20Rub%C3%A9n.pdf>

Choez, Miranda, R. J. (2019). Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2913/1/T-ULVR-2625.pdf>

Collazos, S., & Pinzon, L. (2022). Propuesta de aprovechamiento del pseudotallo o vástago de plátano para fabricar fibras textiles en Colombia [Proyecto de grado, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8800/4/3171391-2022-1-II.pdf>

Contreras, T., & Montalván, N. (2022). Elaboración de un panel a base de totora y hormigón para viviendas de interés social [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5589>

Delgado, M., & Vidal, D. (2021). Aprovechamiento del residuo del cultivo del banano (*Musa paradisiaca*, *Musa sapientum*, y *Musa acuminata*) en la producción artesanal de fibra textil [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1642/1/TTMA53D.pdf>

Díaz, A., & Pacheco, M. (2022). Propuesta de bloque no portante a base de concreto, escoria de acero y PET para mitigar el impacto ambiental ocasionado por los bloques tradicionales en nuevas construcciones en la provincia de Ica-Perú [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/667272/D%C3%ADaz_NA.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Díaz, M., & Montesdeoca, R. (2021). Obtención de bloques para la fabricación de viviendas de interés social empleando desechos plásticos [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/58113>

- España, J. (2019). Las fibras vegetales: materiales ancestrales para un futuro sostenible en el desarrollo de productos [Artículo]. Revista SciELO (Argentina), Cuaderno 87, pp. 221-237. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ccedce/n87/1853-3523-ccedce-87-212.pdf>
- Flores, G., & Tenesaca, J. (2023). Fabricación de un prototipo de bloque a partir de arena de caucho, plástico PET y vidrio reciclados para el sector de la construcción [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/6090/1/T-ULVR-4958.pdf>
- García, C., & Sánchez, F. (2021). Uso de los residuos de la cáscara de banano (Musa paradisiaca) para la elaboración de material plástico biodegradable. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1642/1/TTMA53D.pdf>
- Garzón, L., & Guzmán, L. (2019). Ladrillo de plástico como material sostenible para la construcción [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13167/2/T.IC_GarzonCastroNataly-GuzmanSerranoFelipe_2019.pdf
- González, N. L., & Rodríguez, R. R. (2022). Análisis comparativo de la factibilidad económica para la construcción de una vivienda usando bloques con agregados de plástico reciclado, bloques pómez 9 y Victoria 9 [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8638>
- Guevara, J. (2022). Elaboración de bloques tradicionales incorporando material reciclado para la mejora del acondicionamiento térmico y acústico en viviendas rurales de Ecuador [Tesis doctoral, Universidad de Burgos]. https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/7816/Guevara_Robalino_Jorge.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Holguín Ávila, L. (2019). Evaluación de prototipo de bloques ecológicos fabricados a partir de plásticos reciclados para la construcción de obras menores [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].

[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HOLGUIN%20AVILA%20LUIS%20EDUARD O_compressed\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HOLGUIN%20AVILA%20LUIS%20EDUARD O_compressed(1).pdf)

Iza, A. (2019). Evaluación de la fabricación de bioladrillos utilizando materiales alternativos plástico PET y cascarilla de arroz para disminuir el impacto ambiental en la microempresa Pilicita en el Cantón Saquisilí [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5609/1/T-001091.pdf>

Jacome, V. S., Suntaxi Aluisa, J., Dueñas Barberán, M. (2019). Análisis de las propiedades de bloques de construcción a partir de la fabricación de los mismos, con materiales reciclados como el PET, cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar y cáscara de maní. Observatorio de la Economía Latinoamericana. <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/12/propiedades-bloques-construccion.html>

Macancela, A., & Martínez, A. (2020). Fabricación de bloques de cemento y fibra de estopa de coco y PET reciclado para la eco-construcción [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3540/1/T-ULVR-3111.pdf>

Masaquiza Páez, N. M. (2022). Estudio del módulo de elasticidad estático del hormigón en base a su resistencia a la compresión fabricado con materiales de las minas: Mora ubicada en el cantón Ambato provincia de Tungurahua y cantera volcán ubicada en el cantón Baños provincia de Tungurahua [Tesis, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36201/1/Tesis%20I.C.%201613%20-%20Masaquiza%20P%C3%A0ez%20Nathaly%20Michelle.pdf>

Mayta, A. (2021). Diagnóstico del impacto del reciclaje de plásticos-botellas de polietileno tereftalato (PET), en el distrito de Yanahuara [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e501769b-66ac-4ddb-96a7-febf95484c19/content>

- Mendoza, D., & Soria, F. (2022). Características mecánicas del bloque con concha de coco y mortero [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5745/1/T-ULVR-4689.pdf>
- Moreno Perlaza, M. (2022). Caracterización del plástico destinado a reciclaje dispuesto en el vertedero de basura de la ciudad de Riobamba [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17658/1/236T0643.pdf>
- Núñez Naranjo, P., Palacio Pérez, F., Taranto González, E., & Armijos Mena, S. (2023). Elaboración y caracterización de un material compuesto con polietileno de tereftalato para la fabricación de bloques. *Perfiles*, 1(29), 52-62. <https://doi.org/10.47187/perf.v1i29.206>
- Pérez, L., & Zamora, H. (2020). Diseño de bloques de concreto modificados con fibras de plástico reciclado para la reducción de cargas en edificaciones, Tarapoto, 2020 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/51339/P%C3%A9rez_PLL-Zamora_FHJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pico Sánchez, V. A. (2020). Correlación entre las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento Portland y el mortero de cal estabilizado con almidón de arroz. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30637/1/Tesis%20I.%20C.%201382%20-%20Pico%20S%C3%A1nchez%20V%C3%ADctor%20Alejandro.pdf>
- Pineda Ramón, J. S. (2021). Estudio sobre la fabricación de bloques de hormigón utilizando fibras naturales como refuerzo [Tesis, Universidad Técnica de Machala]. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16561/1/TTUACA-2021-IA-DE00027.pdf>
- Prieto Huertas, D. P. (2019). Universidad Veracruzana. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50007/PrietoHuertasDilsa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ramírez Salas, E. (Fecha no disponible). Caracterización de muestras de textil para su reciclaje con espectroscopía de infrarrojo medio y módulo ATR. Escola Politecnica Superior, Universitat de Lleida. <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/b6a91ac5-a7f3-4348-a495-402986480838/content>
- Robles, A. (2022). Elaboración de bloques de adobe con fibras de bagazo de caña y agregado de nopal para mejorar la resistencia a compresión y durabilidad [Tesis para obtener el grado de maestro en arquitectura sostenible y gestión urbana, Tecnológico Nacional de México]. <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/6063/1/tesis.pdf>
- Rodríguez, V. (2021). El uso indiscriminado del plástico contamina el medio ambiente y vulnera los derechos de la naturaleza [Tesis para obtener el título de Licenciada en Jurisprudencia, Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23910/1/Viviana%20Lizbeth_Rodr%C3%ADguez%20Pineda%20%282%29.pdf
- Ruiz Serrano, M., Serrano Barquín, H., & Ruiz Serrano, A. (2024). Del agave a la arquitectura en tierra: Aprovechamiento de las fibras naturales de los desechos de la agroindustria en la fabricación del adobe biocomposito. *Ge-Conservacion*, 25(1), 44-52. <https://doi.org/10.37558/gec.v25i1.1257>
- Segarra, C. (2020). Elementos modulares: Una propuesta en base de fibras naturales de trigo y cascarilla de café [Proyecto de integración curricular previo a la obtención del título de Arquitecto, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstreams/07b9dd25-a1e1-4e9a-87a8-17637e391c7d/download>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). Bloques de hormigón: Requisitos y métodos de ensayo (NTE INEN 3066). https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte_inen_3066.pdf
- Terán, I. (2019). Propuesta de industrialización del PET reciclado en la ciudad de Loja [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial,

Universidad Técnica Particular de Loja].
<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/24957/1/Terán%20Córdova,%20Irene%20Patricia.pdf>

Viera, P., Morillo, D., & Parion, J. (2022). Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento-arena, y cemento, cal y arena. *Figempa*, 13(1), 59-69. <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3410>

Viera, P., Morillo, D., & Parion, J. (2022). Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento-arena, y cemento, cal y arena. *Figempa Online*, 13(1), 59-69. <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3410>

Vinueza Salas, N., Macancela Martínez, M., & Valle Benítez, A. (2020). Diseño de modelo de bloque ecológico con la mezcla de fibra de maguey y polietileno tereftalato (pet). *Polo del Conocimiento*, 6(7), 1231-1253. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>

Zambrano, P. (2020). Efectos del plástico de uso único sobre el medio ambiente y su relación con la normativa vigente. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/334c3e65-61cf-4d95-a109-78bd70b4df9e/content>

Zeas, S. V., & Benalcázar, S. M. (2021). Mejoramiento de bloques de adobe con fibras de cabuya y aceite de linaza [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37366>